



# Estudo de Impacto Ambiental

BR-135/BA km 207 a 212

VOLUME II



---

**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**BR 135/BA km 207 a 212**  
**Volume II**

CURITIBA  
2020

---

**LISTA DE SIGLAS**

|        |  |
|--------|--|
| µm     | Micrômetro   |
| µg     | Micrograma   |
|        | American Association of State Highway Transportation Officials |
| AASHTO | Associação Brasileira de Normas Técnicas                       |
| ABNT   | Área Diretamente Afetada                                       |
| ADA    | Área de Estudos  |
| AE     | Amostrador de Grande Volume                                    |
| AGV    | Analytic Hierarchy Process                                     |
| AHP    | Área Hidrologicamente Sensível                                 |
| AHS    | Área de Influência Direta                                      |
| AID    | Altimetria   |
| AI     | Agência Nacional de Águas                                      |
| ANA    | Áreas de Proteção Permanente                                   |
| APP    | Megatérmico ou Tropical com seca no verão                      |
| As     | Árido Semiárido ou Estepe baixa latitude e altitude            |
| BSh    | Árido ou Desértico baixa latitude e altitude                   |
| BWh    | Mesotérmico ou Temperado quente ou subtropical com seca no     |
| Cwa    | inverno e verão quente   |
|        | Mesotérmico ou Temperado quente ou subtropical com seca no     |
| Cwb    | inverno e verão temperado                                      |
| Af     | Megatérmico ou Tropical sem estação seca definida              |
| Am     | Megatérmico ou Tropical monçônico                              |
| Aw     | Megatérmico ou Tropical com seca no inverno                    |
| AVA    | Áreas Variáveis de Afluência                                   |
| BA     | Bahia  |
| BDMEP  | Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa           |
| BHSF   | Bacia do Rio São Francisco                                     |
| C      | Carbono  |
| CBHSF  | Comitê da Bacia do Rio São Francisco                           |
| CBUQ   | Concreto Betuminoso Usinado a Quente                           |
| CECAV  | Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas          |

---

|         |  |
|---------|--|
| CETESB  | Companhia Ambiental do Estado de São Paulo             |
| CGCRE   | Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro            |
| CIT     | Convergência Intertropical                             |
| CO      | Monóxido de Carbono                                    |
| COHb    | Carboxihemoglobina                                     |
| CONAMA  | Conselho Nacional do Meio Ambiente                     |
| COVs    | Compostos Orgânicos Voláteis                           |
| CPRM    | Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais             |
| CPTEC   | Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos       |
| CPV     | Calibrador Padrão de Vazão                             |
| dB      | decibéis   |
| DBO     | Demanda Biológica de Oxigênio                          |
| De      | Declividade  |
| DNIT    | Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes |
| DQO     | Demanda Química de Oxigênio                            |
| DTT     | Departamento de Transportes                            |
| E       | Leste  |
| EA      | Equivalente de Areia                                   |
| EB      | Caixa de Empréstimo do Exército Brasileiro             |
| EIA     | Estudo de Impacto Ambiental                            |
| EMBASA  | Empresa Baiana de Água e Saneamento S/A                |
| EMBRAPA | Sistema Brasileiro de Classificação de Solos           |
| EPC     | Equipamento de Proteção Comum                          |
| EPI     | Equipamento de Proteção Individual                     |
| ETA     | Estações de Tratamento de Água                         |
| FIOL    | Ferrovia de Integração Oeste Leste                     |
| FIT     | Frente Intertropical                                   |
| FPA     | Frentes Polares do Atlântico Norte e Sul               |
| Ge      | Geomorfologia  |
| GIS     | Geographic Information System                          |
| H       | Hidrogênio   |
| H       | Horizontal   |
| HC      | Hidrocarbonetos  |

---

|                   |   |
|-------------------|---|
| Hz                | Hertz   |
| IBGE              | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística       |
| IBRAM             | Instituto Brasileiro de Mineração                     |
| IEC               | International Electrotechnical Commission             |
| INEMA             | Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos        |
| INMET             | Instituto Nacional de Meteorologia                    |
| INPE              | Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais             |
| Institutos Lactec | Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento        |
| IQA               | Índice de Qualidade de Água                           |
| ISC               | Índice de Suporte Califórnia                          |
| IT                | Instabilidades Tropicais Oeste                        |
| ITTI              | Instituto Tecnológico de Transportes e Infraestrutura |
| K                 | Fator de Erodibilidade dos Solos                      |
| L                 | Longitudinal  |
| LA                | Abrasão Los Angeles                                   |
| LA <sub>eq</sub>  | Nível Sonoro Equivalente                              |
| LAMIR             | Laboratório de Análise de Minerais e Rochas           |
| Li                | Litologia   |
| LPGA              | Laboratório de Pesquisas em Geofísica Aplicada        |
| LQ                | Limite de Quantificação                               |
| L <sub>ra</sub>   | Nível de Ruído Ambiente                               |
| LS                | Latitude Sul  |
| LW                | Longitude Oeste                                       |
| MG                | Minas Gerais  |
| MM                | Mensal Média  |
| MMA               | Ministério do Meio Ambiente                           |
| MP                | Material Particulado                                  |
| MP <sub>10</sub>  | Partículas Grossas Inaláveis                          |
| MP <sub>2,5</sub> | Partículas Finas Inaláveis                            |
| N                 | Nitrogênio  |
| N                 | Norte   |
| NCA               | Nível de Critério de Avaliação                        |
| NE                | Nordeste  |

---

|                 |   |
|-----------------|---|
| Nm              | Nanômetros  |
| NO <sub>2</sub> | Dióxido de Nitrogênio   |
| O               | Oxigênio  |
| O <sub>3</sub>  | Ozônio  |
| OAE             | Obras de Arte Especiais   |
| OD              | Oxigênio Dissolvido   |
| OMS             | Organização Mundial da Saúde                                      |
| P               | Fósforo   |
| PCVC            | Poluentes Climáticos de Vida Curta                                |
| Pe              | Pedologia   |
| PF              | Padrão Final  |
| PI              | Padrão Intermediário  |
| PROCONVE        | Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores   |
| PRONAR          | Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar                  |
| PTS             | Material Particulado Total  |
| RC              | Razão de Consistência   |
| RCHO            | Aldeído   |
| RIMA            | Relatório de Impacto Ambiental                                    |
| RPGA            | Região de Planejamento de Gestão das Águas                        |
| S               | Enxofre   |
| S               | Sul   |
| SAU             | Sistema Aquífero Urucua   |
| SCRJR           | Sistema Cárstico do Rio João Rodrigues                            |
| SE              | Sudeste   |
| SEI             | Sistema Eletrônico de Informações                                 |
| SEIA            | Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos |
| SFM             | Médio São Francisco   |
| SIAGAS          | Sistema de Informações de Águas Subterrâneas                      |
| SIG             | Sistema de Informações Geográficas                                |
| SIGMA/W         | Software GeoStudio  |
| SLA             | Sistema Local de Abastecimento                                    |

|                 |   |
|-----------------|---|
| SMM             | Suscetibiliade ao Movimento de Massa            |
| SNIRH           | Sistema Nacional Integrado de Recursos Hídricos |
| SO <sub>2</sub> | Dióxido de Enxofre                              |
| SRTM            | Shuttle Radar Topography Mission                |
| T               | Transversal                                     |
| UFPR            | Universidade Federal do Paraná                  |
| Us              | Uso do solo                                     |
| USP             | Universidade de São Paulo                       |
| V               | Vertical  |
| VCAN            | Vórtice Ciclônico de Altos Níveis               |
| VMP             | Valor Máximo Permitido                          |
| W               | Oeste   |
| WHO             | World Health Organization                       |
| ZCAS            | Zona de Convergência do Atlântico Sul           |
| ZCIT            | Zona de Convergência Intertropical              |

---

**LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 6.1 – ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS CONVENCIONAIS DO INMET UTILIZADAS NO DIAGNÓSTICO DO CLIMA .....   | 32 |
| FIGURA 6.2 – CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN-GEIGER .....  | 46 |
| FIGURA 6.3 – SISTEMAS DE CORRENTES PERTURBADAS DE SUL, NORTE, LESTE E OESTE QUE ATUAM NA REGIÃO NORDESTE .....   | 50 |
| FIGURA 6.4 – VARIAÇÃO DA TEMPERATURA MÍNIMA NA ESTAÇÃO BARREIRAS.....  | 54 |
| FIGURA 6.5 – VARIAÇÃO DA TEMPERATURA MÍNIMA NA ESTAÇÃO CORRENTINA.....   | 54 |
| FIGURA 6.6 – VARIAÇÃO DA TEMPERATURA MÍNIMA NA ESTAÇÃO SANTA RITA DE CÁSSIA - IBIPETUBA .....  | 55 |
| FIGURA 6.7 – VARIAÇÃO DA TEMPERATURA MÍNIMA NA ESTAÇÃO TAGUATINGA.....   | 56 |
| FIGURA 6.8 – VARIAÇÃO DA TEMPERATURA MÁXIMA NA ESTAÇÃO BARREIRAS.....  | 59 |
| FIGURA 6.9 – VARIAÇÃO DA TEMPERATURA MÁXIMA NA ESTAÇÃO CORRENTINA.....   | 59 |
| FIGURA 6.10 – VARIAÇÃO DA TEMPERATURA MÁXIMA NA ESTAÇÃO SANTA RITA DE CASSIA - IBIPETUBA .....   | 60 |
| FIGURA 6.11 – VARIAÇÃO DA TEMPERATURA MÁXIMA NA ESTAÇÃO TAGUATINGA.....  | 60 |
| FIGURA 6.12 – VARIAÇÃO DA TEMPERATURA MÉDIA COMPENSADA AO LONGO DO ANO .....   | 62 |
| FIGURA 6.13 – ISOLINHAS DE TEMPERATURA COMPENSADA MÉDIA .....  | 63 |
| FIGURA 6.14 – EVAPORAÇÃO DE PICHE MENSAL EM COMPARAÇÃO COM TEMPERATURA COMPENSADA MÉDIA.....   | 65 |
| FIGURA 6.15 – ISOLINHAS DE EVAPORAÇÃO .....  | 66 |
| FIGURA 6.16 – INSOLAÇÃO MENSAL, EM HORAS .....   | 68 |
| FIGURA 6.17 – VALORES MÉDIOS E MÁXIMOS MÉDIOS DE VELOCIDADE DO VENTO POR MÊS NAS ESTAÇÕES BARREIRAS, CORRENTINA, SANTA RITA DE CASSIA – IBIPETUBA E TAGUATINGA, EM M/S ..... | 72 |

---

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 6.18 – DIAGRAMA ILUSTRANDO A DEFINIÇÃO DO ÂNGULO QUE DETERMINA A DIREÇÃO DE UM VENTO DE INTENSIDADES $I_0$ E DIREÇÃO $\theta_0$ (NORDESTE).....   | 73 |
| FIGURA 6.19 – DIREÇÃO E FREQUÊNCIA DOS VENTOS PREDOMINANTES ....   | 77 |
| FIGURA 6.20 – MAPA DAS ISOLINHAS DE PRECIPITAÇÃO ACUMULADA ANUAL MÉDIA.....  | 79 |
| FIGURA 6.21 – GRÁFICO TERMOPLUVIOMÉTRICO ENTRE A PRECIPITAÇÃO MENSAL (MM) E A TEMPERATURA COMPENSADA MÉDIA (°C).....   | 80 |
| FIGURA 6.22 – TEMPERATURA E PRECIPITAÇÕES MÉDIAS MENSAS E EVAPORAÇÃO TOTAL MÉDIA MENSAL NAS ESTAÇÕES DO ESTUDO.....  | 81 |
| FIGURA 6.23 – DOMÍNIOS MORFOESTRUTURAIS .....  | 83 |
| FIGURA 6.24 – REGIÕES GEOMORFOLÓGICAS .....  | 83 |
| FIGURA 6.25 - UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DA ÁREA DE ESTUDO.....  | 84 |
| FIGURA 6.26 – MODELADOS. A) SUPERFÍCIE DE APLANAMENTO EM ARENITOS DO GRUPO URUCUIA VISTO DA PLANÍCIE DO RIO SÃO DESIDÉRIO; B) PAREDÃO CALCÁRIO CARACTERÍSTICO DAS ÁREAS DE BORDA DO MODELADO DE DISSOLUÇÃO ..... | 85 |
| FIGURA 6.27 - MAPA PLANIALTIMÉTRICO DA ÁREA DE ESTUDO.....   | 87 |
| FIGURA 6.28 – MAPA DE DECLIVIDADE DA ÁREA DE ESTUDO .....  | 88 |
| FIGURA 6.29 – PRINCIPAIS FEIÇÕES DO RELEVO CÁRSTICO.....   | 89 |
| FIGURA 6.30 – EXEMPLO DE DOLINA ENCONTRADA NA ÁREA DE ESTUDO. BURACO DA SUCUPIRA – DOLINA DE ABATIMENTO .....  | 90 |
| FIGURA 6.31 – LOCALIZAÇÃO E FEIÇÕES ENCONTRADAS NO SISTEMA CÁRSTICO DO RIO JOÃO RODRIGUES.....   | 93 |
| FIGURA 6.32 – PARQUE MUNICIPAL DA LAGOA AZUL. A) MIRANTE - CÂNION DO CATÃO; B) MIRANTE - LAGOA AZUL .....  | 95 |
| FIGURA 6.33 – GRUTA DO CATÃO. A) VISTA A PARTIR DA ENTRADA; B) ESPELEOTEMAS .....  | 96 |
| FIGURA 6.34 – VISTA DE PARTE DO PAREDÃO DA DOLINA BURACO DA SUCUPIRA.....  | 96 |
| FIGURA 6.35 – SUMIDOURO DO JOÃO BAILO. A) VISTA DA BASE; B) RIO JOÃO RODRIGUES.....  | 97 |
| FIGURA 6.36 – A) VISTA DA BASE DA DOLINA DE ACESSO A CAVIDADE DO BURACO DO INFERNO DA LAGOA DO CEMITÉRIO; B) POÇO DO SURUBIM ....  | 97 |

---

---

|   |     |
|---|-----|
| FIGURA 6.37 – UNIDADES GEOLÓGICAS.....  | 99  |
| FIGURA 6.38 – DOBRAS EM ROCHAS DA FM. SÃO DESIDÉRIO, NO MUNICÍPIO DE SÃO DESIDÉRIO (A) E FM. SERRA DA MAMONA, NO MUNICÍPIO DE CATOLÂNDIA (B), EXEMPLOS DE DEFORMAÇÕES TECTÔNICAS DO DOMÍNIO PERICRATÔNICO. ....   | 100 |
| FIGURA 6.39 – ASPECTOS COMUNS DA FM. SÃO DESIDÉRIO A) MORRO COM FEIÇÕES CÁRSTICAS; B) FEIÇÕES DENOMINADAS CAMPO DE LAPIÁS. LOCAL: RODOVIA BR 135/BA NAS IMEDIAÇÕES DO KM 207. ....  | 102 |
| FIGURA 6.40 – APARÊNCIA DOS METACALCÁRIOS OOLÍTICOS DA FM. SÃO DESIDÉRIO. A) LAMINAÇÃO FREQUENTEMENTE OBSERVADA EM ESCALA DE AFLORAMENTO; B) COMPOSIÇÃO OOLÍTICA DO ARCABOUÇO E CIMENTAÇÃO DE CALCITA ESPÁTICA, ENTRE OS GRÃOS (FOTOMICROGRAFIA, POL.CRUZADOS. LOCAL: BR-135/BA EM SÃO DESIDÉRIO..... | 102 |
| FIGURA 6.41 – CONTATO ENTRE OS GRUPOS URUCUIA (TOPO) E BAMBUI, MAL EXPOSTO, COM AMOSTRAS DE ROCHAS FRECAS DAS UNIDADES. LOCAL: KM 210, BR-135/BA .....  | 103 |
| FIGURA 6.42 – ESTRUTURAÇÃO GEOLÓGICA REGIONAL COM INDICAÇÃO DOS PONTOS DE CAMPO E DIAGRAMAS DE ROSETA PARA OS PLANOS DE LINEAMENTO E FRATURAS .....   | 105 |
| FIGURA 6.43 – LOCALIZAÇÃO DOS PERFIS DE GPR E DE POSSÍVEIS CAVIDADES.....   | 107 |
| FIGURA 6.44 – PERFIL 01. A) RADARGRAMA; B) INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA .....  | 109 |
| FIGURA 6.45 – PERFIL 02. A) RADARGRAMA; B) INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA .....  | 110 |
| FIGURA 6.46 – PERFIL 03. A) RADARGRAMA; B) INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA .....  | 111 |
| FIGURA 6.47 – PERFIL 04. A) RADARGRAMA; B) INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA .....  | 112 |
| FIGURA 6.48 – PERFIL 05. A) RADARGRAMA; B) INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA .....  | 113 |
| FIGURA 6.49 – RESULTADO GRAVIMÉTRICO. (A) ANOMALIA RESIDUAL DE SEGUNDO GRAU. (B) MODELAGEM DO PERFIL GRAVIMÉTRICO AO LONGO  |     |

---

---

|   |     |
|---|-----|
| DO TRAÇADO ATUAL DA RODOVIA BR-135/BA, KM 215-218, INDICANDO<br>CAVIDADES EM PROFUNDIDADE.....  | 114 |
| FIGURA 6.50 – MODELO DE PROFUNDIDADE DA CARGABILIDADE REAL (A) E<br>RESISTIVIDADE REAL (B) EM PERFIL SOB A BR-135/BA, KM 218, COM<br>INTERPRETAÇÕES ..... | 116 |
| FIGURA 6.51 – INSTALAÇÃO DOS GEOFONES .....   | 118 |
| FIGURA 6.52 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO.....  | 120 |
| FIGURA 6.53 – FONTES DE VIBRAÇÃO. A) VEÍCULO LEVE (CARRO DE<br>PASSEIO); B) VEÍCULO MÉDIO (UTILITÁRIO/CAMINHONETE); C) VEÍCULO<br>PESADO (CAMINHÃO).....  | 121 |
| FIGURA 6.54 – DIAGRAMA DE CAPTAÇÃO DO GEOFONE .....   | 124 |
| FIGURA 6.55 – RESULTADO DE VELOCIDADE DE VIBRAÇÃO DE PARTÍCULA<br>DE PICO P01 .....   | 126 |
| FIGURA 6.56 – RESULTADO DE VELOCIDADE DE VIBRAÇÃO DE PARTÍCULA<br>DE PICO P02 .....   | 127 |
| FIGURA 6.57 – RESULTADO DE VELOCIDADE DE VIBRAÇÃO DE PARTÍCULA<br>DE PICO P03.....  | 128 |
| FIGURA 6.58 – RESULTADO DE VELOCIDADE DE VIBRAÇÃO DE PARTÍCULA<br>DE PICO P04.....  | 129 |
| FIGURA 6.59 – RESULTADO DE VELOCIDADE DE VIBRAÇÃO DE PARTÍCULA<br>DE PICO P05.....  | 130 |
| FIGURA 6.60 – RESULTADO DE VELOCIDADE DE VIBRAÇÃO DE PARTÍCULA<br>DE PICO P06.....  | 131 |
| FIGURA 6.61 – RESULTADO DE VELOCIDADE DE VIBRAÇÃO DE PARTÍCULA<br>DE PICO P07.....  | 132 |
| FIGURA 6.62 – RESULTADO DE VELOCIDADE DE VIBRAÇÃO DE PARTÍCULA<br>DE PICO P08.....  | 133 |
| FIGURA 6.63 – RESULTADO DE VELOCIDADE DE VIBRAÇÃO DE PARTÍCULA<br>DE PICO P09.....  | 134 |
| FIGURA 6.64 – LOCAIS COM DEFLAGRAÇÃO DE PROCESSOS EROSIVOS ...  | 137 |
| FIGURA 6.65 – MAPA DE USO DO SOLO.....  | 140 |
| FIGURA 6.66 – MAPA PEDOLÓGICO.....  | 143 |
| FIGURA 6.67 – MAPA LITOLÓGICO.....  | 145 |
| FIGURA 6.68 – MAPA DE SUSCETIBILIDADE À EROÇÃO .....  | 147 |

---

|  |     |
|--|-----|
| FIGURA 6.69 – MAPA DA SUSCETIBILIDADE AO MOVIMENTO DE MASSA .....  | 152 |
| FIGURA 6.70 – MAPA DA SUSCETIBILIDADE À SUBSIDÊNCIA .....  | 155 |
| FIGURA 6.71 – ENSAIO GEOFÍSICO - PERFIL 02. A) RADARGRAMA; B)<br>INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA .....             | 158 |
| FIGURA 6.72 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO PERFIL 2 GPR.....  | 159 |
| FIGURA 6.73 – ÁREAS POTENCIAIS PARA JAZIDAS DE EMPRÉSTIMO E BOTA-<br>FORA .....                            | 163 |
| FIGURA 6.74 – ÁREAS DE LAVRAS E PESQUISA MINERAL – OCORRENCIA DE<br>BRITA.....                             | 169 |
| FIGURA 6.75 – ÁREAS DE LAVRAS E PESQUISA MINERAL – OCORRENCIA DE<br>MATERIAL PARA CONFECÇÃO DE AREIA ..... | 171 |
| FIGURA 6.76 – MAPA PEDOLÓGICO DA ÁREA DE ESTUDO COM<br>CLASSIFICAÇÃO ATÉ O SEGUNDO NÍVEL CATEGÓRICO.....   | 175 |
| FIGURA 6.77 – ÍNDICE DE ERODIBILIDADE DOS SOLOS DA ÁREA DE ESTUDO<br>.....                                 | 176 |
| FIGURA 6.78 - MAPA LOCALIZAÇÃO DOS LOCAIS DE COLETA DE SOLOS NA<br>ADA.....                                | 178 |
| FIGURA 6.79 – PONTO 01. A) PERFIL DESCRITO; B) FRAGMENTOS DE ROCHA<br>.....                                | 179 |
| FIGURA 6.80 – BARRANCO USADO PARA DESCRIÇÃO DO PONTO 02.....   | 179 |
| FIGURA 6.81 – PONTO 03. A) EXPOSIÇÃO DE ROCHAS NA BASE; B) PERFIL DE<br>CAMBISSOLO.....                    | 180 |
| FIGURA 6.82 – PONTO 04. A) RELEVO ONDULADO; B) PERFIL DE CAMBISSOLO<br>ABERTO.....                         | 180 |
| FIGURA 6.83 – CAMBISSOLO DESCRITO NO PONTO 05.....   | 181 |
| FIGURA 6.84 – PONTO 06. A) TEXTURA ARGILOSA DO CAMBISSOLO; B)<br>SATURAÇÃO EM ÁGUA.....                    | 181 |
| FIGURA 6.85 – PONTO 07. A) LOCALIZAÇÃO DO PERFIL; B) PERFIL DE<br>CAMBISSOLO.....                          | 182 |
| FIGURA 6.86 – PONTO 08. A) PERFIL DE CAMBISSOLO; B) DETALHE<br>TRANSIÇÃO PARA ROCHA.....                   | 182 |
| FIGURA 6.87 – PONTO 09. A) RELEVO PLANO NA ÁREA DE DESCRIÇÃO; B)<br>PERFIL ABERTO .....                    | 183 |
| FIGURA 6.88 – PERFIL DE CAMBISSOLO HÁPLICO .....   | 183 |

|   |     |
|---|-----|
| FIGURA 6.89 – ÁREAS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL DA BACIA DO SÃO FRANCISCO .....  | 186 |
| FIGURA 6.90 – REDE HIDROGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO .....   | 189 |
| FIGURA 6.91 – ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS .....   | 193 |
| FIGURA 6.92 – VAZÕES MÉDIAS MENSAIS DE LONGO TERMO (1977-2018) NA ESTAÇÃO SÍTIO GRANDE.....   | 195 |
| FIGURA 6.93 – VAZÕES MÉDIAS DIÁRIAS – ESTAÇÃO SÍTIO GRANDE.....   | 196 |
| FIGURA 6.94 – VAZÕES MÉDIAS MENSAIS DE LONGO TERMO (1977-2006) NA ESTAÇÃO DEROCAL.....  | 197 |
| FIGURA 6.95 – VAZÕES MÉDIAS DIÁRIAS – ESTAÇÃO DEROCAL.....  | 197 |
| FIGURA 6.96 – VAZÕES MÉDIAS MENSAIS DE LONGO TERMO (1977-2018) NA ESTAÇÃO FAZENDA COQUEIRO .....  | 198 |
| FIGURA 6.97 – VAZÕES MÉDIAS DIÁRIAS – ESTAÇÃO FAZENDA COQUEIRO.....   | 198 |
| FIGURA 6.98 – VAZÕES MÉDIAS MENSAIS DE LONGO TERMO (1977-2018) NA ESTAÇÃO FAZENDA REDENÇÃO .....  | 199 |
| FIGURA 6.99 – VAZÕES MÉDIAS DIÁRIAS – ESTAÇÃO FAZENDA REDENÇÃO .....  | 200 |
| FIGURA 6.100 – VAZÕES MÉDIAS MENSAIS DE LONGO TERMO (1934-2018) NA ESTAÇÃO BARREIRAS .....  | 201 |
| FIGURA 6.101 – VAZÕES MÉDIAS DIÁRIAS – ESTAÇÃO BARREIRAS.....   | 201 |
| FIGURA 6.102 – VAZÕES MÉDIAS MENSAIS DE LONGO TERMO (1977-2007) NA ESTAÇÃO SÃO SEBASTIÃO .....  | 202 |
| FIGURA 6.103 – VAZÕES MÉDIAS DIÁRIAS – ESTAÇÃO SÃO SEBASTIÃO.....   | 203 |
| FIGURA 6.104 – CORPOS HÍDRICOS INTERCEPTADOS OU CONTÍGUOS ÀS ALTERNATIVAS .....   | 205 |
| FIGURA 6.105 – RIACHO PONTE DE TERRA. A – PROPRIEDADE PARTICULAR, NA INTERSEÇÃO DO RIACHO COM A ALTERNATIVA A (UTM: 504.551 ME / 8.633.797 MS). B – INTERSEÇÃO DO RIACHO COM A BR-463 (UTM: 504.709 ME / 8.633.897 MS)..... | 208 |
| FIGURA 6.106 – MASSAS D'ÁGUA. A - REPRESAMENTO PARTICULAR (UTM: 504.935 ME / 8.633.422 MS); B - REPRESAMENTO NO RIACHO PONTE DE TERRA (UTM: 505.596 ME / 8.634.474 MS).....   | 208 |
| FIGURA 6.107 – CANAL DE IRRIGAÇÃO. A – REPRESAMENTO DO RIO SÃO DESIDÉRIO, COM BARRAGEM E CANAL EXTRAVASOR (UTM: 502.947 ME /  |     |

---

|  |     |
|--|-----|
| 8.633.543 MS); B – CANAL DE IRRIGAÇÃO NO LOCAL APROXIMADO DA INTERSEÇÃO COM A ALTERNATIVA LOCACIONAL A (UTM: 500.867 ME / 8.635.234 MS).....   | 208 |
| FIGURA 6.108 – CORPOS HÍDRICOS INTERCEPTADOS OU CONTÍGUOS À ALTERNATIVA A .....  | 210 |
| FIGURA 6.109 – DRENAGEM. A – PRESENÇA DE MACRÓFITAS AQUÁTICA A MONTANTE DA BARRAGEM NO RIO SÃO DESIDÉRIO, CENTRO URBANO DE SÃO DESIDÉRIO (UTM: 503.008 ME / 8.633.055 MS). B – PRESENÇA DE ESGOTO SANITÁRIO EM CANAL DE DRENAGEM (UTM: 501.767 ME / 8.634.358 MS)..... | 211 |
| FIGURA 6.110 – RIO <i>SEM NOME</i> . A – TRECHO PERENE, EM INTERSEÇÃO COM ESTRADA LOCAL (23L; 501.646 M E; 8.632.407 M S). B – TRECHO INTERMITENTE, PRÓXIMO À INTERSEÇÃO COM A ALTERNATIVA LOCACIONAL B (23L; 502.247 M E; 8.632.772 M S) .....                        | 212 |
| FIGURA 6.111 – CORPOS HÍDRICOS INTERCEPTADOS OU CONTÍGUOS À ALTERNATIVA B .....  | 213 |
| FIGURA 6.112 – RIO SÃO DESIDÉRIO NAS IMEDIAÇÕES DA INTERSEÇÃO COM O TRAÇADO DA ALTERNATIVA C (UTM: 503.478 ME / 8.631.392 MS) .....  | 215 |
| FIGURA 6.113 – CORPOS HÍDRICOS INTERCEPTADOS OU CONTÍGUOS À ALTERNATIVA C .....  | 216 |
| FIGURA 6.114 – ÁREAS HIDROLOGICAMENTE SENSÍVEIS .....  | 218 |
| FIGURA 6.115 – CAPTAÇÃO E BOMBEAMENTO DE ÁGUA BRUTA DO RIO GRANDE (LAT.: 8.637.415 M S / LONG.: 497.825 M; FUSO 23L) .....   | 220 |
| FIGURA 6.116 – CAPTAÇÃO E ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA (EEAB) DO RIO SÃO DESIDÉRIO (LAT.: 8.632.931 M S / LONG.: 502.959 M; FUSO 23L) .....  | 220 |
| FIGURA 6.117 – ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA (EEAT). A - BOOSTER MATANÇA (LAT.: 8.632.690 M S / LONG.: 502.845 M; FUSO 23L); B – BOOSTER TANGARÁ (LAT.: 8.633.545 M S / LONG.: 501.962 M; FUSO 23L).....  | 221 |
| FIGURA 6.118 – ETA SÃO DESIDÉRIO (LAT.: 8.632.637 M S / LONG.: 503.021 M; FUSO 23L) .....  | 221 |
| FIGURA 6.119 – POÇOS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA E OUTORGAS DE USOS MÚLTIPLOS.....   | 224 |
| FIGURA 6.120 – NÍVEL ESTÁTICO DO LENÇOL FREÁTICO .....   | 226 |

---

---

|  |     |
|--|-----|
| FIGURA 6.121 – MAPA DA DISTRIBUIÇÃO DOS SISTEMAS AQUÍFEROS NA<br>ÁREA DE ESTUDO.....   | 230 |
| FIGURA 6.122 – PERFIL ESQUEMÁTICO DA GEOLOGIA E DISPOSIÇÕES DOS<br>SISTEMAS AQUÍFEROS .....  | 231 |
| FIGURA 6.123 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS DE<br>DADOS PRIMÁRIOS (SISTEMA CÁRSTICO DO RIO JOÃO RODRIGUES E NO<br>RIO SÃO DESÍDÉRIO) E DE DADOS SECUNDÁRIOS (REDE INEMA).....  | 239 |
| FIGURA 6.124 – PONTO 1 DE COLETA DE ÁGUA, SURGÊNCIA D'ÁGUA NO RIO<br>JOÃO RODRIGUES.....   | 240 |
| FIGURA 6.125 – PONTO 2 DE COLETA DE ÁGUA, SUMIDOURO JOÃO BAIO. .   | 242 |
| FIGURA 6.126 – COLETA DE ÁGUA NO PONTO 3, CAVERNA BURACO DO<br>INFERNO, E MEDIÇÃO DE TEMPERATURA. ....   | 243 |
| FIGURA 6.127 – COLETA DE ÁGUA NO PONTO 4, RIO SÃO DESIDÉRIO .....  | 244 |
| FIGURA 6.128 – PONTO 5 DE COLETA DE ÁGUA, POÇO SURUBIM.....  | 244 |
| FIGURA 6.129 – PONTO 6 DE COLETA DE ÁGUA, A MONTANTE DO TRAÇADO<br>ATUAL (PONTE VELHA), SOBRE O RIO SÃO DESIDÉRIO.....   | 245 |
| FIGURA 6.130 – PONTO 7 DE COLETA DE ÁGUA, A JUSANTE DO TRAÇADO<br>ATUAL, NO RIO SÃO DESIDÉRIO.....   | 246 |
| FIGURA 6.131 – GRÁFICOS DOS PARÂMETROS FÍSICO-QÚMICOS-<br>BIOLÓGICOS ANALISADOS NOS PONTOS AMOSTRAIS 1 A 7 (TABELA 6.36).<br>OBS.: A) LINHA TRACEJADA VERMELHA: VALOR MÁXIMO PERMITIDO ACIMA<br>DO QUAL CONSIDERA-SE O RESULTADO DIVERGENTE DA RESOLUÇÃO<br>CONAMA Nº 357/02, CLASSE 2; LINHA TRACEJADA VERDE: VALOR MÍNIMO<br>PERMITIDO ABAIXO DO QUAL CONSIDERA-SE O RESULTADO DIVERGENTE<br>DA RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357/02, CLASSE 2. .... | 248 |
| FIGURA 6.132 – GRÁFICO DE IQA DOS DADOS PRIMÁRIOS.....   | 260 |
| FIGURA 6.133 – GRÁFICO DE IQA NO RIO SÃO DESIDÉRIO.....  | 261 |
| FIGURA 6.134 – GRÁFICO DE IQA NO RIO DAS FÊMEAS.....   | 261 |
| FIGURA 6.135 – GRÁFICO DE IQA NO RIO GRANDE .....  | 262 |
| FIGURA 6.136 – ESQUEMA DA POLUIÇÃO DO AR .....   | 265 |
| FIGURA 6.137 – SÉRIE HISTÓRICA ANUAL DE FOCOS DE INCÊNDIO POR<br>BIOMA.....  | 271 |

---

---

|  |     |
|--|-----|
| FIGURA 6.138 – ACÚMULO DE POEIRA PROVENIENTE DO TRÁFEGO NO TRECHO NÃO PAVIMENTADO DA BR-135/BA ATRAVÉS DE LEVANTAMENTO AÉREO.....        | 272 |
| FIGURA 6.139 – LOCALIZAÇÃO DAS PEDREIRAS EM SÃO DESIDÉRIO .....  | 274 |
| FIGURA 6.140 – AMOSTRADOR DE GRANDE VOLUME (AGV MP10).....   | 277 |
| FIGURA 6.141 – AMOSTRADOR DE GRANDE VOLUME COM FORMATO TRADICIONAL (AGV PTS) .....   | 277 |
| FIGURA 6.142 – PONTOS DE AMOSTRAGEM DO AR.....   | 279 |
| FIGURA 6.143 – AMOSTRAGEM DE AR – PONTO Q-01 .....   | 280 |
| FIGURA 6.144 – AMOSTRAGEM DE AR – PONTO Q-02 .....   | 280 |
| FIGURA 6.145 – AMOSTRAGEM DE AR – PONTO Q-03 .....   | 281 |
| FIGURA 6.146 – GRÁFICO DE ISOCONCENTRAÇÕES DE PTS ORIGINÁRIOS DA PEDREIRA 2.....   | 284 |
| FIGURA 6.147 – GRÁFICO DE ISOCONCENTRAÇÕES DE PTS ORIGINÁRIOS DA PEDREIRA 3.....   | 285 |
| FIGURA 6.148 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO .....   | 289 |
| FIGURA 6.149 – REGISTRO DE RUÍDO PRÓXIMO À PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO DESIDÉRIO E A ESCOLA ESTADUAL ANTÔNIO C. MAGALHÃES.....           | 290 |
| FIGURA 6.150 – REGISTRO DE RUÍDO NAS PROXIMIDADES DA PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO DESIDÉRIO E A ESCOLA ESTADUAL ANTÔNIO C. MAGALHÃES..... | 290 |
| FIGURA 6.151 – REGISTRO DE RUÍDO PRÓXIMO AO HOSPITAL E MATERNIDADE N.S. APARECIDA.....   | 290 |
| FIGURA 6.152 – REGISTRO DE RUÍDO NO ACESSO À MINERAÇÃO DO OESTE E PRÓXIMO À RESIDÊNCIAS .....  | 290 |
| FIGURA 6.153 – REGISTRO DE RUÍDO NO ACESSO À MINERAÇÃO DO OESTE E PRÓXIMO À RESIDÊNCIAS .....  | 291 |
| FIGURA 6.154 – REGISTRO DE RUÍDO NO ACESSO À MINERAÇÃO LINS E PRÓXIMO À RESIDÊNCIAS.....   | 291 |
| FIGURA 6.155 – REGISTRO DE RUÍDO NO ACESSO À PEDREIRA SÃO JORGE E PRÓXIMO À RESIDÊNCIAS.....   | 291 |
| FIGURA 6.156 – REGISTRO DE RUÍDO NO POVOADO SUCUPIRA.....  | 291 |
| FIGURA 6.157 – REGISTRO DE RUÍDO NO POVOADO PONTE DE PEDRA.....  | 291 |
| FIGURA 6.158 – REGISTRO DE RUÍDO NO POVOADO PONTE DE PEDRA.....  | 291 |

---

---

|  |     |
|--|-----|
| FIGURA 6.159 – MEDIÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 1 (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO DESIDÉRIO E ESCOLA ESTADUAL ANTÔNIO C. MAGALHÃES) - PERÍODO DIURNO.....  | 292 |
| FIGURA 6.160 – MEDIÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 1 (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO DESIDÉRIO E ESCOLA ESTADUAL ANTÔNIO C. MAGALHÃES) - PERÍODO NOTURNO..... | 292 |
| FIGURA 6.161 – MEDIÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 2 (HOSPITAL E MATERNIDADE N.S. APARECIDA) - PERÍODO DIURNO.....   | 293 |
| FIGURA 6.162 – MEDIÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 2 (HOSPITAL E MATERNIDADE N.S. APARECIDA) - PERÍODO NOTURNO.....  | 293 |
| FIGURA 6.163 – MEDIÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 3 (ACESSO À MINERAÇÃO DO OESTE E PRÓXIMO A RESIDÊNCIAS) - PERÍODO DIURNO .....                          | 294 |
| FIGURA 6.164 – MEDIÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 3 (ACESSO À MINERAÇÃO DO OESTE E PRÓXIMO A RESIDÊNCIAS) - PERÍODO NOTURNO .....                         | 294 |
| FIGURA 6.165 – MEDIÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 4 (ACESSO À MINERAÇÃO LINS E PRÓXIMO A RESIDÊNCIAS) - PERÍODO DIURNO.....                               | 295 |
| FIGURA 6.166 – MEDIÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 4 (ACESSO À MINERAÇÃO LINS E PRÓXIMO A RESIDÊNCIAS) - PERÍODO NOTURNO.....                              | 295 |
| FIGURA 6.167 – MEDIÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 5 (ACESSO À MINERAÇÃO S. JORGE E PRÓXIMO A RESIDÊNCIAS) - PERÍODO DIURNO .....                          | 296 |
| FIGURA 6.168 – MEDIÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 5 (ACESSO À MINERAÇÃO S. JORGE E PRÓXIMO A RESIDÊNCIAS) - PERÍODO NOTURNO .....                         | 296 |
| FIGURA 6.169 – MEDIÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 6 (POVOADO SUCUPIRA) - PERÍODO DIURNO.....  | 297 |
| FIGURA 6.170 – MEDIÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 6 (POVOADO SUCUPIRA) - PERÍODO NOTURNO.....   | 297 |
| FIGURA 6.171 – MEDIÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 7 (POVOADO PONTE DE TERRA) - PERÍODO DIURNO .....   | 298 |
| FIGURA 6.172 – MEDIÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 7 (POVOADO PONTE DE TERRA) - PERÍODO NOTURNO .....  | 298 |
| FIGURA 6.173 – CARRO DE SOM, PONTO 1 .....   | 300 |
| FIGURA 6.174 – NÍVEIS DE RUÍDO EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA DO EIXO DA RODOVIA (OPERAÇÃO DA RODOVIA 2021 E 2033). .....                                | 303 |

---

---

|   |     |
|---|-----|
| FIGURA 6.175 – NÍVEIS DE RUÍDO PARA A ALTERNATIVA A (CONSIDERANDO A OPERAÇÃO DA RODOVIA EM 2021)..... | 304 |
| FIGURA 6.176 – NÍVEIS DE RUÍDO PARA A ALTERNATIVA B (CONSIDERANDO A OPERAÇÃO DA RODOVIA EM 2021)..... | 305 |
| FIGURA 6.177 – NÍVEIS DE RUÍDO PARA A ALTERNATIVA C (CONSIDERANDO A OPERAÇÃO DA RODOVIA EM 2021)..... | 306 |
| FIGURA 6.178 – MONITORAMENTO DE RUÍDO. ....   | 310 |
| FIGURA 6.179 – CANTEIRO DE OBRAS SELECIONADO PARA A ALTERNATIVA A.....                                | 312 |
| FIGURA 6.180 – CANTEIRO DE OBRAS SELECIONADO PARA A ALTERNATIVA B.....                                | 313 |
| FIGURA 6.181 – CANTEIRO DE OBRAS SELECIONADO PARA A ALTERNATIVA C.....                                | 314 |
| FIGURA 6.182 – LOCAL DE MONITORAMENTO DE RUÍDO PARA O CANTEIRO DE OBRAS DA ALTERNATIVA A OU B. ....   | 316 |
| FIGURA 6.183 – LOCAL DE MONITORAMENTO DE RUÍDO PARA O CANTEIRO DE OBRAS DA ALTERNATIVA C.....         | 317 |

---

**LISTA DE QUADROS**

|  |     |
|--|-----|
| QUADRO 6.1 – ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS NA ÁREA DE ESTUDO ESTIMADA PARA O MEIO FÍSICO ..... | 31  |
| QUADRO 6.2 - CLASSIFICAÇÃO DOS VALORES DO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS .....            | 40  |
| QUADRO 6.3 – LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE APOIO .....  | 162 |
| QUADRO 6.4 – ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS NA ÁREA DE ESTUDO .....                             | 192 |
| QUADRO 6.5 - CORPOS HÍDRICOS INTERCEPTADOS PELA ALTERNATIVA LOCACIONAL A.....            | 206 |
| QUADRO 6.6 - CORPOS HÍDRICOS INTERCEPTADOS PELA ALTERNATIVA LOCACIONAL B.....            | 211 |
| QUADRO 6.7 - CORPOS HÍDRICOS INTERCEPTADOS PELA ALTERNATIVA LOCACIONAL C.....            | 214 |
| QUADRO 6.8 - POVOADOS E FORMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....                             | 222 |
| QUADRO 6.9 – POÇOS EXISTENTES NA AE .....  | 225 |
| QUADRO 6.10 – OUTORGAS DE USOS MÚLTIPLOS .....   | 227 |
| QUADRO 6.11 – ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA .....                       | 237 |
| QUADRO 6.12 – PONTOS DE COLETA DE ÁGUA .....   | 238 |
| QUADRO 6.13 - CLASSIFICAÇÃO DOS VALORES DO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS .....           | 259 |
| QUADRO 6.14 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO DE RUÍDOS .....                          | 288 |

---

**LISTA DE TABELAS**

|  |     |
|--|-----|
| TABELA 6.1 – CLASSIFICAÇÃO DE DECLIVIDADE .....  | 33  |
| TABELA 6.2 - ESCALA DE IMPORTÂNCIA NUMÉRICA .....  | 36  |
| TABELA 6.3 - MATRIZ DE COMPARAÇÃO PAREADA A PARTIR DA<br>METODOLOGIA AHP .....                                       | 37  |
| TABELA 6.4 – ÍNDICE DE ERODIBILIDADE DOS SOLOS DA ÁREA DE ESTUDO   | 38  |
| TABELA 6.5 – VALORES ANUAIS CLIMATOLÓGICOS MÉDIOS NO ESTADO DA<br>BAHIA, DE 1960 A 1990 .....                        | 47  |
| TABELA 6.6 – TEMPERATURAS MÍNIMAS, EM °C.....  | 52  |
| TABELA 6.7 – TEMPERATURAS MÁXIMAS, EM °C.....  | 57  |
| TABELA 6.8 – MÉDIAS MENSAIS DAS TEMPERATURAS COMPENSADAS<br>MÉDIAS, EM °C .....                                      | 61  |
| TABELA 6.9 – EVAPORAÇÃO MENSAL DE MÉDIA (MM) .....   | 64  |
| TABELA 6.10 – INSOLAÇÃO MENSAL, EM HORAS .....   | 67  |
| TABELA 6.11 – MÉDIA MENSAL, MÁXIMA DE VELOCIDADE DOS VENTOS E<br>ORIENTAÇÃO E FREQUÊNCIA DO VENTO PREDOMINANTE ..... | 70  |
| TABELA 6.12 – VELOCIDADE MÉDIA, VELOCIDADE MÁXIMA E DISTRIBUIÇÃO DO<br>VENTO PREDOMINANTE CONFORME DIREÇÃO .....     | 75  |
| TABELA 6.13 – PRECIPITAÇÃO MENSAL (MM) .....   | 78  |
| TABELA 6.14 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO DE<br>VIBRAÇÕES .....  | 119 |
| TABELA 6.15 – REGISTRO DO HORÁRIO, TIPO DE VEÍCULO E VELOCIDADE DE<br>TRÂNSITO .....                                 | 121 |
| TABELA 6.16 – RESULTADOS DE MONITORAMENTO SISMOGRÁFICO .....   | 125 |
| TABELA 6.17 - MATRIZ DE COMPARAÇÃO PAREADA PARA AS<br>CONDICIONANTES DOS PROCESSOS EROSIVOS.....                     | 139 |
| TABELA 6.18 - PESOS PARA OS ELEMENTOS DO MAPA DO USO DO SOLO .   | 139 |
| TABELA 6.19 – PESOS PARA AS DIFERENTES FAIXAS DE DECLIVIDADE.....  | 141 |
| TABELA 6.20 – PESOS PARA AS DIFERENTES FAIXAS DE ALTIMETRIA .....  | 141 |
| TABELA 6.21 - PESOS EM RELAÇÃO AOS PROCESSOS EROSIVOS PARA OS<br>DIFERENTES TIPOS DE SOLOS.....                      | 142 |

---

|  |     |
|--|-----|
| TABELA 6.22 – PESOS EM RELAÇÃO AOS PROCESSOS EROSIVOS PARA OS DIFERENTES TIPOS DE SOLO .....             | 144 |
| TABELA 6.23 - MATRIZ DE COMPARAÇÃO PAREADA PARA AS CONDICIONANTES DOS MOVIMENTOS DE MASSA .....          | 148 |
| TABELA 6.24 - PESOS EM RELAÇÃO AOS MOVIMENTOS DE MASSA PARA OS DIFERENTES TIPOS DE SOLOS.....            | 149 |
| TABELA 6.25 - PESOS EM RELAÇÃO AOS MOVIMENTOS DE MASSA PARA OS DIFERENTES TIPOS DE ROCHAS.....           | 150 |
| TABELA 6.26 - RESULTADOS DOS ENSAIOS OBTIDOS PARA A CAIXA DE EMPRÉSTIMO 04 (CE-EB), KM 205,0.....        | 161 |
| TABELA 6.27 - ENSAIO DE DESGASTE DE AGREGADOS POR ABRASÃO, AMOSTRA 1, BR-135/BA.....                     | 165 |
| TABELA 6.28 - ENSAIO DE DESGASTE DE AGREGADOS POR ABRASÃO, AMOSTRA 2, BR-135/BA.....                     | 165 |
| TABELA 6.29 - ENSAIO DE DESGASTE DE AGREGADOS POR ABRASÃO, AMOSTRA 3, BR-135/BA.....                     | 166 |
| TABELA 6.30 - RESULTADO DO ENSAIO DE DURABILIDADE EM SULFATO DE SÓDIO - DNER-ME 089/94 – AMOSTRA 1 ..... | 167 |
| TABELA 6.31 - RESULTADO DO ENSAIO DE DURABILIDADE EM SULFATO DE SÓDIO - DNER-ME 089/94 - AMOSTRA 2 ..... | 167 |
| TABELA 6.32 - RESULTADO DO ENSAIO DE DURABILIDADE EM SULFATO DE SÓDIO - DNER-ME 089/94 - AMOSTRA 3 ..... | 167 |
| TABELA 6.33 – PRINCIPAIS ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS DO CAMBISSOLO  | 184 |
| TABELA 6.34 - DOMICÍLIOS POR TIPO DE ABASTECIMENTO NA SEDE DO MUNICÍPIO .....                            | 223 |
| TABELA 6.35 – CARACTERÍSTICA DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO DOS DOMICÍLIOS DO MUNICÍPIO DE SÃO DESIDÉRIO ..... | 228 |
| TABELA 6.36 - RESULTADOS DOS PONTOS AMOSTRAIS DE COLETA DE ÁGUA .....                                    | 247 |
| TABELA 6.37 – CAMPANHAS DE ANÁLISE DE ÁGUA E IQA NO RIO SÃO DESIDÉRIO.....                               | 255 |
| TABELA 6.38 – CAMPANHAS DE ANÁLISE DE ÁGUA E IQA NO RIO DAS FÊMEAS.....                                  | 257 |
| TABELA 6.39 – CAMPANHAS DE ANÁLISE DE ÁGUA E IQA NO RIO GRANDE   | 258 |

---

---

|  |     |
|--|-----|
| TABELA 6.40 – PADRÕES DE QUALIDADE DO AR - RESOLUÇÃO CONAMA Nº 491/2018 .....                                    | 270 |
| TABELA 6.41 – AMOSTRAGENS DE PTS NAS PEDREIRAS DE SÃO DESIDÉRIO .....  | 275 |
| TABELA 6.42 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DE AR .....   | 280 |
| TABELA 6.43 – CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DURANTE O PERÍODO DE AMOSTRAGEM DE AR .....                                   | 280 |
| TABELA 6.44 – CONCENTRAÇÕES DE MP <sub>10</sub> NOS PONTOS AMOSTRAIS .....                                       | 281 |
| TABELA 6.45 – CONCENTRAÇÕES DE PTS NOS PONTOS AMOSTRAIS .....  | 282 |
| TABELA 6.46 – LOCAIS DE MEDIÇÃO, CARACTERÍSTICA E RESULTADO DAS ANÁLISES DE RUÍDO .....                          | 299 |
| TABELA 6.47 – PROJEÇÃO DO VOLUME MÉDIO DIÁRIO.....   | 302 |
| TABELA 6.48 – NÍVEIS DE RUÍDO EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA DO EIXO DA RODOVIA (OPERAÇÃO DA RODOVIA 2021 E 2033). ..... | 303 |



---

**SUMÁRIO**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>APRESENTAÇÃO .....</b>                                       | <b>29</b> |
| <b>6        DIAGNÓSTICO AMBIENTAL .....</b>                     | <b>30</b> |
| 6.1       MEIO FÍSICO .....                                     | 30        |
| 6.1.1     Metodologia aplicada .....                            | 30        |
| 6.1.1.1   Clima .....   | 30        |
| 6.1.1.2   Geomorfologia.....                                    | 33        |
| 6.1.1.3   Geologia e Geotecnia.....                             | 34        |
| 6.1.1.4   Solos .....   | 37        |
| 6.1.1.5   Recursos Hídricos .....                               | 38        |
| 6.1.1.5.1  Qualidade da Água.....                               | 40        |
| 6.1.1.6   Qualidade do Ar .....                                 | 41        |
| 6.1.1.7   Ruídos e Vibração.....                                | 42        |
| 6.1.1.8   Espeleologia.....                                     | 43        |
| 6.1.2     Clima .....   | 43        |
| 6.1.2.1   Caracterização climática e meteorológica.....         | 44        |
| 6.1.2.2   Temperatura.....                                      | 50        |
| 6.1.2.2.1  Temperatura mínima .....                             | 51        |
| 6.1.2.2.2  Temperatura máxima .....                             | 56        |
| 6.1.2.2.3  Temperatura compensada média.....                    | 61        |
| 6.1.2.3   Evaporação .....                                      | 64        |
| 6.1.2.4   Insolação.....  | 67        |
| 6.1.2.5   Direção predominante e velocidade média do vento..... | 69        |
| 6.1.2.6   Pluviometria.....                                     | 78        |
| 6.1.3     Geomorfologia.....                                    | 82        |
| 6.1.3.1   Relevo Cárstico .....                                 | 89        |
| 6.1.4     Geologia e Geotecnia.....                             | 97        |
| 6.1.4.1   Geologia.....   | 98        |
| 6.1.4.1.1  Bacia do São Francisco .....                         | 100       |

---

|           |  |     |
|-----------|--|-----|
| 6.1.4.1.2 | Bacia Sanfranciscana.....  | 103 |
| 6.1.4.1.3 | Sedimentos Cenozoicos.....   | 104 |
| 6.1.4.1.4 | Estruturação regional .....  | 104 |
| 6.1.4.1.5 | Geofísica .....  | 105 |
| 6.1.4.1.6 | Detecção de vibrações induzidas.....                               | 117 |
| 6.1.4.1.7 | Método e aquisição dos dados.....                                  | 118 |
| 6.1.4.1.8 | Resultados .....   | 124 |
| 6.1.4.2   | Geotecnia.....   | 135 |
| 6.1.4.2.1 | Condições Geotécnicas da ADA .....                                 | 135 |
| 6.1.4.2.2 | Análise de risco geotécnico.....                                   | 138 |
| 6.1.4.2.3 | Geotecnia de engenharia .....                                      | 156 |
| 6.1.4.2.4 | Ocorrência de materiais .....                                      | 160 |
| 6.1.5     | Solos .....  | 172 |
| 6.1.5.1   | Classificação dos solos .....                                      | 172 |
| 6.1.5.2   | Caracterização dos solos da ADA.....                               | 177 |
| 6.1.6     | Recursos Hídricos .....  | 184 |
| 6.1.6.1   | Hidrologia e Hidrogeologia .....                                   | 184 |
| 6.1.6.1.1 | Bacias hidrográficas .....   | 184 |
| 6.1.6.1.2 | Séries Hidrológicas .....  | 191 |
| 6.1.6.1.3 | Corpos hídricos interceptados ou contíguos ao empreendimento.....  | 203 |
| 6.1.6.1.4 | Áreas Hidrologicamente Sensíveis.....                              | 217 |
| 6.1.6.1.5 | Mananciais de abastecimento público e usos múltiplos da água ..... | 219 |
| 6.1.6.1.6 | Caracterização Hidrogeológica .....                                | 228 |
| 6.1.6.2   | Qualidade da Água.....   | 232 |
| 6.1.6.2.1 | Definição da rede amostral.....                                    | 236 |
| 6.1.6.2.2 | Coleta e análise de dados primários .....                          | 240 |
| 6.1.6.2.3 | Análise de dados secundários.....                                  | 253 |
| 6.1.6.2.4 | Índice de Qualidade das Águas.....                                 | 259 |
| 6.1.7     | Qualidade do Ar .....  | 262 |
| 6.1.7.1   | Poluentes atmosféricos .....                                       | 264 |
| 6.1.7.1.1 | Monóxido de Carbono (CO) .....                                     | 265 |
| 6.1.7.1.2 | Dióxido de Nitrogênio (NO <sub>2</sub> ).....                      | 266 |

---

---

|   |   |            |
|---|---|------------|
| 6.1.7.1.3   | Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> ) .....           | 266        |
| 6.1.7.1.4   | Hidrocarbonetos (HC) .....                            | 267        |
| 6.1.7.1.5   | Ozônio (O <sub>3</sub> ) .....                        | 268        |
| 6.1.7.1.6   | Material Particulado.....                             | 268        |
| 6.1.7.2   | Padrões de qualidade do ar .....                      | 269        |
| 6.1.7.3   | Caracterização da área .....                          | 271        |
| 6.1.7.4   | Metodologia.....                                      | 275        |
| 6.1.7.5   | Resultados .....                                      | 281        |
| 6.1.8   | Ruídos e Vibração.....                                | 287        |
| 6.1.8.1   | Diagnóstico dos níveis de ruído .....                 | 288        |
| 6.1.8.1.1   | Conclusão .....                                       | 300        |
| 6.1.8.2   | Modelagem do ruído durante a operação da rodovia..... | 301        |
| 6.1.8.2.1   | Metodologia.....                                      | 301        |
| 6.1.8.2.2   | Resultados .....                                      | 303        |
| 6.1.8.2.3   | Conclusão .....                                       | 307        |
| 6.1.8.3   | Controle de ruídos na fase de obras .....             | 308        |
| 6.1.9   | Espeleologia.....                                     | 318        |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>   |   | <b>319</b> |
| <b>APÊNDICE 1 – FORMULÁRIOS DE AMOSTRAGEM DE MATERIAL PARTICULADO .....</b>             |   | <b>333</b> |
| <b>APÊNDICE 2 – FORMULÁRIOS DE AMOSTRAGEM DE PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO.....</b>    |   | <b>337</b> |
| <b>ANEXO A – CERTIFICADO DE ANÁLISE Nº 2014-1014.....</b>                               |   | <b>343</b> |
| <b>ANEXO B – RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO E MÓDULO ESTÁTICO .....</b>                       |   | <b>346</b> |
| <b>ANEXO C – RELATÓRIO DO ENSAIO DE CALIBRAÇÃO .....</b>                                |   | <b>359</b> |
| <b>ANEXO D – LAUDOS DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICO-BIOLÓGICO DAS AMOSTRAS DE ÁGUA .....</b> |   | <b>361</b> |



## APRESENTAÇÃO

O presente relatório foi elaborado pelo Instituto Tecnológico de Transportes e Infraestrutura (ITTI), órgão vinculado ao Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná (UFPR), através de Termo de Cooperação nº 1103/2013-DPP com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).

O Termo de Cooperação objetiva a elaboração de estudo de alternativas locacionais, anteprojeto de engenharia, estudos ambientais, execução de gestão ambiental, abrangendo a supervisão e o gerenciamento ambiental, bem como a implantação de programas ambientais, visando à regularização ambiental da rodovia federal BR-135/BA/MG, no trecho correspondente ao município de Barreiras/BA (km 179,90) à divisa entre os estados da Bahia (km 466,80) e Minas Gerais (km 0,00), até o município de Itacarambi/MG (km 137,40), com extensão total de 424,3 km.

Para o segmento entre os km 207 a 212, em 22/11/2018 foi emitido Termo de Referência pelo Ibama<sup>1</sup> solicitando elaboração de Estudo de Impacto Ambiental-EIA e Relatório de Impacto Ambiental – RIMA.

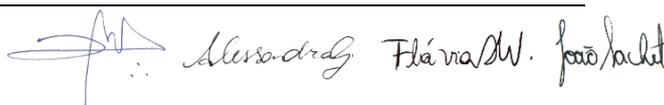
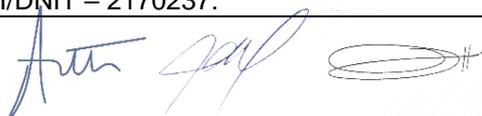
A fim de atender ao solicitado, este produto apresenta os estudos a serem utilizados para deliberação do órgão ambiental quanto ao processo de licenciamento ambiental IBAMA nº 02001.005969/2005, no município de São Desidério, por onde circulam diariamente veículos de passageiros e cargas.

A estrutura geral do Estudo consiste nos seguintes volumes:

- Volume I – Identificação e descrição;
- Volume II – Diagnóstico Ambiental do Meio Físico
- Volume II -A - Diagnóstico Ambiental do Meio Físico – Espeleologia
- Volume III - Diagnóstico Ambiental do Meio Biótico
- Volume IV - Diagnóstico Ambiental do Meio Socioeconômico
- Volume V – Impactos, Alternativas Locacionais e Prognóstico Ambiental
- RIMA - Relatório de Impacto Ambiental

Este documento se refere ao VOLUME II do EIA/RIMA apresentado.

<sup>1</sup> Encaminhado à Coordenação Geral de Meio Ambiente do DNIT por meio do Ofício nº 512/2018/COTRA/CGLIN/DILIC-IBAMA. Processo Nº 02001.005969/2005-13. SEI/IBAMA – 3802170. SEI/DNIT – 2170237.

Alexandre Flávia M. José Pacheco

## 6 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

### 6.1 MEIO FÍSICO

#### 6.1.1 Metodologia aplicada

A metodologia apresentada nesse item é segmentada conforme cada tópico abordado no diagnóstico do meio físico, explicitando os métodos empregados de forma geral e essenciais para o andamento dos trabalhos e para a obtenção dos dados primários e secundários. Procedimentos metodológicos extremamente específicos são apresentados ao longo dos itens.

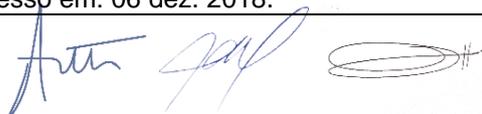
##### 6.1.1.1 Clima

A caracterização climática e meteorológica foi desenvolvida com base na literatura disponível para área de estudo, para obtenção de dados secundários, e em dados primários disponíveis para as estações meteorológicas operadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET mais próximas do empreendimento. Foram considerados apenas os dados disponíveis nas estações meteorológicas convencionais na região, descartando-se os dados provenientes de estações automáticas devido ao curto período das séries históricas disponíveis (a partir de 2002).

Para a classificação climática foram utilizadas as classificações de Köppen-Geiger e a de Thornthwaite & Matter, amplamente utilizadas em estudos do clima.

Os dados climáticos foram obtidos por meio do sistema<sup>2</sup> Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do INMET. Ao total, foram consultadas 12 estações convencionais para caracterização espacial e definição isolinhas das variáveis de temperatura compensada média, evaporação total anual média e, precipitação total anual média. Dessas, utilizou-se 04 estações (**Barreiras, Correntina, Santa Rita de Cássia - Ibipetuba e Taguatinga**) para o detalhamento do clima (valores médios mensais das temperaturas mínimas, máximas e

<sup>2</sup> INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 06 dez. 2018.



compensadas médias, evaporação - Evaporímetro de Piche, insolação, direção predominante e velocidade média do vento, pluviometria), sendo que somente a estação Barreiras encontra-se dentro da AE do Meio Físico.

Dessa forma, o QUADRO 6.1 e a FIGURA 6.1 apresenta as estações que foram utilizadas tanto para a caracterização espacial e definição isolinhas (triângulos em preto), quanto para o detalhamento do clima (triângulos em vermelho).

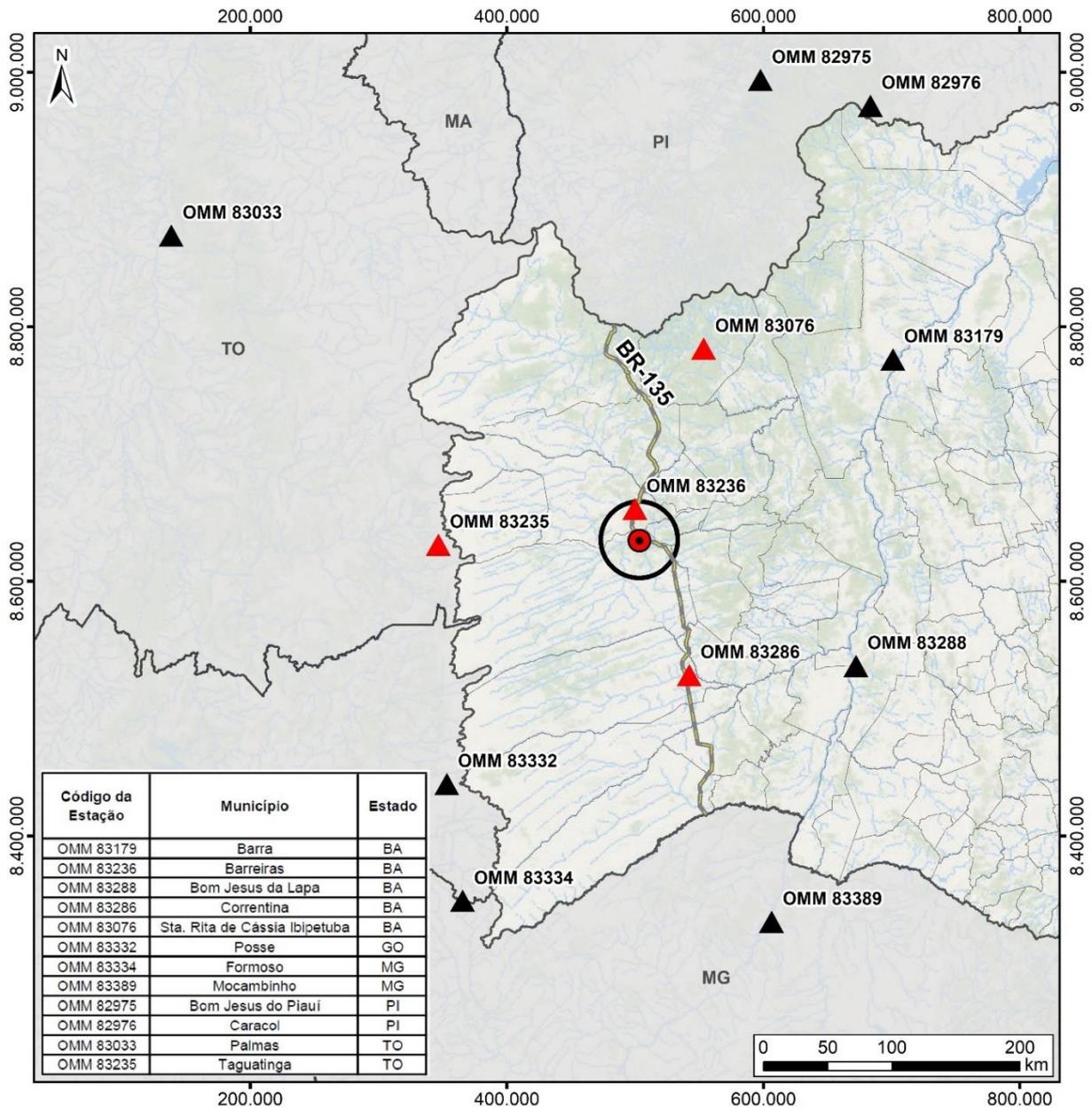
Considerando toda a série histórica disponível no banco de dados, optou-se por utilizar os dados de 01/01/1988 a 31/12/2017, abrangendo um período de 30 anos. Os dados brutos foram organizados conforme os meses do ano (sazonalidade), sendo possível obter séries e médias mensais de cada elemento inspecionado. Destaca-se que foram subtraídas as inconsistências do banco de dados, como por exemplo, temperaturas iguais a zero e repetições de dias. Também foram excluídas as ausências de dados, as quais poderiam afetar a média caso fossem consideradas nulas.

QUADRO 6.1 – ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS NA ÁREA DE ESTUDO ESTIMADA PARA O MEIO FÍSICO

| Código da estação | Município                       | Operador | Coordenadas UTM |           | Fuso | Altitude (m) | Início de operação |
|-------------------|---------------------------------|----------|-----------------|-----------|------|--------------|--------------------|
|                   |                                 |          | X (m)           | Y (m)     |      |              |                    |
| OMM 83179         | Barra - BA                      | INMET    | 700.986         | 8.774.555 | 23 S | 401          | 03/03/1925         |
| OMM 83236         | Barreiras - BA                  | INMET    | 500.000         | 8.656.860 | 23 S | 439          | 01/01/1924         |
| OMM 83076         | Sta. R. Cássia - Ibipetuba - BA | INMET    | 552.435         | 8.782.873 | 23 S | 450          | 13/12/1911         |
| OMM 83288         | Bom Jesus da Lapa - BA          | INMET    | 672.267         | 8.534.669 | 23 S | 439          | 01/11/1941         |
| OMM 82975         | Bom Jesus do Piauí - PI         | INMET    | 574.714         | 8.989.599 | 23 S | 415          | 19/04/1971         |
| OMM 82976         | Caracol - PI                    | INMET    | 683.437         | 8.973.760 | 23 S | 522          | 03/10/1975         |
| OMM 83286         | Correntina - BA                 | INMET    | 541.152         | 8.526.339 | 23 S | 549          | 11/08/1975         |
| OMM 83334         | Formoso - MG                    | INMET    | 366.650         | 8.346.832 | 23 S | 848          | 03/04/1976         |
| OMM 83389         | Mocaminho - MG                  | INMET    | 606.397         | 8.332.586 | 23 S | 452          | 01/11/1975         |
| OMM 83033         | Palmas - TO                     | INMET    | 795.837         | 8.872.346 | 22 S | 280          | 08/10/1993         |
| OMM 83235         | Taguatinga - TO                 | INMET    | 345.637         | 8.628.804 | 23 S | 603          | 22/12/1915         |
| OMM 83332         | Posse - GO                      | INMET    | 352.104         | 8.440.783 | 23 S | 825          | 04/08/1975         |

Fonte: INMET (2018).

FIGURA 6.1 – ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS CONVENCIONAIS DO INMET UTILIZADAS NO DIAGNÓSTICO DO CLIMA



| LOCALIZAÇÃO  | LEGENDA  | INFORMAÇÕES   |
|--|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Localização do empreendimento</li> <li>— BR-135</li> <li>▭ Área de Estudo - Meio Físico</li> <li>▭ Limites municipais</li> <li>▭ Limites estaduais</li> </ul> <p><b>Estações Meteorológicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▲ Estações estudadas</li> <li>▲ Demais estações</li> </ul> | <p><b>ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS</b></p> <p><b>PROJETO</b></p> <p>EIA/RIMA - BR-135/BA</p> <p><b>FONTE DE DADOS</b></p> <p>Localização do empreendimento - ITTI, 2018;<br/>         Área de Estudo (Físico) - ITTI, 2018;<br/>         Rodovias - DNIT, 2015;<br/>         Estações Meteorológicas - INMET, 2018;<br/>         Limites municipais, estaduais - IBGE, 2015;<br/>         BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> <p><b>ESCALA</b></p> <p>1:5.000.000   1 cm = 50.000 m</p> |
| <p><b>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</b></p> <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>         Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>         Meridiano Central: 57° W</p> |  |   |

Fonte: UFPR/ITTI (2018).

Alessandro Flávia W. João Pacheco

### 6.1.1.2 Geomorfologia

Para a caracterização geomorfológica regional e confecção do mapa de unidades geomorfológicas da AE foram utilizados os dados vetoriais secundários disponíveis em meio digital no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A descrição das divisões geomorfológicas seguiu a classificação proposta pelo IBGE (2009), considerando, para a descrição detalhada até o nível de unidade geomorfológica, os trabalhos de caracterização geomorfológica dos municípios de São Desidério (PASSO *et al.*, 2010a) e Barreiras (PASSO *et al.*, 2010b). Já para identificação de modelados foi utilizado o mapa geomorfológico do projeto Radambrasil (1982). A descrição geomorfológica contemplou as principais características do relevo, os processos atuantes, a declividade, e relação entre a propensão à processos erosivos/assoreamento e possibilidade de inundações sazonais.

Na caracterização e análise planialtimétrica foram confeccionados mapas de elevação e de declividade, utilizando os dados do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), disponíveis no banco de dados geomorfométricos do Brasil do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Os dados de declividade foram calculados em percentual pelo *software* ArcGIS 10.3, com a ferramenta *slope*, e classificados conforme Embrapa (1979) (TABELA 6.1). A descrição do Sistema Cárstico João Rodrigues foi baseada nas informações coletadas em campo pelas equipes da UFPR e nos trabalhos de Pereira *et al.* (2018) e Galvão *et al.* (2012).

TABELA 6.1 – CLASSIFICAÇÃO DE DECLIVIDADE

| Relevo           | Declividade (%) |
|------------------|-----------------|
| Plano            | 0-3             |
| Suave-ondulado   | 3-8             |
| Ondulado         | 8-20            |
| Forte-ondulado   | 20-45           |
| Montanhoso       | 45-75           |
| Forte-montanhoso | > 75            |

Fonte: Embrapa (1979).

### 6.1.1.3 Geologia e Geotecnia

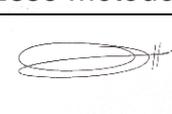
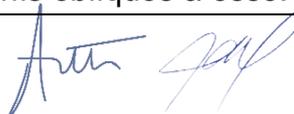
A caracterização geológica da AE foi realizada através da confecção do mapa geológico com os dados vetoriais secundários disponíveis no banco de dados da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2004).

Para a descrição do contexto geológico e geotectônico foram utilizadas as literaturas que caracterizam especificamente a porção oeste da Bahia, merecendo destaque o trabalho de Egydio da Silva (1987) que descreveu as rochas do Grupo Bambuí – Bacia do São Francisco na região, e de Campos e Dardenne (1997) com a revisão da Bacia SanFranciscana. A descrição geológica também contemplou os dados litológicos primários obtidos em campo, com a descrição das principais características composicionais e texturais, feições estruturais, graus de alteração e deformação. A caracterização petrográfica microscópica foi realizada em 2014 pelo Laboratório de Análise de Minerais e Rochas (LAMIR/UFPR), certificado nº 2014-1014 (ANEXO A – CERTIFICADO DE ANÁLISE Nº 2014-1014).

Os dados geofísicos primários foram obtidos, processados e interpretados pelo Laboratório de Pesquisas em Geofísica Aplicada da Universidade Federal do Paraná (LPGA/UFPR). Para o método *Ground Penetrating Radar*, ou Georadar, a aquisição dos dados foi realizada em outubro de 2015, com perfis entre os quilômetros 209 e 228 da rodovia BR-135/BA, totalizando aproximadamente 20 mil metros de dados bidimensionais de alta resolução com profundidade de 6 a 10 metros. Esse método consiste na reflexão de ondas eletromagnéticas que permitem quantificar propriedades físicas (condutividade elétrica, constante dielétrica e permeabilidade magnética), devido a influência na propagação de ondas que cada meio condiciona.

Os dados de gravimetria foram obtidos em março de 2014 em perfis ao longo da rodovia, totalizando 2519 pontos, entre os quilômetros 207 e 226 (ITTI, 2014). Basicamente o método gravimétrico consiste em medir o constrato de densidade entre os meios, seguindo as premissas da Lei da Gravitação Universal. Ao comparar os dados obtidos em campo com o modelado para a Terra, obtem-se a anomalia de Bouger que possibilita modelar as variações geológicas de acordo com as diferenças de densidade observada no local.

Já para o método elétrico os dados foram obtidos em maio de 2015 e julho de 2016, sendo realizado um perfil entre os km 216 e 219 da rodovia BR-135/BA e três perfis oblíquos a esse. Esse método é baseado na emissão de uma corrente elétrica



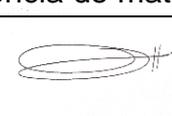
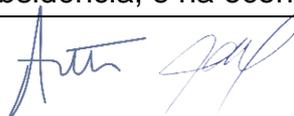
no substrato e inferências a partir da resposta do meio durante e após a passagem da corrente (polarização induzida e resistividade). Esses dados foram interpolados em subsuperfície delimitando bidimensionalmente o contato solo/rocha como apresentado por Stevanato *et al.* (2019), assim como permitiram o modelamento da forma das cavidades por Mlenek *et al.* (2017).

O estudo das vibrações provocadas pelo atual tráfego de veículos foi realizado entre os km 216 e 217 da rodovia BR-135/BA, por meio da instrumentação com sismógrafos em nove pontos, distribuídos na caverna conhecida como Buraco do Inferno da Lagoa do Cemitério e de pontos da superfície próximo ao eixo da estrada não pavimentada. Foram utilizados sismógrafos de engenharia da marca Geosonics®, modelo SSU 3000 EZ+, com geofone composto de três transdutores posicionados tri-ortogonalmente (L, T e V), capaz de realizar medições de pico de velocidade de vibração de partícula, de até 130 mm/s em sua versão standard e de até 250 mm/s ou 500 mm/s, em suas versões customizadas, na faixa de frequência de 2 Hz a 250 Hz. As coordenadas geográficas foram obtidas utilizando-se o aplicativo *gps essentials* para *smartphone*.

Na análise geotécnica de tensões, deformações e deslocamentos sobre a cavidade Buraco do Inferno da Lagoa do Cemitério, foram utilizados, para a determinação da resistência à compressão e módulo estático das rochas carbonáticas do Grupo Bambuí, dados primários obtidos por ensaios tecnológicos feitos pelo Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (Institutos Lactec), relatório 2794/2014-R1 (ANEXO B – RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO E MÓDULO DE ESTÁTICO), e com isso obteve-se o Coeficiente de Poisson e Módulo de Elasticidade.

Para a caracterização do solo foram utilizados os dados de Das (2007) correspondentes a classificação do solo encontrado na região. Os resultados foram modelados no *software* GeoStudio (SIGMA/W) aplicando o método dos elementos finitos para análise de distribuição de tensões no regime elástico linear com carregamento estático. O detalhamento das análises está disponível no trabalho intitulado “Estudo geotécnico de tensões e deformações no solo na presença de cavidades subterrâneas ao longo da BR-135/BA, trecho São Desidério a Correntina”, de Zampieri (2017).

A análise geotécnica foi baseada na verificação das condições atuais da ADA, na análise de risco e suscetibilidade à erosão, aos movimentos de massa e a subsidência, e na ocorrência de materiais.



Como metodologia para a análise da suscetibilidade aos processos erosivos e movimentos de massa, foi utilizada a metodologia *Analytic Hierarchy Process* (AHP), como auxílio multicritério à decisão, em combinação com a ação geográfica por meio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG). O SIG permite que armazene as variáveis espaciais em diferentes camadas e que se efetue as operações matemáticas para o cálculo das estimativas. Desse modo, o *software* SIG utilizado para o geoprocessamento foi o SIG ArcGIS 10.3.

A metodologia AHP é fundamentada na decomposição e síntese das relações entre os critérios e priorização a fim de se estabelecer uma priorização dos seus indicadores, aproximando-se de uma melhor resposta de medição única de desempenho (SAATY; VARGAS, 1991).

Os elementos que envolvem um problema são estruturados em níveis hierárquicos. Desse modo, identificam-se os elementos chave para a tomada de decisão, agrupando-os em conjuntos afins, os quais são alocados em camadas específicas. Em sequência, são definidas as prioridades.

A priorização dos elementos é dada pelo julgamento de valor de diversos critérios. Uma ferramenta para auxiliar no julgamento de valor é o quadro de julgamento da escala de conversão (TABELA 6.2) apresentada por Millet e Saaty (2000).

TABELA 6.2 - ESCALA DE IMPORTÂNCIA NUMÉRICA

| Importância | Escala numérica |
|-------------|-----------------|
| Igual       | 1               |
| Moderada    | 3               |
| Forte       | 5               |
| Muito Forte | 7               |
| Absoluta    | 9               |

Fonte: Adaptado de Millet e Saaty (2000).

Por meio da priorização apresentada por Millet e Saaty (2000) é possível determinar uma matriz (TABELA 6.3) que relaciona a importância de um elemento em relação a outro. Os elementos são dispostos na primeira linha e na primeira coluna de forma com que a matriz determine o quanto o critério da coluna esquerda é mais importante em relação a cada critério correspondente na linha superior. Quando confrontado com ele mesmo, a única possibilidade de valor será 1.

TABELA 6.3 - MATRIZ DE COMPARAÇÃO PAREADA A PARTIR DA METODOLOGIA AHP

| Critérios | C1  | C2  | C3  |
|-----------|-----|-----|-----|
| C1        | 1   | X   | 1/Y |
| C2        | 1/X | 1   | Z   |
| C3        | Y   | 1/Z | 1   |

Fonte: UFPR/ITTI (2018).

Com base no exemplo, a relação de importância dada no E1, quando esse na coluna, em relação ao E2, deve ser inversa à importância de quando E2 estiver na coluna relacionado com E1 na linha. Desse modo, a matriz sempre será espelhada em relação a diagonal principal.

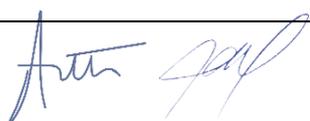
Para determinar o coeficiente de prioridade de cada variável analisada, deve-se realizar a normalização da matriz. A normalização ocorre em duas etapas: somatório dos elementos de uma coluna e divisão dos elementos de uma coluna por seu somatório. Em seguida, o coeficiente do elemento é dado pela média aritmética dos coeficientes de uma mesma linha.

Os coeficientes de vários elementos podem constituir termos de uma equação em uma dada análise. A soma dos coeficientes deve ser sempre igual ao valor unitário. Além disso, os coeficientes determinados por meio de uma matriz de importâncias devem ser avaliados segundo a consistência. Um método de avaliar a consistência é por meio da razão de consistência (RC). Para aferir a consistência da equação, a condição que se faz necessária é de que  $RC < 10\%$ .

Em relação ao conjunto de elementos que estão contidos num universo de uma variável analisada, foram determinados pesos para cada elemento. Para que os elementos de uma variável possam ser comparados proporcionalmente em relação aos elementos de outra variável, foi uniformizado os valores numa escala de 0 a 3 com variação de 0,5.

#### 6.1.1.4 Solos

Os solos foram caracterizados a partir da confecção do mapa pedológico com os dados vetoriais secundários disponíveis no banco de dados do IBGE, seguindo a atual nomenclatura do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006). A descrição dos solos foi feita com os dados do projeto Radambrasil (1982) e Valladares (2002), nos quais as unidades de mapeamento do solo foram definidas



através da descrição de perfis de solos em conjunto com aspectos de vegetação e relevo. O método utilizado na descrição pedológica empregou a caracterização dos atributos diagnósticos horizontes superficiais e subsuperficiais.

O grau de erodibilidade (fator K), que segundo Bertoni e Lombardi Neto (2008) é associado às propriedades físicas e químicas do solo, representa a susceptibilidade natural à erosão e foi inferido para a área de estudo (TABELA 6.4) a partir do trabalho de Chaves (1994, *apud* BORGES *et al.*, 2012), o qual analisou os solos que ocorrem na bacia do Rio São Francisco (BA). De posse desses dados foi confeccionado o mapa com o índice de erodibilidade, sendo a amplitude dos valores classificadas em cinco classes, sendo elas: muito fraca, fraca, moderado, alta e muito alta.

TABELA 6.4 – ÍNDICE DE ERODIBILIDADE DOS SOLOS DA ÁREA DE ESTUDO

| Classes de solos           | Fator K (t.h/MJ.mm) |
|----------------------------|---------------------|
| Argissolo Vermelho         | 0,029               |
| Argissolo Vermelho-Amarelo | 0,029               |
| Cambissolo Háplico         | 0,060               |
| Gleissolo Háplico          | 0,008               |
| Latossolo Amarelo          | 0,020               |
| Latossolo Vermelho-Amarelo | 0,028               |
| Neossolo Flúvico           | 0,047               |
| Neossolo Litólico          | 0,035               |

Fonte: Chaves, 1994 *apud* Borges *et al.* (2012).

Para a categorização de solos da área diretamente afetada (ADA), as descrições foram embasadas nos dados do projeto Radambrasil (1982), Valladares (2002) e Barbosa *et al.* (2018), e complementadas com informações coletadas em campo, onde os tipos de solos que ocorrem na área foram identificados mediante abertura de perfil e registro fotográfico.

#### 6.1.1.5 Recursos Hídricos

A metodologia aplicada aos estudos dos recursos hídricos compreendeu a seleção de dados secundários, anuários, planos de saneamento e planos de bacia disponíveis *online* para a região fisiográfica médio Rio São Francisco e para as bacias hidrográficas dos rios Grande e São Desidério. Dessas, destacaram-se informações relativas aos usos múltiplos dos recursos hídricos disponíveis nas bacias, o uso e ocupação do solo e qualidade ambiental.

Com o intuito de caracterizar o regime hidrológico da AE, foram selecionadas seis estações fluviométricas integrantes do Sistema Nacional Integrado de Recursos Hídricos (SNIRH) (ANA, 2019) e cujos dados são disponibilizados na Hidroweb. O critério de seleção das estações foi em função da duração das séries, da representatividade e da qualidade dos dados (i.e.: brutos ou consistidos). Os resultados são apresentados por meio de mapas e dos hidrogramas de vazões médias mensais de longo tempo e diárias ao longo do histórico de dados disponível.

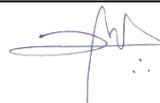
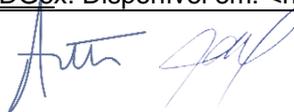
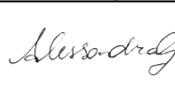
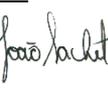
O estudo dos corpos hídricos interceptados ou contíguos ao empreendimento empreendeu a representação da rede hidrográfica de todos os corpos hídricos existentes na AE com base no Banco de Dados Geográficos do Exército<sup>3</sup>. As informações constantes no banco de dados e as características básicas (regime, largura e área de preservação permanente) foram verificadas *in-loco*.

O mapeamento das áreas hidrológicamente sensíveis foi realizado em ambiente Geographic Information System (GIS) e, aquelas existentes na ADA pelas alternativas propostas foram confrontadas em campo. Nesse levantamento foram inventariadas também as áreas úmidas e alagáveis, as nascentes confirmadas e teóricas (olhos d'água) e as cavidades existentes.

A reunião de informações sobre os mananciais de abastecimento público e usos múltiplos da água foi baseada no Plano Municipal de Saneamento de São Desidério (GERENTEC ENGENHARIA, 2015) e em dados disponibilizados pela Empresa Baiana de Água e Saneamento S/A (EMBASA). Especificamente em relação aos poços, houve consulta aos bancos de dados do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) (CPRM, 2019), do Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos (INEMA, 2019) e da Agência Nacional de Águas (ANA, 2017).

Em relação as águas em subsuperfície, a caracterização dos aquíferos foi efetuada com base em artigos e publicações científicas, com destaque para Silva (1984), Andrade *et al.* (1990), Gaspar (2006), Gaspar e Campos (2007) e Costa *et al.* (2010). O mapeamento do Sistema aquífero Urucuia e do Sistema cárstico fissural do Grupo Bambuí foi realizada com base em dados georreferenciados (\*.shp) disponibilizados pelo IBGE (2018).

<sup>3</sup> BDGex: Disponível em: <<https://bdgex.eb.mil.br/mediador/>>. Acesso em: 15 jan. 2020.

#### 6.1.1.5.1 Qualidade da Água

A avaliação da qualidade física, química e biológica das águas superficiais na AE foi realizada com base em dados secundários das três estações convencionais mais próximas ao empreendimento, obtidos no banco de dados de amostras e de índice de qualidade de água (IQA) do Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos (SEIA) (INEMA, 2019). Quanto à rede amostral de dados primários, foram estabelecidos sete pontos de amostragem ao longo da bacia do Rio São Desidério e do sistema Cárstico João Rodrigues, cujas coletas ocorreram em 13 de maio de 2015.

As amostragens foram do tipo simples e de superfície. A preservação das amostras foi realizada com base na NBR 9898:87. As análises laboratoriais foram realizadas por empresa participante da RBLE (CRL-0634) e atenderam aos métodos indicados no *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater - 22<sup>a</sup> ed.*

O enquadramento dos corpos d'águas em classes e análise dos dados basearam-se na Lei Federal 9.433/97, na resolução CONAMA nº 357/05 e alterações, e na Portaria nº 715/89 (IBAMA, 1989).

O IQA dos dados primários foi obtido com base nos resultados das análise físico-química e biológicas e o IQA dos dados secundários foram obtidos diretamente do SEIA (INEMA, 2019). O cálculo do IQA foi executado com auxílio do *software* QualiGraf (FUNCEME, 2019).

Os valores do IQA balizadores são indicados pela ANA para os estados da Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Paraíba, Pernambuco e São Paulo (ANA, 2018) (QUADRO 6.2).

QUADRO 6.2 - CLASSIFICAÇÃO DOS VALORES DO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

| Valor do IQA | Qualidade da água |
|--------------|-------------------|
| 80-100       | Ótima             |
| 52-79        | Boa               |
| 37-51        | Aceitável         |
| 20-36        | Ruim              |
| 0-19         | Péssima           |

Fonte: ANA (2018).

A discussão dos resultados obtidos contou ainda com informações obtidas no EIA-RIMA da Ferrovia de Integração Oeste Leste (FIOL), VALEC, Ministério Dos Transportes e Instituto OIKOS (2009).

#### 6.1.1.6 Qualidade do Ar

A caracterização das concentrações dos poluentes atmosféricos na região abordou as Resoluções Conama nº 03/1900 e nº 481/2018. Com o intuito de subsidiar a definição da rede amostral, foram identificadas as fontes pontuais e difusas existentes na região e obtidos os dados climatológicos (vento predominante, velocidade média do vento e pluviosidade). Também foram consultados dados secundários disponíveis em estudos ambientais disponível nos sites do Ibama e do Inema e disponibilizados pela Secretaria de Meio Ambiente e Turismo de São Desidério.

A rede amostral foi composta por três pontos, disposto junto à rodovia BR-135/BA, em trecho não pavimentado, no limite do perímetro urbano de São Desidério e no interior da zona urbana.

Em cada ponto foram efetuadas medições ininterruptas por 24h para medição de material particulado total (PTS) e material particulado (MP<sub>10</sub>).

Dessa forma, para os ensaios de MP<sub>10</sub> foram utilizados um Amostrador de Grande Volume (AGV MP<sub>10</sub>) acoplado a um separador inercial de partículas, modelo CABMP10. Para os ensaios de PTS foi utilizado um Amostrador de Grande Volume (AGV PTS) com formato tradicional, de teto em duas águas, ambos da marca Energética Ind. e Com. LTDA.

Ambos os aparelhos apresentam registro contínuo de vazão e com registro de checagem de eventos, atendendo o preconizado na Resolução Conama nº 491/2018. Ainda, o AGV MP<sub>10</sub> atendeu as normas ABNT (NBR 13412:1995) e US EPA (40CFR, Parte 50, Ap. J) e o AGV PTS atendeu as normas ABNT (NBR 9547:1997) e US EPA (40 CFR, Parte 50, Ap. B).

Foram utilizados filtros para partículas de 0,3 µm, conforme ASTM-D-2896. A pesagem dos filtros pré e pós medição foi precedida de secagem em estufa a 20°C por 24 horas. A pesagem foi realizada em balança da marca BEL Engineering (Modelo: M214Ai; Número de Série: BR13000383), com quatro casa decimais (0,0001g). O Manuseio foi realizado com luvas de procedimento, de látex, e sem talco.



#### 6.1.1.7 Ruídos e Vibração

Foram identificados os núcleos populacionais circunvizinhos ao trecho do km 207-212 da BR-135/BA e seus pontos críticos para avaliação, como hospitais/unidades básicas de saúde e escolas.

A metodologia de medição e análise de ruídos foram baseadas na Norma NBR 10.151:2000.

Os equipamentos utilizados foram:

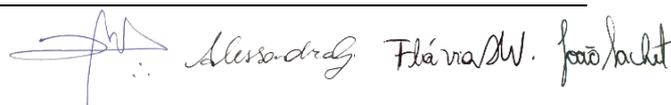
- Para medição da pressão sonora foi utilizado decibelímetro Minipa MSL-1354, TAG 272674 e número de série MB1354000053, o qual atende as Normas IEC 61672 - 1 classe 2, ANSI S1.4 tipo 2 para medidores de nível sonoro. O certificado de calibração número I2698/2018 foi emitido em 21/11/2018 e tem validade de um ano;
- Foi utilizado também calibrador de nível sonoro modelo Minipa MSL-1326, o qual é compatível com a norma IEC 60942 Classe 2 e ANSI S1.40;
- Tripé de apoio, com ajuste de nível e altura.

Em cada local foram realizadas duas medições, sendo uma no período diurno (das 7:00 às 19:00) e outra no período noturno (19:00 às 7:00). A amostragem foi realizada no dia 10/12/2018 (quarta-feira), caracterizando-se como um dia normal, com atividades rotineiras da cidade.

Foram estabelecidos sete pontos de medição de ruídos, no município de São Desidério, os quais incluem os pontos de interesse (escolas, hospitais e povoados locais) e ainda acessos às mineradoras locais, que se caracterizam por serem as principais fontes potenciais de ruído atual.

Cada medição teve duração de 10 minutos ininterruptos, com taxa de um valor de ruído amostrado por segundo, com ponderação temporal *slow* e curva de ponderação "A".

O posicionamento do equipamento levou em consideração o exposto na Portaria MINTER nº 92/80 e na Norma NBR 10.151:2000, optando-se por afastá-lo aproximadamente 1,2 m do piso e pelo menos a 2 m do limite da propriedade e de quaisquer outras superfícies refletoras (como muros e paredes). Assim, o posicionamento ocorreu em áreas de passeio e ruas externas aos pontos críticos.

Alexandre Flávia M. João Pacheco

Em relação às condições climáticas, durante as medições não houve trovões, chuvas ou ventos fortes.

Quanto aos resultados, todos os valores medidos do nível de pressão sonora foram aproximados ao valor inteiro mais próximo, conforme balizado pela Norma NBR 10.151:2000.

#### 6.1.1.8 Espeleologia

O levantamento e caracterização das cavidades existentes na área de estudo seguiu as legislações pertinentes referente as cavidades naturais subterrâneas, ao patrimônio espeleológico e demais elementos atrelados as cavidades. Foram desenvolvidos três produtos em relação a espeleologia, sendo eles: Mapa de classes de potencialidade espeleológica, que foi elaborado seguindo a proposta do CECAV/ICMBio (JANSEN *et al.*, 2012) e também com o proposto por Moura (2011), resultando na delimitação de três áreas de potencialidade espeleológica; a Prospecção espeleológica, realizada em duas campanhas, as quais seguiram os procedimentos metodológicos de Moura (2011), e consistiram da identificação e caracterização das cavidades nas áreas de influência dos traçados das alternativas locais; e a Análise do grau de relevância, a qual foi realizada para as cavidades localizadas na AID seguindo o método segundo a IN/MMA nº 2 de 30 de agosto de 2017.

#### 6.1.2 Clima

Neste item serão apresentados os resultados obtidos através do levantamento dos dados secundários e primários sobre as características climáticas da região da AE, conforme metodologia descrita no item 6.1.1.1.

### 6.1.2.1 Caracterização climática e meteorológica

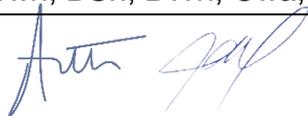
Conhecer o clima e as condições meteorológicas na área de influência de um empreendimento é essencial para compreender as alterações que uma obra ou intervenção pode gerar no meio ambiente, bem como as condições sob as quais está sujeita. Os elementos meteorológicos, por exemplo, estão ligados diretamente à posição geográfica, ao tipo de vegetação, à disponibilidade hídrica, ao risco geotécnico e ao aproveitamento do solo na região de interesse.

O clima pode ser definido como a sequência das condições atmosféricas de um local. Dessa maneira, observam-se primeiramente as condições da atmosfera em um local durante vários anos, para depois ser estimada a sequência mais provável da sucessão. Para a configuração de um tipo de clima em escala regional, um dos principais fatores refere-se à interação da circulação atmosférica com a superfície de uma localidade.

Dessa forma, as classificações climáticas de Köppen (1931) e Thornthwaite (1948) são consolidadas e amplamente utilizadas, sendo a primeira baseada nas características térmicas e na distribuição sazonal da precipitação, e a segunda, nos índices climáticos umidade e eficiência térmica.

O estado da Bahia possui considerável extensão territorial, sendo o maior estado da região nordeste, com 567.295 km<sup>2</sup>. Está situado entre as latitudes 8° e 19° LS (latitude sul) e entre 37° e 47° LW (longitude oeste), com relevo constituído por planícies, vales, serras e montanhas com altitude entre 800 m e 1200 m. Seu território é afetado por diversos sistemas de tempo, como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Sistemas Frontais, Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), ondas de leste, brisas marítimas/terrestres e ventos vale/montanha (BARBOSA, 2000; BRAGA, *et al.* 1998). Limita-se a nordeste pelos estados do Sergipe e de Alagoas, ao norte por Pernambuco e Piauí, a oeste por Goiás e Tocantins e ao sul por Minas Gerais e Espírito Santo. Possui alternância de períodos secos e úmidos bem definidos e uma vegetação bem diversificada, variando entre a caatinga, floresta tropical e o cerrado, sendo que a floresta tropical úmida sofreu bastante com a devastação nos últimos anos, devido principalmente a grande extração de madeira.

De acordo com a classificação climática de Köppen, o estado da Bahia apresenta até 12 tipos climáticos em micro/meso escala, com destaque para: As, BSw, BSh, BWh, Cwa, Cwb e duas variações em Af, Am e Aw (SEI, 2014).

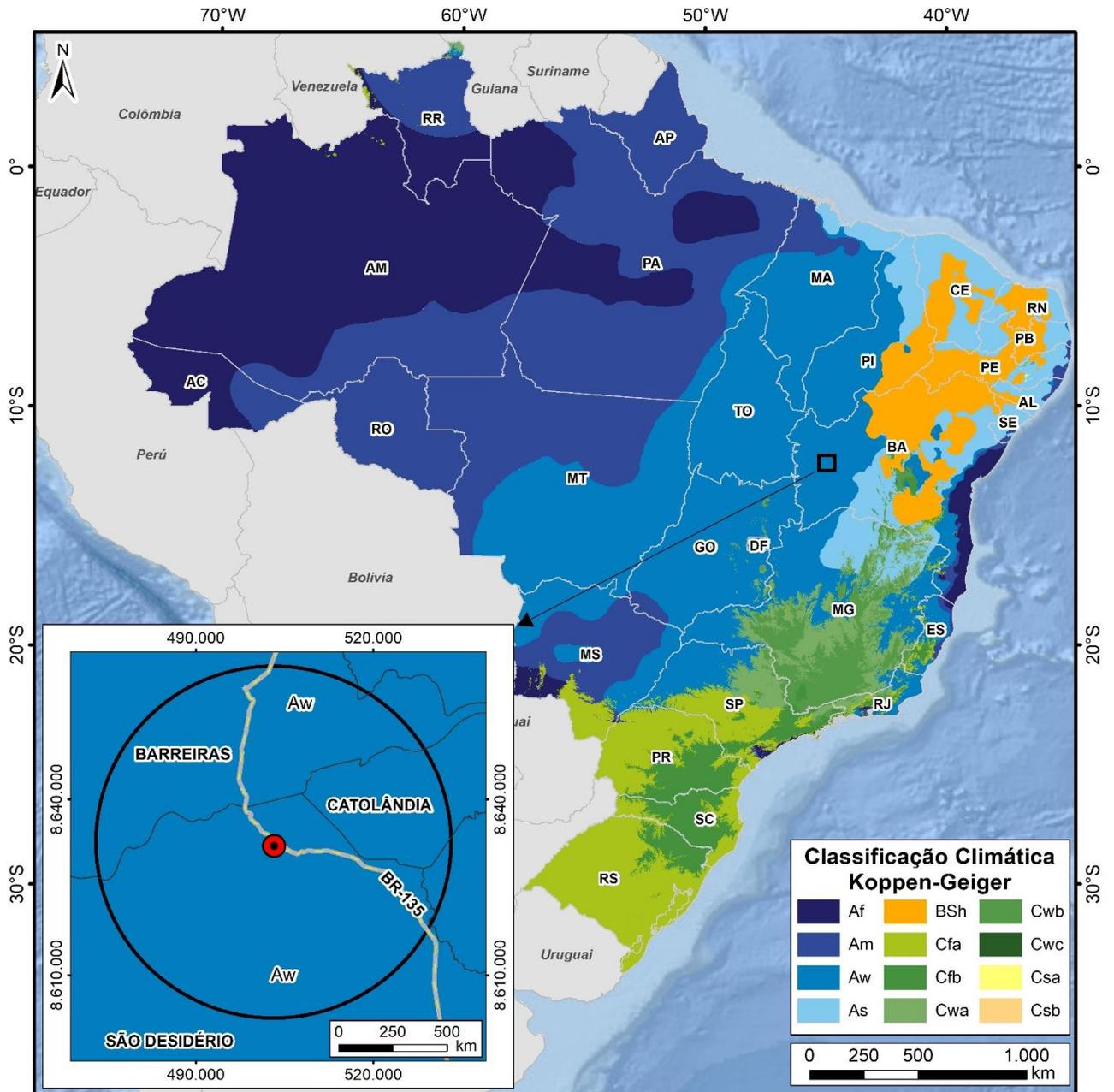


A região em estudo está situada na zona climática do tipo Aw (FIGURA 6.2). Possui, portanto, características de clima tropical quente e úmido – com precipitações superiores a 750mm anuais, caracterizado por duas estações: seca de maio a outubro, e chuvosa de novembro a abril. A temperatura média do mês mais frio é superior a 18°C. Este tipo de clima predomina principalmente no norte e noroeste do Estado de São Paulo (VENTURA, 1964); parte oeste do Triângulo Mineiro, praticamente toda a metade norte de Minas Gerais e no sudeste, na região de Muriaé – Cataguases – Leopoldina (ANTUNES, 1986); litoral e serras do Ceará (FERNANDES, 1990); norte do Maranhão, oeste da Bahia, centro do Mato Grosso, Pantanal Mato-Grossense, nordeste do Rio de Janeiro, oeste do Espírito Santo, serras do Rio Grande do Norte (GOLFARI *et al.*, 1978).

Ocorre ainda, na faixa amazônica deste o noroeste do Tocantins, até Roraima; oeste de Mato Grosso e sul de Rondônia (EMBRAPA, 2018).

Por outro lado, segundo a classificação de Thornthwaite e Matter, o estado da Bahia apresenta 20 tipos climáticos diferentes. O trecho do empreendimento situa-se no tipo climático C2wA', cujas características são de clima úmido a subúmido, moderada deficiência hídrica no inverno, megatérmico (Evapotranspiração potencial > 1.140mm), estação seca bem definida com chuvas de primavera/verão. Seu índice hídrico varia de 20 a 0% (SEI, 2003).

FIGURA 6.2 – CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN-GEIGER



| LOCALIZAÇÃO | LEGENDA  | INFORMAÇÕES  |
|-------------|--|--|
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: red;">●</span> Localização do empreendimento</li> <li><span style="border-bottom: 1px solid black; width: 20px; display: inline-block;"></span> BR-135</li> <li><span style="border: 1px solid black; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Área de Estudo - Meio Físico</li> <li><span style="border-bottom: 1px dashed black; width: 20px; display: inline-block;"></span> Limites municipais</li> <li><span style="border-bottom: 1px dotted black; width: 20px; display: inline-block;"></span> Limites estaduais</li> <li><span style="border-bottom: 1px solid gray; width: 20px; display: inline-block;"></span> Limites internacionais</li> </ul> <p><b>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</b></p> <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>                     Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>                     Meridiano Central: 57° W</p> | <p align="center"><b>CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA KÖPPEN-GEIGER</b></p> <p align="center"> </p> <p><b>PROJETO</b><br/>EIA/RIMA - BR-135/BA</p> <p><b>FONTE DE DADOS</b><br/>                     Localização do empreendimento - ITTI, 2018;<br/>                     Área de Estudo (Físico) - ITTI, 2018;<br/>                     Classificação Köppen-Geiger - Meteorologische Zeitschrift, 2013;<br/>                     Rodovias - DNIT, 2015;<br/>                     Limites municipal, estadual e internacional - IBGE, 2015;<br/>                     BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> <p><b>ESCALA</b><br/>1:30.000.000   1 cm = 300.000 m</p> |

Fonte: UFPR/ITTI (2018).

Alisson dos Santos Flávia W. Faria Pacheco

Com relação à pluviosidade, a parte ocidental possui índices superiores a 1.000mm, porém sem distribuição regular, configurando um período seco de abril a setembro.

Segundo Nimer (1989), as chuvas na região nordeste assumem importância maior devido principalmente às consequências de ordem econômica e social delas advindas. Na região, as chuvas se distribuem decrescendo da periferia para o interior, cuja frequência diminui para o interior do Sertão, onde não há mais de 1.000mm de chuvas em média. Nimer (1989) ainda apresenta uma divisão da marcha estacional da região nordeste em três regimes: mediterrâneo, tropical da Zona Equatorial e tropical do Brasil Central. O regime tropical do Brasil Central abrange quase a totalidade do estado da Bahia e conseqüentemente o local do futuro empreendimento. Esse regime se caracteriza por apresentar o máximo pluviométrico durante o verão, devido ao sistema de correntes perturbadas de oeste (IT) e às pancadas ocasionais. No inverno, ao contrário, se dá o mínimo pluviométrico, já que o setor fica sob domínio mais constante dos ventos anticiclônicos de NE e da alta subtropical do Atlântico Sul (NIMER, 1989).

Tanajura *et al.* (2010) apresenta um resultado do modelo atmosférico HadRM3P, disponibilizados pelo CPTEC/INPE, para o estado da Bahia e comparou com os dados diários observados por 29 estações meteorológicas do INMET, de 1960 a 1990. Durante esse período, foram observados os valores anuais climatológicos médios no estado, apresentados na TABELA 6.5.

TABELA 6.5 – VALORES ANUAIS CLIMATOLÓGICOS MÉDIOS NO ESTADO DA BAHIA, DE 1960 A 1990

|        | Temperatura (°C) | Umidade (%) | Pressão atm (hPa) | Precipitação mensal (mm) | Precipitação anual (mm) |
|--------|------------------|-------------|-------------------|--------------------------|-------------------------|
| Mínima | 19,7             | 60,1        | 900               | 48,6                     | 583                     |
| Média  | 23,7             | 72,7        | 965               | 89,0                     | 1068                    |
| Máxima | 26,4             | 83,2        | 1015              | 174,9                    | 2099                    |

Fonte: Tanajura *et al.* (2010).

O mesmo estudo comparou a simulação de 2070 a 2100 para dois cenários: A2 - pessimista em relação às emissões de gases do efeito estufa, e o cenário B2 - considerado otimista. Foi ressaltado que, devido ao nordeste brasileiro possuir uma vasta região com clima semiárido, as alterações no seu período chuvoso podem agravar as condições para o desenvolvimento socioeconômico da região (TANAJURA





et al., 2010). Além disso, cita que a variabilidade climática provém de efeitos combinados da ação de vários sistemas meteorológicos e das variações na intensidade e posição das circulações Hadley e Walker.

Ainda, comparando a faixa leste da faixa oeste, percebe-se que para oeste, há um forte decréscimo da precipitação anual. No estado da Bahia propriamente dito, atuam sistemas meteorológicos que são responsáveis por precipitação, como a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), o vórtice ciclônico de altos níveis (VCAN), brisas terrestres, ondas de leste e sistemas frontais ou seus vestígios, cujas atuações determina períodos chuvosos bem definidos.

Os resultados da comparação dos cenários A2 e B2 mostraram que houve redução de precipitação para todas as estações do ano em ambos os cenários, porém com o ciclo anual de precipitação mantido. Quanto à temperatura, houve aumento de seus valores, porém com maior intensidade no noroeste e norte do Estado.

Segundo Nimer (1989), no que se refere aos fatores dinâmicos, durante todo o ano, nas regiões tropicais do Brasil, com exceção do oeste da Amazônia, sopram frequentemente ventos do anticiclone semifixo do Atlântico Sul. Essa massa de ar tropical possui temperaturas mais ou menos elevadas, fornecidas pela intensa radiação solar e telúrica das latitudes tropicais e forte umidade específica fornecida pela intensa evaporação marítima.

A inversão térmica superior se encontra mais elevada no setor ocidental do anticiclone subtropical, porém seu domínio mantém a estabilidade do tempo, a qual cessa com a chegada de correntes perturbadas (FIGURA 6.3) (NIMER, 1989). Essas correntes compreendem 4 sistemas: (i) correntes perturbadas de sul, (ii) correntes perturbadas de norte, (iii) correntes perturbadas de leste e (iv) correntes perturbadas de oeste.

Segundo Nimer (1989, p. 316):

**Correntes perturbadas de sul (S):** são representadas por invasões de frentes polares. Estas descontinuidades oriundas do choque entre os ventos anticiclônicos da massa polar e massa tropical poucas vezes conseguem ultrapassar as vizinhanças do trópico de capricórnio durante a primavera e verão e, quando conseguem, o fazem ao longo das áreas litorâneas, [...] provocando chuvas frontais e pós-frontais ao longo do litoral e encosta do planalto até ao sul da Bahia.

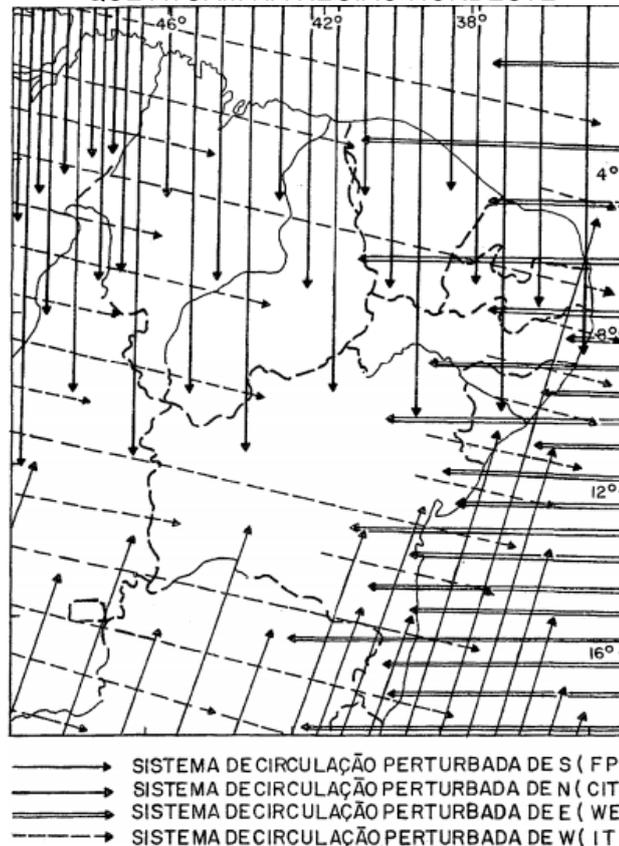
Ao contrário, no inverno, com mais frequência a frente polar ultrapassava aquele paralelo, indo atingir o litoral pernambucano, enquanto o sertão permanece sob ação de alta tropical com tempo estável.

**Correntes perturbadas de norte (N):** são representadas pelo deslocamento da convergência intertropical (CIT). Esta descontinuidade é oriunda da convergência dos alísios dos dois hemisférios. Ao longo desta depressão equatorial, geralmente conhecida por região de calmarias, o ar em ascendência provoca chuvas e trovoadas, geralmente muito intensas. Em média, durante o ano, esta depressão está situada mais perto de 5° N do que do equador geográfico. Porém, em simetria com os centros de altas dos dois hemisférios, a CIT está constantemente oscilando segundo as componentes gerais N-S. Seus deslocamentos meridionais mais importantes se dão no verão-outono. Na Região Nordeste ela se faz sentir de modo importante a partir de meados do verão e atinge sua maior frequência no outono (março-abril), quando alcança sua posição mais meridional. Pelas suas componentes N a NW, as áreas a noroeste da Região Nordeste são as mais atingidas por esta corrente perturbada. Nesses deslocamentos para o sul, a CIT chega a provocar chuvas até sobre os paralelos de 9 a 100 S, ou seja, nas imediações do cotovelo do Rio São Francisco sobre a região do Raso da Catarina.

**Correntes perturbadas de leste (E):** Os alísios oriundos do anticiclone tropical do Atlântico Sul possuem uma inversão térmica superior. Esta inversão divide os alísios em duas camadas: a inferior, fresca e úmida, e a superior, quente e seca. Quanto mais baixa esta inversão mais estável é o tempo. No litoral do Nordeste esta inversão é mais alta, desaparecendo ao contato com a frente polar (ao sul) e com a CIT (ao norte). Entretanto, desaparece também em virtude de outros fenômenos dinâmicos denominados: ondas de este (EW) e linhas de instabilidades tropicais (IT).

**Correntes perturbadas de oeste (W):** Entre o final da primavera e o início do outono, o interior do Brasil é frequentemente submetido a ventos do W a NW trazidos por linhas de instabilidades tropicais (IT). Trata-se de alongadas depressões barométricas induzidas em dorsais de altas. No seio de uma linha de IT o ar em convergência acarreta, geralmente, chuvas e trovoadas. Tais fenômenos são comuns no interior do Brasil, especialmente no verão. Sua origem parece estar ligada ao movimento ondulatório que se verifica na frente polar atlântica (FPA) ao contato com o ar quente da zona tropical. A partir dessas ondulações, formam-se ao norte da FPA, uma ou mais IT sobre o continente, sobre as quais desaparece a inversão térmica superior. Após formadas, elas propagam-se para E à medida que a FPA caminha para o Equador, as IT se deslocam para E ou SE, anunciando com nuvens e geralmente chuvas tropicais do tipo monçônico a chegada da FPA com antecedência de 24 horas, a qual, no entanto, pode não chegar. As IT que invadem a Região Nordeste do Brasil se formam sobre o Pará e Goiás na maioria das vezes. Daí elas se deslocam para E. Ao sul da Região, frequentemente penetram sobre a Bahia indo se perder sobre o oceano, ao mesmo tempo que a alta do Atlântico recua para E. Entretanto, ao norte, raramente conseguem ultrapassar o Estado do Piauí, impedidas pela constante alta tropical sobre o interior da Região, nas baixas latitudes. Outra área muito frequentemente submetida a estas instabilidades é o litoral oriental da Região Nordeste. Aí, as linhas de IT raramente são resultantes de penetrações através do Maranhão, mas sim formadas sobre o próprio litoral. Esclarecemos, contudo, que a frequência de tais depressões induzidas na Região Nordeste é bem inferior às registradas no interior da Amazônia e nas Regiões Centro-Oeste e Sudeste. Isto decorre do seguinte: embora no verão o centro de ação do Atlântico Sul esteja enfraquecido e recuado para E, sobre o oceano, e sua inversão térmica esteja muito elevada, sobre a Região Nordeste persiste uma dorsal de alta, suficientemente poderosa para dificultar ou impedir a invasão de W de tais correntes perturbadas.

FIGURA 6.3 – SISTEMAS DE CORRENTES PERTURBADAS DE SUL, NORTE, LESTE E OESTE QUE ATUAM NA REGIÃO NORDESTE



Legenda: A maior densidade das setas significa maior frequência.

Fonte: Nimer (1989).

### 6.1.2.2 Temperatura

A região nordeste é submetida a forte radiação solar, fazendo com que as médias das temperaturas anuais sejam mais elevadas. Apenas em suas áreas entre 250 a 200 metros de altitude a temperatura média anual é inferior a 26°C. A variação anual também não apresenta grande significância, tal que a amplitude térmica varia de 5°C a menos de 2°C. Portanto, na região, a temperatura média anual varia entre 20°C e 26°C (NIMER, 1989).

A partir dos dados diários do BDMEP foram obtidos os valores médios mensais das temperaturas mínimas, máximas e compensadas médias de cada estação meteorológica. As temperaturas obtidas refletem a média das temperaturas de cada mês. Dessa forma, a temperatura máxima mensal representa o maior valor ocorrido para um determinado mês, tomando-se como espaço amostral todos os meses j da série (i.e.: todos os meses de fevereiro). Já a temperatura média máxima, representa a média de todos os valores máximos ocorridos em um determinado mês,

utilizando o mesmo espaço amostral. Já para as temperaturas mínimas, os valores de temperatura mínima mensal representam o menor valor de temperatura ocorrido em determinado mês, tomando-se como espaço amostral todos os meses  $j$  da série (i.e.: todos os meses de fevereiro). Seguindo o mesmo raciocínio, a média das mínimas diárias representa a média dos valores mínimos de temperatura ocorridos em todos os dias de um determinado mês, tomando o mesmo espaço amostral descrito anteriormente. Dentro do espaço amostral das temperaturas de um mês qualquer  $j$ , toma-se a variável temperatura compensadas média, cujos valores mensais representam a média das temperaturas neste mês.

#### 6.1.2.2.1 Temperatura mínima

Os dados de temperatura mínima apresentados na TABELA 6.6 representam o menor registro de temperatura média para um mês específico da série histórica e também o valor médio das temperaturas mínimas.

TABELA 6.6 – TEMPERATURAS MÍNIMAS, EM °C

| Mês do Ano         | Mínimas das Temperaturas Mínimas (°C) |            |                                  |            | Média das Temperaturas Mínimas (°C) |            |                                  |            |
|--------------------|---------------------------------------|------------|----------------------------------|------------|-------------------------------------|------------|----------------------------------|------------|
|                    | Barreiras                             | Correntina | Santa Rita de Cássia – Ibipetuba | Taguatinga | Barreiras                           | Correntina | Santa Rita de Cássia – Ibipetuba | Taguatinga |
| Jan                | 19,6                                  | 17,8       | 17,9                             | 20,0       | 21,0                                | 19,6       | 20,0                             | 21,1       |
| Fev                | 19,8                                  | 17,8       | 18,4                             | 19,6       | 20,9                                | 19,8       | 20,2                             | 21,0       |
| Mar                | 19,5                                  | 17,8       | 18,4                             | 19,7       | 21,0                                | 19,7       | 20,4                             | 21,1       |
| Abr                | 19,3                                  | 16,9       | 17,8                             | 19,7       | 20,5                                | 19,0       | 19,9                             | 21,4       |
| Mai                | 16,7                                  | 15,1       | 14,9                             | 18,7       | 18,6                                | 17,0       | 18,2                             | 20,8       |
| Jun                | 14,1                                  | 12,8       | 13,5                             | 17,5       | 16,4                                | 14,7       | 15,5                             | 19,8       |
| Jul                | 13,7                                  | 11,3       | 11,7                             | 18,1       | 15,3                                | 13,8       | 14,3                             | 19,4       |
| Ago                | 13,0                                  | 12,4       | 13,1                             | 18,6       | 16,0                                | 15,0       | 15,1                             | 20,5       |
| Set                | 16,7                                  | 13,8       | 15,8                             | 21,0       | 19,0                                | 17,8       | 18,0                             | 22,4       |
| Out                | 20,3                                  | 17,9       | 18,3                             | 21,2       | 21,5                                | 20,1       | 20,5                             | 22,7       |
| Nov                | 20,6                                  | 19,0       | 18,7                             | 20,5       | 21,6                                | 20,4       | 20,6                             | 21,7       |
| Dez                | 20,1                                  | 18,1       | 18,1                             | 20,2       | 21,2                                | 19,9       | 20,4                             | 21,4       |
| <b>Média anual</b> | -                                     | -          | -                                | -          | 19,4                                | 18,1       | 18,6                             | 21,1       |

Fonte: UFPR/ITTI (2018).

Em sua maioria, as temperaturas mínimas mensais foram registradas entre os meses de junho e agosto nas quatro estações, coincidindo com o período do inverno: 13°C em Barreiras (BA), em agosto; 11,3°C em Correntina (BA), em julho; 11,7°C em Santa Rita de Cassia – Ibipetuba (BA), em julho; e 17,5°C em Taguatinga (BA), em junho. Já no período do verão, os maiores valores das mínimas das temperaturas mínimas foram 20,6°C em Barreiras (BA), 19°C em Correntina (BA), 18,7°C em Santa Rita de Cassia – Ibipetuba (BA) e 21,2°C em Taguatinga (BA).

Quanto às médias das temperaturas mínimas, o padrão foi similar. As menores médias coincidem com o mês de julho nas quatro estações: 15,3°C em Barreiras (BA), 13,8°C em Correntina (BA), 14,3°C em Santa Rita de Cassia – Ibipetuba (BA) e 19,4°C em Taguatinga (BA).

As médias das mínimas mais amenas foram registradas nos meses de outubro e novembro: 21,6°C em Barreiras (BA), 20,4°C em Correntina (BA), 20,6°C em Santa Rita de Cassia – Ibipetuba (BA) e 22,7°C em Taguatinga (BA).

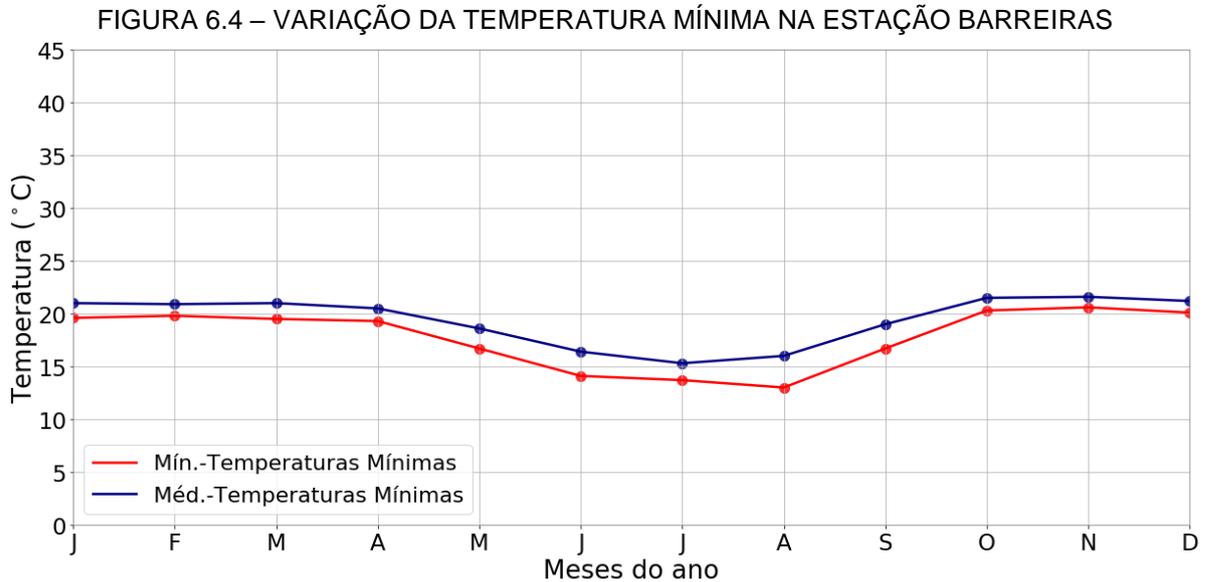
Em relação à média anual para cada estação, observa-se que as temperaturas mínimas flutuam mais em relação às máximas. Esse fato pode ser exemplificado pelas estações Correntina e Santa Rita de Cassia - Ibipetuba, em que a média das mínimas anual (18,1°C e 18,6°C, respectivamente) destoam em 2,3°C e 2°C, respectivamente, para o período do verão e 4,3°C para o período do inverno.

De acordo com Nimer (1989), temperaturas em torno de 10°C registradas na região nordeste, na maioria das vezes, não se mantêm por mais de dois dias, não só pela destruição do anticiclone polar, mas também porque a massa de retorno à sua retaguarda e a fraca nebulosidade permitem o aquecimento solar, aumentando a temperatura em geral. Ainda é destacado a grande influência do relevo e da latitude na distribuição da temperatura, em que as mínimas mais elevadas estão relacionadas com o litoral e baixas encostas da superfície elevada do interior.

As distribuições anuais das temperaturas mínimas apresentadas na TABELA 6.6 são mostradas graficamente na FIGURA 6.4 (Estação Barreiras), FIGURA 6.5 (Estação Correntina), FIGURA 6.6 (Estação Santa Rita de Cassia - Ibipetuba) e FIGURA 6.7 (Estação Taguatinga).

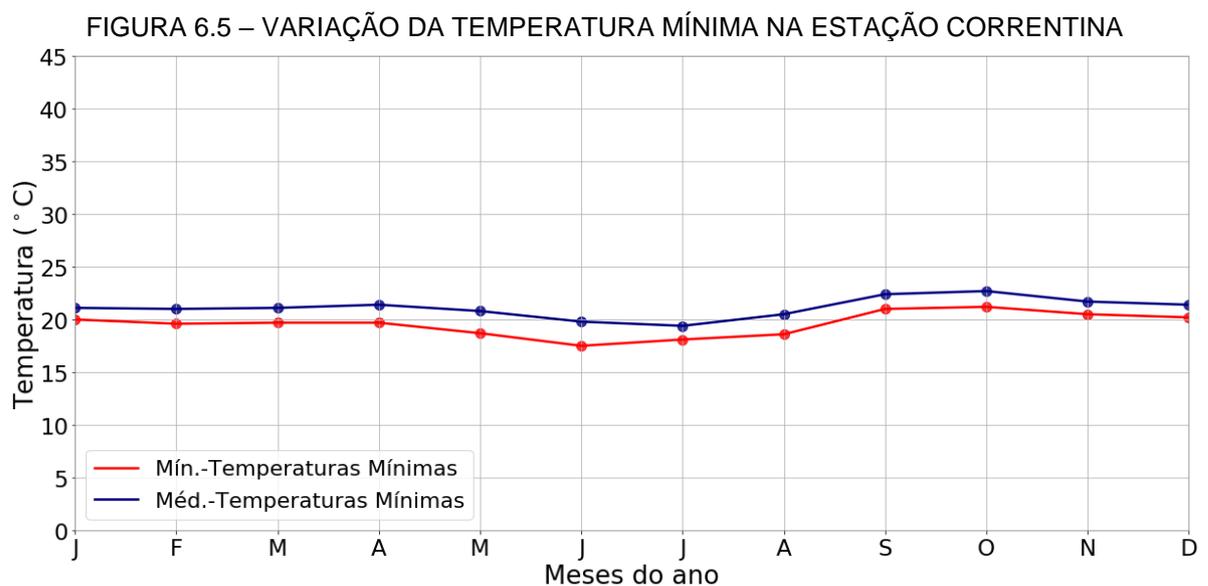
De forma mais específica, a temperatura média mínima mensal registrada para a Estação Barreiras oscila anualmente entre cerca de 15,3°C em julho e 21,6°C em novembro. Nota-se também que o trimestre mais frio compreende os meses de

junho, julho e agosto e; o trimestre mais ameno compreende os meses de outubro, novembro e dezembro.



Fonte: UFPR/ITTI (2018).

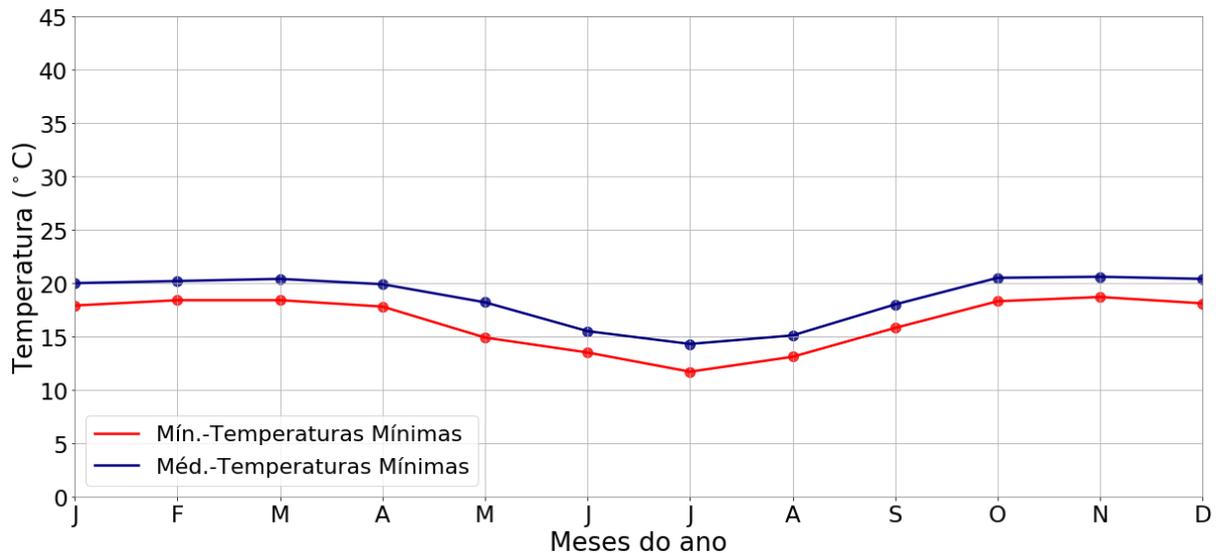
A temperatura média mínima mensal registrada para a Estação Correntina (TABELA 6.6 e FIGURA 6.5) oscila anualmente entre cerca de 13,8°C em julho e 20,4°C em novembro. O trimestre mais frio compreende os meses de junho, julho e agosto e; o trimestre mais ameno compreende os meses de outubro, novembro e dezembro.



Fonte: UFPR/ITTI (2018).

A temperatura mínima mensal média registrada para a Estação Santa Rita de Cassia - Ibipetuba (TABELA 6.6 e FIGURA 6.6) oscila anualmente entre 14,3°C em julho a 20,6°C em novembro. O trimestre mais frio compreende os meses de junho, julho e agosto, e o trimestre mais ameno compreende os meses de outubro, novembro e dezembro.

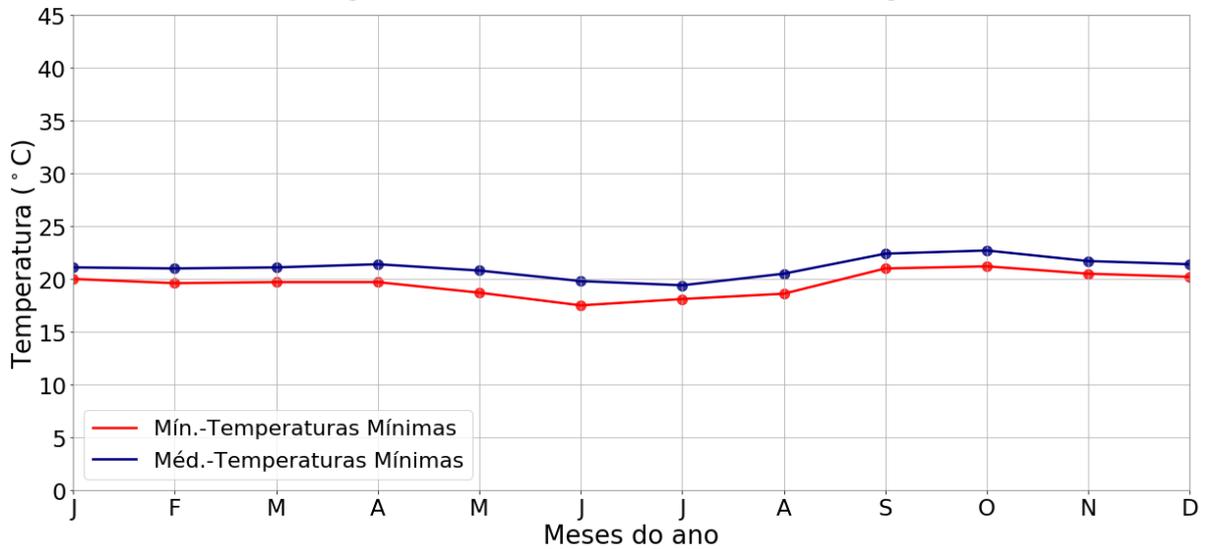
FIGURA 6.6 – VARIACÃO DA TEMPERATURA MÍNIMA NA ESTAÇÃO SANTA RITA DE CÁSSIA - IBIPETUBA



Fonte: UFPR/ITTI (2018).

Quanto à Estação Taguatinga (TABELA 6.6 e FIGURA 6.7), a temperatura mínima média mensal registrada oscila anualmente entre 19,4°C e 22,7°C nos meses de julho e outubro, respectivamente. O trimestre mais frio compreende os meses de junho, julho e agosto, e o trimestre mais ameno compreende os meses de setembro, outubro e novembro.

FIGURA 6.7 – VARIAÇÃO DA TEMPERATURA MÍNIMA NA ESTAÇÃO TAGUATINGA



Fonte: UFPR/ITTI (2018).

#### 6.1.2.2.2 Temperatura máxima

Os dados de temperatura máxima, apresentados na TABELA 6.7, representam o maior registro de temperatura máxima média para um mês específico da série histórica e também o valor médio das temperaturas máximas medidas nas Estações Barreiras, Correntina, Santa Rita de Cássia - Ibipetuba e Taguatinga.

TABELA 6.7 – TEMPERATURAS MÁXIMAS, EM °C

| Mês do Ano  | Máximas das Temperaturas Máximas (°C) |            |                                  |            | Média das Temperaturas Máximas (°C) |            |                                  |            |
|-------------|---------------------------------------|------------|----------------------------------|------------|-------------------------------------|------------|----------------------------------|------------|
|             | Barreiras                             | Correntina | Santa Rita de Cássia – Ibipetuba | Taguatinga | Barreiras                           | Correntina | Santa Rita de Cássia – Ibipetuba | Taguatinga |
| Jan         | 34,5                                  | 34,6       | 37,8                             | 33,4       | 31,8                                | 31,2       | 32,7                             | 31,3       |
| Fev         | 34,0                                  | 33,3       | 35,1                             | 34,2       | 31,6                                | 31,5       | 31,8                             | 31,1       |
| Mar         | 34,1                                  | 34,7       | 35,2                             | 34,1       | 31,7                                | 31,4       | 32,1                             | 31,4       |
| Abr         | 36,1                                  | 35,4       | 35,9                             | 35,2       | 32,2                                | 31,5       | 32,5                             | 32,0       |
| Mai         | 34,7                                  | 33,7       | 35,7                             | 34,5       | 32,6                                | 31,4       | 32,5                             | 32,1       |
| Jun         | 33,7                                  | 32,3       | 33,9                             | 33,0       | 32,2                                | 30,7       | 32,3                             | 31,7       |
| Jul         | 34,2                                  | 32,6       | 34,0                             | 33,3       | 32,4                                | 30,6       | 32,5                             | 31,8       |
| Ago         | 35,3                                  | 33,6       | 35,3                             | 35,1       | 33,8                                | 31,9       | 33,9                             | 33,2       |
| Set         | 37,5                                  | 36,3       | 37,7                             | 37,2       | 35,6                                | 33,9       | 35,7                             | 35,0       |
| Out         | 37,8                                  | 36,3       | 37,9                             | 37,7       | 35,7                                | 34,3       | 36,1                             | 34,4       |
| Nov         | 36,4                                  | 36,0       | 36,6                             | 35,2       | 32,9                                | 32,0       | 33,7                             | 32,0       |
| Dez         | 36,2                                  | 36,1       | 36,7                             | 35,8       | 32,0                                | 31,2       | 32,6                             | 31,4       |
| Média anual | -                                     | -          | -                                | -          | 32,9                                | 31,8       | 33,2                             | 32,3       |

Fonte: UFPR/ITTI (2018).

De forma geral, as temperaturas máximas mensais foram registradas no mês de outubro nas quatro estações meteorológicas, durante o período da primavera. As temperaturas máximas foram de 37,8°C em Barreiras (BA), em novembro; 36,3°C em Correntina (BA) em setembro e outubro; 37,9°C em Santa Rita de Cássia – Ibipetuba (BA) em outubro; e 37,7°C em Taguatinga (TABELA 6.7).

As temperaturas máximas mais amenas foram registradas no período de transição do outono para o inverno, com valores de 33,7°C em Barreiras (BA), 32,3°C em Correntina (BA), 33,9°C em Santa Rita de Cássia – Ibipetuba (BA) e 33°C em Taguatinga (BA).

Quanto às temperaturas máximas médias, o padrão também foi similar. As maiores médias se concentram nos meses de setembro e outubro: 35,7°C em Barreiras (BA), 34,3°C em Correntina, 36,1°C em Santa Rita de Cássia – Ibipetuba (BA) e 35°C em Taguatinga. As médias das temperaturas máximas mais amenas foram registradas no mês de fevereiro em todas as estações, com exceção de Correntina, quando esse valor se deu em julho. Tais medições foram de 31,6°C em Barreiras (BA), 30,6°C em Correntina, 31,8°C em Santa Rita de Cássia – Ibipetuba (BA) e 31,1°C em Taguatinga (BA). Comparando essas temperaturas com as médias das máximas mais amenas medidas no período de inverno, vê-se, contudo, pequena variação térmica, de cerca de 0,6°C.

Em relação à média anual para cada estação, observa-se que as temperaturas máximas flutuam mais em relação ao período mais quente (variação de cerca de 2,7 °C) do que em relação ao período mais frio (variação de cerca de 1,3°C). Esse fato pode ser exemplificado pela média anual da Estação Barreiras (32,9°C), a qual destoa em 2,8°C para o período quente (35,7°C) e 1,3°C para o período frio (31,6°C).

As distribuições anuais das temperaturas máximas apresentadas na TABELA 6.7 são mostradas graficamente na FIGURA 6.8 (Estação Barreiras), FIGURA 6.9 (Estação Correntina), FIGURA 6.10 (Estação Santa Rita de Cassia - Ibipetuba) e FIGURA 6.11 (Estação Taguatinga).

De forma mais específica, a temperatura máxima média mensal registrada para a Estação Barreiras (TABELA 6.7 e FIGURA 6.8) oscila anualmente entre 31,8 °C no mês de fevereiro a 35,7 °C no mês de outubro. Nota-se também que o trimestre mais quente compreende os meses de setembro, outubro e novembro e o trimestre mais ameno compreende os meses de janeiro, fevereiro e março.

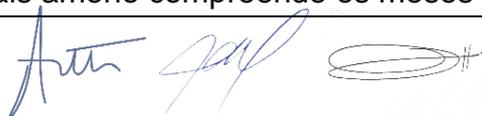
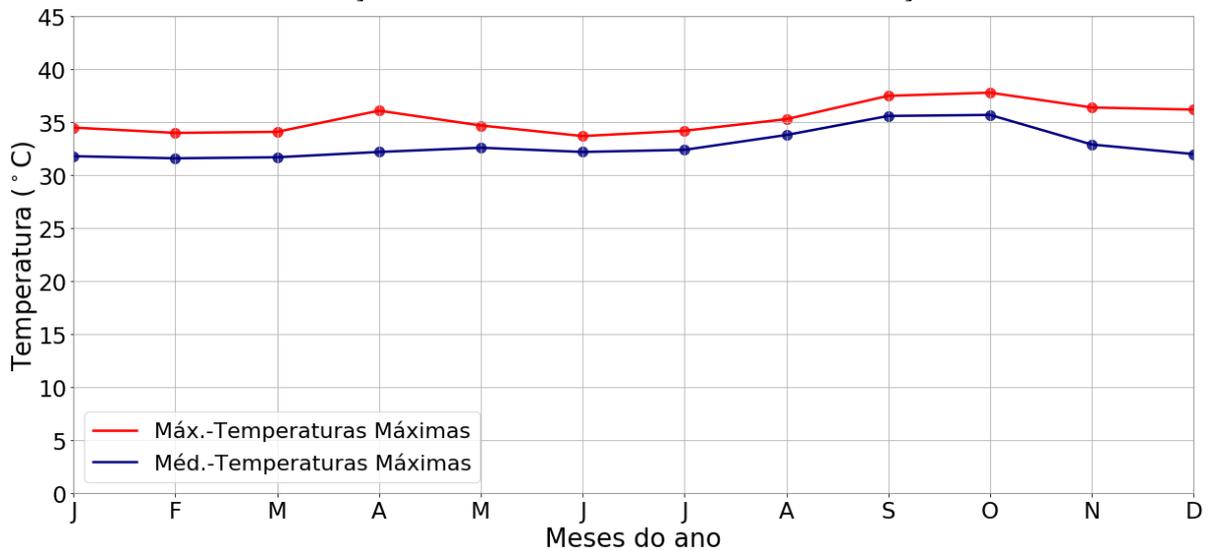


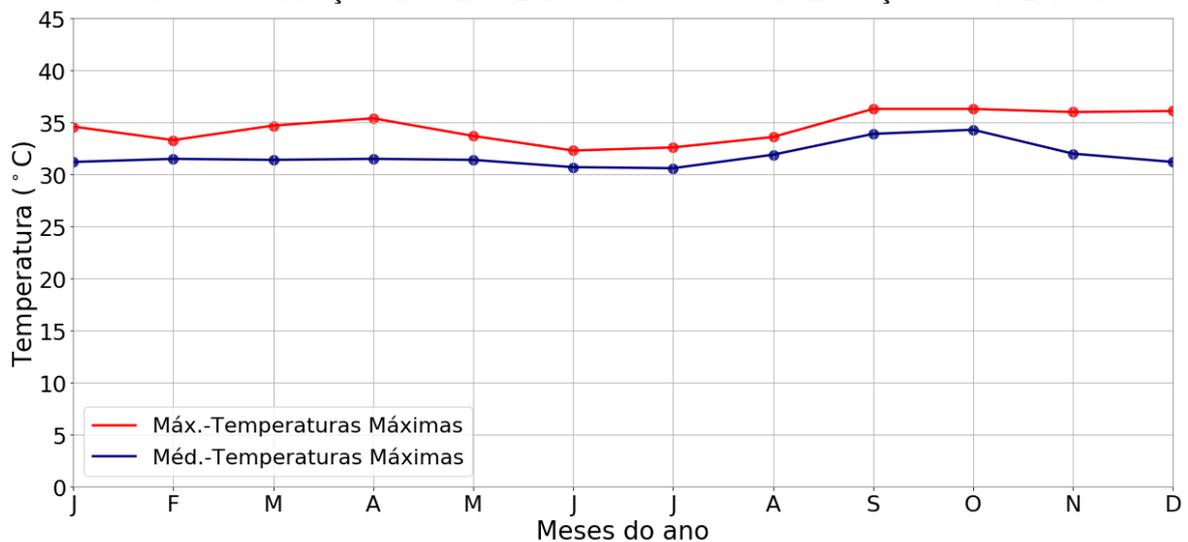
FIGURA 6.8 – VARIAÇÃO DA TEMPERATURA MÁXIMA NA ESTAÇÃO BARREIRAS



Fonte: UFPR/ITTI (2018).

A temperatura máxima mensal registrada para a Estação Correntina (TABELA 6.7 e FIGURA 6.9) oscila anualmente entre cerca de 30,6 °C no mês de julho e 34,3 °C no mês de outubro. O trimestre mais quente compreende os meses de setembro, outubro e novembro e o trimestre mais ameno compreende os meses de maio, junho e julho.

FIGURA 6.9 – VARIAÇÃO DA TEMPERATURA MÁXIMA NA ESTAÇÃO CORRENTINA

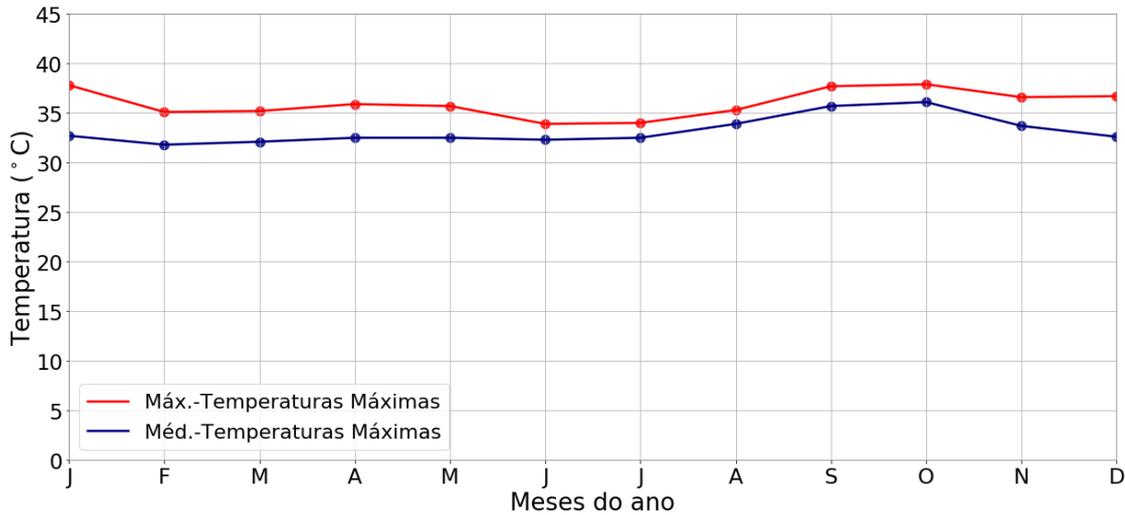


Fonte: UFPR/ITTI (2018).

A temperatura máxima mensal registrada para a Estação Santa Rita de Cassia - Ibitepuba (TABELA 6.7 e FIGURA 6.10) oscila anualmente entre aproximadamente 31,8°C em fevereiro e 36°,1C em outubro. O trimestre mais quente

compreende os meses de agosto, setembro e outubro, e o trimestre mais ameno compreende os meses de fevereiro, março e abril.

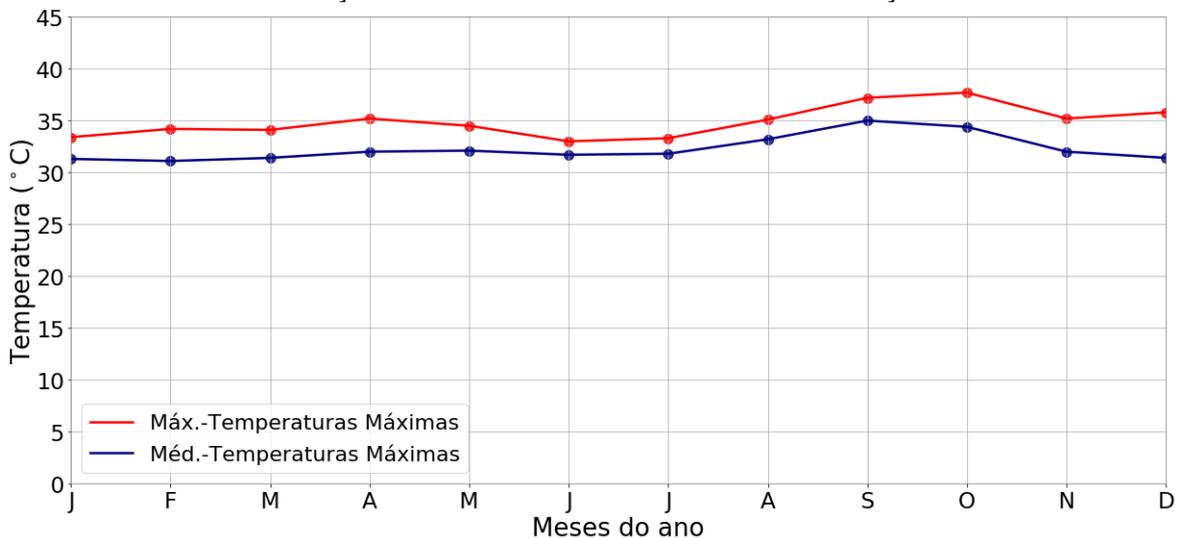
FIGURA 6.10 – VARIAÇÃO DA TEMPERATURA MÁXIMA NA ESTAÇÃO SANTA RITA DE CASSIA - IBIPETUBA



Fonte: UFPR/ITTI (2018).

A temperatura máxima mensal registrada para a Estação Taguatinga (TABELA 6.7 e FIGURA 6.11) oscila anualmente entre aproximadamente 31,1°C em fevereiro e 35°C em setembro. O trimestre mais quente compreende os meses de agosto, setembro e outubro e o trimestre mais ameno compreende os meses de janeiro, fevereiro e março.

FIGURA 6.11 – VARIAÇÃO DA TEMPERATURA MÁXIMA NA ESTAÇÃO TAGUATINGA



Fonte: UFPR/ITTI (2018).

## 6.1.2.2.3 Temperatura compensada média

Segundo Branco (2014), as médias das Médias Compensadas nas estações meteorológicas são feitas a partir de leituras de temperaturas de seis em seis horas, às 9h, 15h e 21h, por exemplo. Para um perfeito controle, dever-se-ia fazer uma quarta leitura, às 3h da madrugada, o que não costuma ocorrer, por se tratar de horário de descanso do observador. Assim, a temperatura média que se calcula não é exatamente a média do dia, pois falta o valor das 3h. Então, é calculada uma média englobando as três leituras e mais a máxima e a mínima.

As médias mensais das temperaturas compensadas médias, mostrada na TABELA 6.8, são outros dados disponibilizados pelo INMET e que ponderam a ocorrência dos valores de temperatura e não representam a média aritmética entre as temperaturas máximas e mínimas.

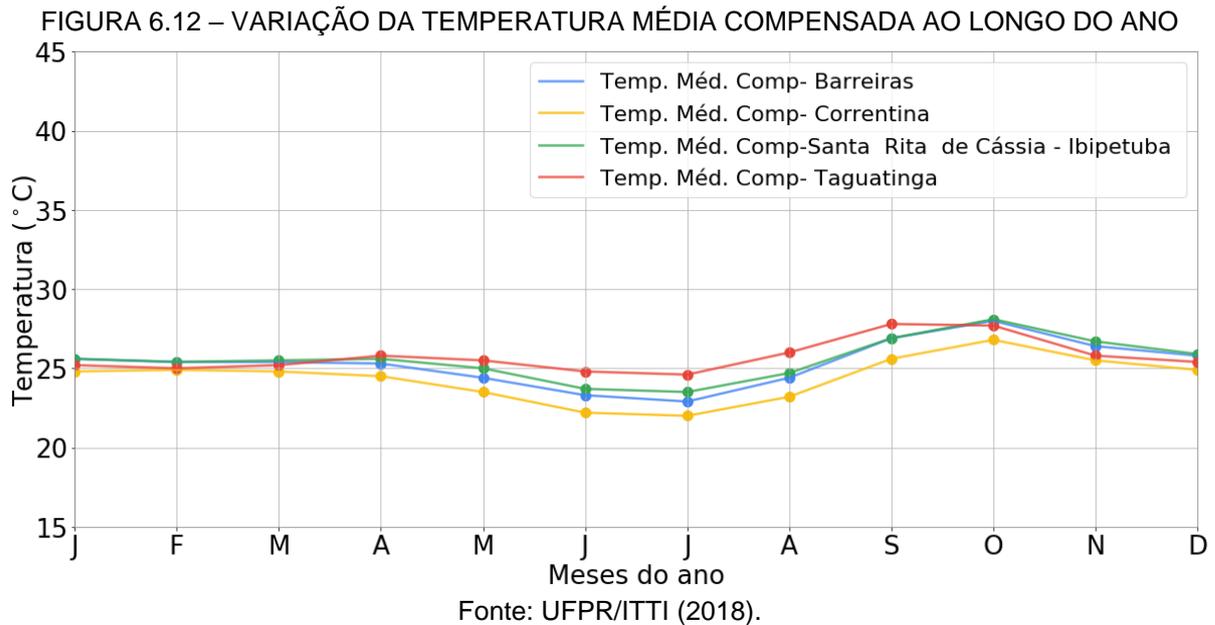
TABELA 6.8 – MÉDIAS MENSAIS DAS TEMPERATURAS COMPENSADAS MÉDIAS, EM °C

| Mês do ano  | Barreiras | Correntina | Santa Rita de Cassia - Ibipetuba | Taguatinga |
|-------------|-----------|------------|----------------------------------|------------|
| Jan         | 25,6      | 24,8       | 25,6                             | 25,2       |
| Fev         | 25,4      | 24,9       | 25,4                             | 25,0       |
| Mar         | 25,4      | 24,8       | 25,5                             | 25,2       |
| Abr         | 25,3      | 24,5       | 25,6                             | 25,8       |
| Mai         | 24,4      | 23,5       | 25,0                             | 25,5       |
| Jun         | 23,3      | 22,2       | 23,7                             | 24,8       |
| Jul         | 22,9      | 22,0       | 23,5                             | 24,6       |
| Ago         | 24,4      | 23,2       | 24,7                             | 26,0       |
| Set         | 26,9      | 25,6       | 26,9                             | 27,8       |
| Out         | 28,0      | 26,8       | 28,1                             | 27,7       |
| Nov         | 26,4      | 25,5       | 26,7                             | 25,8       |
| Dez         | 25,8      | 24,9       | 25,9                             | 25,4       |
| Média anual | 25,3      | 24,4       | 25,5                             | 25,7       |

Fonte: UFPR/ITTI (2018).

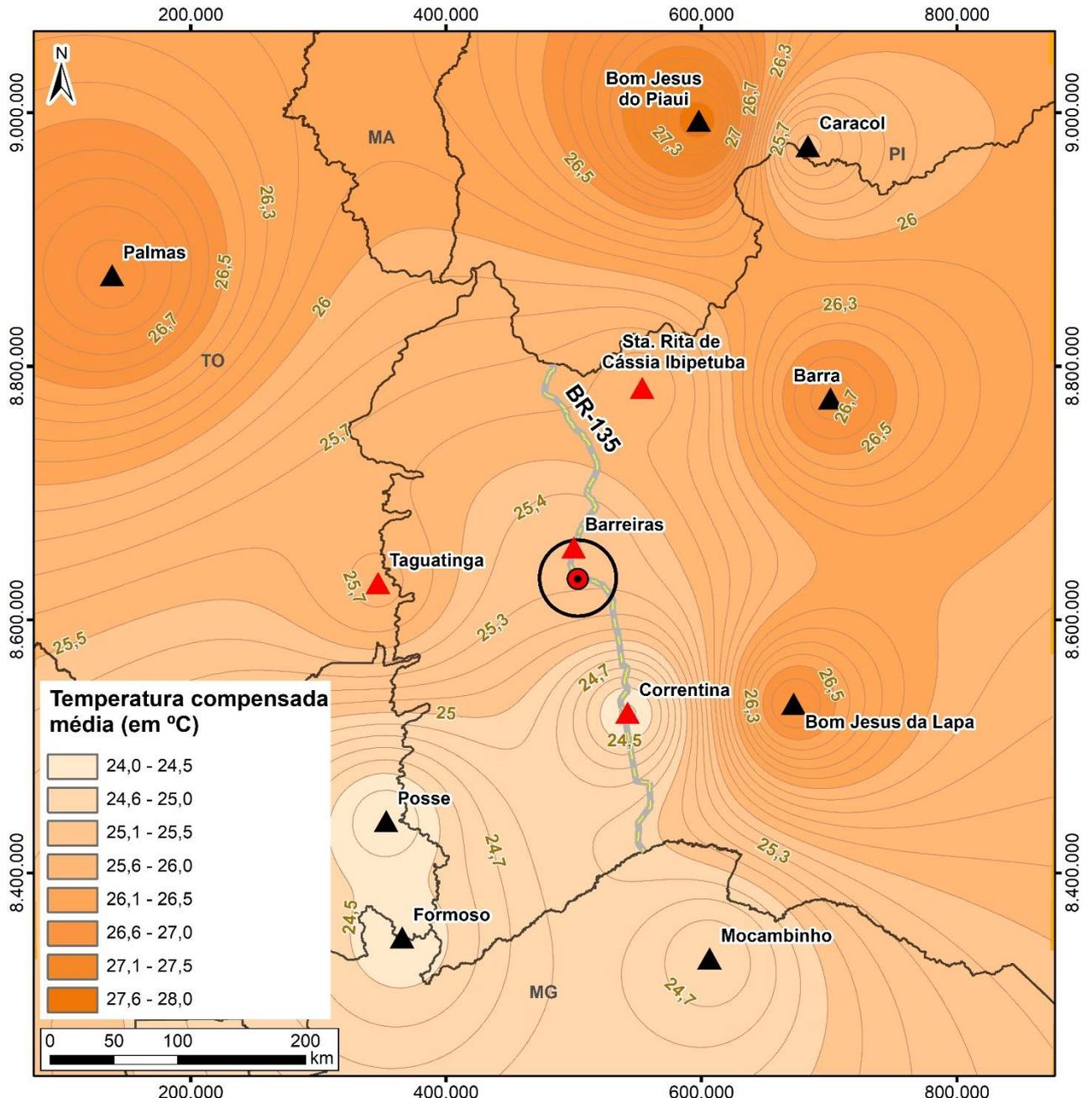
A temperatura compensada média oscila entre 22,9°C (julho) e 28°C (outubro) para Barreiras (BA), entre 22°C (julho) e 26,8°C (outubro) para Correntina (BA), entre 23,5°C (julho) e 28,1°C (outubro) para Santa Rita de Cassia – Ibipetuba (BA) e entre 24,6°C (julho) e 27,8°C (setembro) para Taguatinga (BA).

A FIGURA 6.12 ilustra que a temperatura compensada média nas quatro estações meteorológicas avaliadas segue a mesma tendência de variação de temperatura ao longo do ano, denotando que a temperatura local é homogênea e compatível com estações do ano bem definidas. A altitude similar das estações também é outro fator que corrobora com a homogeneidade da temperatura.



A FIGURA 6.13 apresenta o mapa de das isolinhas de temperatura média compensada gerado a partir da interpolação da média anual das estações da AE utilizadas.

FIGURA 6.13 – ISOLINHAS DE TEMPERATURA COMPENSADA MÉDIA



| LOCALIZAÇÃO  | LEGENDA  | INFORMAÇÕES  |
|--|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: red;">●</span> Localização do empreendimento</li> <li><span style="color: green;">—</span> BR-135</li> <li><span style="color: orange;">—</span> isolinhas de temperatura</li> <li><span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> Limites estaduais</li> <li><span style="border: 2px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> Área de Estudo - Meio Físico</li> </ul> <p><b>Estações Meteorológicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: red;">▲</span> Estações estudadas</li> <li><span style="color: black;">▲</span> Demais estações</li> </ul> | <p align="center"><b>MAPA DE TEMPERATURA</b></p> <p align="center"> </p>   |
|  |  | <p><b>PROJETO</b></p> <p align="center">EIA/RIMA - BR-135/BA</p> <p><b>FONTE DE DADOS</b></p> <p>Localização do empreendimento - ITTI, 2018;<br/>                 Área de Estudo (Físico) - ITTI, 2018;<br/>                 Estações meteorológicas, temperatura e isolinhas - INMET, 2018;<br/>                 Limites estaduais - IBGE, 2015;<br/>                 BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> <p><b>ESCALA</b></p> <p align="center">1:5.000.000   1 cm = 50.000 m</p> |
| <p align="center"><b>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</b></p> <p align="center">Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>                 Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>                 Meridiano Central: 57° W</p> |  |  |

Fonte: UFPR/ITTI (2018).

Alexandre Flávia W. João Pacheco

### 6.1.2.3 Evaporação

Evaporação é o processo natural pelo qual a água de uma superfície livre (líquida) ou de uma superfície úmida passa para a atmosfera na forma de vapor a uma temperatura inferior à de ebulição.

O processo físico da evaporação é função principalmente da temperatura e umidade do ar, sendo influenciado ainda pela pressão atmosférica, pela velocidade média do vento, pelos sólidos solúveis, pela umidade e natureza do solo. Assim, regiões de clima seco e quente favorecem a evaporação, ao contrário de regiões de clima frio e úmido.

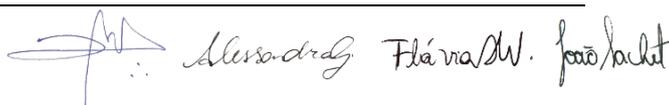
Em postos meteorológicos padrão, o equipamento oficial para a realização das medições da evaporação é o Evaporímetro de Piche, o qual permanece à sombra, dentro do abrigo meteorológico. A TABELA 6.9 apresenta os dados de evaporação mensal de Piche média ao longo do ano.

TABELA 6.9 – EVAPORAÇÃO MENSAL DE MÉDIA (MM)

| Mês do ano  | Barreiras | Correntina | Santa Rita de Cássia - Ibipetuba | Taguatinga |
|-------------|-----------|------------|----------------------------------|------------|
| Jan         | 98,1      | 90,5       | 135,5                            | 117,9      |
| Fev         | 78,3      | 94,4       | 107,1                            | 99,8       |
| Mar         | 84,8      | 97,2       | 105,4                            | 103,7      |
| Abr         | 94,6      | 100,1      | 120,2                            | 133,9      |
| Mai         | 121,4     | 124,0      | 149,0                            | 192,6      |
| Jun         | 147,6     | 147,8      | 196,8                            | 239,5      |
| Jul         | 184,5     | 168,9      | 225,8                            | 284,7      |
| Ago         | 226,5     | 223,5      | 263,4                            | 345,1      |
| Set         | 249,3     | 235,0      | 290,0                            | 351,3      |
| Out         | 224,4     | 194,2      | 290,0                            | 263,9      |
| Nov         | 128,2     | 113,8      | 192,2                            | 140,6      |
| Dez         | 98,4      | 102,0      | 141,4                            | 117,6      |
| Total geral | 1736,1    | 1691,4     | 2216,8                           | 2390,6     |

Fonte: UFPR/ITTI (2018).

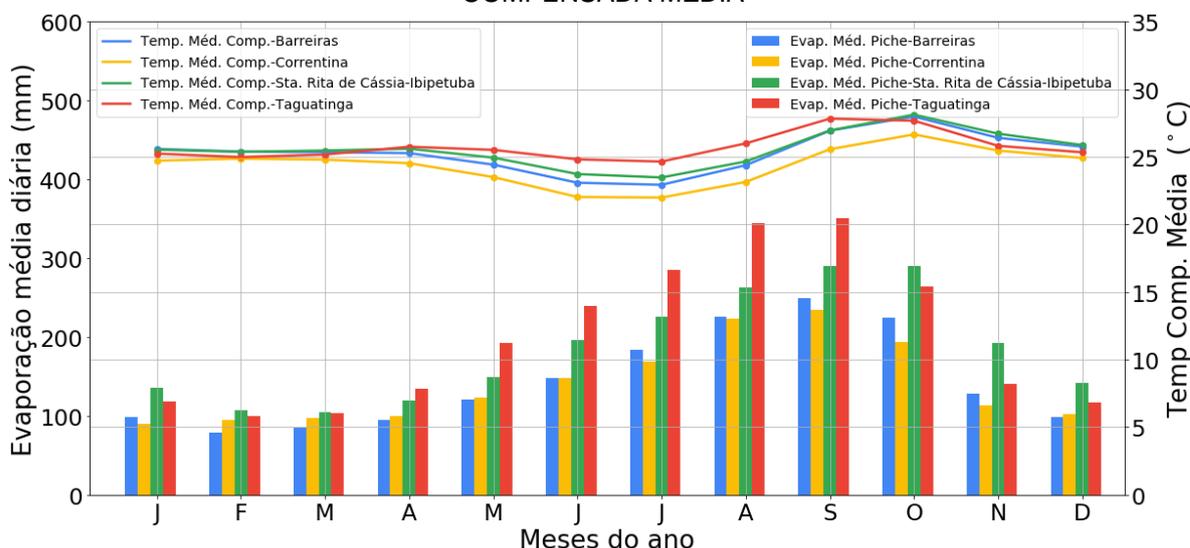
A evaporação oscilou entre 78,3mm e 249,3mm para Barreiras (BA); entre 90,5mm e 235mm para Correntina (BA); entre 105,4mm e 290mm para Santa Rita de Cássia - Ibipetuba (BA); e entre 99,8mm e 351,3mm para Taguatinga (BA). As quatro estações apresentaram evaporação mínimas e máximas aproximadamente nas

mesmas épocas do ano, sendo que os valores inferiores estão relacionados com o trimestre janeiro, fevereiro e março e os valores superiores, com o bimestre agosto-setembro. Nota-se ainda que a região onde se localiza a Estação Taguatinga apresentou maior oscilação na evaporação, na qual o valor superior é cerca de 3,5 vezes o valor inferior. Por outro lado, a Estação Correntina (BA) apresentou a menor razão (2,6 vezes).

Na FIGURA 6.14 é apresentada graficamente a evolução anual dos valores de Evaporação de Piche mensal, apresentados na TABELA 6.9, em comparação com os valores de temperatura compensada média mensal, apresentados na TABELA 6.8.

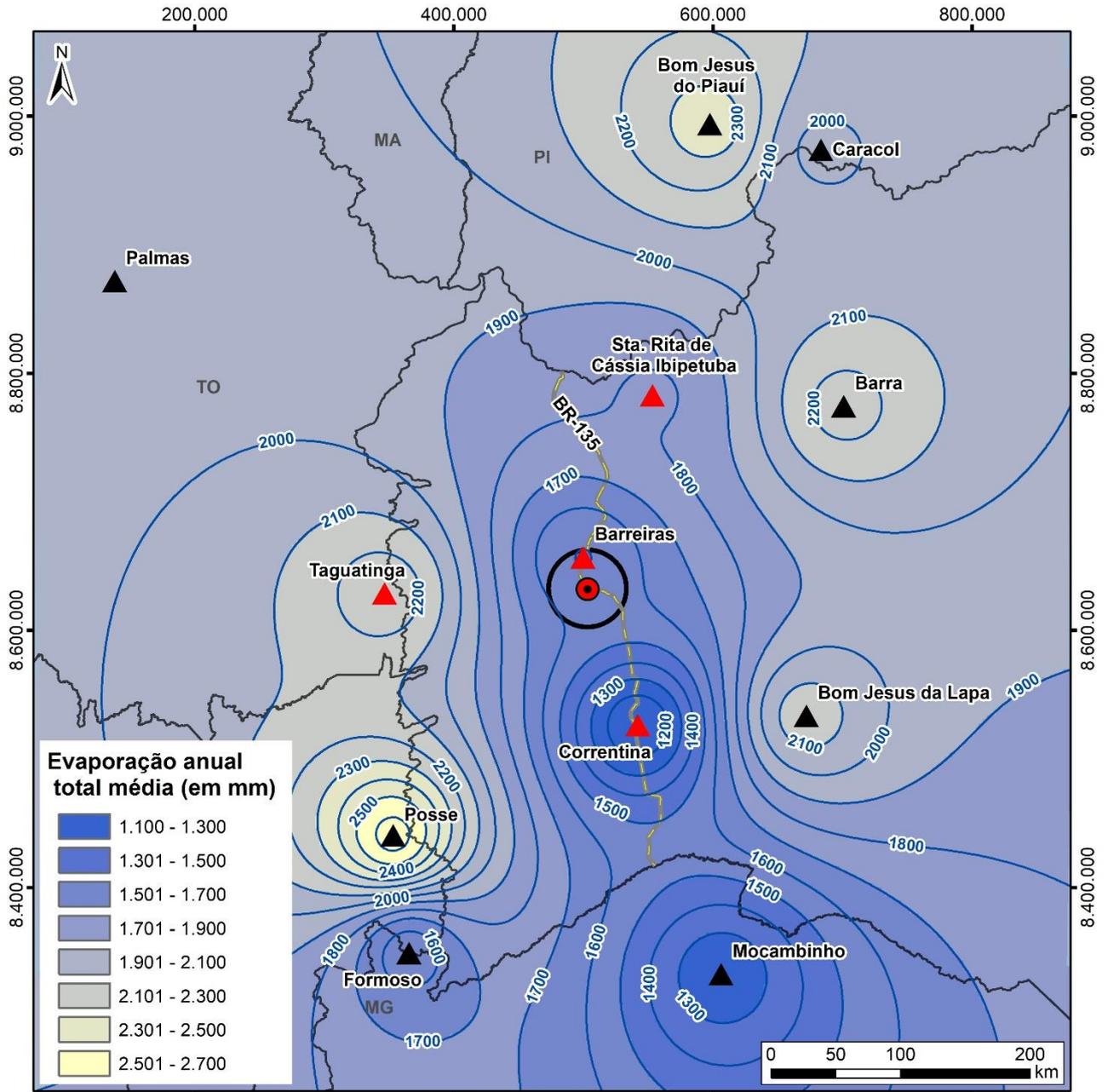
FIGURA 6.14 – EVAPORAÇÃO DE PICHE MENSAL EM COMPARAÇÃO COM TEMPERATURA COMPENSADA MÉDIA



Fonte: UFPR/ITTI (2018).

Conforme descrito anteriormente, a evaporação possui registros de máximas no bimestre agosto-setembro, meses que apresentam os picos de temperatura da região. Assim, nota-se a dependência da relação evaporação-temperatura, porém, também se faz necessário analisar a exposição do disco solar na região. A FIGURA 6.15 mostra os valores médios (isolinhas) de evaporação total anual de Piche com base nas 12 estações analisadas (QUADRO 6.1).

FIGURA 6.15 – ISOLINHAS DE EVAPORAÇÃO



| LOCALIZAÇÃO | LEGENDA  | INFORMAÇÕES  |
|-------------|--|--|
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: red;">●</span> Localização do empreendimento</li> <li><span style="color: blue;">—</span> BR-135</li> <li><span style="color: blue;">—</span> Isolinhas de evaporação</li> <li><span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> Limites estaduais</li> <li><span style="border: 2px solid black; border-radius: 50%; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> Área de Estudo - Meio Físico</li> <li><b>Estações Meteorológicas</b></li> <li><span style="color: red;">▲</span> Estações estudadas</li> <li><span style="color: black;">▲</span> Demais estações</li> </ul> <p><b>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</b></p> <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>                     Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>                     Meridiano Central: 57° W</p> | <p><b>EVAPORAÇÃO</b></p> <p></p> <p><b>PROJETO</b><br/>EIA/RIMA - BR-135/BA</p> <p><b>FONTE DE DADOS</b><br/>                     Localização do empreendimento - ITTI, 2018;<br/>                     Área de Estudo (Físico) - ITTI, 2018;<br/>                     Rodovias - DNIT, 2015;<br/>                     Estações Meteorológicas, evaporação - INMET, 2018;<br/>                     Limites estaduais - IBGE, 2015;<br/>                     BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> <p><b>ESCALA</b><br/>1:5.000.000   1 cm = 50.000 m</p> |

Fonte: UFPR/ITTI (2018).

## 6.1.2.4 Insolação

A insolação representa o número de horas nas quais, durante o dia, o disco solar é visível para um observador situado à superfície terrestre com horizonte desobstruído. Portanto, é o intervalo total de tempo em que o sol não esteve oculto por nuvens ou fenômenos atmosféricos de qualquer natureza. Nesse sentido, a insolação é sempre igual ou menor que o fotoperíodo (insolação máxima teoricamente possível) (VAREJÃO, 2001).

Essa variável climática é importante, na medida em que interfere na dinâmica dos seres vivos. O racional aproveitamento do fotoperíodo pode trazer sensível economia de energia elétrica, ajustando-se o início e o término da jornada de trabalho de modo a aproveitá-lo melhor. Em atividades agrícolas, por seu turno, a insolação pode ser decisiva, já que interfere na fisiologia de muitas espécies de vegetais.

A TABELA 6.10 apresenta os dados de insolação média ao longo do ano, em horas por mês, para as estações Barreiras, Correntina, Santa Rita de Cássia – Ibipetuba e Taguatinga.

TABELA 6.10 – INSOLAÇÃO MENSAL, EM HORAS

| Mês do ano | Barreiras | Correntina | Santa Rita de Cássia - Ibipetuba | Taguatinga | Média |
|------------|-----------|------------|----------------------------------|------------|-------|
| Jan        | 131,5     | 190,3      | 181,7                            | 96,8       | 150,1 |
| Fev        | 113,2     | 174,0      | 178,6                            | 85,3       | 137,8 |
| Mar        | 124,0     | 192,9      | 189,3                            | 107,2      | 153,4 |
| Abr        | 130,3     | 205,2      | 207,1                            | 140,8      | 170,9 |
| Mai        | 149,9     | 225,6      | 236,5                            | 167,2      | 194,8 |
| Jun        | 176,7     | 216,4      | 247,8                            | 180,0      | 205,2 |
| Jul        | 188,8     | 178,0      | 266,1                            | 156,1      | 197,2 |
| Ago        | 211,2     | 219,1      | 270,9                            | 171,0      | 218,1 |
| Set        | 184,7     | 214,7      | 234,8                            | 152,4      | 196,6 |
| Out        | 165,0     | 175,3      | 226,9                            | 115,3      | 170,6 |
| Nov        | 131,9     | 151,2      | 188,0                            | 89,8       | 140,2 |
| Dez        | 121,5     | 168,8      | 195,3                            | 92,5       | 144,5 |
| Média      | 152,4     | 192,6      | 218,6                            | 129,5      | 173,3 |

Fonte: UFPR/ITTI (2018).

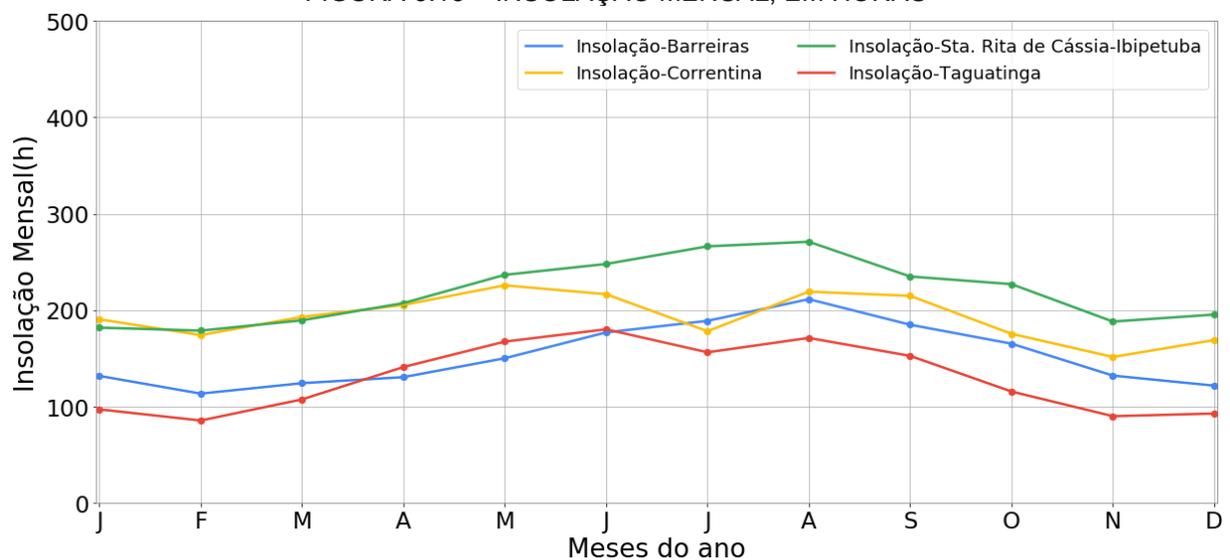
A insolação oscilou entre 113,2 h e 211,2 h em Barreiras (BA), entre 151,2 h e 225,6 h em Correntina (BA), entre 178,6 h e 270,9 h em Santa Rita de Cássia – Ibipetuba (BA) e entre 85,3 h e 180 h em Taguatinga (BA). As médias mínimas e máximas nas quatro estações foram, portanto, iguais a 137,8 h e 218,1 h, respectivamente.

As quatro estações apresentaram médias máximas de insolação nos meses de maio, junho e agosto. Embora essa época caracterize-se pelo outono e inverno e esteja temporalmente próxima do solstício de inverno (dia com menor tempo de incidência de luz solar), as médias mensais de insolação foram as mais elevadas. Esse comportamento permite concluir que entre os meses de junho e agosto há a menor incidência de nuvens, ou seja, a maior exposição do disco solar.

Já os menores valores de insolação ocorreram no mês de fevereiro em todas as estações, com exceção da Estação Correntina, onde esse valor se deu em novembro.

Na FIGURA 6.16 é apresentada graficamente a evolução anual dos valores de insolação média mensal apresentada na TABELA 6.10.

FIGURA 6.16 – INSOLAÇÃO MENSAL, EM HORAS



Fonte: UFPR/ITTI (2018).

---

#### 6.1.2.5 Direção predominante e velocidade média do vento

O vento tem sua origem no aquecimento desigual da superfície terrestre. Espacialmente, varia em escala global (macroescala), escala regional (mesoescala) e escala local (microescala) e, temporalmente, a velocidade do vento apresenta flutuações desde intervalos de tempo inferiores a um minuto até intervalos de anos ou décadas (SENAI, 2013). Enquanto as primeiras têm caráter fortemente aleatório, as segundas seguem tendências bem definidas e possuem baixa variabilidade.

A análise do comportamento usual dos ventos na região de interesse foi feita também a partir dos dados do INMET. Esse estudo possui importância, sobretudo no caso de atividades com significativas emissões atmosféricas, já que é o principal parâmetro meteorológico responsável pela dispersão dos poluentes atmosféricos que, em determinadas concentrações, podem gerar impactos ambientais.

Considerando a série de dados, foram feitas análises com o propósito de buscar compreender a dinâmica das velocidades e direções dos ventos na região. Inicialmente, são apresentadas a TABELA 6.11 e a FIGURA 6.17, consolidando a média aritmética para todo o período de registro, com as velocidades médias e máximas dos ventos para cada mês do ano e para as estações de medição Barreiras, Correntina, Santa Rita de Cássia – Ibipetuba e Taguatinga.

TABELA 6.11 – MÉDIA MENSAL, MÁXIMA DE VELOCIDADE DOS VENTOS E ORIENTAÇÃO E FREQUÊNCIA DO VENTO PREDOMINANTE

| Mês do ano | Velocidade média mensal (m/s) |     |     |     | Velocidade máxima (m/s) |     |     |     | Orientação e frequência (%) do vento predominante |                   |                        |                      |
|------------|-------------------------------|-----|-----|-----|-------------------------|-----|-----|-----|---|-------------------|------------------------|----------------------|
|            | A                             | B   | C   | D   | A                       | B   | C   | D   | A   | B                 | C                      | D                    |
| Jan        | 1,3                           | 1,5 | 1,6 | 0,4 | 2,0                     | 2,1 | 2,1 | 0,6 | Calmo (56%); NE/SW (15%)                          | E (83%); NE (9%)  | E (81%); W (14%)       | Calmo (96%); NW (4%) |
| Fev        | 1,3                           | 1,5 | 1,6 | 0,3 | 1,8                     | 1,9 | 2,0 | 0,7 | Calmo (57%); NE (25%)                             | E (86%); W (9%)   | E (80%); W (8%)        | Calmo (100%)         |
| Mar        | 1,2                           | 1,4 | 1,6 | 0,4 | 2,1                     | 2,0 | 2,2 | 0,6 | Calmo (64%); NE (21%)                             | E (76%); W (10%)  | E (88%); W (8%)        | Calmo (97%); N (3%)  |
| Abr        | 1,2                           | 1,5 | 1,5 | 0,4 | 1,7                     | 2,2 | 2,0 | 0,8 | Calmo (62%); NE/S (15%)                           | E (89%); W (5%)   | E (87%); SE (9%)       | Calmo (100%)         |
| Mai        | 1,2                           | 1,6 | 1,5 | 0,6 | 1,7                     | 2,3 | 1,9 | 0,9 | Calmo (38%); SW (23%)                             | E (70%); W (15%)  | E (91%); SE/Calmo (4%) | Calmo (100%)         |
| Jun        | 1,4                           | 1,8 | 1,7 | 0,9 | 2,2                     | 2,5 | 2,3 | 1,2 | Calmo (37%); SW (22%)                             | E (65%); W (25%)  | E (91%); SE/Calmo (4%) | Calmo (90%); E (7%)  |
| Jul        | 1,6                           | 2,1 | 1,8 | 1,1 | 2,4                     | 2,9 | 2,2 | 1,8 | Calmo (31%); S (31%)                              | E (80%); SE (13%) | E (91%); SE (9%)       | Calmo (80%); E (20%) |
| Ago        | 1,7                           | 2,2 | 2,0 | 1,3 | 2,6                     | 3,0 | 2,8 | 1,8 | Calmo (39%); S (21%)                              | E (100%)          | E (87%); SE (9%)       | Calmo (89%); E (11%) |
| Set        | 2,1                           | 2,1 | 2,2 | 1,1 | 2,9                     | 2,7 | 2,7 | 1,6 | Calmo (64%); NE (11%)                             | E (88%); W (6%)   | E (95%); SE (5%)       | Calmo (86%); E (14%) |
| Out        | 1,9                           | 1,9 | 2,1 | 0,6 | 2,4                     | 2,4 | 2,7 | 1,1 | Calmo (54%); NE (19%)                             | E (89%); W (11%)  | E (91%); SE (5%)       | Calmo (100%)         |
| Nov        | 1,5                           | 1,6 | 1,9 | 0,4 | 2,2                     | 2,1 | 2,4 | 0,8 | Calmo (38%); NE (38%)                             | E (90%); W (10%)  | E (87%); S (9%)        | Calmo (100%)         |
| Dez        | 1,4                           | 1,5 | 1,6 | 0,3 | 3                       | 1,9 | 2,0 | 0,8 | Calmo (56%); NE (28%)                             | E (90%); W (10%)  | E (91%); S/SE (4%)     | Calmo (100%)         |
| Média      | 1,5                           | 1,7 | 1,8 | 0,7 | -                       | -   | -   | -   | -   | -                 | -                      | -                    |

Legenda: A) Estação Barreiras; B) Estação Correntina; C) Estação Santa Rita de Cássia – Ibipetuba; D) Estação Taguatinga.

Fonte: UFPR/ITTI (2018).

Com base na TABELA 6.11, verifica-se que os valores medidos nas quatro estações meteorológicas são, em geral, classificados como “aragem” de acordo com a Escala Beaufort (Grau 1), com pequena variação ao longo do ano, sendo a velocidade máxima das médias das estações igual a 2,2 m/s e a velocidade mínima das médias igual a 0,3 m/s.

A partir da base de dados, a velocidade média anual é de 1,5 m/s para a Estação Barreiras, 1,7 m/s para a Estação Correntina, 1,8 m/s para a Estação Santa Rita de Cassia - Ibipetuba e 0,7 m/s para a Estação Taguatinga.

A média das velocidades máximas por mês registradas no banco de dados das quatro estações revela que o maior pico de ventos ocorreu em agosto (2,6 m/s – brisa leve) e o mês de fevereiro registra o menor pico de ventos (1,6 m/s - brisa leve), confirmando a pequena variação das velocidades do vento ao longo do ano.

Ao analisar cada estação isoladamente, em Barreiras (BA), a média das velocidades máximas registradas no banco de dados mostra que o mês de dezembro registra o maior pico de ventos (3 m/s – brisa leve) e o mês de maio registra o menor pico de ventos (1,7 m/s - brisa leve). O vento é majoritariamente proveniente da direção NE entre os meses de setembro-abril e SW e S entre maio-agosto.

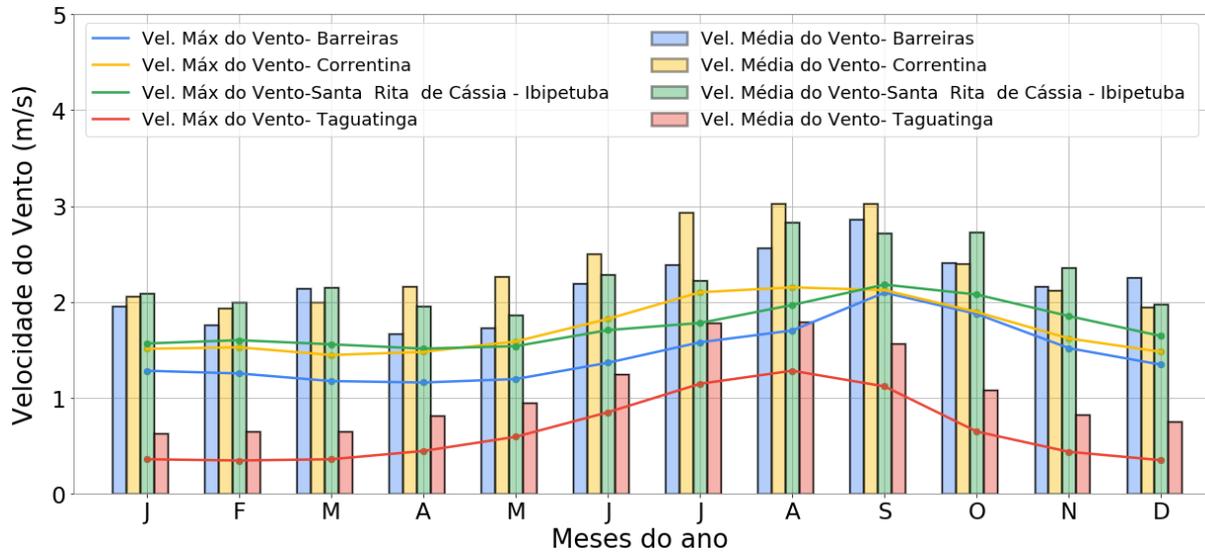
Em Correntina (BA), o mês de agosto registra os maiores picos de ventos (3 m/s - brisa leve) e os meses de fevereiro e dezembro registram os menores picos de ventos (1,9 m/s - brisa leve). O vento é majoritariamente proveniente da direção E ao longo de todo o ano.

Na Estação Santa Rita de Cassia – Ibipetuba, também o mês de agosto registra os maiores picos de vento (2,8 m/s – brisa leve) e o mês de maio registra os menores (1,9 m/s – brisa leve). O vento é majoritariamente proveniente da direção E ao longo de todo o ano.

Por fim, na Estação Taguatinga, a média das velocidades máximas registradas no banco de dados mostra que o mês de agosto registra o maior pico de ventos (1,8 m/s – brisa leve) e os meses de janeiro e março registram os menores picos de ventos (0,6 m/s - aragem). O vento é majoritariamente calmo longo de todo o ano, seguido da direção E entre os meses de junho-setembro.

A seguir, na FIGURA 6.17, são apresentadas as velocidades máximas e médias dos ventos registrados nas quatro estações ao longo do ano, a partir da série histórica de 30 anos.

FIGURA 6.17 – VALORES MÉDIOS E MÁXIMOS MÉDIOS DE VELOCIDADE DO VENTO POR MÊS NAS ESTAÇÕES BARREIRAS, CORRENTINA, SANTA RITA DE CÁSSIA – IBIPETUBA E TAGUATINGA, EM M/S



Fonte: UFPR/ITTI (2018).

Da Silva *et al.* (2002) observaram dados correspondentes à 22 estações selecionadas para estudo situadas no estado da Bahia, nas quais foram consideradas medidas da velocidade média horária e direção correspondente. Como resultados, concluiu-se que há grande variabilidade na direção predominante do vento, podendo ser justificado pela dimensão do estado e a ele estar submetido à ação de diferentes sistemas meteorológicos. Em relação a cada mês, as direções predominantes do vento identificadas foram leste (direção 90°) e sudeste (direção 135°), e a média da velocidade média anual para cada estação foi de 2,24 m/s.

Segundo Nimer (1989), a estação chuvosa nordestina ocorre entre janeiro e abril, durante o movimento extremo para o sul da Frente Intertropical (FIT), tal que os meses restantes ficam secos sob o domínio do centro de ação do Atlântico, representado pela Massa Equatorial Atlântica. Essa massa de ar compõe-se de duas correntes: inferior e superior, sendo a inferior carregada de umidade e bastante fresca, e a corrente superior, muito quente e seca. Com relação à circulação secundária, as chuvas que ocorrem no interior do Nordeste durante o inverno são interrompidas por períodos de estiagem, subordinado às oscilações da FIT, as quais dependem das frentes polares do Atlântico Norte e Sul (FPA). No verão e outono, os avanços da FPA são na maioria das vezes fracos, não chegando a ultrapassar o trópico. Contudo, se o anticiclone polar for vigoroso, a FPA conserva uma orientação NW-SE, podendo vencer a Serra do Mar e caminhar rapidamente até a Bahia (NIMER, 1989). Dessa

forma, o primeiro caso caracteriza anos secos, e o segundo ocorre frequentemente nos anos úmidos.

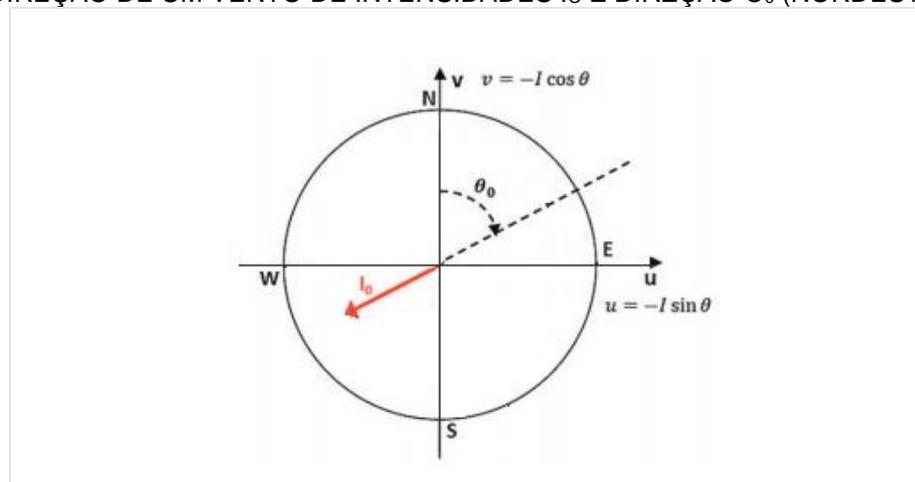
No que se refere aos regimes sinóticos, predomina na Bahia a influência de dois mecanismos: o Anticiclone Subtropical do Atlântico ao sul, e ventos alísios ao norte. A direção desses mecanismos converge, resultando em ventos predominantes vindos do nordeste, leste e sudeste (SENAI, 2013).

Quanto aos mecanismos de mesoescala, exercem importante influência na Bahia brisas marinhas e terrestres, as brisas montanha-vale e os jatos noturnos. Essas brisas tendem a aumentar a intensidade do vento no final do dia nas regiões próximas ao litoral e, durante a noite, nas chapadas e montanhas no interior do Estado. O Atlas Eólico da Bahia (SENAI, 2013) ainda apresenta um mapa do potencial eólico do estado a 80 m de altura, indicando velocidades médias de cerca de 5 m/s, a essa altitude hipotética, nas proximidades do km 207 ao 212 da BR-135/BA.

Para melhor compreensão da análise realizada em relação ao comportamento dos ventos na região, faz-se necessário um breve esclarecimento quanto à metodologia do INMET no que diz respeito à direção dos mesmos.

A direção do vento é definida através do ângulo que a direção Norte (N) forma com a direção da qual o vento é proveniente. Ou seja, se um vento possui sua direção definida como Sudeste (SE), isto significa que ele é proveniente do Sudeste. A FIGURA 6.18 apresenta o diagrama que ilustra um vento de direção Nordeste (NE). Dessa forma, é possível esclarecer que, para os ventos, direção significa proveniência, e não destino.

FIGURA 6.18 – DIAGRAMA ILUSTRANDO A DEFINIÇÃO DO ÂNGULO QUE DETERMINA A DIREÇÃO DE UM VENTO DE INTENSIDADES  $I_0$  E DIREÇÃO  $\theta_0$  (NORDESTE)



Fonte: Adaptado INMET (2018).

*Assinatura*

*Assinatura*

*Assinatura*

---

Na TABELA 6.12 a seguir são apresentadas as velocidades médias, velocidades máximas e a distribuição do vento predominante observadas no período de registro, por estação de medição e segregadas de acordo com a direção do vento.

TABELA 6.12 – VELOCIDADE MÉDIA, VELOCIDADE MÁXIMA E DISTRIBUIÇÃO DO VENTO PREDOMINANTE CONFORME DIREÇÃO

| Direção do vento | Velocidade média (m/s) |      |      |      | Velocidade máxima (m/s) |      |      |      | Distribuição do vento predominante |       |       |       |
|------------------|------------------------|------|------|------|-------------------------|------|------|------|------------------------------------|-------|-------|-------|
|                  | A                      | B    | C    | D    | A                       | B    | C    | D    | A                                  | B     | C     | D     |
| Calmo            | -                      | -    | -    | -    | -                       | -    | -    | -    | 41,7%                              | 0,9%  | -     | 95,0% |
| SE               | 1,80                   | 2,28 | 1,69 | -    | 2,71                    | 2,93 | 2,11 | -    | 5,3%                               | 3,0%  | 4,8%  | -     |
| N                | 1,84                   | -    | 1,78 | -    | 2,86                    | -    | 1,81 | -    | 3,4%                               | -     | 0,7%  | -     |
| S                | 1,72                   | -    | 1,05 | -    | 2,35                    | -    | 1,52 | -    | 12,1%                              | -     | 1,5%  | -     |
| L                | 1,79                   | 1,72 | 1,77 | 1,29 | 2,34                    | 3,03 | 2,83 | 1,71 | 1,6%                               | 83,7% | 88,6% | 4,1%  |
| NE               | 1,77                   | 1,56 | -    | 0,59 | 2,55                    | 1,62 | -    | 0,59 | 23,7%                              | 1,7%  | -     | 0,3%  |
| SW               | 1,15                   | -    | -    | -    | 2,26                    | -    | -    | -    | 12,1%                              | -     | -     | -     |
| O                | -                      | 1,63 | 1,53 | -    | -                       | 2,00 | 1,86 | -    | -                                  | 9,4%  | 2,6%  | -     |
| NO               | -                      | -    | 1,88 | 0,30 | -                       | 0,00 | 1,88 | 0,30 | -                                  | -     | 0,4%  | 0,3%  |

Legenda: A) Estação Barreiras; B) Estação Correntina; C) Estação Santa Rita de Cássia – Ibipetuba; D) Estação Taguatinga.

(\*) Valores médios constantes na base de dados, podendo divergir com a classificação de Beaufort;

(\*\*) Valor arredondado, podendo oscilar entre 0,1% e 0,5%;

(-) ausência de ventos na direção proposta.

Fonte: UFPR/ITTI (2018).

Destaca-se também que a escala de Beaufort classifica como “vento calmo” os ventos com velocidade de até 0,3 m/s, no qual o efeito na superfície da terra pode ser exemplificado pela fumaça subindo na vertical. Já a base de dados do INMET consultada apresenta valores de direção do vento, velocidade do vento e velocidade do vento máximo médios para cada mês. Assim, um mês que é representado por “ventos calmos” pode apresentar velocidade média de 0,3 m/s mas velocidades máximas ainda mais expressivas, superiores a esse valor.

Conforme exposto na FIGURA 6.19, o vento predominante em todas as estações analisadas é classificado como “Calmo”, sendo que as estações Barreiras, Correntina e Taguatinga apresentaram respectivamente 41,7%, 0,9% e 95% dos ventos nessa condição. A estação Santa Rita de Cassia – Ibipetuba não apresenta valores de percentagens de vento predominante calmo.

Os ventos predominantes na Estação Barreiras são predominantes provindos das direções nordeste (23,7%), sul e sudoeste (12,1%). Apenas 10,3% dos ventos incidentes distribuem-se nas demais direções (5,3%: sudeste; 3,4%: norte e 1,6%: leste).

Na Estação Correntina os ventos predominantes são provindos de leste (83,7%). As demais direções representam 14,1% das origens do vento (3%: sudeste; 1,7% nordeste e 9,4% oeste).

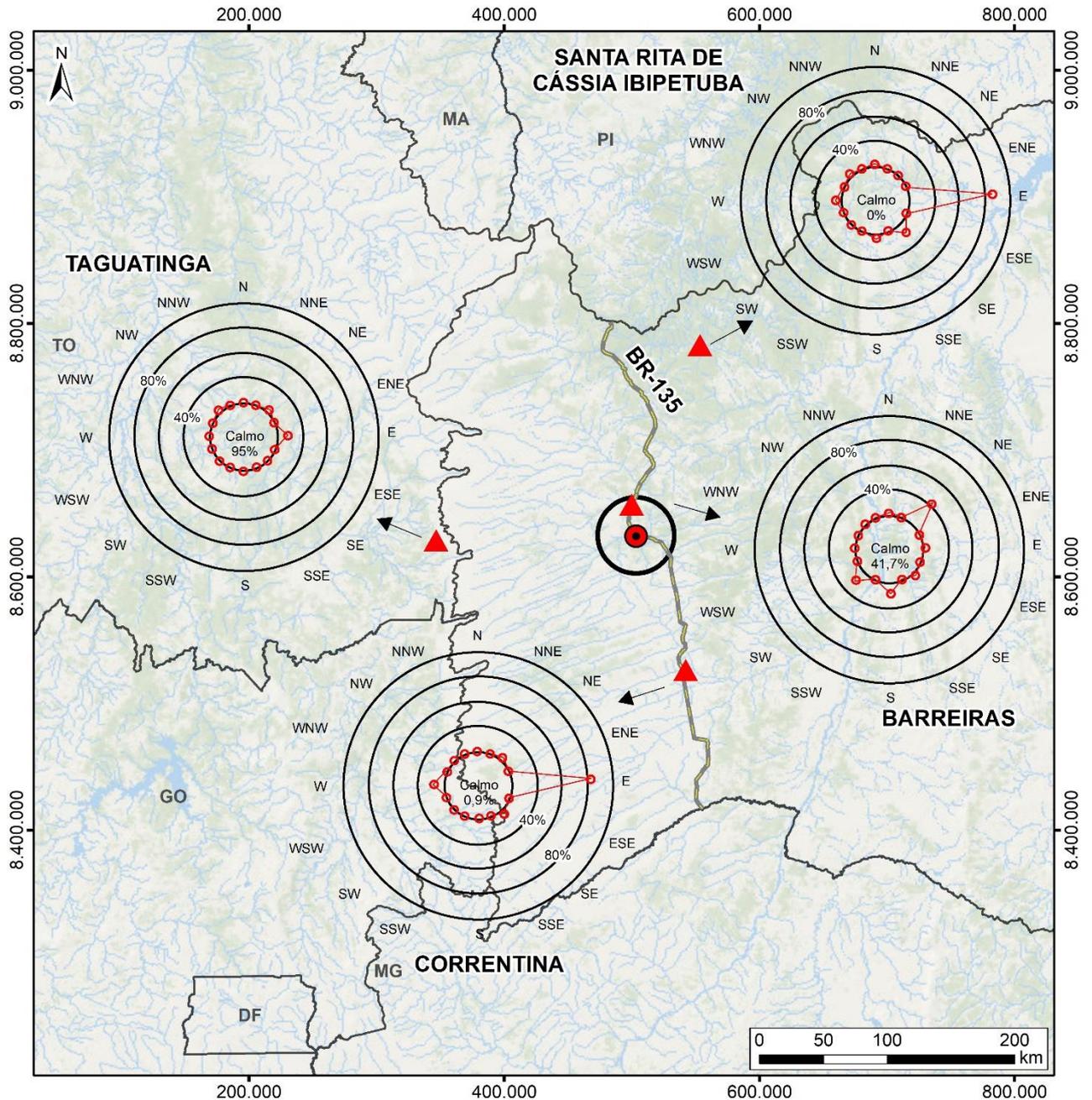
Na Estação Santa Rita de Cássia – Ibipetuba, os ventos predominantes são provindos majoritariamente de leste (88,6%). Os outros ventos provem de sudeste (4,8%), norte (0,7%), sul (1,5%), oeste (2,6%) e noroeste (0,4%).

A Estação Taguatinga apresentou a maior porcentagem de ventos “calmos” (95%). A direção predominante dos ventos é provinda de leste (4,1%), seguida dos ventos de nordeste e noroeste (0,3% cada).

Ainda em relação à TABELA 6.12, pode-se verificar que as velocidades máximas estão associadas à direção norte em Barreiras (BA) (2,86 m/s), leste em Correntina (BA) (3,03 m/s), à direção leste em Santa Rita de Cássia – Ibipetuba (BA) (2,83 m/s) e leste em Taguatinga (BA) (1,71 m/s).

A FIGURA 6.19 apresenta um mapa da região com o posicionamento aproximado dos gráficos de frequência e direção dos ventos predominantes nas estações meteorológicas analisadas.

FIGURA 6.19 – DIREÇÃO E FREQUÊNCIA DOS VENTOS PREDOMINANTES



| LOCALIZAÇÃO  | LEGENDA  | INFORMAÇÕES  |
|--|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li> Ventos Predominantes (em %)</li> <li> Localização do empreendimento</li> <li> Estações meteorológicas estudadas</li> <li> BR-135</li> <li> Área de Estudo - Meio Físico</li> <li> Limites estaduais</li> </ul> | <p><b>VENTOS PREDOMINANTES</b></p>   |
|  |  | <p><b>PROJETO</b><br/>EIA/RIMA - BR-135/BA</p> <p><b>FONTE DE DADOS</b><br/>Localização do empreendimento - ITTI, 2018;<br/>Área de Estudo (Físico) - ITTI, 2018;<br/>Rodovias - DNIT, 2015;<br/>Estações meteorológicas e ventos predominantes - INMET, 2018;<br/>Limites estaduais - IBGE, 2015;<br/>BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> <p><b>ESCALA</b><br/>1:5.000.000   1 cm = 50.000 m</p> |
| <p><b>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</b></p> <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>Meridiano Central: 57° W</p> |  |  |

Fonte: UFPR/ITTI (2018).

## 6.1.2.6 Pluviometria

A precipitação no estado da Bahia apresenta variação de valores entre 2600 mm no litoral de Salvador até 400 mm em Ilhéus, ao norte do estado. Especialmente a distribuição da chuva diminui do litoral para o interior, no sentido Leste-Oeste. Segundo o mapa de índices pluviométricos do Brasil (CPRM, 2006), as precipitações voltam a crescer em direção ao Tocantins, atingindo valores próximos a 1.600 mm anuais e mantendo-se estáveis no sentido norte-sul (SEI, 2003).

Silva *et al.* (2014), utilizando modelos de circulação global, estimou cenários de mudanças climáticas nos ciclos de períodos úmidos e secos na região oeste da Bahia, e concluiu que não há mudanças significativas previstas nestes ciclos. Neto (2013) analisou as condições de tendências nas séries de precipitação da cidade de Barreiras, não constatando também mudanças significativas nos últimos anos.

Na TABELA 6.13 são apresentadas as médias mensais de precipitação disponíveis no banco de dados do INMET, entre os anos de 1988 e 2017, para as estações Barreiras, Correntina, Santa Rita de Cássia - Ibipetuba e Taguatinga.

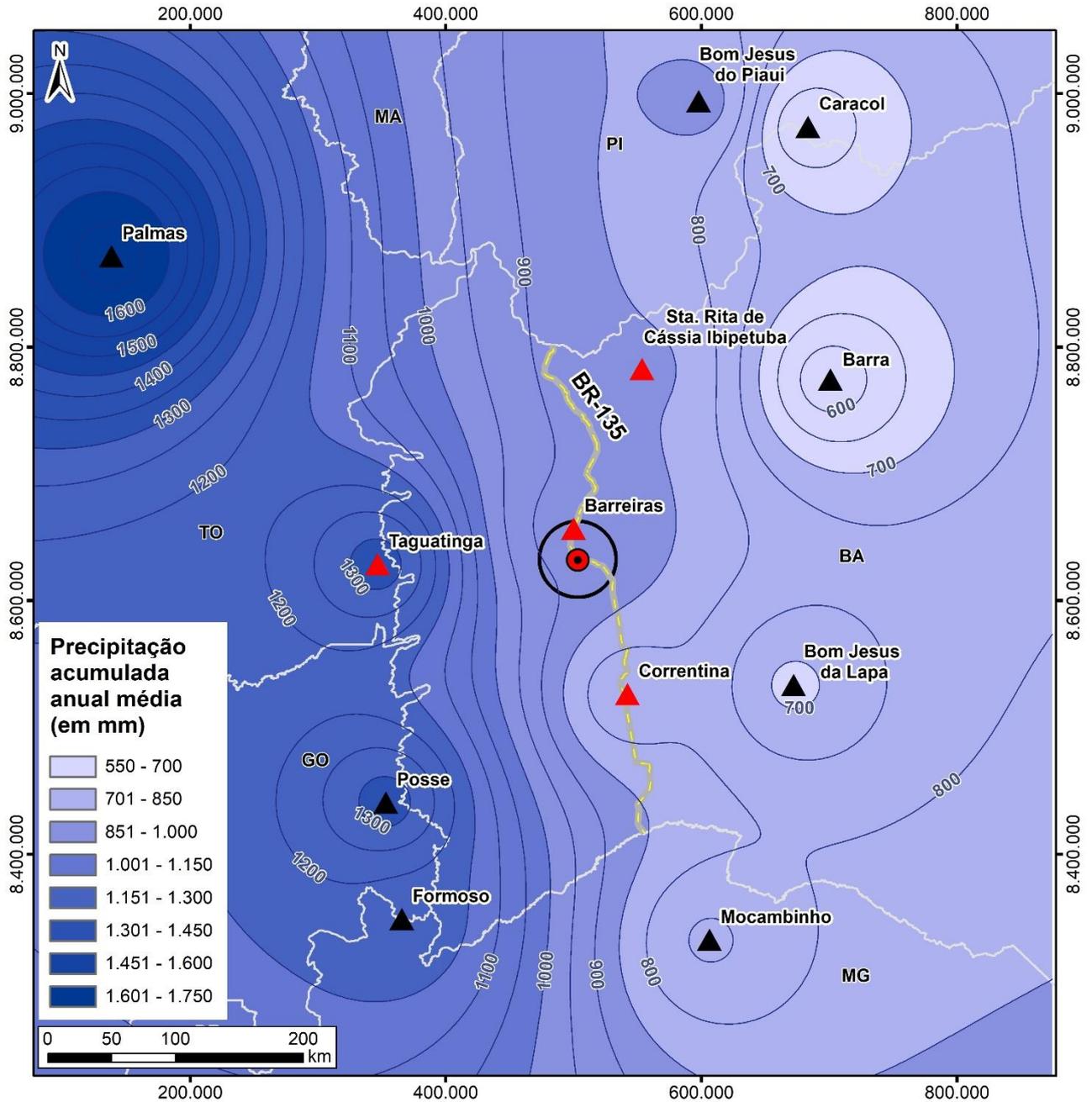
TABELA 6.13 – PRECIPITAÇÃO MENSAL (MM)

| Mês do ano  | Barreiras | Correntina | Santa Rita de Cássia - Ibipetuba | Taguatinga |
|-------------|-----------|------------|----------------------------------|------------|
| Jan         | 177,2     | 126,0      | 175,6                            | 255,6      |
| Fev         | 126,7     | 105,8      | 127,1                            | 213,2      |
| Mar         | 140,9     | 138,9      | 152,4                            | 257,6      |
| Abr         | 66,5      | 68,0       | 72,9                             | 142,2      |
| Mai         | 17,8      | 20,3       | 22,9                             | 43,0       |
| Jun         | 7,2       | 2,4        | 4,0                              | 7,4        |
| Jul         | 2,7       | 0,4        | 0,2                              | 7,6        |
| Ago         | 2,5       | 4,5        | 8,8                              | 5,6        |
| Set         | 13,1      | 12,1       | 13,8                             | 20,8       |
| Out         | 58,3      | 72,0       | 71,0                             | 107,3      |
| Nov         | 170,0     | 174,2      | 166,6                            | 240,6      |
| Dez         | 189,1     | 195,6      | 180,1                            | 260,3      |
| Total anual | 972       | 920        | 995                              | 1561       |

Fonte: UFPR/ITTI (2018).

As estações Barreiras, Correntina, Santa Rita de Cássia - Ibipetuba e Taguatinga apresentaram respectivamente 972 mm, 920 mm, 995 mm e 1.561 mm de precipitação anual. A FIGURA 6.20, mostra as isolinhas de precipitação acumulada anual média para cada uma das 12 estações descritas ao início desta seção.

FIGURA 6.20 – MAPA DAS ISOLINHAS DE PRECIPITAÇÃO ACUMULADA ANUAL MÉDIA

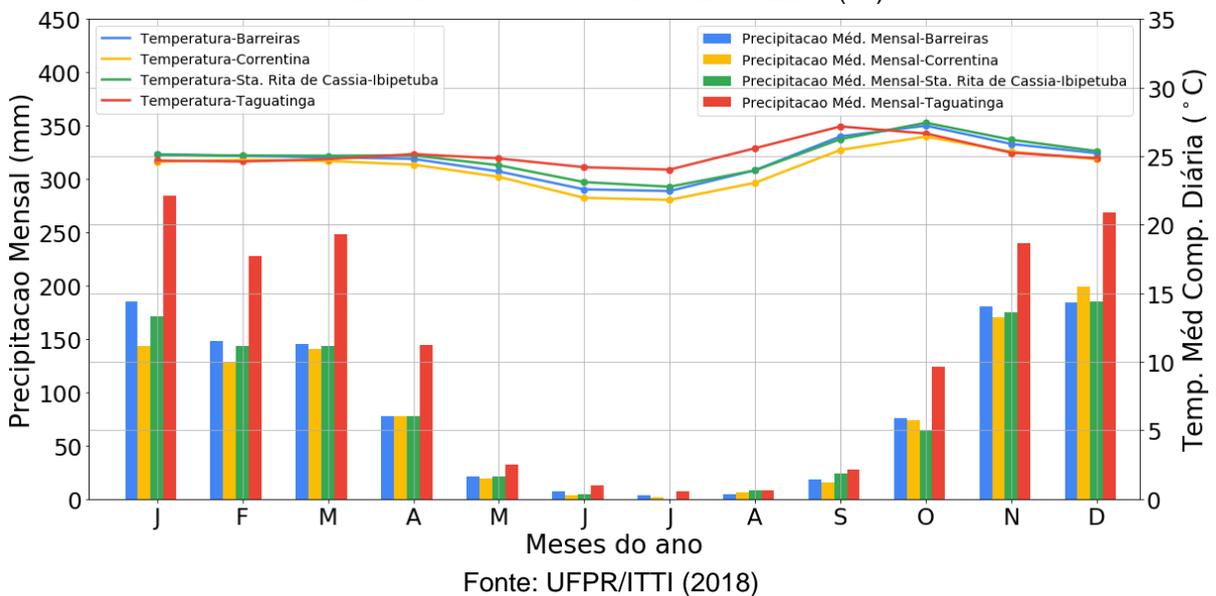


| LOCALIZAÇÃO  | LEGENDA  | INFORMAÇÕES   |
|--|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li> Localização do empreendimento</li> <li> Isolinhas de precipitação</li> <li> BR-135</li> <li> Limites estaduais</li> <li> Área de Estudo - Meio Físico</li> </ul> <p><b>Estações meteorológicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Estações estudadas</li> <li> Demais estações</li> </ul> | <p align="center"><b>MAPA DE PRECIPITAÇÃO</b></p> <p align="center"> </p>   |
|  |  | <p><b>PROJETO</b></p> <p align="center">EIA/RIMA - BR-135/BA</p> <p><b>FONTE DE DADOS</b></p> <p>Localização do empreendimento - ITTI, 2018;<br/>                 Área de Estudo (Físico) - ITTI, 2018;<br/>                 Precipitação Acumulada Diária: INMET, 2018;<br/>                 Isoietas de precipitação: ITTI, 2018;<br/>                 Limites estaduais - IBGE, 2015;<br/>                 BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> <p><b>ESCALA</b></p> <p align="center">1:5.000.000   1 cm = 50.000 m</p> |
| <p align="center"><b>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</b></p> <p align="center">                 Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>                 Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>                 Meridiano Central: 57° W             </p> |  |   |

Fonte: UFPR/ITTI (2018).

A FIGURA 6.21 apresenta o gráfico termopluiométrico das médias mensais para as quatro estações avaliadas. É possível verificar que as temperaturas compensadas médias mais baixas coincidem com o período de estiagem. Já os maiores registros pluviométricos coincidem com médias de temperatura estabilizadas em torno de 25 °C. Esse comportamento reafirma a classificação como clima tipo Aw, segundo a classificação de Köppen: clima megatérmico úmido e subúmido, com médias de temperaturas médias do mês mais frio superiores a 18 °C, e período chuvoso entre novembro e abril.

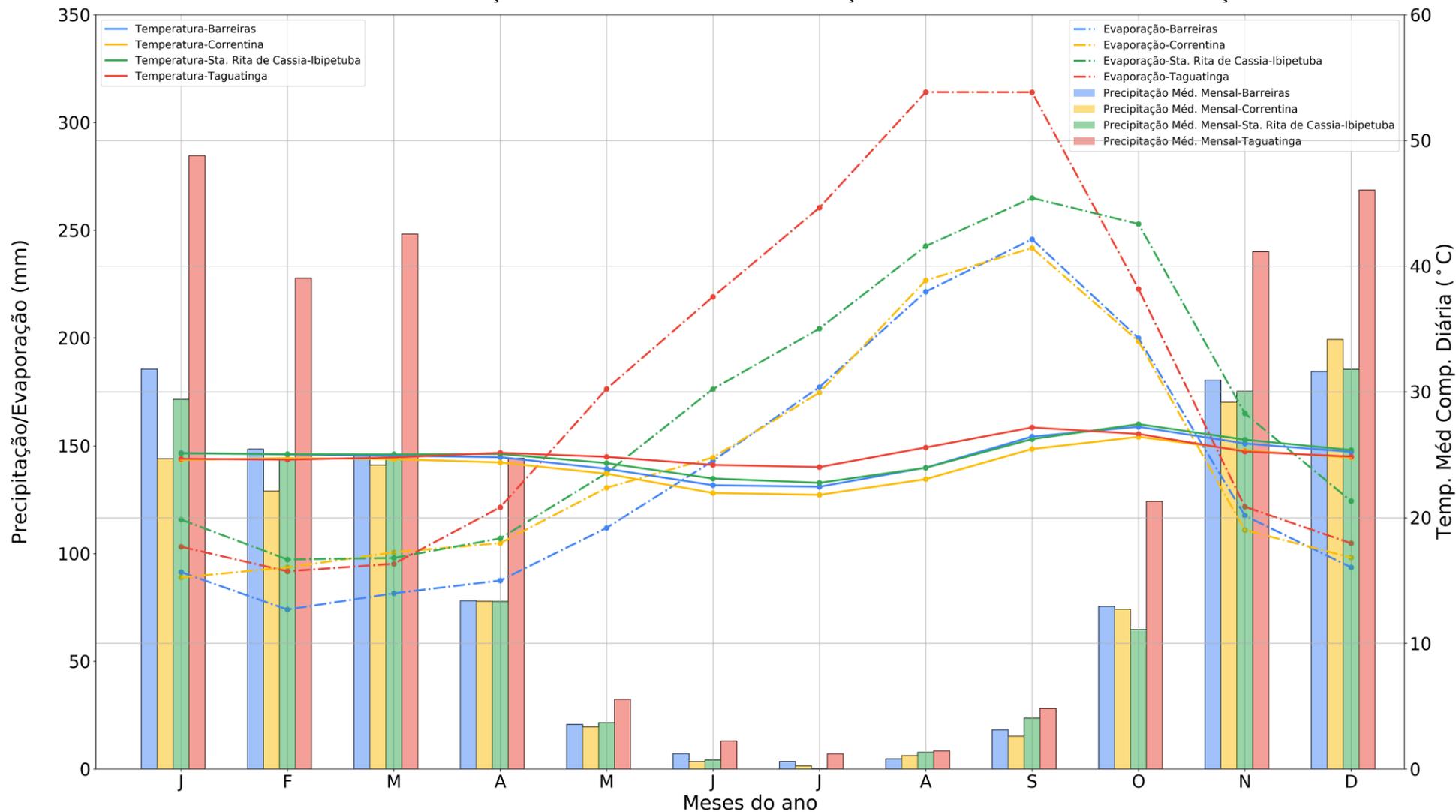
FIGURA 6.21 – GRÁFICO TERMOPLUIOMÉTRICO ENTRE A PRECIPITAÇÃO MENSAL (MM) E A TEMPERATURA COMPENSADA MÉDIA (°C)



Pode-se notar que a variabilidade espacial das estações ainda qualifica regimes similares de precipitação e temperatura, variando positivamente a precipitação. A evaporação ao longo do ano aumenta durante os meses de maio a novembro, período de estiagem na região do oeste baiano, superando substancialmente os índices de precipitação nas quatro estações (FIGURA 6.22).

A FIGURA 6.22 mostra o gráfico termopluiométrico das médias mensais de temperatura compensada e precipitação média mensal, acompanhado pelos valores de evaporação total mensal de Piche.

FIGURA 6.22 – TEMPERATURA E PRECIPITAÇÕES MÉDIAS MENSAIS E EVAPORAÇÃO TOTAL MÉDIA MENSAL NAS ESTAÇÕES DO ESTUDO



Fonte: UFPR/ITTI (2018).

### 6.1.3 Geomorfologia

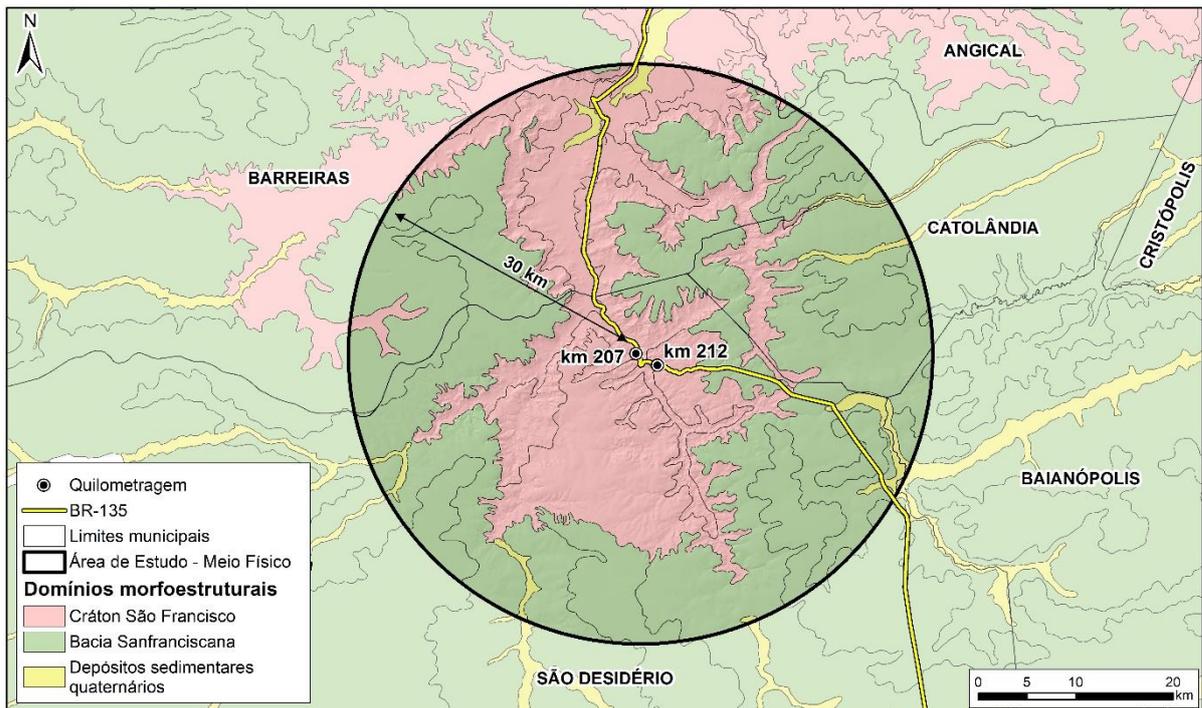
A geomorfologia é o ramo da ciência que estuda as formas do relevo, como se formaram, sob quais materiais e os processos responsáveis. O relevo é resultado da interação, troca de energia e matéria ao longo do tempo e espaço, entre litosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera. A análise do relevo é relevante não apenas para a geomorfologia, mas para definições de vulnerabilidade do meio ambiente, uso, ocupação, proteção, turismo, delimitação de fronteiras, entre outros; uma vez que suas características podem favorecer ou dificultar a ocupação do ambiente pelo homem (FLORENZANO, 2008).

Em relação a morfografia, descrição qualitativa do relevo, a área de estudo está inserida entre os grandes **domínios morfoestruturais** Crátons Neoproterozóicos e Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozoicas, além de pequenas porções do domínio Depósitos Sedimentares Quaternários (FIGURA 6.23). Essa primeira divisão hierárquica leva em consideração as províncias geotectônicas que, para a região em questão, são representadas pelas rochas metassedimentares do Grupo Bambuí (domínio morfoestrutural Cráton São Francisco), rochas sedimentares do Grupo Urucuia (domínio morfoestrutural Bacia Sanfranciscana) e os sedimentos recentes depositados pelos rios (domínio morfoestrutural Depósitos Sedimentares Quaternários).

Para o segundo nível categórico temos a divisão em **regiões geomorfológicas** representadas pelas Chapadas do São Francisco e Depressões da margem esquerda do São Francisco (FIGURA 6.24). As chapadas são caracterizadas por serem grandes estruturas planas em altitude superior a 600m, sendo limitada por escarpas. Já as depressões são marcadas pelo relevo plano a ondulado situado abaixo do nível topográfico das regiões adjacentes.

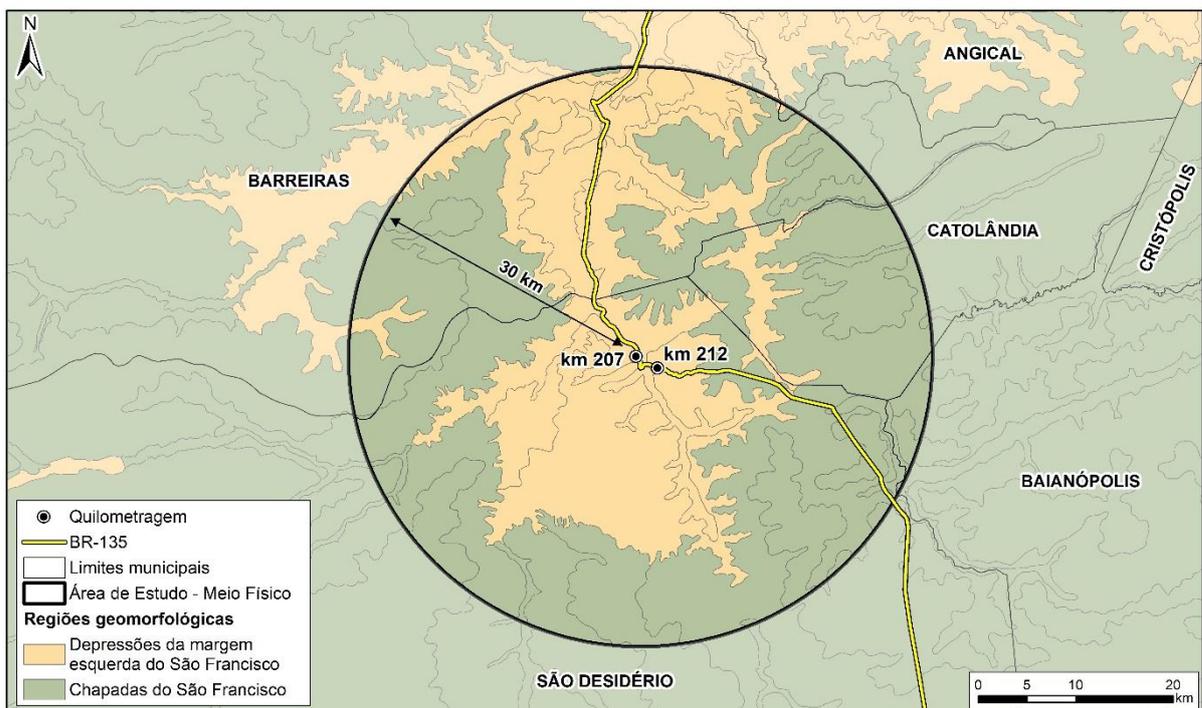
O terceiro nível categórico refina a divisão das regiões, conforme ilustrado no mapa geomorfológico (FIGURA 6.25), delimitando as **unidades geomorfológicas**: Patamares do Chapadão Ocidental Baiano, caracterizada como uma superfície intermediária ou degrau entre a porção mais elevada da unidade geomorfológica Chapadão Ocidental Baiano e da Depressão do Médio Rio São Francisco, além da unidade constituída pelos sedimentos fluviais Planícies e Terraços Fluviais.

FIGURA 6.23 – DOMÍNIOS MORFOESTRUTURAIS



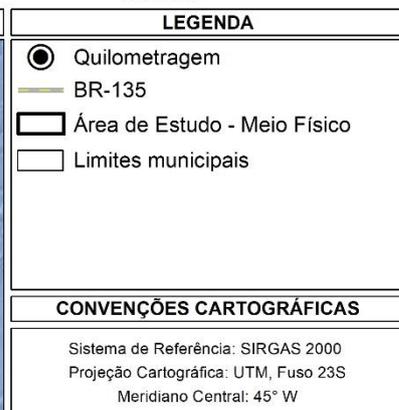
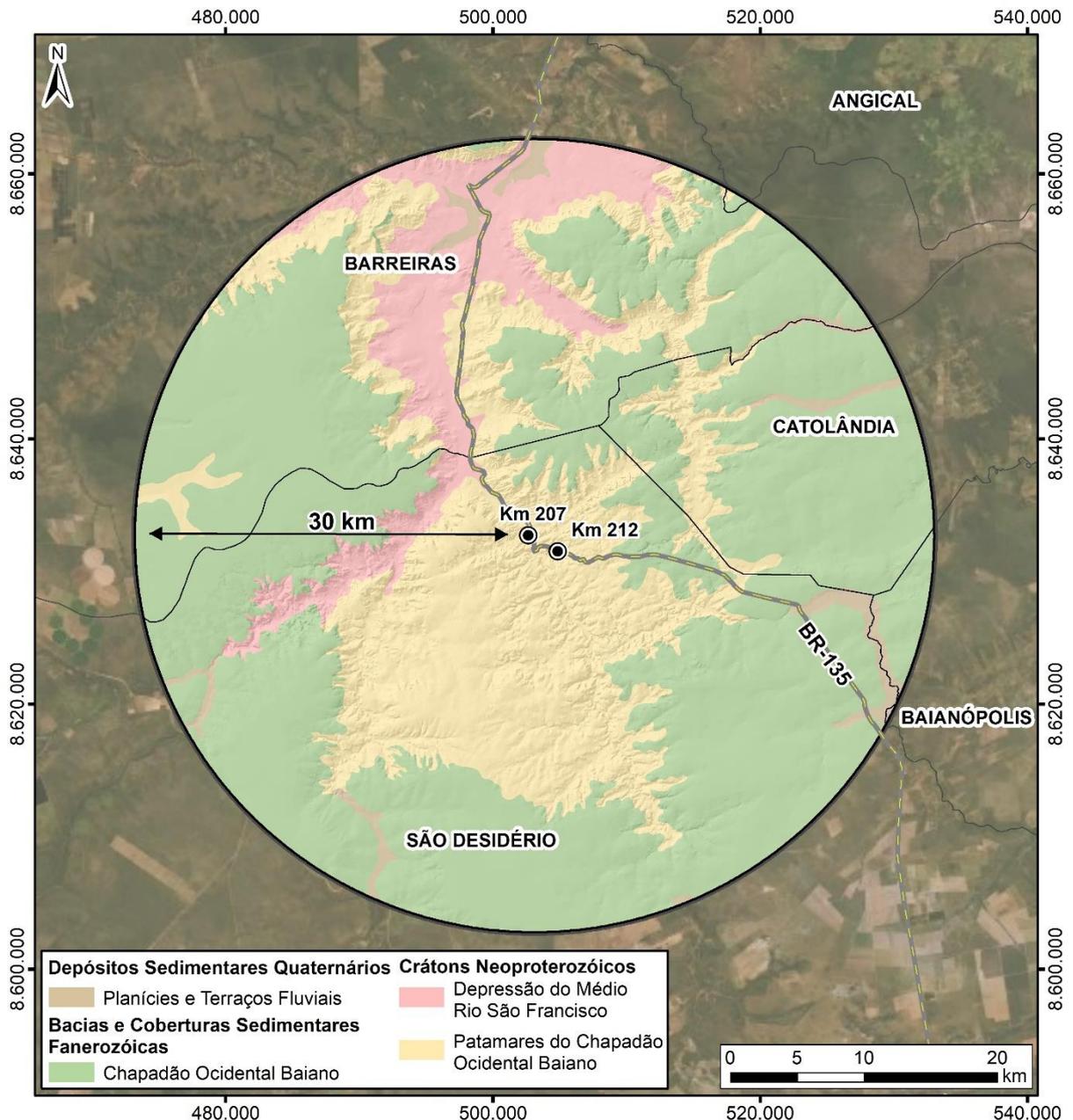
Fonte: ITTI/UFPR (2019).

FIGURA 6.24 – REGIÕES GEOMORFOLÓGICAS



Fonte: ITTI/UFPR (2019).

FIGURA 6.25 - UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DA ÁREA DE ESTUDO



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

Por último tem-se a divisão de modelados, que leva em consideração os processos de formação do relevo (morfogênese), sendo dividido em: acumulação, aplanamento, dissolução e dissecação. A área de **acumulação** é exclusivamente representada pela unidade Planícies e Terraços Fluviais, constituindo uma área plana formada pela deposição de sedimentos finos a grossos nos vales fluviais, com excessão do vale do Rio de Ondas que apresenta uma região de **dissecação** fluvial com desenvolvimento de relevo com colinas, morros e interflúvios tabulares. O **aplanamento** ocorre nas demais unidades geomorfológicas sobre as rochas siliciclásticas (arenitos do Grupo Urucuia, FIGURA 6.26a), e metarcósios/metassiltitos da Formação Riachão das Neves, desenvolvendo superfícies aplainadas (pediplanos) contínuas (retocado) ou descontínuas (degradado) expostas (desnudado) ou com coberturas detríticas, couraças e latossolos (inundado). Sendo a característica mais relevante para o presente estudo, a área de **dissolução** é associada a área de ocorrência das rochas carbonáticas das Formações São Desidério (FIGURA 6.26b) e Serra da Mamona. Essa área é representada pelo desenvolvimento de relevo cárstico, conjunto de formas de dissolução em superfície e subsuperfície produto da descalcificação natural das rochas pela ação do intemperismo.

FIGURA 6.26 – MODELADOS. A) SUPERFÍCIE DE APLANAMENTO EM ARENITOS DO GRUPO URUCUIA VISTO DA PLANÍCIE DO RIO SÃO DESIDÉRIO; B) PAREDÃO CALCÁRIO CARACTERÍSTICO DAS ÁREAS DE BORDA DO MODELADO DE DISSOLUÇÃO



Fonte: ITTI/UFPR (2019).

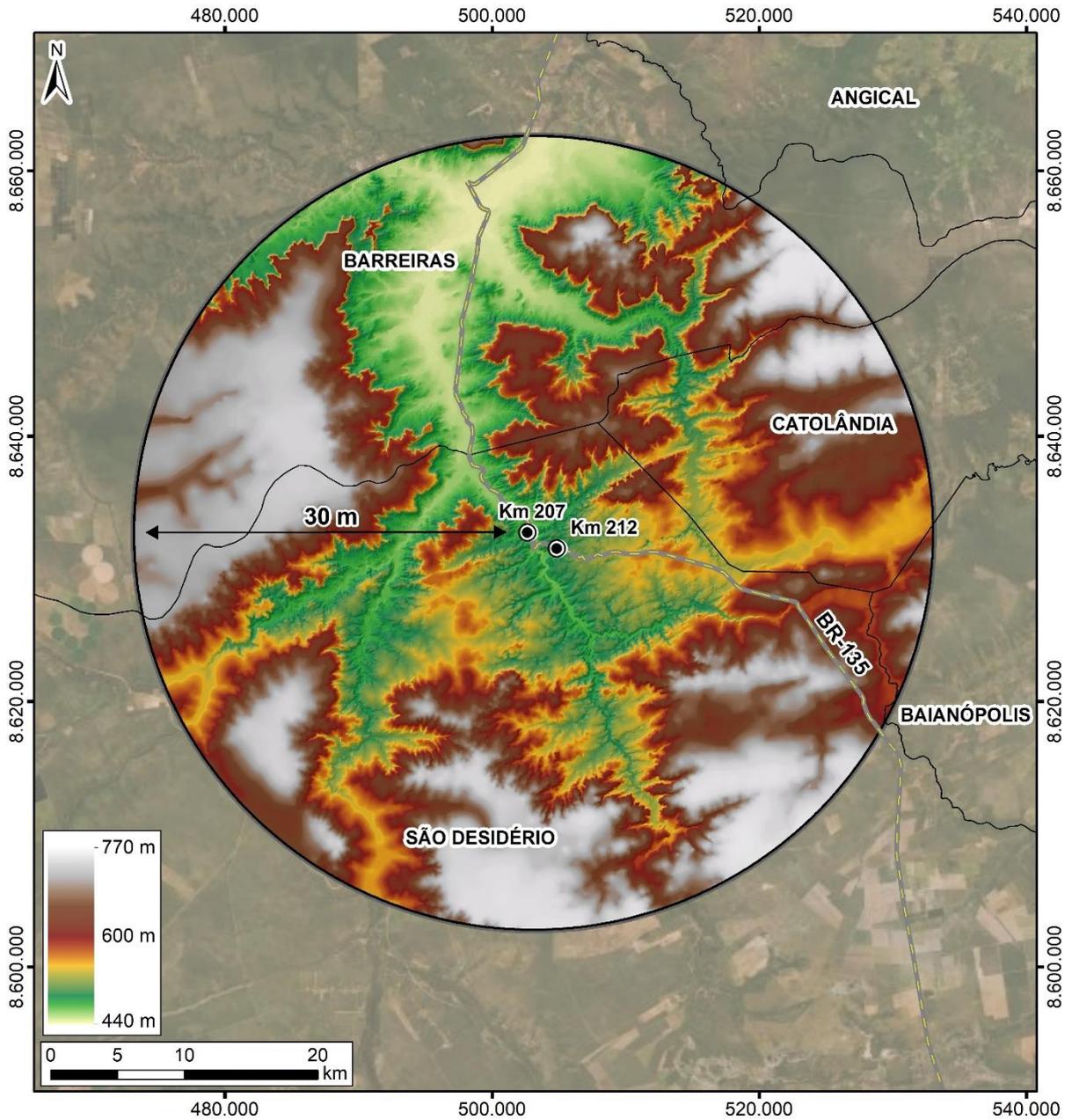
Para as características morfométricas, aspectos quantitativos do relevo, é possível observar, a partir da análise do mapa planialtimétrico (FIGURA 6.27), que a área de estudo possui uma amplitude de 330 m. O máximo de altitude em 770 metros marca o aplanamento sobre os arenitos do Grupo Urucuia e caracteriza a feição de topo do Chapadão Ocidental Baiano. Já o mínimo se dá em 440 m na área de

Depressão do Médio Rio São Francisco e Planícies e Terraços Fluviais, compreendendo o curso do Rio Grande e seus afluentes, definindo formas de planícies interplanálticas onde predomina a acumulação, sendo as áreas de várzea propensas a inundação em períodos de cheia.

Para a declividade da área de estudo (FIGURA 6.28) tem-se um predomínio do relevo plano a suave ondulado nas regiões do Chapadão Ocidental Baiano, Depressão do Médio Rio São Francisco e Planícies e Terraços Fluviais.

Na unidade Patamares do Chapadão Ocidental Baiano o relevo é predominantemente ondulado, caracterizado pelas feições de frente de recuo erosivo, que, para o contexto geológico de rochas carbonáticas, predominam os processos de dissolução. Na passagem entre o Patamar e o Chapadão são formadas áreas relativamente estreitas, mas de declividade acentuada, marcando as ocorrências de relevo forte-ondulado a forte-montanhoso, caracterizado pela formação de escarpas seguidas de rampas pelo processo de erosão acentuada pelo declive.

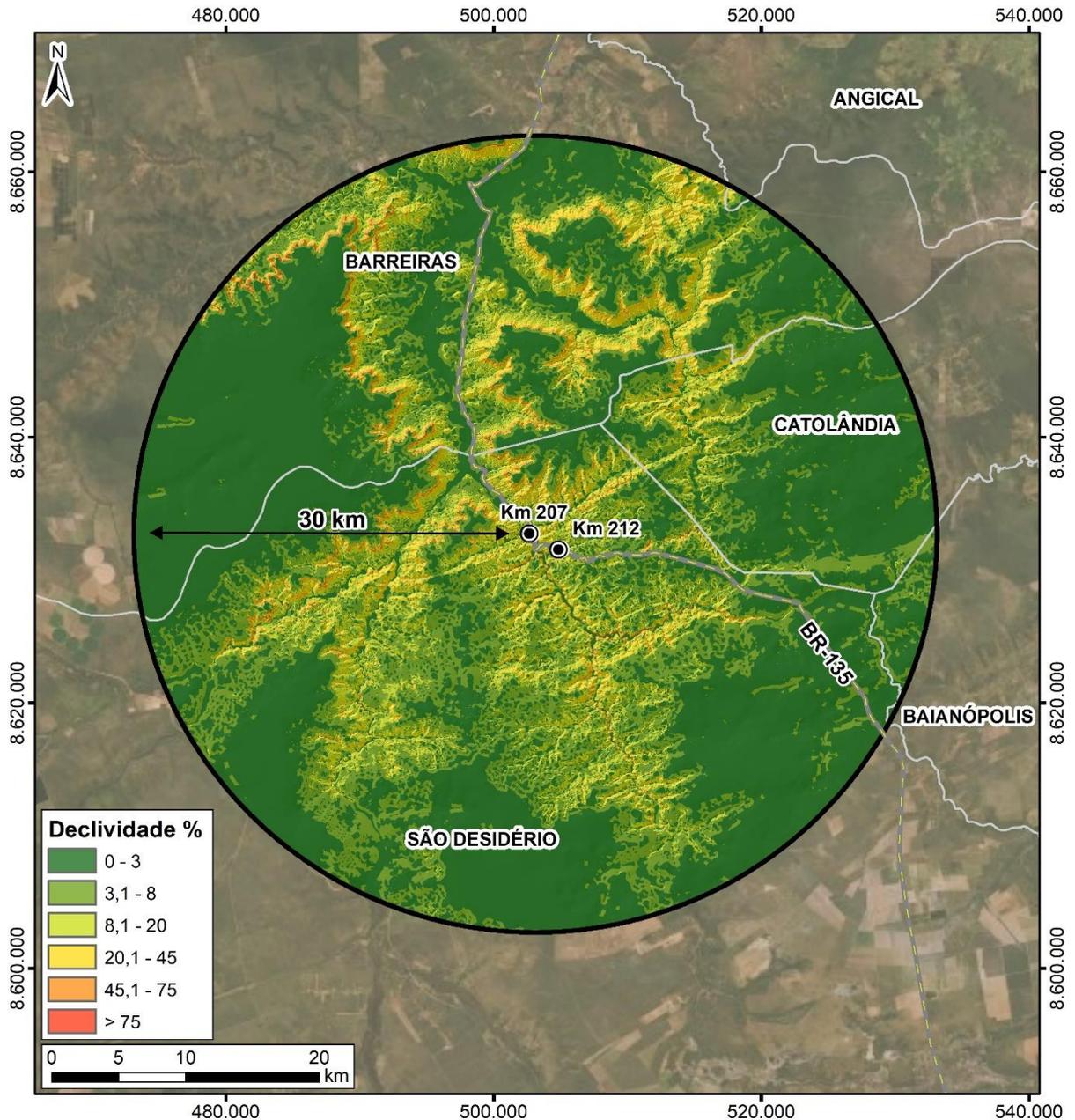
FIGURA 6.27 - MAPA PLANIALTIMÉTRICO DA ÁREA DE ESTUDO



| LOCALIZAÇÃO  | LEGENDA   | INFORMAÇÕES  |
|--|---|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Quilometragem</li> <li>— BR-135</li> <li>▭ Área de Estudo - Meio Físico</li> <li>▭ Limites municipais</li> </ul> | <p><b>HIPSOMETRIA</b></p> <p><b>PROJETO</b><br/>EIA/RIMA - BR-135/BA</p> <p><b>FONTE DE DADOS</b><br/>Área de estudo (físico) - ITTI, 2018;<br/>Hipsometria - ITTI, 2018 &amp; BDGEX, 2018;<br/>Rodovias e Quilometragem - DNIT, 2015;<br/>Limites municipais, estaduais e Capitais - IBGE, 2015;<br/>BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> <p><b>ESCALA</b><br/>1:500.000   1 cm = 5.000 m</p> |
| <p><b>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</b></p> <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>Meridiano Central: 45° W</p> |   |  |

Fonte: UFPR/ITTI (2019).

FIGURA 6.28 – MAPA DE DECLIVIDADE DA ÁREA DE ESTUDO



| LEGENDA                        |
|--------------------------------|
| ● Quilometragem                |
| — BR-135                       |
| ◻ Área de Estudo - Meio Físico |
| ◻ Limites municipais           |

| CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS             |
|--------------------------------------|
| Sistema de Referência: SIRGAS 2000   |
| Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S |
| Meridiano Central: 45° W             |

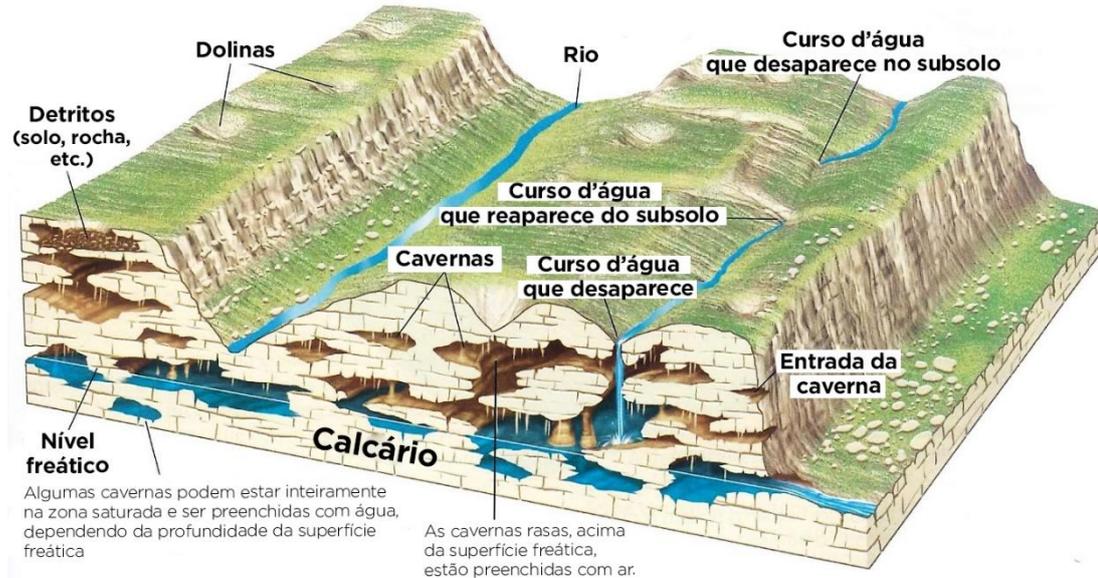
| INFORMAÇÕES  |
|--|
| <b>DECLIVIDADE</b>   |
|  |
| <b>PROJETO</b>   |
| EIA/RIMA - BR-135/BA   |
| <b>FONTE DE DADOS</b>  |
| Área de estudo (Físico) - ITTI, 2018;<br>Declividade - ITTI, 2018 & BDGEx, 2018;<br>Rodovias e Quilometragem - DNIT, 2015;<br>Limites municipais, estaduais e Capitais - IBGE, 2015;<br>BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA & NGDC. |
| <b>ESCALA</b>  |
| 1:500.000   1 cm = 5.000 m   |

Fonte: UFPR/ITTI (2019).

### 6.1.3.1 Relevo Cárstico

As regiões de dissolução marcam o característico relevo cárstico, o qual é caracterizado por um conjunto de feições formadas pelo processo de carstificação (FIGURA 6.29), as quais podem ser encontradas na superfície e subsuperfície.

FIGURA 6.29 – PRINCIPAIS FEIÇÕES DO RELEVO CÁRSTICO



Fonte: Adaptado de Grotzinger e Jordan (2013).

As feições superficiais (exocarste) são: lapiás, feições de intemperismo por águas meteóricas; sumidouros, entrada de curso de água superficial para a subsuperfície; ressurgências, onde esse curso retorna a superfície; e dolinas, depressões fechadas com forma circular a oval. Essa é uma feição muito comum em áreas de relevo cárstico (FIGURA 6.30), podendo alcançar dimensões métricas e, por vezes, controlar localmente a rede hidrográfica. Elas podem ser classificadas de acordo com sua gênese, em dolina de:

- Dissolução, pela concentração da dissolução superficial da rocha e aprofundamento de uma depressão;
- Abatimento, abatimento do teto de uma cavidade estabelecendo ligação entre o exocarste e endocarste;
- Subsidência, subsidência de rochas e/ou solo sobrepostos rochas carstificáveis, fase inicial para o desenvolvimento de uma dolina de abatimento;

- Sufusão, uma dolina de subsidência associada ao desenvolvimento de vazios devido a saída de sedimento pelo escoamento de água subsuperficial em fissuras (TRAVASSOS *et al.*, 2015).

FIGURA 6.30 – EXEMPLO DE DOLINA ENCONTRADA NA ÁREA DE ESTUDO. BURACO DA SUCUPIRA – DOLINA DE ABATIMENTO



Fonte: ITTI/UFPR (2014).

Em subsuperfície, dentro da rocha (endocarste), são encontradas as cavidades, que podem estar secas ou servindo de conduto para as águas e deposição de sedimentos provenientes da superfície quando acima do nível freático, ou totalmente preenchidas por água quando abaixo desse nível. O desenvolvimento de cavidades pode ser facilitado pela estruturação da rocha e a diferença do gradiente hidráulico entre as áreas de recarga e descarga hídrica. Já no limite superior da rocha carbonática (epicarste) em contato com outro material inconsolidado ou não, a alteração da rocha se dá pela circulação da água mais superficial aprofundando o perfil do solo e, quando em áreas de calcário impuro, desenvolve-se espesso solo argiloso proveniente dos componentes insolúveis (PILÓ, 2000).

Na área de estudo esse relevo é desenvolvido sobre as rochas carbonáticas do Grupo Bambuí (metacalcários e metamargas). Tais rochas são mais suscetíveis ao desenvolvimento de vazios resultados do intemperismo químico devido sua constituição gerar pouco ou nenhum de resíduo insolúvel ( $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ), dependendo da quantidade de 'impurezas', que são os componentes siliciclásticos como exemplo as margas, rochas carbonáticas com 35-60% de argila.

*Aut. [Signature]*

*[Signature]* Alessandro Flávio W. [Signature]

Outras características que contribuem à formação desse relevo são: clima úmido, vegetação, estruturas rúpteis nas rochas (fratura/falha) e um gradiente hidráulico apreciável.

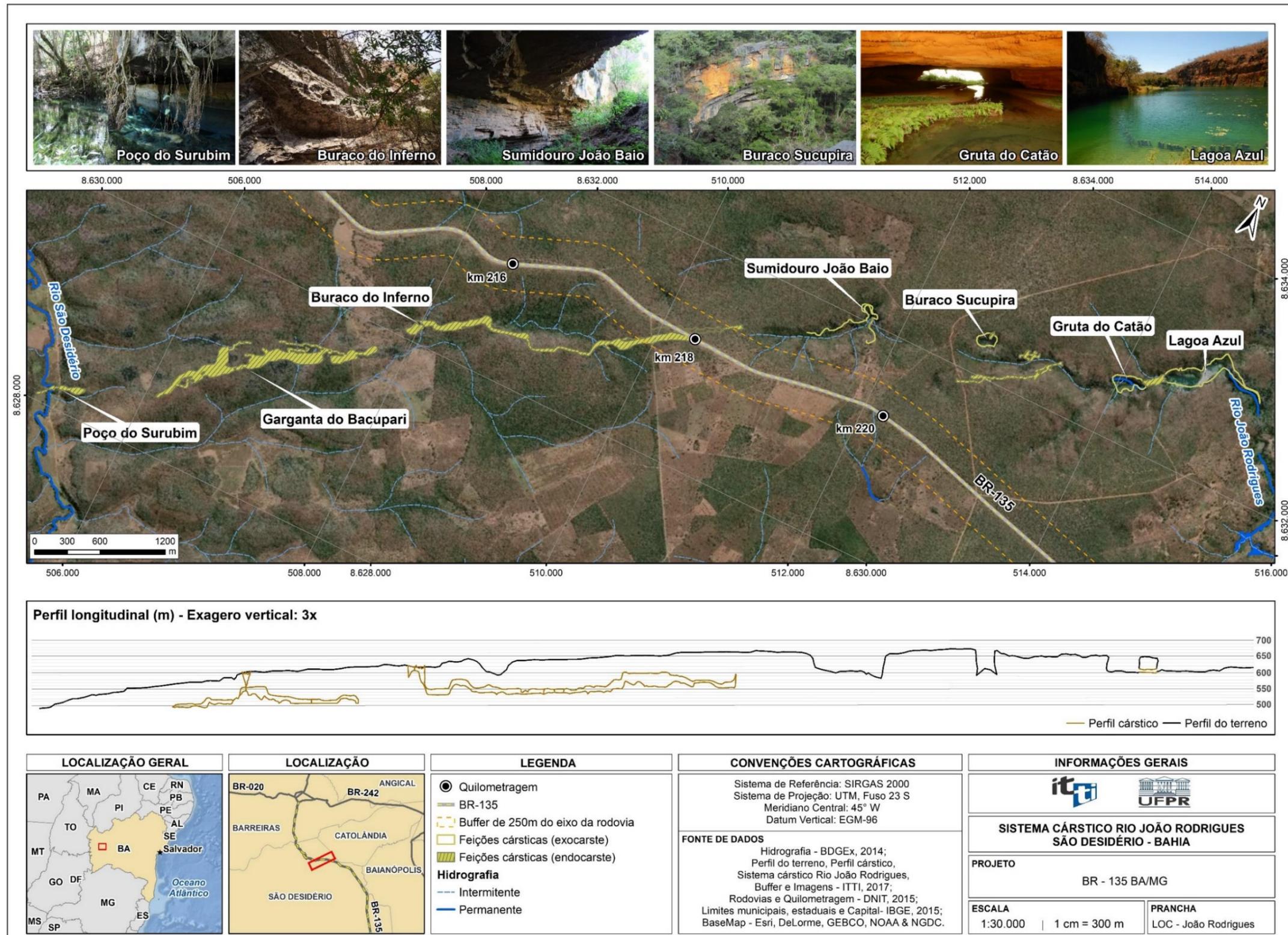
Como exemplo desse relevo na área de estudo, tem-se o **Sistema Cárstico Rio João Rodrigues**, uma feição de orientação nordeste-sudoeste constituída por um conjunto de cavidades interligadas principalmente em subsuperfície pelo Rio João Rodrigues (descrição das cavidades: item 6.1.9 Espeleologia). Esse sistema está localizado em uma região de relevo de baixa amplitude, com morros de topo arredondado, drenagens com pouco entalhamento da vertente e afloramento de rochas ruiformes em meio a paisagem de cerrado (GODINHO; PEREIRA, 2013).

Assim, o traçado atual não pavimentado da BR-135/BA, os dados publicados por Auler *et al.* (2001) e o SCRJR e algumas das feições presentes nesse sistema (FIGURA 6.32 à FIGURA 6.36) são localizadas espacialmente na FIGURA 6.31.

*Antônio Carlos*

*Alexsandro Flávio W. Faria*

FIGURA 6.31 – LOCALIZAÇÃO E FEIÇÕES ENCONTRADAS NO SISTEMA CÂRSTICO DO RIO JOÃO RODRIGUES



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

*Antônio Carlos* 

 *Alexsandro Flávio W. Faria*

O início dessa feição se dá na Lagoa Azul, próximo ao limite municipal entre São Desidério e Catolândia, e segue sentido sudoeste para o Rio São Desidério ressurgindo no Poço do Surubim (FIGURA 6.31).

A nascente do Rio João Rodrigues é formada pelo extravasamento de água em uma área de exposição de rochas da base do Grupo Urucuaia sobre rochas do Grupo Bambuí. Esse contato marca uma brusca diferença de permeabilidade entre os arenitos do Urucuaia, considerado um excelente aquífero, e as rochas calcárias do Bambuí. A partir da nascente, o rio corre em superfície ladeado por paredões de rocha calcária até ser represado na Lagoa Azul, principal atrativo do Parque Municipal da Lagoa Azul (FIGURA 6.32).

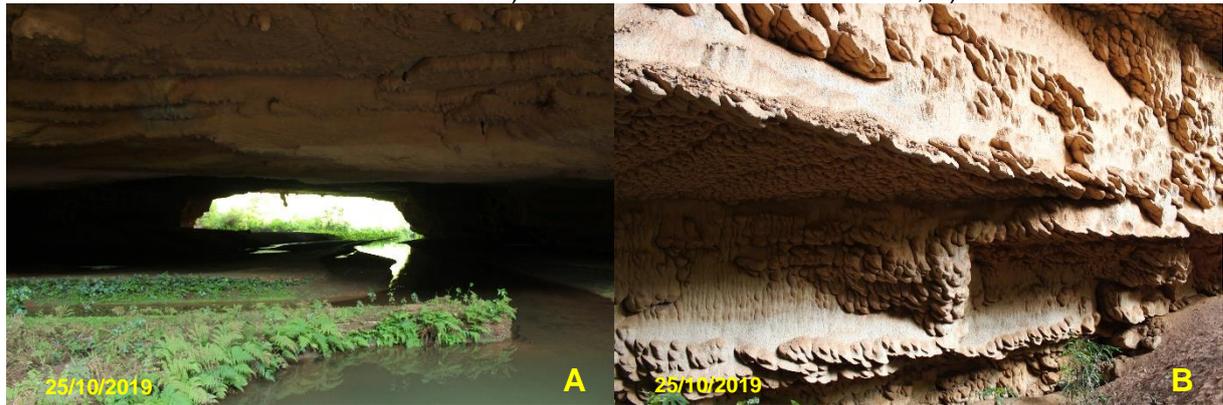
FIGURA 6.32 – PARQUE MUNICIPAL DA LAGOA AZUL. A) MIRANTE - CÂNION DO CATÃO; B) MIRANTE - LAGOA AZUL



Fonte: ITTI/UFPR (2019).

Nesse parque também é possível observar feições cársticas superficiais como lapiás e visitar a Gruta do Catão, a qual é atravessada pelo curso d'água proveniente da lagoa (FIGURA 6.33a) e contém espeleotemas com formas arredondadas que “crescem” em direção a saída da gruta (FIGURA 6.33b), possivelmente devido a influência biológica, como observado durante os trabalhos de campo.

FIGURA 6.33 – GRUTA DO CATÃO. A) VISTA A PARTIR DA ENTRADA; B) ESPELEOTEMAS



Fonte: ITTI/UFPR (2019).

A jusante do parque, o rio segue em direção ao Buraco da Sucupira (FIGURA 6.34), uma dolina com cerca de 50 m de profundidade, que em sua base é encontrado o leito do Rio João Rodrigues, além da entrada para duas cavidades denominadas Gruta da Sucupira I e II.

FIGURA 6.34 – VISTA DE PARTE DO PAREDÃO DA DOLINA BURACO DA SUCUPIRA



Fonte: ITTI/UFPR (2014).

O curso, que segue em subsuperfície, reaparece no Sumidouro do João Baio (FIGURA 6.35a), uma dolina onde é possível observar o fenômeno de ressurgência do rio que atravessa um pequeno trecho da dolina (FIGURA 6.35b) e volta para subsuperfície sob um paredão de rochas calcária formando um sumidouro. A ressurgência segue um padrão de vazão em intervalos regulares, atribuído ao sifonamento do fluxo, no qual a água deve atingir um volume mínimo para atravessar o obstáculo.

FIGURA 6.35 – SUMIDOURO DO JOÃO BAIO. A) VISTA DA BASE; B) RIO JOÃO RODRIGUES



Fonte: ITTI/UFPR (2019).

A seguir, o rio percorre as cavidades denominadas Buraco do Inferno da Lagoa do Cemitério (FIGURA 6.36a) e Garganta do Bacupari, ambas cavernas de grandes dimensões, com padrão de desenvolvimento linear, lagos subterrâneos e entradas localizadas na base de dolinas. A última feição do sistema cárstico é a ressurgência do Rio João Rodrigues no Poço do Surubim (FIGURA 6.36b), localizada próxima à confluência com o Rio São Desidério, do qual é afluente.

FIGURA 6.36 – A) VISTA DA BASE DA DOLINA DE ACESSO A CAVIDADE DO BURACO DO INFERNO DA LAGOA DO CEMITÉRIO; B) POÇO DO SURUBIM



Fonte: ITTI/UFPR (2017; 2019).

#### 6.1.4 Geologia e Geotecnia

O levantamento e caracterização geológica e geotécnica da Área de Estudo e da ADA reflete sobretudo em informações ligadas a um contexto geológico propício a formação de cavidades (KARMANN; SANCHEZ, 1979). Assim o levantamento das cavidades naturais subterrâneas, do patrimônio espeleológico e demais elementos atrelados seguiu as legislações pertinente, sobretudo aquelas destacadas no Termo

de Referência. Especificamente em relação a análise do grau de relevância, foi aplicada a Instrução Normativa MMA nº 02/2017.

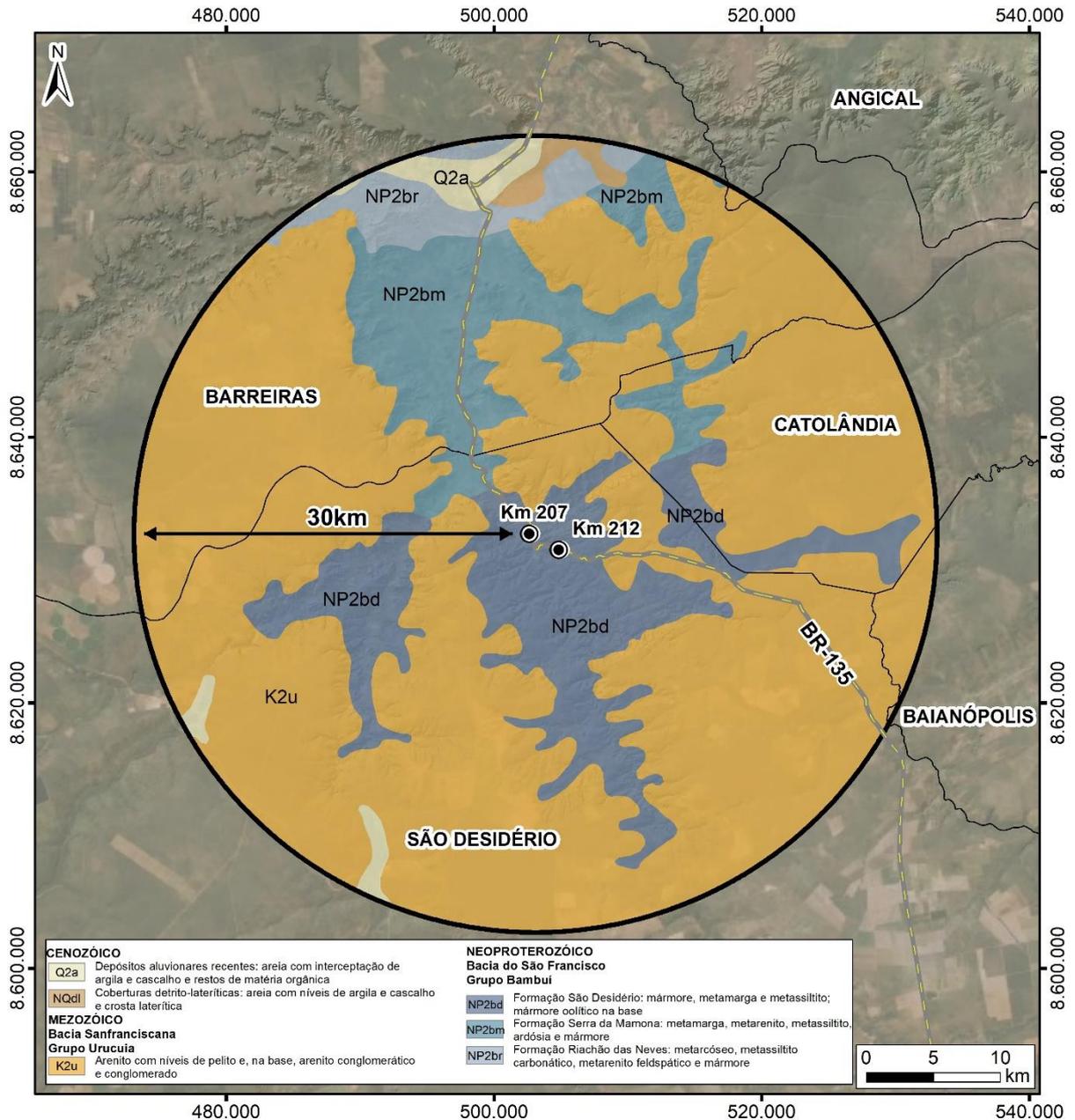
Destaca-se que as informações requeridas no item 58 do TR (“*Levantamento e caracterização das cavidades naturais existentes na Área de Estudo, observando as premissas dos Decretos [...]*”), também requeridas na seção “6.19 Espeleologia”, são apresentadas no **Volume IIA – Espeleologia**.

#### 6.1.4.1 Geologia

A ciência geológica tem como material de estudo os componentes abióticos da natureza, tendo como objetivo compreender a história da Terra, a partir das informações contidas nas rochas. Esse registro geológico possui informações sobre os ambientes pretéritos e processos que formaram as rochas, as fases de deformação a que foram submetidas, assim como os processos mais recentes de modificação a que estão submetidas possibilitando o modelamento do relevo.

Geologicamente a área de estudo está inserida no noroeste da província geológica denominada Cráton São Francisco, uma porção espessa e estável da crosta continental, que abrange parte dos territórios de Minas Gerais, Bahia, Goiás, Piauí, Sergipe, Pernambuco e Tocantins. Para a região essa unidade é representada pelas rochas metassedimentares da Bacia do São Francisco, as quais estão sobrepostas pelas rochas sedimentares da Bacia Sanfranciscana. Há também a ocorrência de pequenas coberturas sedimentares cenozoicas constituídas pelos sedimentos depositados pelos atuais cursos fluviais e crostas lateríticas desenvolvidas pelo intemperismo sobre os chapadões (FIGURA 6.37).

FIGURA 6.37 – UNIDADES GEOLÓGICAS



| LOCALIZAÇÃO  | LEGENDA   | INFORMAÇÕES   |
|--|---|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Quilometragem</li> <li>— BR-135</li> <li>▭ Área de Estudo - Meio Físico</li> <li>▭ Limites municipais</li> </ul> | <p><b>GEOLOGIA</b></p> <p><b>PROJETO</b><br/>EIA/RIMA - BR-135/BA</p> <p><b>FONTE DE DADOS</b><br/>Área de estudo (físico) - ITTI, 2018;<br/>Geologia - CPRM, 2010;<br/>Rodovias e Quilometragem - DNIT, 2015;<br/>Limites municipais, estaduais e Capitais - IBGE, 2015<br/>BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> <p><b>ESCALA</b><br/>1:500.000   1 cm = 5.000 m</p> |
| <p><b>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</b></p> <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>Meridiano Central: 45° W</p> |   |   |

Fonte: ITTI/UFPR (2019).

#### 6.1.4.1.1 Bacia do São Francisco

A Bacia do São Francisco é uma estrutura intracratônica predominantemente formada por rochas metassedimentares proterozóicas (2,5 - 0,5 bilhões de anos), originalmente depositadas em ambiente marinho, sobre o embasamento metamórfico, de idade superior a 1,8 bilhões de anos, e encoberta por rochas fanerozóicas (< 541 milhões de anos - hoje) da Bacia Sanfranciscana.

Ao contrário da parte central da Bacia Sanfranciscana, as suas bordas se encontram deformadas, em faixas de deformação que contornam o cráton, desenvolvidas durante a formação do supercontinente Gondwana (660 - 530 milhões de anos), (ZALÁN; SILVA, 2007).

Segundo Egydio da Silva et al. (1989) no oeste da Bahia as rochas metassedimentares Grupo Bambuí situam-se em região de transição de domínios pericratônico e cratônico. O grupo compreende, da base para o topo, as formações São Desidério, Serra da Mamona e Riachão das Neves. As rochas atingiram grau de metamorfismo incipiente a fraco. Em termos estruturais, exibem dobramentos de eixos orientados nordeste-sudeste próximo ao domínio pericratônico (FIGURA 6.38), enquanto no domínio cratônico interior as unidades são encontradas com acamamentos sub-horizontal.

FIGURA 6.38 – DOBRAS EM ROCHAS DA FM. SÃO DESIDÉRIO, NO MUNICÍPIO DE SÃO DESIDÉRIO (A) E FM. SERRA DA MAMONA, NO MUNICÍPIO DE CATOLÂNDIA (B), EXEMPLOS DE DEFORMAÇÕES TECTÔNICAS DO DOMÍNIO PERICRATÔNICO.



Localização UTM 23S: a) 502410/8632901; b) 514496/8638995. Fonte: ITTI/UFPR (2019).

A Formação São Desidério é caracterizada por metacalcários cinza escuros com intercalações de metamargas e metasiltilitos, conforme descrito por Egydio da Silva (1987) ao longo da margem direita do Rio São Desidério, próximo a cidade

*Aut. [Signature]*

*[Signature]* Alessandro Flávio W. [Signature]

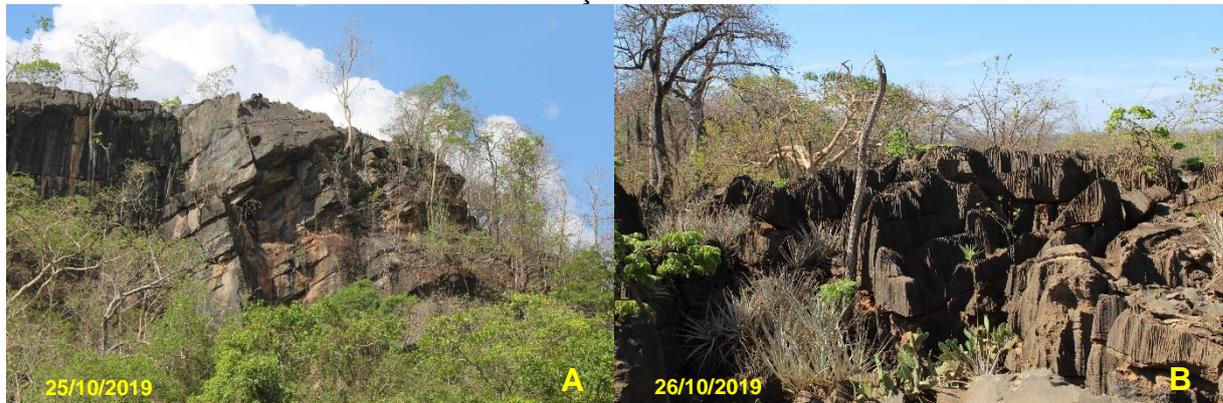
homônima. A unidade tem espessura estimada de 450 m. O embasamento da unidade é observado na região de Correntina - BA, e consiste de rochas metamórfica de alto grau, embasamento gnáissico-migmatítico. Já o contato superior se dá de modo gradativo com a unidade sobrejacente.

Descrita na região da Serra da Mamoma, norte do município de São Desidério, a Formação Serra da Mamona é marcada pela alternância de metacarbonatos e metapelitos. A unidade é constituída por metamargas, metarenitos finos, metasiltitos esverdeados, metacalcários negros e ardósias micáceas. Essa unidade tem espessura estimada de 3.000 m, sendo repetida tectonicamente, ao norte de Riachão das Neves, por falhas de empurrão sobre a unidade superior. O contato inferior gradativo com a Formação São Desidério é caracterizado pelo espessamento das camadas pelíticas (ardósia e metasiltito) e psamíticas (metarenito fino) e intercalações menos frequentes de rochas carbonáticas. O contato superior da unidade também é gradativo com o aumento da granulação dos grãos e quantidade de feldspato (EGYDIO DA SILVA, 1987).

A Formação Riachão das Neves foi descrita ao longo do cruzamento da rodovia BR135/BA com a escarpa da Serra do Riachão, onde foi caracterizada pelo conjunto de matarcóseos intercalados por metasiltitos micáceos, metarenitos finos feldspáticos e metacalcários negros. A unidade, mesmo ocorrendo em área tectonicamente deformada, tem espessura estimada de 3.000 m. O contato superior da unidade se dá por contato angular e erosivo com as rochas da Bacia Sanfranciscana (EGYDIO DA SILVA, 1987).

A Formação São Desidério é a única unidade litoestratigráfica encontrada na possível ADA, aflorando em camadas contínuas que formam paredões (FIGURA 6.39a) e pequenos morros, que tem como característica superficial o desenvolvimento de campos de lapiás (FIGURA 6.39b). Sobre essa unidade é encontrada uma espessa camada de cambissolo areno-argiloso desenvolvido sobre o material proveniente do intemperismo das rochas do Grupo Urucuia.

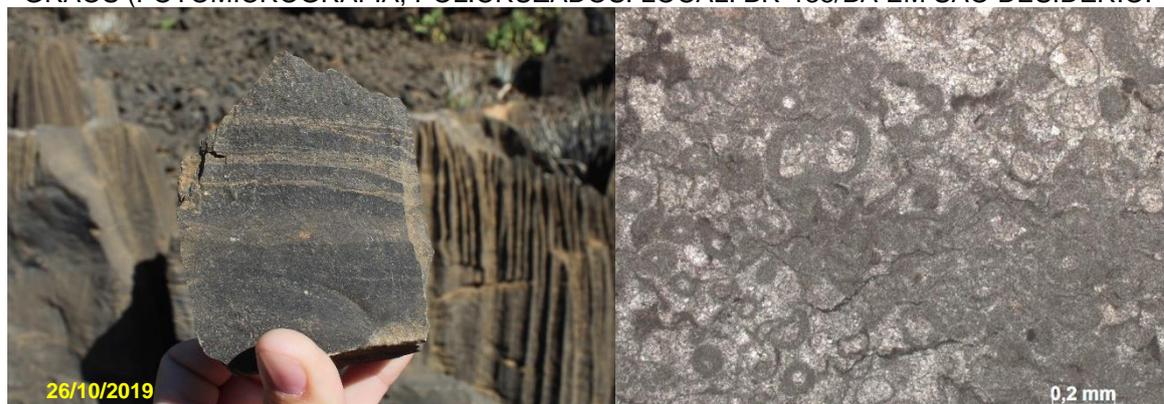
FIGURA 6.39 – ASPECTOS COMUNS DA FM. SÃO DESIDÉRIO A) MORRO COM FEIÇÕES CÂRSTICAS; B) FEIÇÕES DENOMINADAS CAMPO DE LAPIÁS. LOCAL: RODOVIA BR 135/BA NAS IMEDIAÇÕES DO KM 207.



Localização UTM 23S: a) 503170/8631342; b) 505518/8631312. Fonte: ITTI/UFPR (2019).

As rochas da Fm. São Desidério aflorantes na área de estudo são metacalcários oolíticos calcíticos, de granulação areia fina, cor cinza. Ocorrem em camadas subhorizontais de espessura média centimétrica. Os estratos apresentam predomínio de mergulhos suaves, de até  $10^\circ$ , predominantemente para sudoeste, seguindo a estruturação da Faixa Rio Preto. Texturalmente é possível reconhecer laminações plano paralelas e marcas onduladas evidenciadas pela diferença de cor entre os constituintes (FIGURA 6.40a), sendo os oóides/oncóides de cor cinza escuro e a matriz de carbonato micrítico de cor cinza clara (FIGURA 6.40b).

FIGURA 6.40 – APARÊNCIA DOS METACALCÁRIOS OOLÍTICOS DA FM. SÃO DESIDÉRIO. A) LAMINAÇÃO FREQUENTEMENTE OBSERVADA EM ESCALA DE AFLORAMENTO; B) COMPOSIÇÃO OOLÍTICA DO ARCABOUÇO E CIMENTAÇÃO DE CALCITA ESPÁTICA, ENTRE OS GRÃOS (FOTOMICROGRAFIA, POL. CRUZADOS. LOCAL: BR-135/BA EM SÃO DESIDÉRIO.

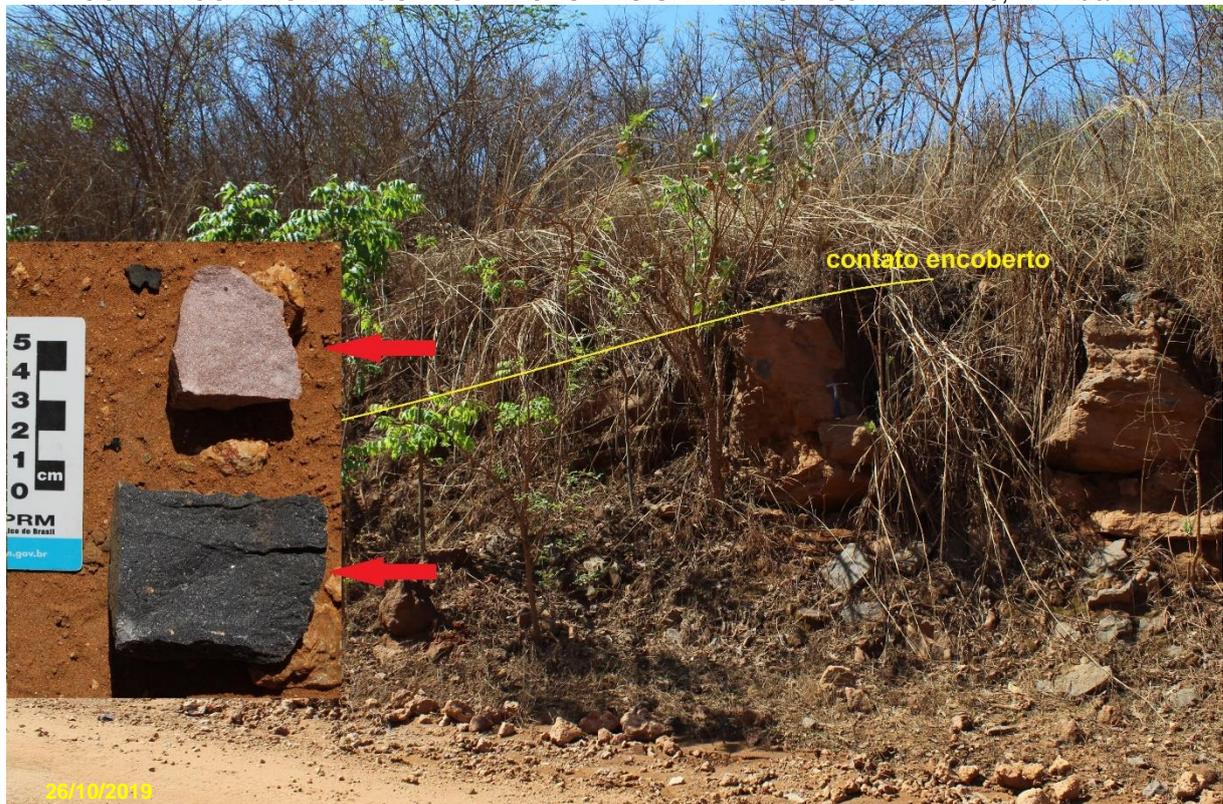


Fonte: a) ITTI/UFPR (2019); b) ANEXO A – CERTIFICADO DE ANÁLISE Nº 2014-1014

## 6.1.4.1.2 Bacia Sanfranciscana

A Bacia Sanfranciscana é representada na região por arenitos do Grupo Urucuia, o qual tem sua base em discordância erosiva sobre as rochas do Grupo Bambuí (FIGURA 6.41). A deposição dessa unidade, de espessura máxima de 200 m, sucedeu-se durante o Neocretáceo (66-100 milhões de anos) em um ambiente continental caracterizado por depósitos de dunas eólicas na base e, para o topo da unidade, uma maior influência fluvial com depósitos de rios entrelaçados (CAMPOS; DARDENNE, 1997).

FIGURA 6.41 – CONTATO ENTRE OS GRUPOS URUCUIA (TOPO) E BAMBUI, MAL EXPOSTO, COM AMOSTRAS DE ROCHAS FRECAS DAS UNIDADES. LOCAL: KM 210, BR-135/BA



Localização UTM 23S: 508373/8631044. Fonte: ITTI/UFPR (2019).

Esta unidade é constituída predominantemente por quartzarenitos com estratificação cruzada, além de siltitos e conglomerados, com porções silicificadas. A parte superior da unidade exposta, na zona vadosa, pode exibir elevado grau de alteração, com intensa lixiviação, bioturbação recente ou até desenvolvimento de crostas laterito-silicosas (TEIXEIRA NETTO, 2012).

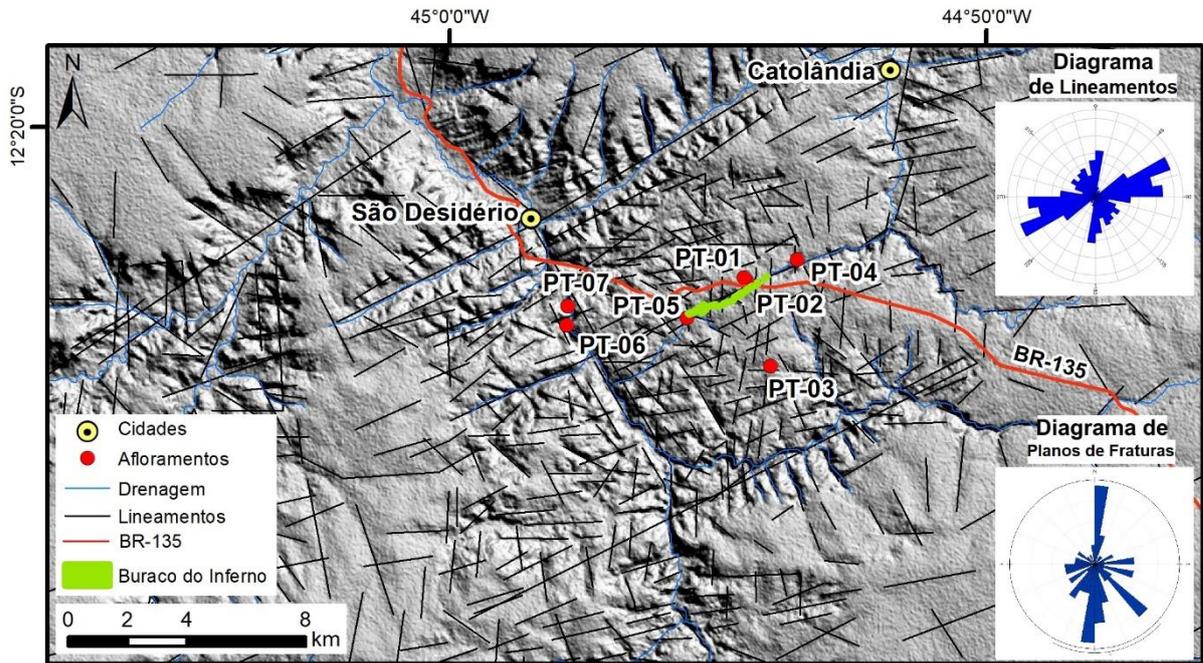
#### 6.1.4.1.3 Sedimentos Cenozoicos

Os sedimentos Cenozoicos cartografados cobrem aproximadamente 3% da área de estudo, na porção norte, e são caracterizados pelos sedimentos depositados às margens dos rios Grande e de Ondas, provenientes do retrabalhamento das rochas expostas. São constituídos por sedimentos de granulação areia e cascalho nas barras que preenchem o canal, e lamas na porção da planície de inundação. Já a cobertura detrito-lateríticas é associada ao intemperismo dos arenitos do Grupo Urucuia, formando depósitos *in situ* de crosta laterítica ou depósito de colúvio pouco transportado no sopé de encostas.

#### 6.1.4.1.4 Estruturação regional

Os dados estruturais de fraturas obtidos em campo, além dos lineamentos de grande escala traçados sobre o modelo de elevação, evidenciam o predomínio de estruturas de direção N-S para as de pequena escala, e NE-SW para as de grande escala (FIGURA 6.42). Essas estruturas são condizentes as descritas por Campos e Dardenne (1997), atribuídas a reativação neotectônica no início do Cenozoico, gerando um padrão de drenagens retangular. As estruturas de pequena escala têm a mesma orientação das estruturas rúpteis que geraram espaço de acomodação para a deposição do Grupo Urucuia, já as de grande escala são condizentes a estruturação do Grupo Bambuí associada a Faixa Rio Preto conforme descrito por Caxito (2010).

FIGURA 6.42 – ESTRUTURAÇÃO GEOLÓGICA REGIONAL COM INDICAÇÃO DOS PONTOS DE CAMPO E DIAGRAMAS DE ROSETA PARA OS PLANOS DE LINEAMENTO E FRATURAS



Localização UTM 23S: PT-01) 504482/8631846; PT-02) 504628/8631776; PT-03) 505445/8631227; PT-04) 508272/8631003; PT-05) 514635/8632753; PT-06) 514416/8632725; PT-07) 503988/8630485.  
 Fonte: ITTI/UFPR (2019).

#### 6.1.4.1.5 Geofísica

A ciência geofísica estuda a composição e variações vertical e lateral do interior da Terra a partir da análise das propriedades físicas, as quais são atreladas as variações composicionais (geológicas). Os levantamentos geofísicos podem ser realizados com vários métodos, sendo eles: sísmico, gravitacional, magnético, elétrico e eletromagnético (KEAREY *et al.*, 2009).

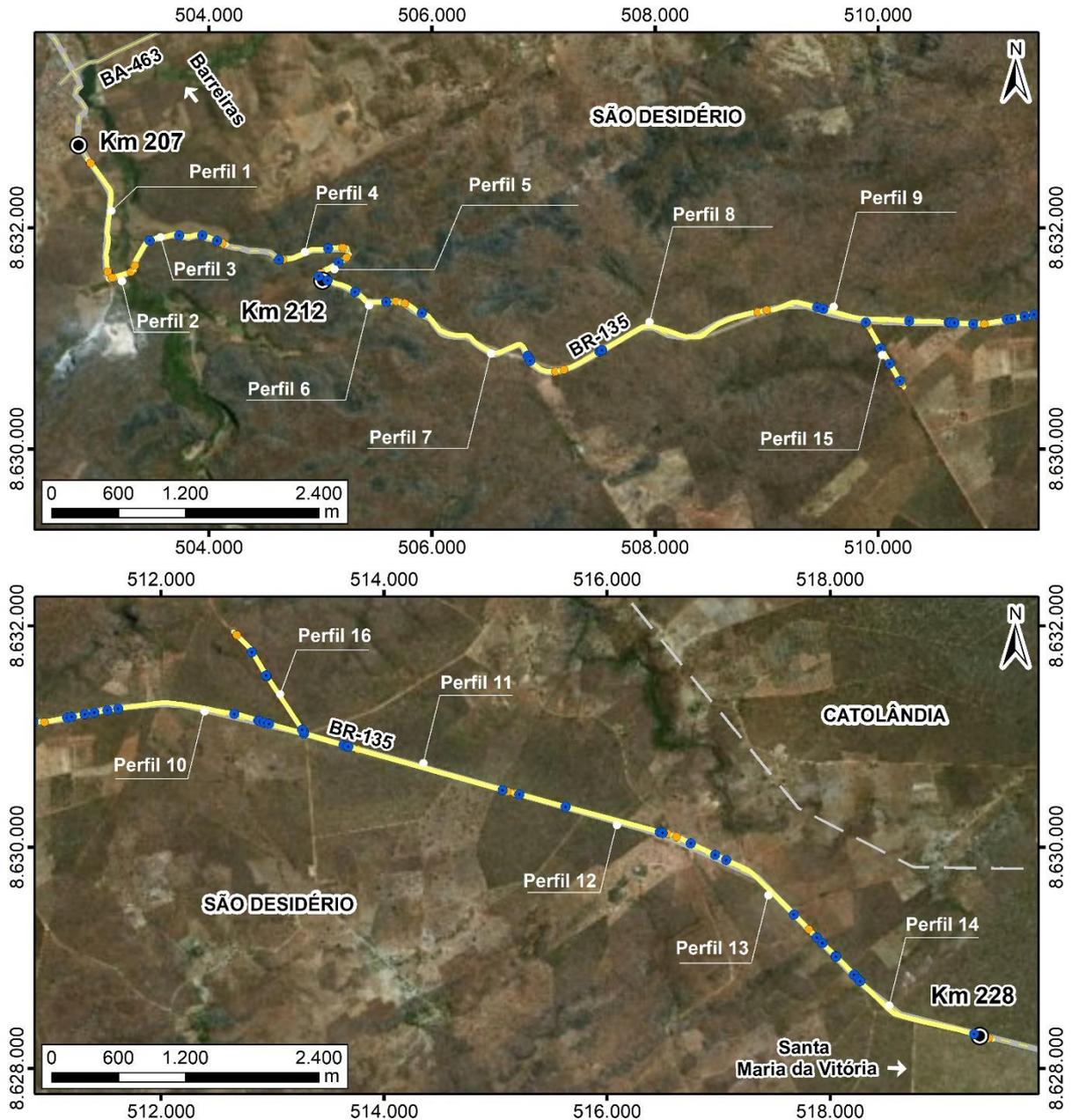
Os dados geofísicos obtidos dentro da área de estudo corroboram com as informações geológicas e geomorfológicas caracterizadas anteriormente. Os métodos geofísicos empregados foram úteis para prospectar possíveis cavidades desenvolvidas nas rochas carbonáticas da Formação São Desidério sobre o traçado da rodovia e, mais especificamente, caracterizar o Buraco do Inferno da Lagoa do Cemitério. Outra importante informação obtida com os métodos geofísicos foi a caracterização da espessura e limite inferior da camada de solo areno-argiloso, proveniente das unidades siliciclásticas do Grupo Urucuia.

As informações obtidas pelo método eletromagnético através do uso de georadar permitiram delimitar a base da cobertura de solo e o topo rochoso, feições de paleorelevo, fraturas, pequenas cavidades e dissoluções. O material areno-

argiloso, correspondente a cobertura de solo, está assentado sobre o paleorelevo que delimita o topo da Formação São Desidério. Essa superfície de topo é irregular e possui alguns vales que foram preenchidos durante a sedimentação da unidade superior. As fraturas inferidas são de pequeno porte e de orientação principalmente subvertical, por vezes condizentes a zonas de possível dissolução.

Nos perfis levantados entre os quilômetros 207 a 212 da BR-135/BA, perfis 01 a 05, foram reconhecidas oito possíveis cavidades, de um total de 71 inferidas ao longo dos 14 perfis (FIGURA 6.43).

FIGURA 6.43 – LOCALIZAÇÃO DOS PERFIS DE GPR E DE POSSÍVEIS CAVIDADES

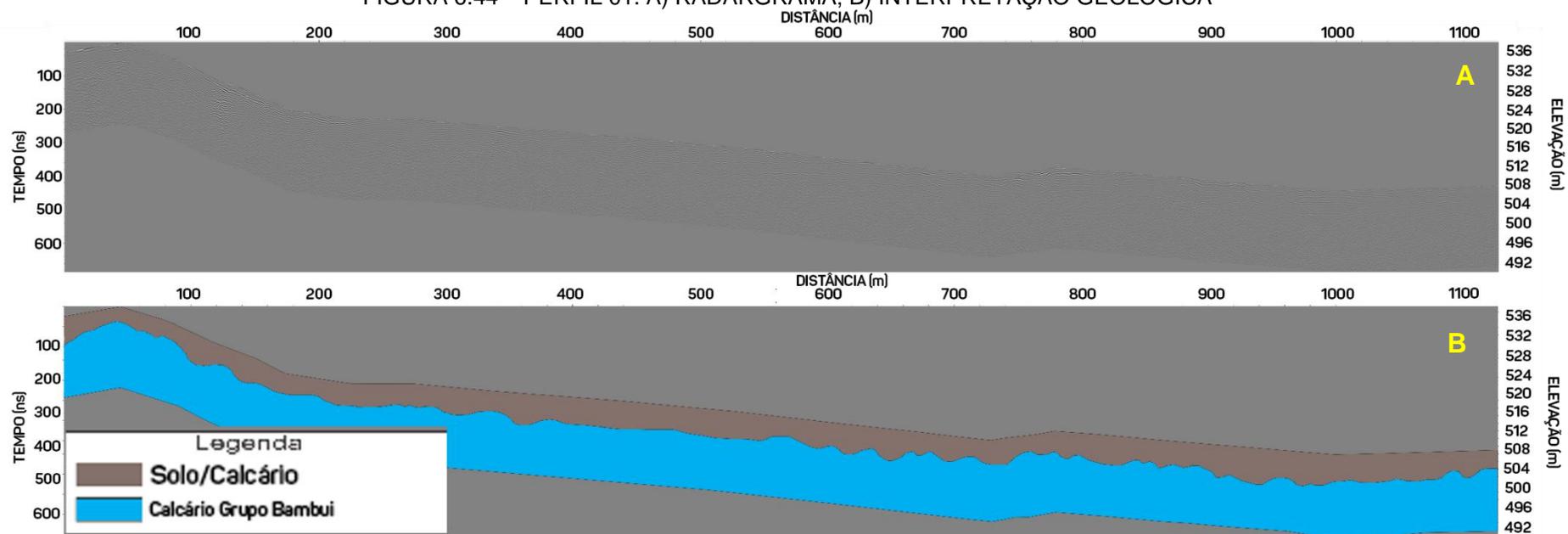


| LOCALIZAÇÃO  | LEGENDA   | INFORMAÇÕES   |
|--|---|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Quilometragem</li> <li>● Possíveis cavidades detectadas por GPR</li> <li>● Perfis</li> <li>— BR-135</li> <li>— Rodovias estaduais</li> <li>— Limites municipais</li> </ul> | <p><b>LOCALIZAÇÃO PERFIL GPR</b></p>  |
|  |   | <p><b>PROJETO</b><br/>EIA/RIMA - BR-135/BA</p> <p><b>FONTE DE DADOS</b><br/>Possíveis cavidades detectadas por GPR e perfis - ITTI, 2015;<br/>Rodovias e Quilometragem - DNIT, 2015;<br/>Limites municipais, estaduais e Capitais - IBGE, 2015;<br/>BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> <p><b>ESCALA</b><br/>1:60.000   1 cm = 600 m</p> |
| <p><b>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</b></p> <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>Meridiano Central: 45° W</p> |   |   |

Fonte: ITTI/UFPR (2019).

Os perfis 01 (FIGURA 6.44) e 02 (FIGURA 6.45) não apresentam possíveis cavidades, enquanto nos demais foram identificadas quatro para o perfil 03 (FIGURA 6.46), duas no perfil 04 (FIGURA 6.47) e duas no perfil 05 (FIGURA 6.48). Em relação as possíveis cavidades, essas foram interpretadas como de pequenas dissoluções a cavidades de dimensões métricas, muitas delas associadas a zonas de faturamento e todas localizadas no maciço rochoso. Vale ressaltar que não foram identificadas feições geofísicas nos perfis sugestivas de cavidades de grandes dimensões até a profundidade máxima de investigação, que oscilou entre 6 e 10 m.

FIGURA 6.44 – PERFIL 01. A) RADARGRAMA; B) INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA

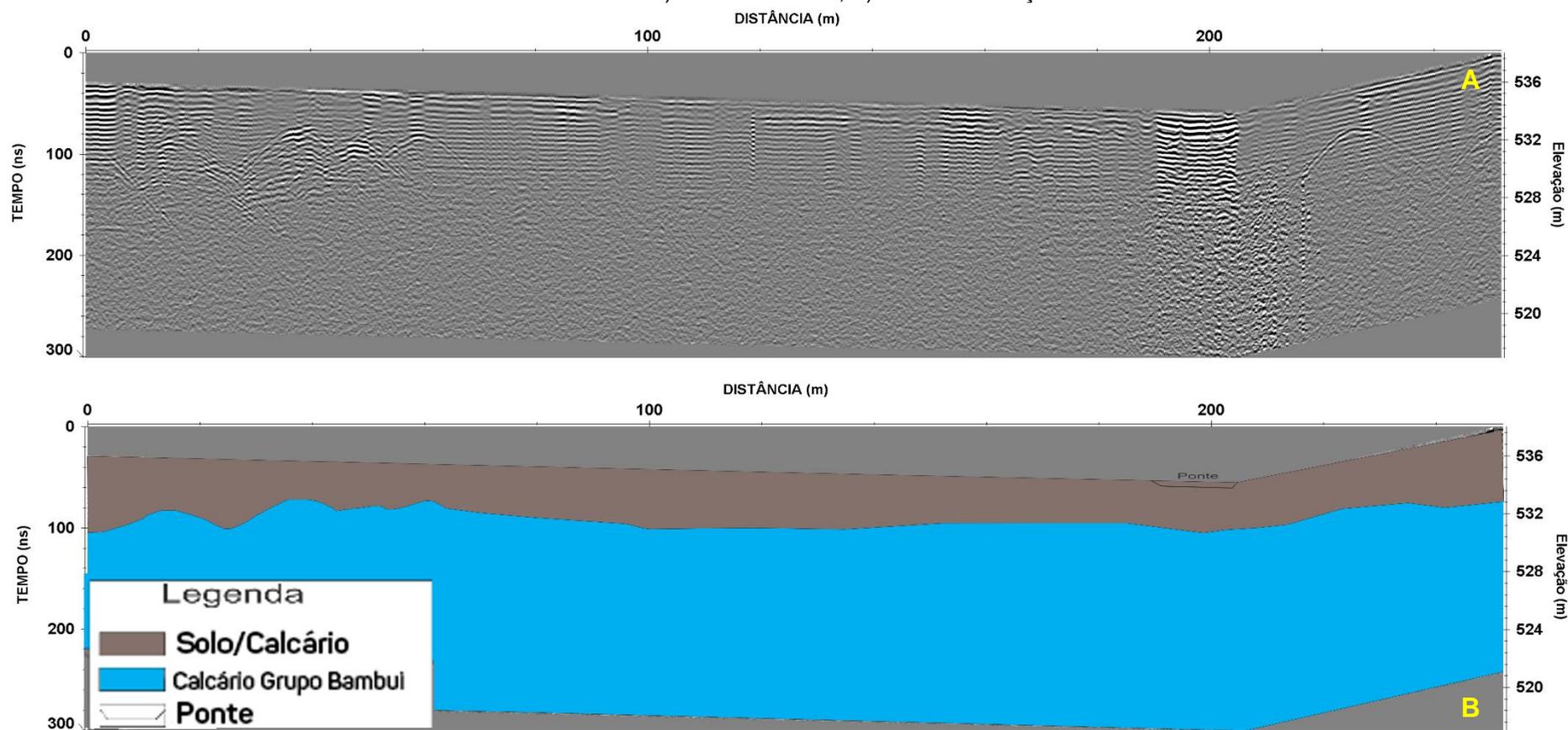


Fonte: LPGA/UFPR (2015).

*Artur*

*Alessandro Flávio W. Faria*

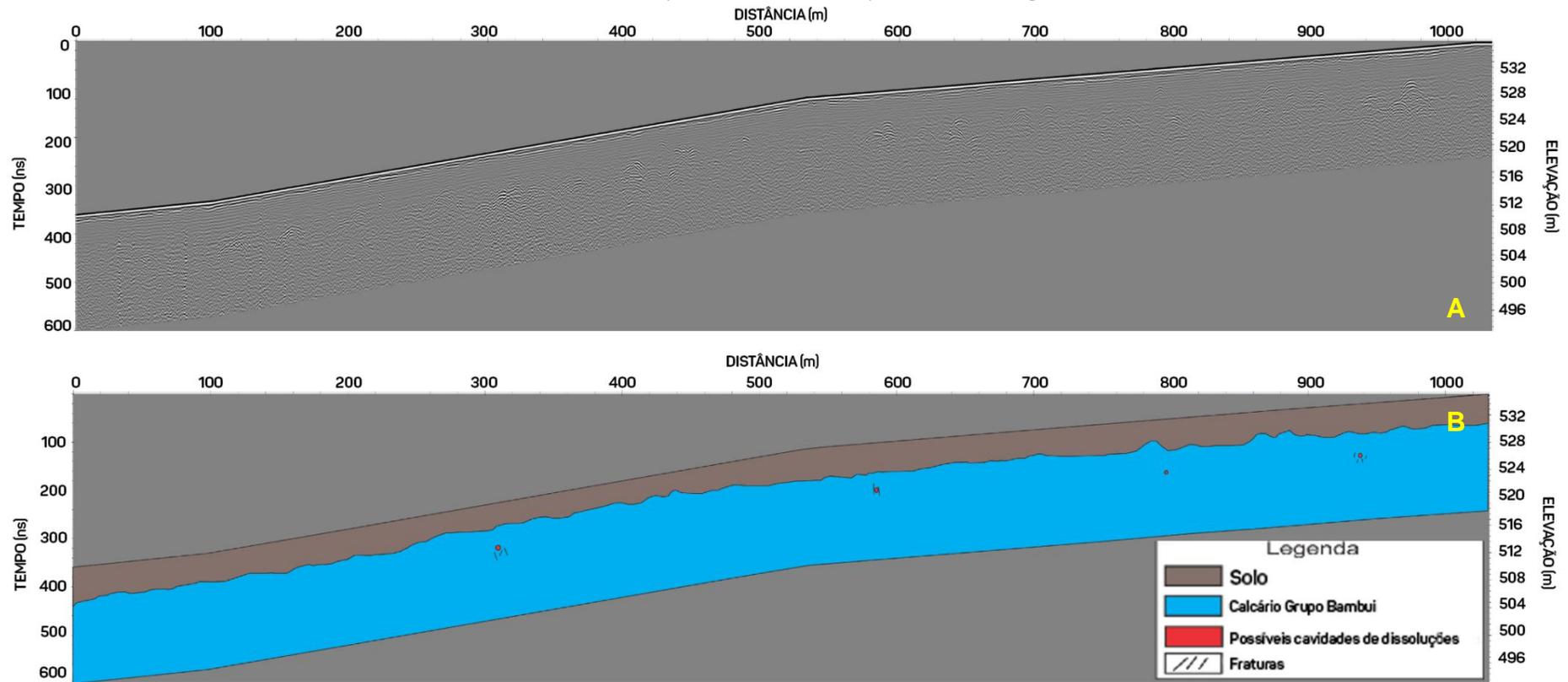
FIGURA 6.45 – PERFIL 02. A) RADARGRAMA; B) INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA



Fonte: LPGA/UFPR (2015).

Alexsandro Flávio W. Faria

FIGURA 6.46 – PERFIL 03. A) RADARGRAMA; B) INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA

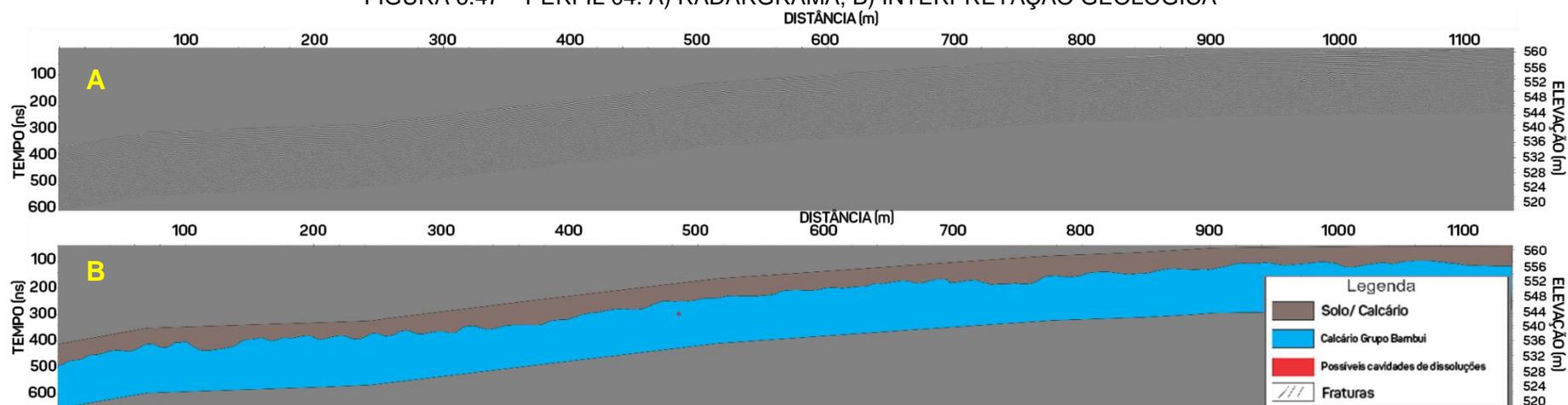


Fonte: LPGA/UFPR (2015).

*Artur*

*Alessandro Flávio W. Faria*

FIGURA 6.47 – PERFIL 04. A) RADARGRAMA; B) INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA

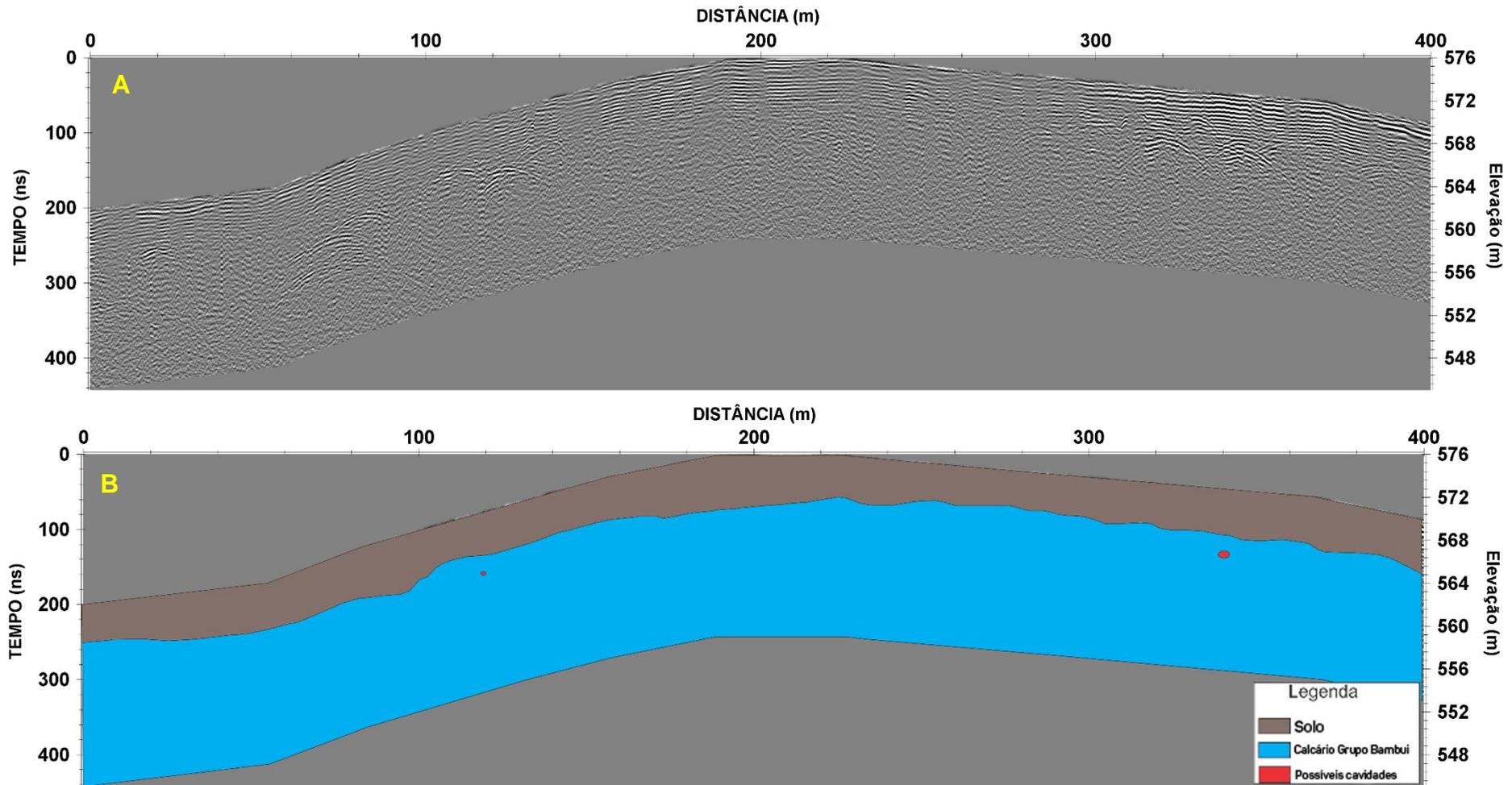


Fonte: LPGA/UFPR (2015).

*Artur*

*Alessandro Flávio W. Faria*

FIGURA 6.48 – PERFIL 05. A) RADARGRAMA; B) INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA



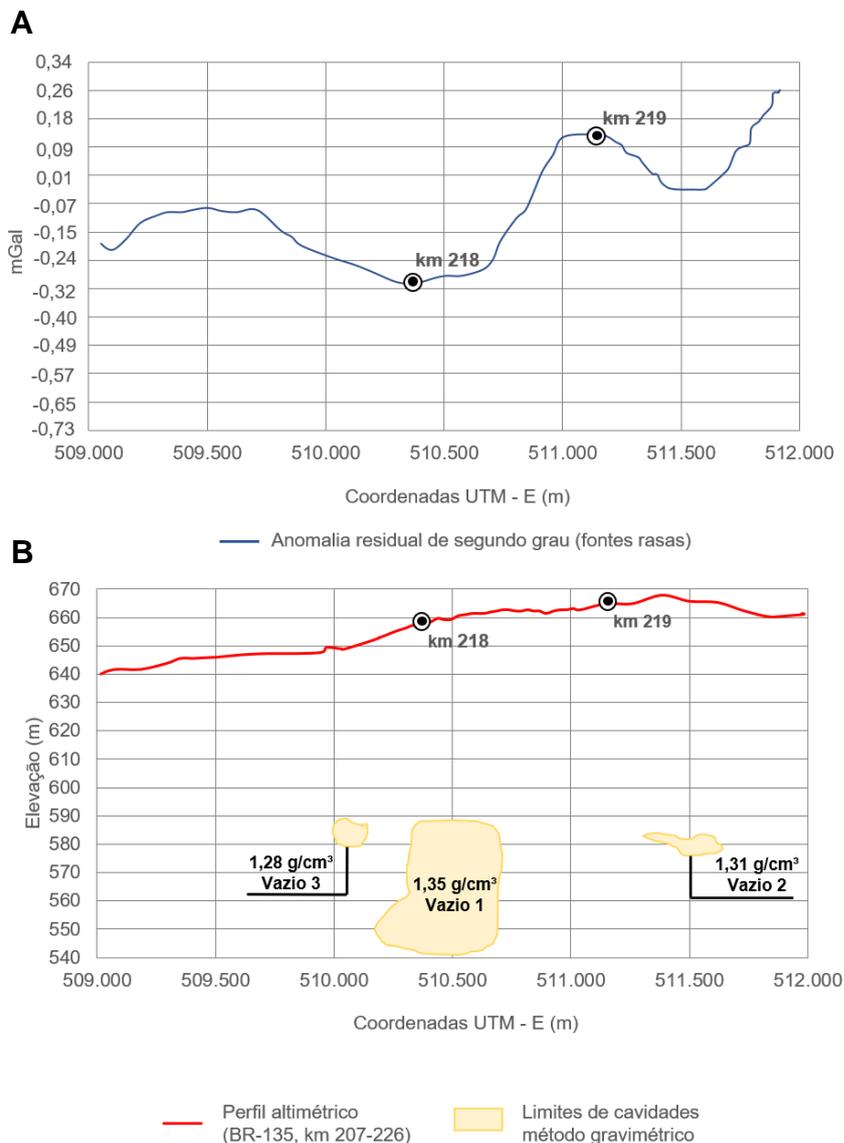
Fonte: LPGA/UFPR (2015).

*Artur*

*Alexsandro Flávio W. Faria*

O levantamento gravimétrico identificou três baixos gravimétricos sugestivos de corresponderem a cavidades em parte preenchidas por água, duas pequenas e uma maior associada a projeção do Buraco do Inferno da Lagoa do Cemitério, uma importante feição do Sistema Cársico do Rio João Rodrigues (SCRJR), com o teto estimado em aproximadamente 70 m de profundidade em relação ao leito não pavimentado da BR-135/BA que intercepta obliquamente o sistema cártico do Rio João Rodrigues, próximo ao km 218 (FIGURA 6.49). Vale ressaltar que os vazios modelados a partir dos dados da anomalia de Bouger podem não ser contínuos, uma vez que a modelagem não permitiu esse detalhamento.

FIGURA 6.49 – RESULTADO GRAVIMÉTRICO. (A) ANOMALIA RESIDUAL DE SEGUNDO GRAU. (B) MODELAGEM DO PERFIL GRAVIMÉTRICO AO LONGO DO TRAÇADO ATUAL DA RODOVIA BR-135/BA, KM 215-218, INDICANDO CAVIDADES EM PROFUNDIDADE



Fonte: ITTI/UFPR (2018).

Os dados obtidos pelo método elétrico possibilitaram refinar as inferências do método gravimétrico para a caracterização da Caverna do Buraco do Inferno. Tem-se, sob o eixo da rodovia, o topo da cavidade definida a 80 m de profundidade, sendo 45 m de solo areno-argilos (arenito do Grupo Urucuia) e 35 m de rocha (metacalcárea do Grupo Bambuí), e a cavidade com 52 m de largura por 30 m de altura (FIGURA 6.50). Também foi possível observar com esse levantamento a espessura média para a cobertura de solo areno-argiloso de 40 m; e possíveis cavidades pequenas e alongadas, podendo estar associadas com estruturas subverticais paralelas ao SCRJR, assim como a decontinuidade geométrica, caracterizada pela variação abrupta dos dados, que foi atribuída a possíveis cavidades completamente saturadas e conectadas por condutos horizontais.

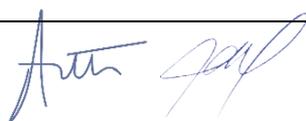
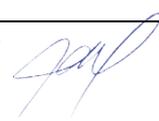
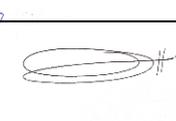
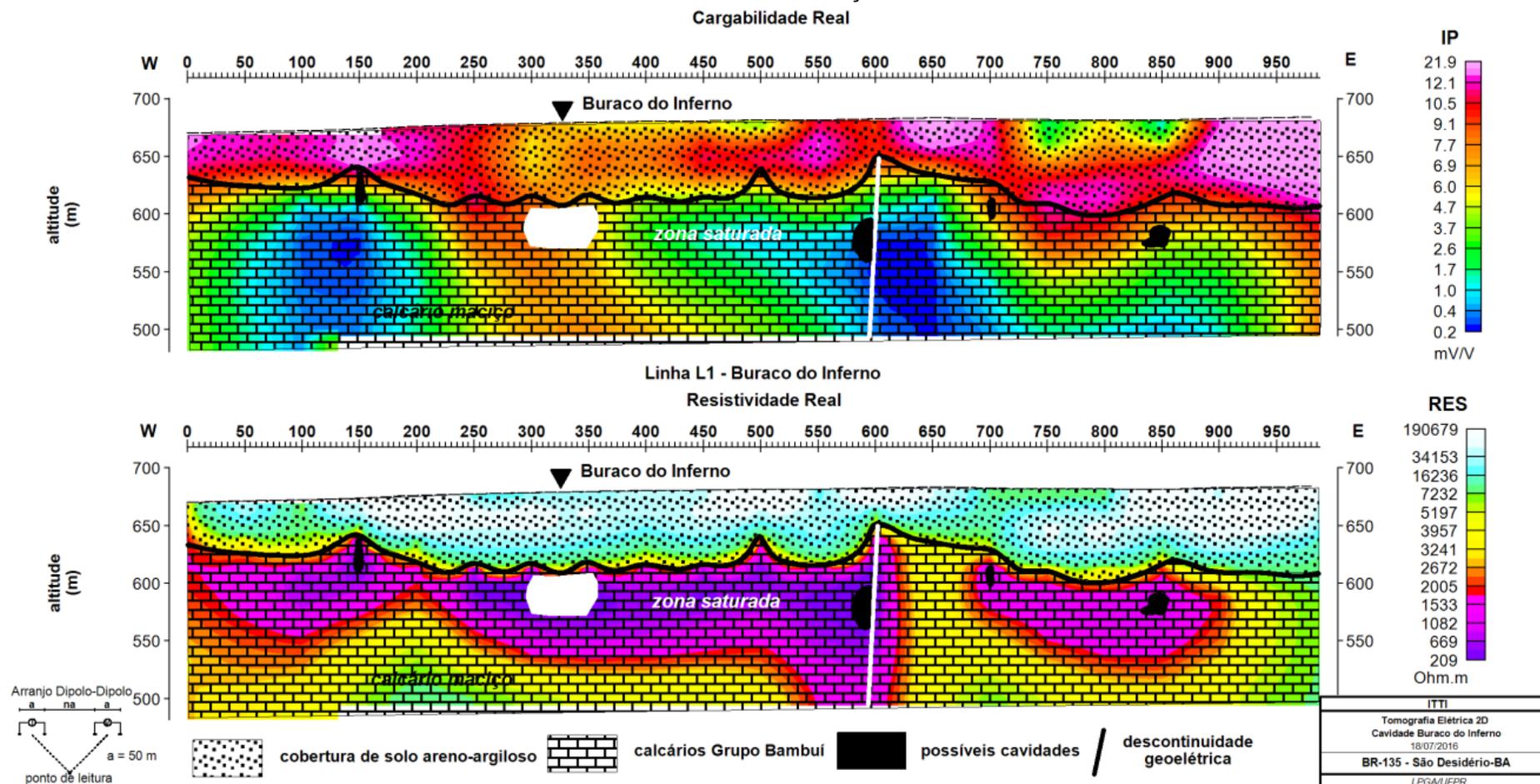
  

FIGURA 6.50 – MODELO DE PROFUNDIDADE DA CARGABILIDADE REAL (A) E RESISTIVIDADE REAL (B) EM PERFIL SOB A BR-135/BA, KM 218, COM INTERPRETAÇÕES



Fonte: LPGA/UFPR (2016).

Após a caracterização geofísica da caverna do Buraco do Inferno sob o traçado da rodovia não pavimentada, com identificação das dimensões, composição da cobertura de solo e rocha, foram realizados estudos de distribuição de tensões e deformações. Com o modelamento geotécnico foi comprovada a estabilidade do maciço em que está localizada a cavidade Buraco do Inferno em relação as sobrecargas que serão aplicadas nas fases de implementação e operação da rodovia. Os dados indicaram que não há tensões, deformações ou deslocamentos significativos no maciço e cavidade, sendo o carregamento necessário para causar uma possível ruptura de no mínimo 166 vezes maior do que o máximo estimado que foi de 48,33 kPa (ZAMPIERI, 2017).

#### 6.1.4.1.6 Detecção de vibrações induzidas

O estudo das vibrações provocadas pelo atual tráfego de veículos foi realizado entre os km 216 e 217 da rodovia BR-135/BA, por meio da instrumentação da caverna conhecida como Buraco do Inferno da Lagoa do Cemitério e de pontos da superfície próximo ao eixo da estrada não pavimentada.

Segundo os critérios do CECAV, as fontes de vibração são classificadas da seguinte forma:

- Vibração intermitente: caracterizada pela sucessão de eventos vibratórios de curta duração, como por exemplo quando da detonação de explosivos para desmonte de rocha por meio de micro retardos, da atividade de cravação de estacas por impacto e da atividade de compactação dinâmica por batimento;
- Vibração transiente: quando os níveis de vibração resultam de impacto súbito, seguido de um tempo de repouso relativamente prolongado, como por exemplo as vibrações decorrentes de atividades como tráfego de veículos pesados em vias de acesso rodoviário, da passagem de um comboio ferroviário, bem como as decorrentes do carregamento ou descarregamento de material;
- Vibração contínua: quando um nível de vibração aproximadamente constante é mantido por um período de tempo significativo (são os casos, por exemplo, das vibrações originadas pelo funcionamento de maquinários pesados em geral tais como os existentes nos processos de britagem e de compactação de solos).

Por preservação do patrimônio espeleológico, seja qual for o tipo de formação, deve-se entender a manutenção de valores de velocidade de vibração de partícula de pico (máximo valor instantâneo da velocidade de uma partícula em um ponto durante um determinado intervalo de tempo) abaixo dos valores que possam causar qualquer tipo de dano irreversível às estruturas cársticas que o compõem.

Portanto, os resultados dos monitoramentos destinaram-se a estimar os eventuais impactos provocados pelo tráfego rodoviários sobre o patrimônio espeleológico existente na região, visando assegurar a sua preservação, durante a execução da obra.

Em relação às atividades desenvolvidas na região, destaca-se ainda a detonação de explosivos para desmonte de rocha que ocorre na região, devido às atividades das pedreiras comerciais próximas, sendo que não há indícios de impactos provenientes dos processos de exploração.

#### 6.1.4.1.7 Método e aquisição dos dados

Durante a realização dos monitoramentos foram verificadas as vibrações provenientes apenas do tráfego de veículos (vibrações transientes) no trecho não pavimentado da BR-135/BA, próximo aos km 216 e 217.

Em função das características do piso em cada local de instalação, os geofones foram fixados com gesso (FIGURA 6.51a) ou cravados no solo (FIGURA 6.51b).

FIGURA 6.51 – INSTALAÇÃO DOS GEOFONES



Fonte: Technoblast (2017).

*Artur*

*Alexandre Flávia/W. João/André*

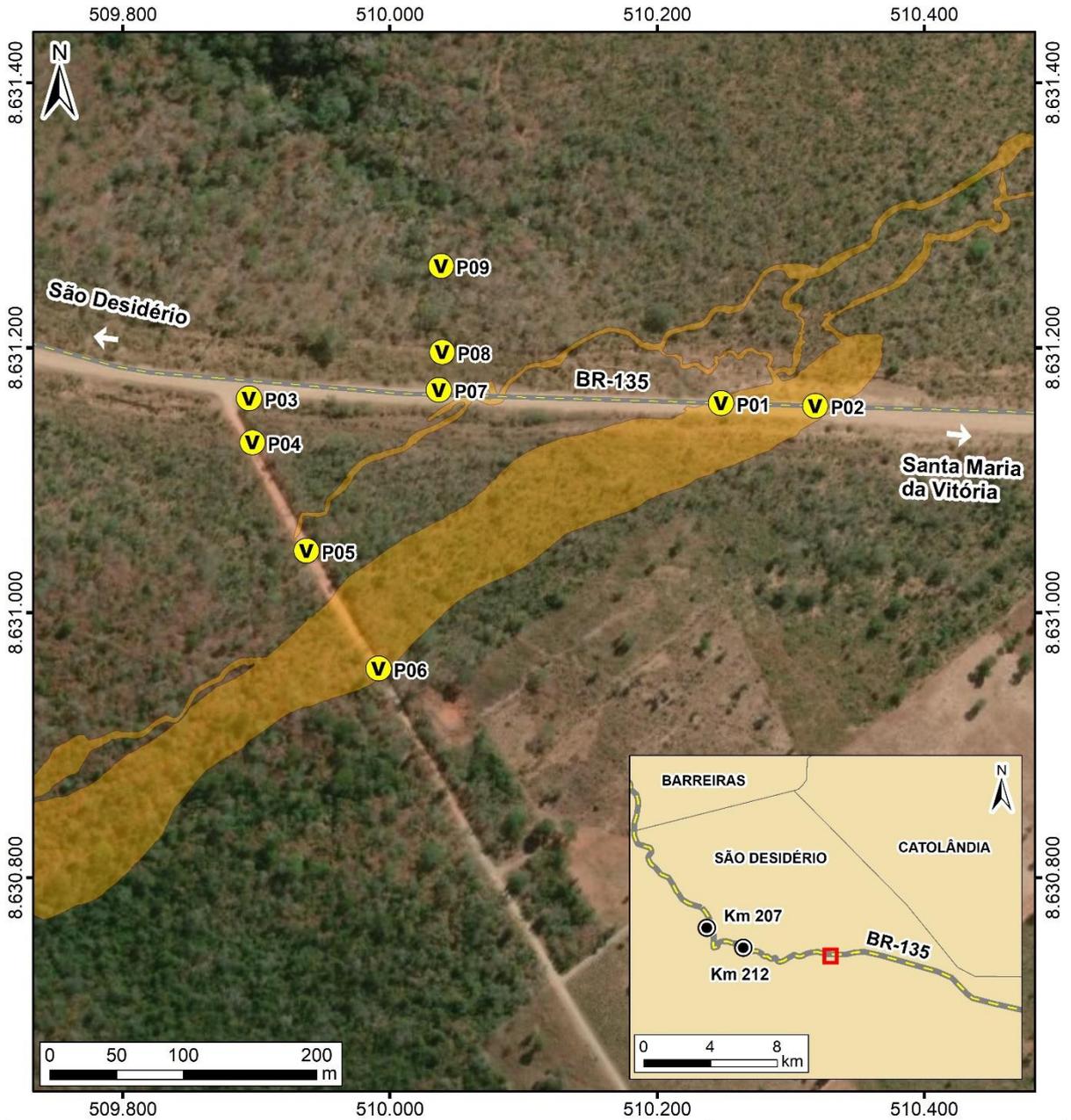
Os monitoramentos foram realizados em nove diferentes pontos (TABELA 6.14), sendo dois deles dentro da caverna Buraco do Inferno, e os demais distribuídos quase que ortogonalmente ao eixo da BR-135/BA, entre os km 216 e 218 (FIGURA 6.52).

TABELA 6.14 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO DE VIBRAÇÕES

| Ponto | Descrição                 | Coordenadas UTM (23L) |         |
|-------|---------------------------|-----------------------|---------|
|       |                           | m S                   | m L     |
| P01   | Caverna Buraco do Inferno | -                     | -       |
| P02   | Caverna Buraco do Inferno | -                     | -       |
| P03   | Margem da rodovia         | 8.631.229             | 509.939 |
| P04   | 50 m do eixo da rodovia   | 8.631.162             | 609.944 |
| P05   | 150 m do eixo da rodovia  | 8.631.075             | 509.993 |
| P06   | 250 m do eixo da rodovia  | 8.630.994             | 510.044 |
| P07   | Margem da rodovia         | 8.631.212             | 510.095 |
| P08   | 50 m do eixo da rodovia   | 8.631.256             | 510.102 |
| P09   | 100 m do eixo da rodovia  | 8.630.221             | 508.094 |

Fonte: Technoblast (2017).

FIGURA 6.52 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO



| LOCALIZAÇÃO  | LEGENDA  | INFORMAÇÕES  |
|--|--|--|
|  | <p><b>V</b> Pontos de monitoramento de vibração</p> <p><b>●</b> Quilometragem</p> <p>— BR-135</p> <p>■ Limites municipais</p> <p>■ Projeção da caverna Buraco do Inferno</p> | <p><b>PONTOS DE MONITORAMENTO DE VIBRAÇÃO</b></p> <p> </p>   |
|  |  | <p><b>PROJETO</b></p> <p>EIA/RIMA - BR-135/BA</p> <p><b>FONTE DE DADOS</b></p> <p>Pontos de monitoramento de vibração e projeção da caverna Buraco do Inferno - ITTI, 2017; Rodovias e Quilometragem - DNIT, 2015; Limites municipais, estaduais e Capitais - IBGE, 2015; BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> <p><b>ESCALA</b></p> <p>1:5.000   1 cm = 50 m</p> |
| <p><b>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</b></p> <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>                 Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>                 Meridiano Central: 45° W</p> |  |  |

Fonte: UFPR/ITTI (2019).

Para realização do estudo, os veículos que circulam naquele trecho da BR-135/BA foram classificados em leves, médios e pesados (FIGURA 6.53).

FIGURA 6.53 – FONTES DE VIBRAÇÃO. A) VEÍCULO LEVE (CARRO DE PASSEIO); B) VEÍCULO MÉDIO (UTILITÁRIO/CAMINHONETE); C) VEÍCULO PESADO (CAMINHÃO)



Fonte: Technoblast (2017).

A passagem de veículos próximo aos locais de instalação dos sismógrafos foi registrada com identificação do horário, tipo de veículo e velocidade (TABELA 6.15).

TABELA 6.15 – REGISTRO DO HORÁRIO, TIPO DE VEÍCULO E VELOCIDADE DE TRÂNSITO

(continua)

| Data     | Hora  | Veloc. (km/h) | Tipo de veículo | Data     | Hora  | Veloc. (km/h) | Tipo de veículo |
|----------|-------|---------------|-----------------|----------|-------|---------------|-----------------|
| 02/10/17 | 10:13 | 29            | passageiro      | 03/10/17 | 14:05 | 40            | utilitário      |
| 02/10/17 | 10:13 | 17            | caminhão        | 03/10/17 | 14:06 | 38            | caminhão        |
| 02/10/17 | 10:15 | 50            | caminhão        | 03/10/17 | 14:07 | 38            | caminhão        |
| 02/10/17 | 10:19 | 35            | passageiro      | 03/10/17 | 14:07 | 50            | passageiro      |
| 02/10/17 | 10:20 | 55            | passageiro      | 03/10/17 | 14:14 | 54            | caminhão        |
| 02/10/17 | 10:20 | 32            | caminhão        | 03/10/17 | 14:14 | 42            | utilitário      |
| 02/10/17 | 10:21 | 42            | moto            | 03/10/17 | 14:17 | 82            | utilitário      |
| 02/10/17 | 10:21 | 35            | passageiro      | 03/10/17 | 14:19 | 77            | passageiro      |
| 02/10/17 | 10:28 | 30            | caminhão        | 03/10/17 | 14:19 | 87            | utilitário      |
| 02/10/17 | 10:30 | 85            | passageiro      | 03/10/17 | 14:23 | 57            | moto            |
| 02/10/17 | 10:32 | 61            | utilitário      | 03/10/17 | 14:26 | 71            | passageiro      |
| 02/10/17 | 10:40 |               | moto            | 03/10/17 | 14:28 | 73            | moto            |
| 02/10/17 | 10:40 | 28            | van             | 03/10/17 | 14:42 | 63            | utilitário      |
| 02/10/17 | 10:41 |               | passageiro      | 03/10/17 | 14:43 | 71            | utilitário      |
| 02/10/17 | 10:47 | 71            | utilitário      | 03/10/17 | 14:44 | 58            | utilitário      |
| 02/10/17 | 10:49 | 77            | utilitário      | 03/10/17 | 14:45 | 49            | caminhão        |
| 02/10/17 | 10:49 | 70            | utilitário      | 03/10/17 | 14:45 | 79            | utilitário      |

TABELA 6.15 – REGISTRO DO HORÁRIO, TIPO DE VEÍCULO E VELOCIDADE DE TRÂNSITO  
(continuação)

| Data     | Hora  | Veloc. (km/h) | Tipo de veículo | Data     | Hora  | Veloc. (km/h) | Tipo de veículo |
|----------|-------|---------------|-----------------|----------|-------|---------------|-----------------|
| 02/10/17 | 10:54 | 68            | passeio         | 03/10/17 | 14:45 | 63            | Utilitário      |
| 02/10/17 | 10:54 | 41            | passeio         | 03/10/17 | 14:46 | 97            | utilitário      |
| 02/10/17 | 10:55 | 62            | utilitário      | 03/10/17 | 14:47 | 51            | utilitário      |
| 02/10/17 | 10:55 | 65            | utilitário      | 03/10/17 | 14:48 | 55            | moto            |
| 02/10/17 | 10:55 |               | moto            | 03/10/17 | 14:49 | 59            | passeio         |
| 02/10/17 | 10:57 | 40            | utilitário      | 03/10/17 | 14:50 | 58            | utilitário      |
| 02/10/17 | 10:59 | 40            | utilitário      | 03/10/17 | 14:50 | 51            | utilitário      |
| 02/10/17 | 11:01 | 28            | passeio         | 03/10/17 | 14:51 | 35            | passeio         |
| 02/10/17 | 11:01 | 21            | caminhão        | 03/10/17 | 14:52 | 61            | passeio         |
| 02/10/17 | 11:02 | 42            | passeio         | 03/10/17 | 14:53 | 55            | passeio         |
| 02/10/17 | 11:03 | 48            | utilitário      | 03/10/17 | 14:54 | 18            | utilitário      |
| 02/10/17 | 11:06 | 49            | utilitário      | 03/10/17 | 14:54 | 28            | caminhão        |
| 02/10/17 | 11:06 | 69            | utilitário      | 03/10/17 | 14:55 | 41            | utilitário      |
| 02/10/17 | 11:09 | 66            | utilitário      | 03/10/17 | 14:56 | 63            | utilitário      |
| 02/10/17 | 11:10 | 35            | passeio         | 03/10/17 | 14:57 | 51            | caminhão        |
| 02/10/17 | 11:10 | 68            | utilitário      | 03/10/17 | 14:58 | 31            | utilitário      |
| 02/10/17 | 11:12 | 75            | utilitário      | 03/10/17 | 14:59 | 31            | passeio         |
| 02/10/17 | 11:14 | 75            | passeio         | 03/10/17 | 15:00 | 49            | utilitário      |
| 02/10/17 | 11:15 | 61            | utilitário      | 03/10/17 | 15:00 | 46            | utilitário      |
| 02/10/17 | 11:17 | 76            | passeio         | 03/10/17 | 15:01 | 25            | van             |
| 02/10/17 | 11:18 | 92            | passeio         | 03/10/17 | 15:03 | 10            | utilitário      |
| 02/10/17 | 11:18 | 52            | moto            | 03/10/17 | 15:04 | 68            | utilitário      |
| 02/10/17 | 11:19 | 64            | utilitário      | 03/10/17 | 15:05 | 42            | utilitário      |
| 02/10/17 | 11:20 | 66            | utilitário      | 03/10/17 | 15:05 | 58            | passeio         |
| 02/10/17 | 11:20 | 68            | passeio         | 03/10/17 | 15:06 | 61            | utilitário      |
| 02/10/17 | 11:21 | 73            | utilitário      | 03/10/17 | 15:06 | 61            | utilitário      |
| 02/10/17 | 11:22 | 36            | passeio         | 03/10/17 | 15:07 | 58            | utilitário      |
| 02/10/17 | 11:23 | 66            | utilitário      | 03/10/17 | 15:08 | 44            | passeio         |
| 02/10/17 | 11:24 | 69            | utilitário      | 03/10/17 | 15:08 | 63            | utilitário      |
| 02/10/17 | 11:26 | 34            | passeio         | 03/10/17 | 15:09 | 44            | utilitário      |
| 02/10/17 | 11:27 | 68            | utilitário      | 03/10/17 | 15:10 | 63            | utilitário      |
| 02/10/17 | 11:28 | 66            | utilitário      | 03/10/17 | 15:11 | 48            | utilitário      |
| 02/10/17 | 11:30 | 75            | utilitário      | 03/10/17 | 15:12 | 32            | utilitário      |
| 02/10/17 | 11:31 | 67            | passeio         | 03/10/17 | 15:13 | 44            | utilitário      |
| 02/10/17 | 11:31 | 68            | utilitário      | 03/10/17 | 15:13 | 79            | passeio         |
| 02/10/17 | 11:32 | 66            | utilitário      | 03/10/17 | 15:14 | 65            | utilitário      |
| 02/10/17 | 11:36 | 69            | utilitário      | 03/10/17 | 15:15 | 18            | caminhão        |
| 02/10/17 | 11:37 | 69            | utilitário      | 03/10/17 | 15:15 | 34            | utilitário      |
| 02/10/17 | 11:39 | 77            | utilitário      | 03/10/17 | 15:17 | 52            | utilitário      |
| 02/10/17 | 11:40 | 70            | utilitário      | 03/10/17 | 15:18 | 30            | utilitário      |
| 02/10/17 | 11:43 | 69            | utilitário      | 03/10/17 | 15:19 | 49            | caminhão        |

Alexandre Flávia/W. João/Juliet

TABELA 6.15 – REGISTRO DO HORÁRIO, TIPO DE VEÍCULO E VELOCIDADE DE TRÂNSITO (conclusão).

|          |       |    |            |          |       |    |            |
|----------|-------|----|------------|----------|-------|----|------------|
| 02/10/17 | 11:44 | 41 | passeio    | 03/10/17 | 15:20 | 40 | Utilitário |
| 02/10/17 | 11:44 | 62 | utilitário | 03/10/17 | 15:21 | 60 | utilitário |
| 02/10/17 | 11:47 | 74 | utilitário | 03/10/17 | 15:22 | 31 | utilitário |
| 02/10/17 | 11:48 | 73 | utilitário | 03/10/17 | 15:23 | 57 | utilitário |
| 02/10/17 | 11:51 | 68 | utilitário | 03/10/17 | 15:24 | 41 | utilitário |
| 02/10/17 | 11:52 | 68 | utilitário | 03/10/17 | 15:25 | 60 | passeio    |
| 02/10/17 | 11:54 | 72 | utilitário | 03/10/17 | 15:25 | 47 | utilitário |
| 02/10/17 | 11:55 | 70 | utilitário | 03/10/17 | 15:26 | 60 | passeio    |
| 02/10/17 | 11:57 | 76 | utilitário | 03/10/17 | 15:27 | 37 | caminhão   |
| 02/10/17 | 11:58 | 63 | passeio    | 03/10/17 | 15:27 | 29 | caminhão   |
| 03/10/17 | 13:55 |    | passeio    | 03/10/17 | 15:28 | 38 | utilitário |
| 03/10/17 | 13:57 | 40 | moto       | 03/10/17 | 15:29 | 55 | utilitário |
| 03/10/17 | 13:57 | 43 | passeio    | 03/10/17 | 15:29 | 66 | utilitário |
| 03/10/17 | 14:00 | 66 | moto       | 03/10/17 | 15:30 | 66 | utilitário |
| 03/10/17 | 14:01 | 80 | passeio    | 03/10/17 | 15:31 | 43 | caminhão   |
| 03/10/17 | 14:01 | 70 | moto       | 03/10/17 | 15:32 | 54 | van        |
| 03/10/17 | 14:03 | 66 | passeio    | 03/10/17 | 15:32 | 57 | passeio    |
| 03/10/17 | 14:05 | 67 | utilitário | 03/10/17 | 15:33 | 82 | passeio    |

Fonte: Technoblast (2017).

Os sismógrafos foram configurados para realizar medições de maneira contínua, ou seja, no modo “histograma”, e instalados a partir de um ponto localizado o mais próximo possível do leito atual da rodovia (cerca de 2 m de distância) e a intervalos de 50 m e 100 m, a fim de avaliar o fator de atenuação da onda vibratória, dentro de uma faixa de 250 m de cada lado da rodovia, a qual foi considerada como passível de registrar algum nível de vibração que pudesse atingir uma determinada cavidade que se localize dentro dessa faixa.

No modo “histograma” os resultados são apresentados graficamente através de um gráfico de barras (histograma) indicando os picos de velocidade de partícula registrado a cada minuto.

Foram captadas as intensidades dos picos das componentes ortogonais da velocidade de vibração de partícula: vertical ( $V_{(1)}$ ), longitudinal ( $L_{(2)}$ ) e transversal ( $T_{(3)}$ ) (FIGURA 6.54). A direção da componente longitudinal é definida pelos pontos de geração da vibração e de captação (sismógrafo) enquanto que a direção da componente transversal é definida como a direção perpendicular à direção longitudinal no plano horizontal e a direção da componente vertical é aquela perpendicular ao plano definido pelas demais.

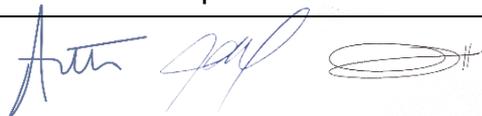
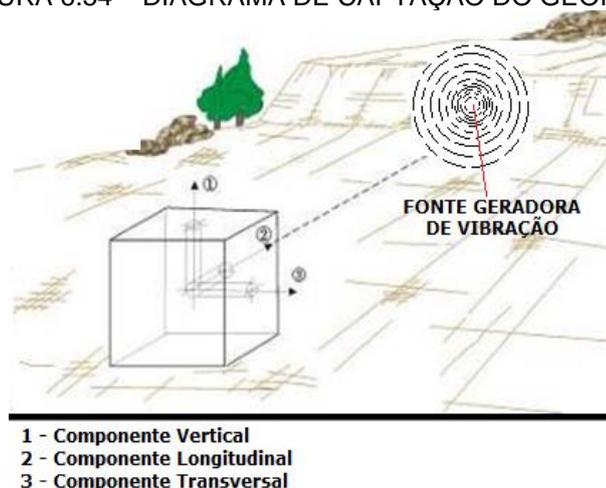


FIGURA 6.54 – DIAGRAMA DE CAPTAÇÃO DO GEOFONE



Fonte: Technoblast (2017).

Os monitoramentos foram efetuados utilizando-se sismógrafos de engenharia da marca Geosonics®, modelo SSU 3000 EZ+, com geofone composto de três transdutores posicionados tri-ortogonalmente (L, T e V), capaz de realizar medições de pico de velocidade de vibração de partícula, de até 130 mm/s em sua versão *standard* e de até 250 mm/s ou 500 mm/s, em suas versões customizadas, na faixa de frequência de 2 Hz a 250 Hz.

As coordenadas geográficas de cada local foram obtidas utilizando-se o aplicativo *gps essentials* para *smartphone*.

Para balizar as interpretações dos resultados, utilizou-se o critério estabelecido na publicação de Sismografia Aplicada à Proteção do Patrimônio Espeleológico – Orientações Básicas à Realização de Estudos Ambientais, do CECAV, que determina os seguintes limites de vibração, em função do tipo de atividade geradora (longa, média ou curta duração), a saber:

- Vibração intermitente: 5,0 mm/s;
- Vibração transiente: 3,0 mm/s;
- Vibração contínua: 2,5 mm/s.

#### 6.1.4.1.8 Resultados

A TABELA 6.16 abaixo apresenta resumo dos resultados de pico de velocidade de vibração de partícula obtidos nos monitoramentos das fontes de vibração transientes (tráfego de veículos) e suas respectivas frequências.

TABELA 6.16 – RESULTADOS DE MONITORAMENTO SISMOGRÁFICO

| Data  | Período |       | Ponto | Dist. (m) | Longitudinal |       | Transversal |      | Vertical |      |
|-------|---------|-------|-------|-----------|--------------|-------|-------------|------|----------|------|
|       | Início  | Fim   |       |           | Pico         |       | Pico        |      | Pico     |      |
|       |         |       |       |           | (mm/s)       | (Hz)  | (mm/s)      | (Hz) | (mm/s)   | (Hz) |
| 01/10 | 12:25   | -     | P01   | 70        | 0,19         | 0,5   | 0,19        | 0,8  | 0,13     | 100  |
| 01/10 | 15:00   | -     | P02   | 70        | 0,13         | 25    | 0,19        | 0,3  | 0,19     | 0,4  |
| 02/10 | 10:13   | 12:00 | P03   | 2         | 1,21         | 31,3  | 1,02        | 27,8 | 0,89     | 19,2 |
| 02/10 | 10:27   | 12:04 | P04   | 50        | 0,19         | 0,4   | 0,19        | 0,6  | 0,13     | 62,5 |
| 02/10 | 10:38   | 12:07 | P05   | 150       | 0,19         | 0,4   | 0,25        | 0,3  | 0,19     | 0,4  |
| 02/10 | 10:49   | 12:08 | P06   | 250       | 0,38         | 125   | 0,44        | 125  | 0,19     | 50   |
| 02/10 | -       | -     | P01   | -         | 0,19         | 0,5   | 0,13        | 125  | 0,19     | 0,4  |
| 02/10 | -       | -     | P02   | -         | 0,13         | 100   | 0,19        | 0,3  | 0,19     | 0,4  |
| 03/10 | -       | 16:11 | P01   | -         | 0,19         | 0,4   | 0,19        | 0,6  | 0,13     | 55,6 |
| 03/10 | 13:55   | 15:39 | P07   | 2         | 0,95         | 38,5  | 0,57        | 14,3 | 0,51     | 21,7 |
| 03/10 | 14:07   | 15:31 | P08   | 50        | 0,19         | 0,5   | 0,19        | 3    | 0,13     | 25   |
| 03/10 | 14:16   | 15:34 | P09   | 100       | 0,19         | 166,7 | 0,19        | 250  | 0,19     | 0,4  |
| 03/10 | -       | 17:30 | P02   | -         | 0,19         | 0,6   | 0,19        | 0,3  | 0,19     | 0,4  |

Obs.: Apesar de haver dois registros de monitoramentos do dia 01/10, as simulações para medições dos níveis de vibração começaram no dia 02/10. Os sismógrafos foram instalados na parte interna da caverna Buraco do Inferno no dia 01/10 e ficaram ligados e medindo, sem interrupção, até o dia 03/10.

Incertezas de Medição (U): Canal Longitudinal, Transversal e Vertical = 0,01 in/s (0,254 mm/s).

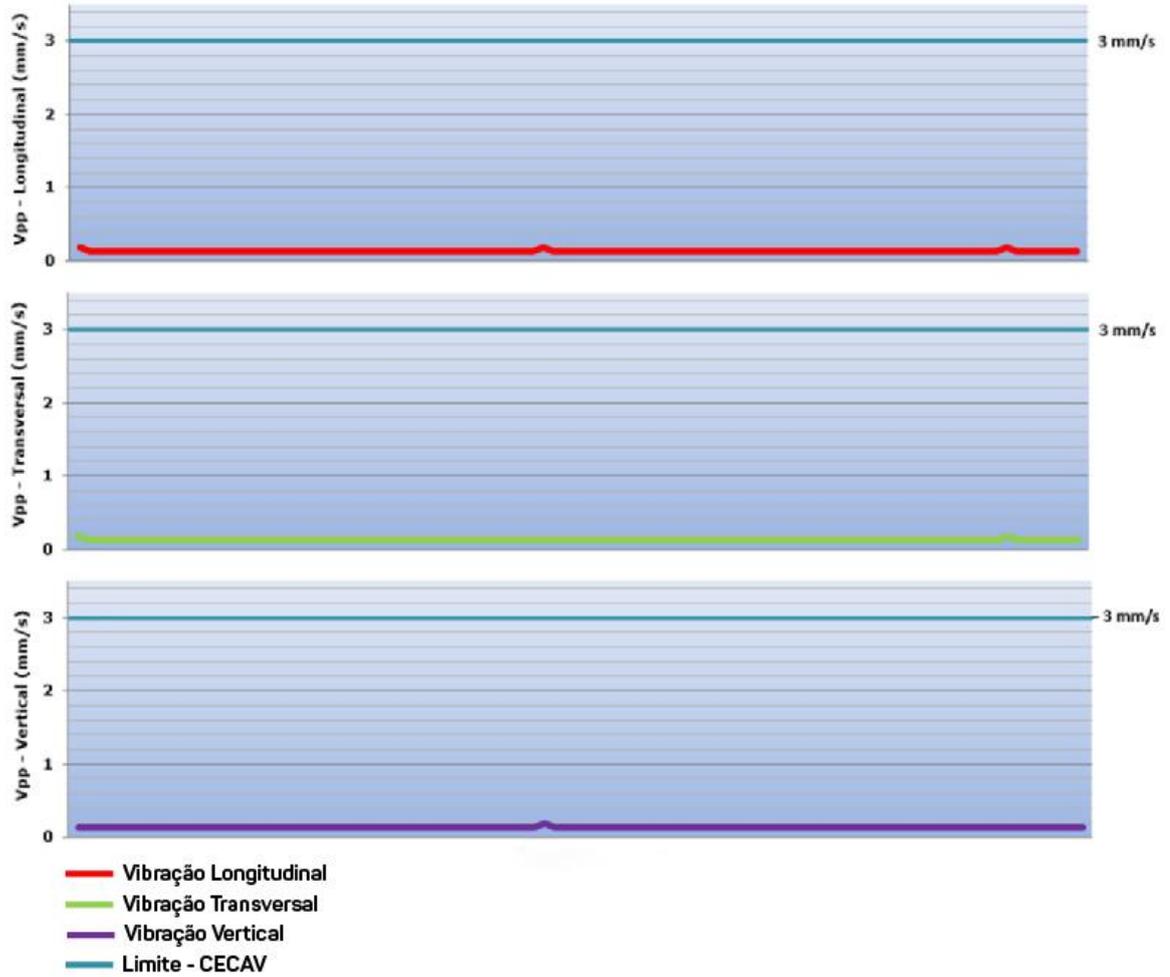
A incerteza expandida de medição (U) relatada é declarada como a incerteza padrão multiplicada pelo fator de abrangência  $k = 2,00$ , o qual para uma distribuição t com  $\nu_f$  (graus de liberdade efetivos) corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. A incerteza padrão de medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.

Fonte: Technoblast (2017).

Nos gráficos apresentados a seguir, podemos observar os resultados registrados durante os monitoramentos das fontes de vibração transientes, sendo que o eixo horizontal representa o tempo de monitoramento e o eixo vertical a intensidade de vibração (mm/s).

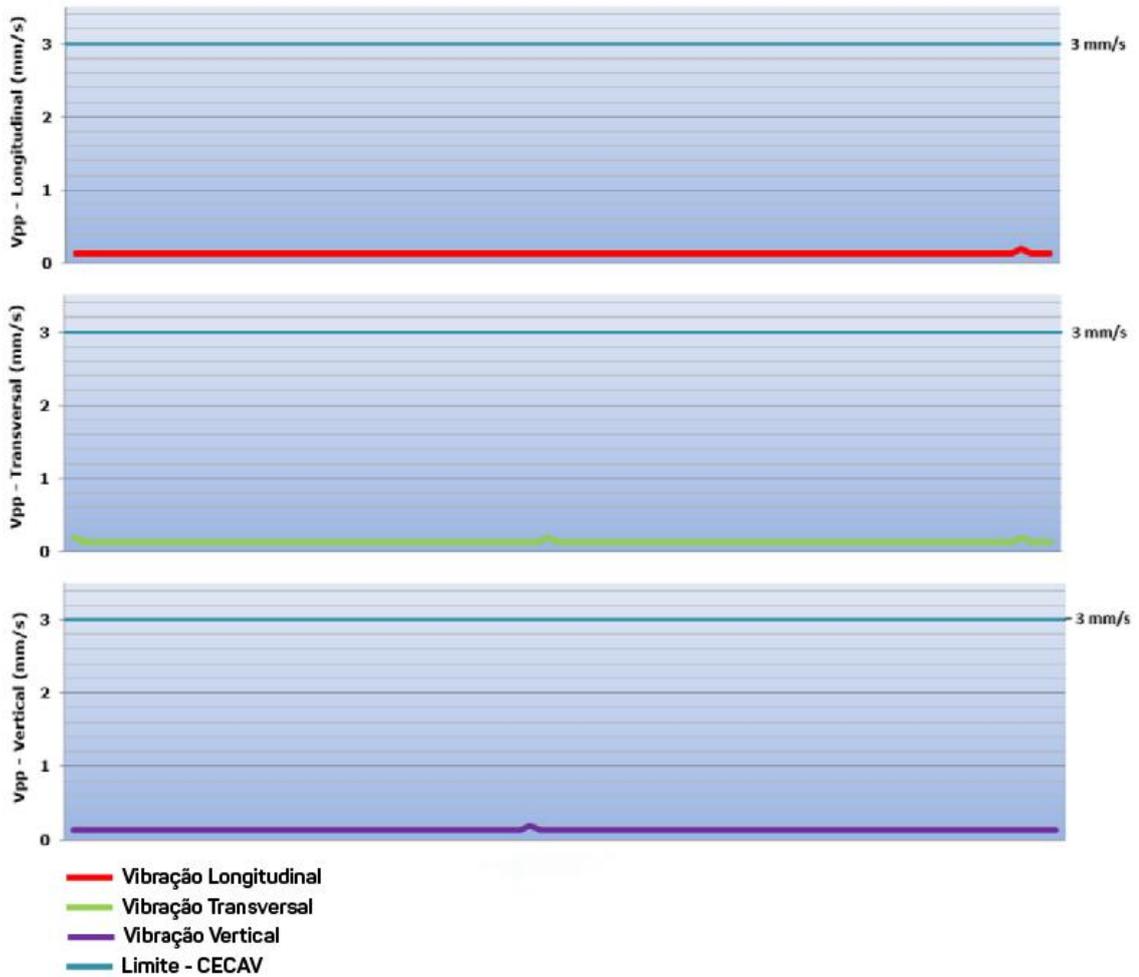
Para os pontos P01 (FIGURA 6.55) e P02 (FIGURA 6.56), localizados na parte interna da caverna Buraco do Inferno, não foram registrados picos de vibração significativos, indicando que as vibrações geradas pelo tráfego de veículos sobre rodovia não geram risco aparente à estrutura da cavidade.

FIGURA 6.55 – RESULTADO DE VELOCIDADE DE VIBRAÇÃO DE PARTÍCULA DE PICO P01



Fonte: Technoblast (2017).

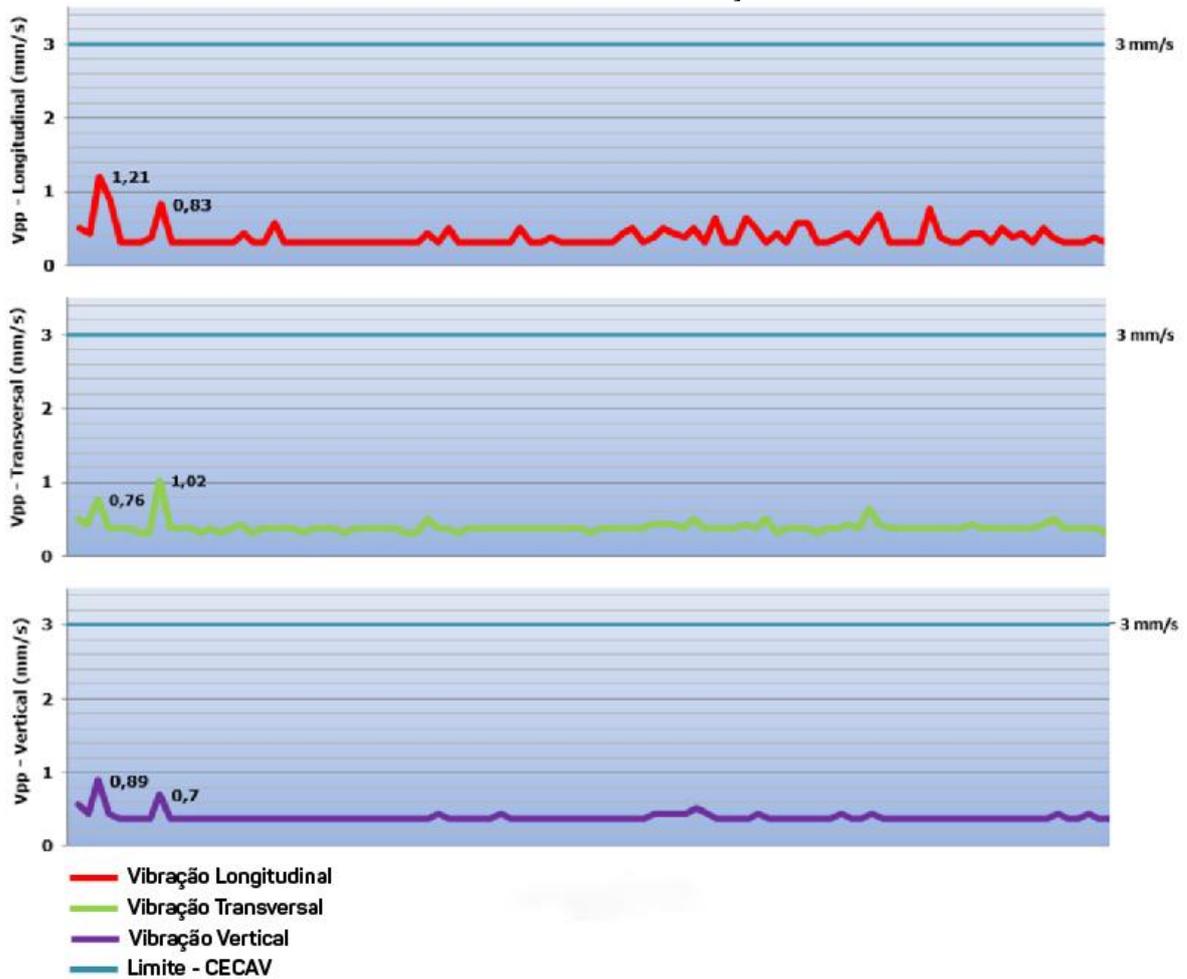
FIGURA 6.56 – RESULTADO DE VELOCIDADE DE VIBRAÇÃO DE PARTÍCULA DE PICO P02



Fonte: Technoblast (2017).

No ponto P03 (FIGURA 6.57), instalado à aproximadamente 2 m da pista de rolamento da rodovia, é possível observar dois picos de vibração em cada canal no início do monitoramento. De acordo com o registro de velocidades foi observada a passagem de um caminhão as 10h 13m, com uma velocidade de 17 km/h e outro caminhão as 10h 15m, com uma velocidade de 53 km/h, horários em que ocorreram os referidos picos, segundo registro sismográfico.

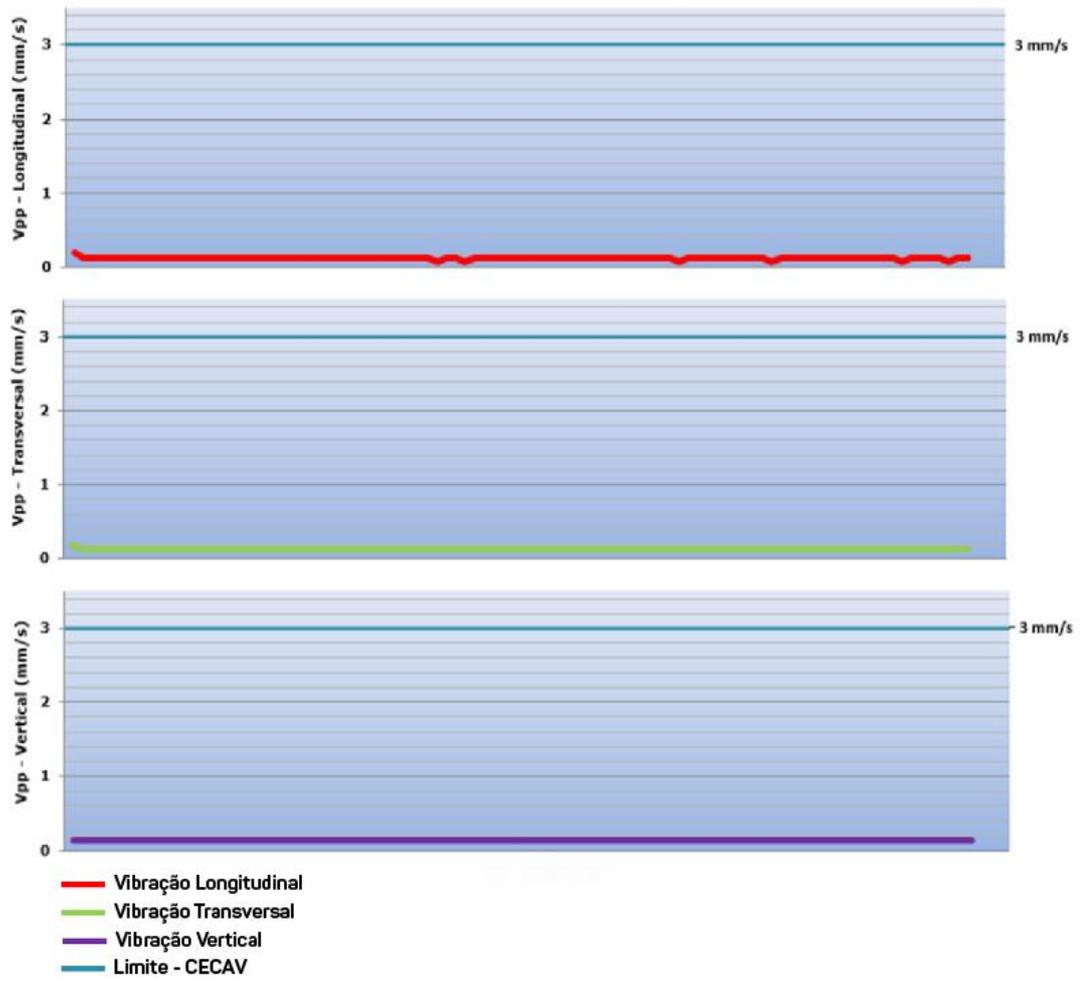
FIGURA 6.57 – RESULTADO DE VELOCIDADE DE VIBRAÇÃO DE PARTÍCULA DE PICO P03



Fonte: Technoblast (2017).

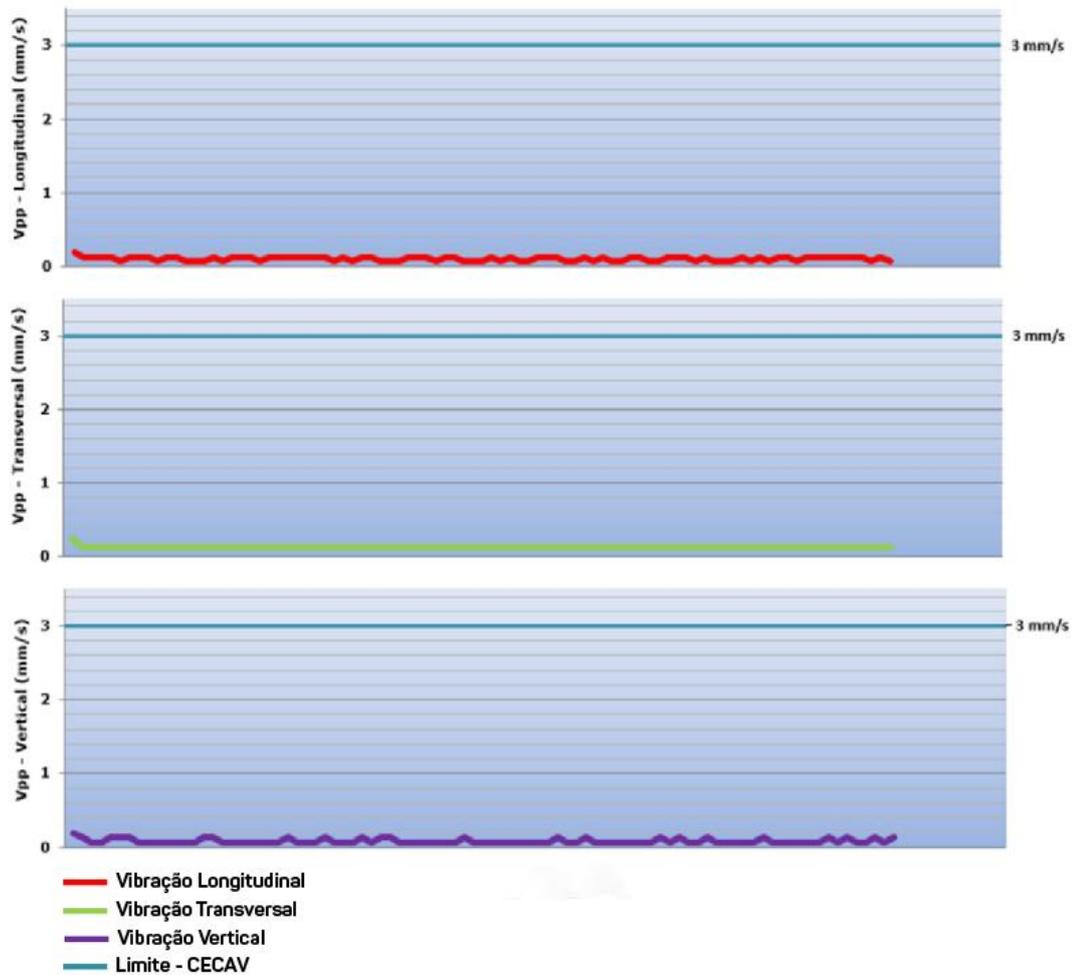
Nos pontos P04 (FIGURA 6.58) e P05 (FIGURA 6.59), localizados respectivamente a 50 m e 150 m do eixo da rodovia, não foram registrados picos de vibração significativos.

FIGURA 6.58 – RESULTADO DE VELOCIDADE DE VIBRAÇÃO DE PARTÍCULA DE PICO P04



Fonte: Technoblast (2017).

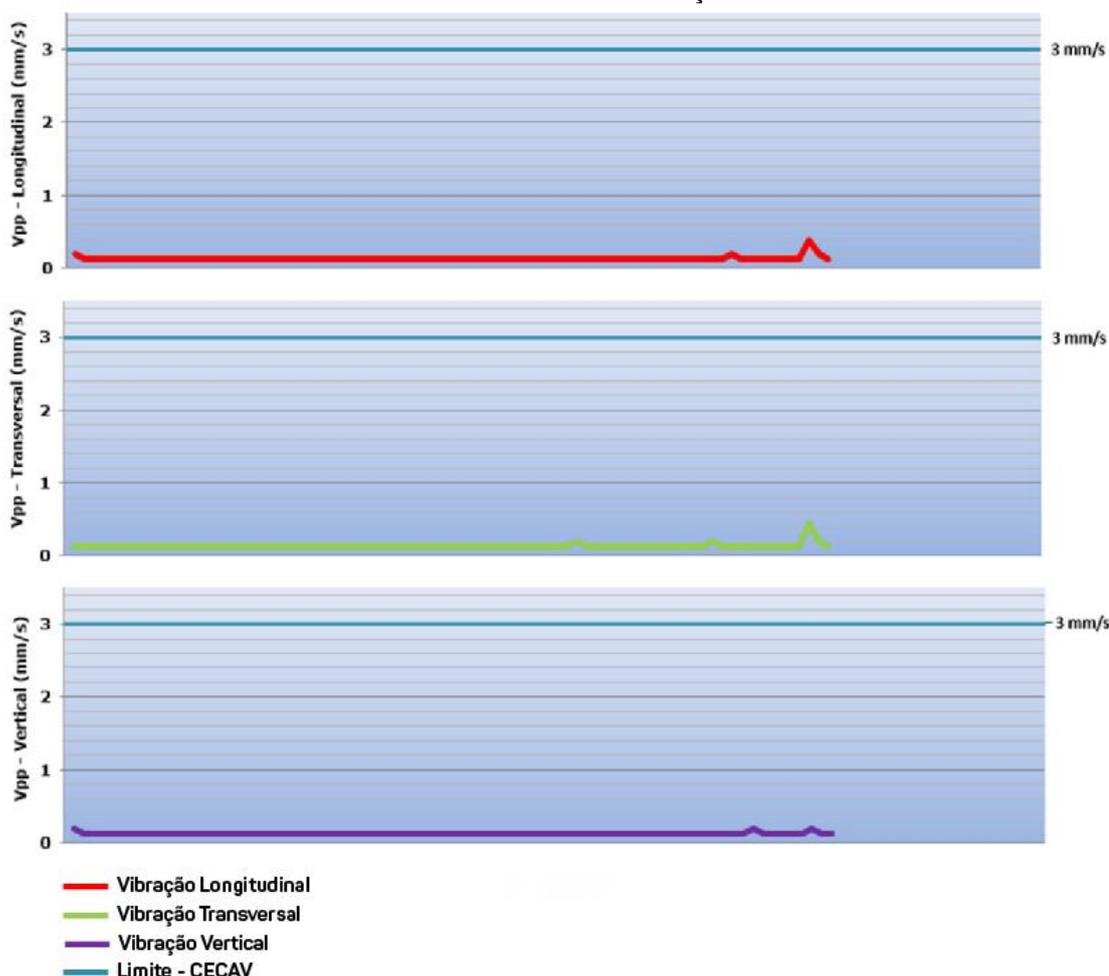
FIGURA 6.59 – RESULTADO DE VELOCIDADE DE VIBRAÇÃO DE PARTÍCULA DE PICO P05



Fonte: Technoblast (2017).

Os resultados registrados no ponto P06 (FIGURA 6.60), localizado a 250 m do eixo da rodovia, pode-se observar um pico de vibração de 0,4 mm/s ocorrido as 12h 05m. Conforme os dados de velocidade, nesse horário não houve passagem de veículo pelo trecho do trabalho. Tal fato pode ser devido à queda de algum galho de árvore ou algo semelhante.

FIGURA 6.60 – RESULTADO DE VELOCIDADE DE VIBRAÇÃO DE PARTÍCULA DE PICO P06

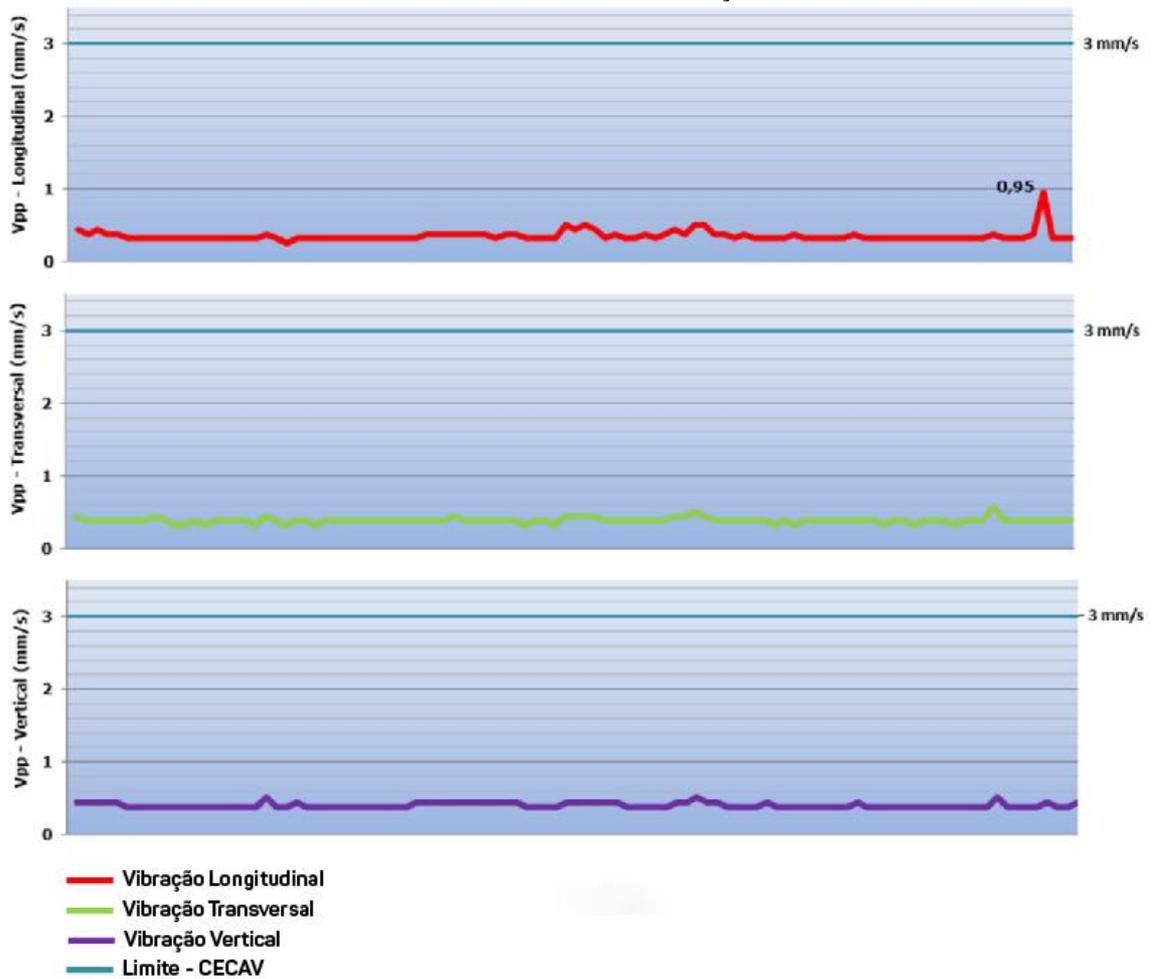


Fonte: Technoblast (2017).

No dia 03 de outubro, foi definido como referência mais próxima do eixo da rodovia, um ponto distante aproximadamente 150 m do ponto P03. Tal mudança foi realizada a fim de representar a projeção vertical da área de instalação dos sismógrafos dentro da caverna Buraco do Inferno.

Nos mesmo moldes do ponto P03, no dia 03/10 o sismógrafo do ponto P07 foi instalado à margem da rodovia (FIGURA 6.61). É possível observar alguns picos de vibração em cada canal, com destaque para um pico de 0,95 mm/s registrado no canal Longitudinal as 15:31. De acordo com o registro de velocidades foi registrado a passagem de um caminhão nesse horário, com uma velocidade de 43 km/h.

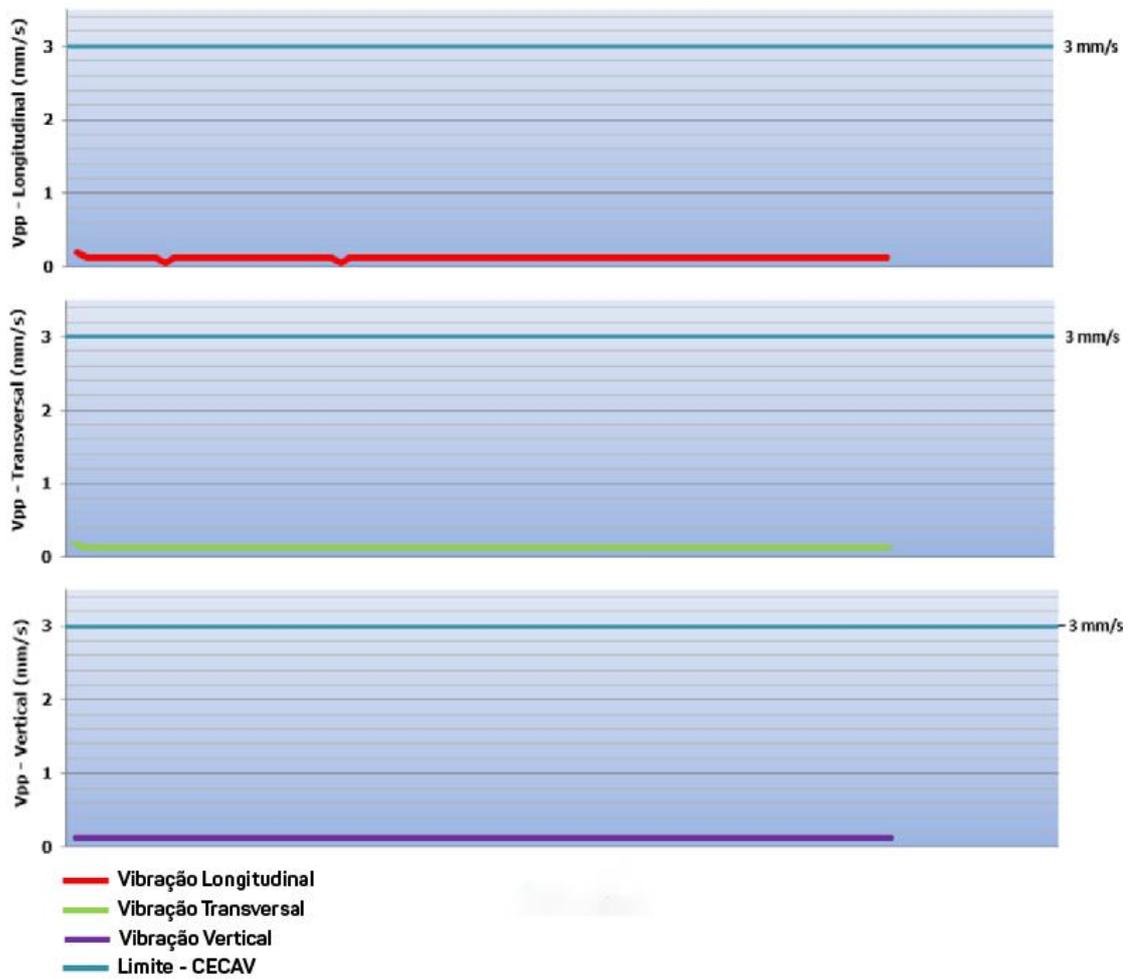
FIGURA 6.61 – RESULTADO DE VELOCIDADE DE VIBRAÇÃO DE PARTÍCULA DE PICO P07



Fonte: Technoblast (2017).

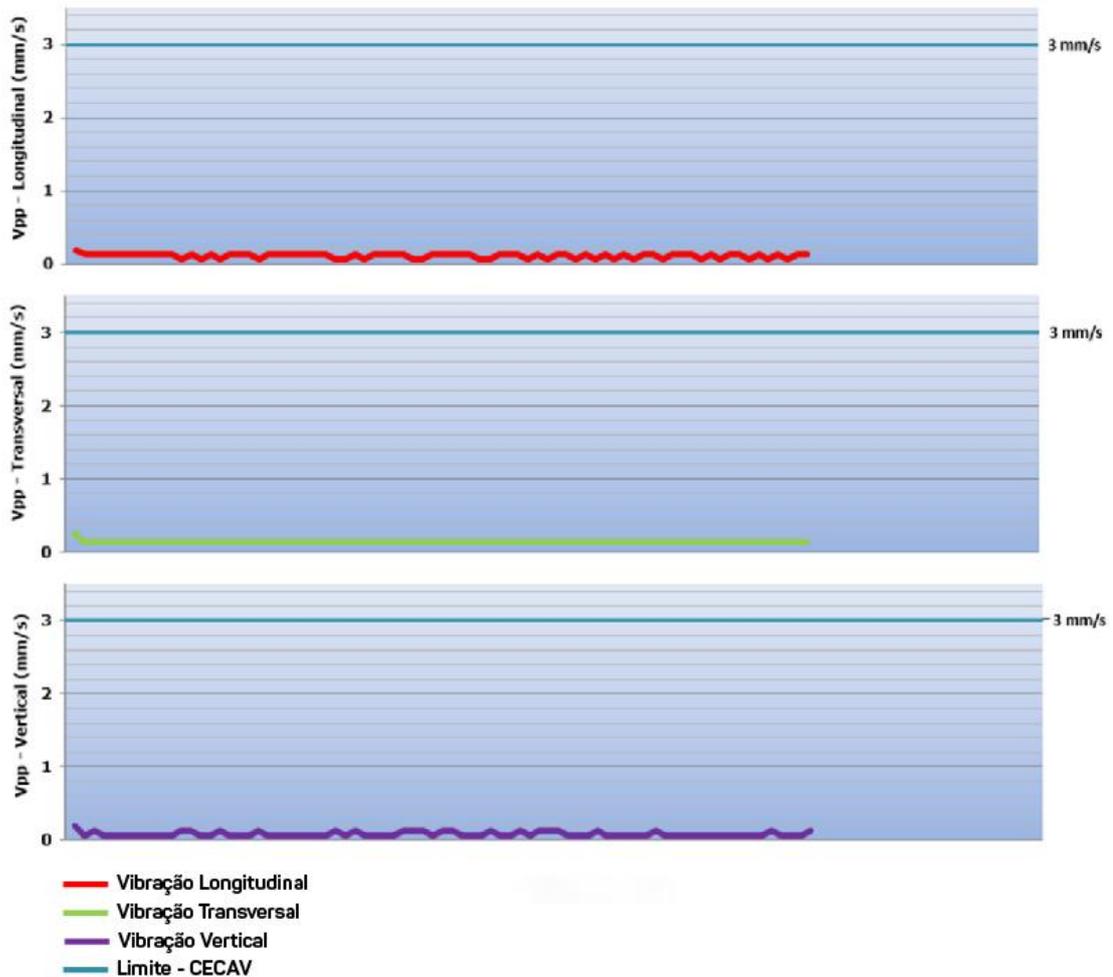
Para os pontos P08 (FIGURA 6.62) e P09 (FIGURA 6.63), localizados respectivamente a 50 m e 100 m do eixo da rodovia, não foram registrados picos de vibração significativos.

FIGURA 6.62 – RESULTADO DE VELOCIDADE DE VIBRAÇÃO DE PARTÍCULA DE PICO P08



Fonte: Technoblast (2017).

FIGURA 6.63 – RESULTADO DE VELOCIDADE DE VIBRAÇÃO DE PARTÍCULA DE PICO P09



Fonte: Technoblast (2017).

Conforme apresentado, não houve registros significativos de vibração nos pontos de monitoramento. Destaca-se apenas os registros efetuados nos pontos P03 e P07, que, por estarem a apenas 2 m de distância da margem da rodovia, apresentaram picos discretos de vibração, embora os valores de velocidade de partícula de pico estejam abaixo do valor transiente definido pelo CECAV.

Dessa forma, é possível concluir que os níveis de vibração gerados pela passagem de veículos, tanto leves quanto pesados, não indicam a possibilidade de provocarem qualquer tipo de dano à cavidade do Buraco do Inferno, nem a quaisquer outras que se encontrem em um raio entre 50 e 250 m do eixo da rodovia.

Nesse contexto, ressalta-se que os efeitos da vibração devido as atividades de implantação do empreendimento (desmonte de rochas e compactação de aterros) devem ser monitorados ao longo das suas execuções.

#### 6.1.4.2 Geotecnia

A fim de analisar o comportamento dos maciços de solo e rochosos em relação ao empreendimento em questão, foi aferido as condições geotécnicas da ADA. Desse modo, verificou-se que na região há três fenômenos, em diferentes proporções, a se considerar: processos erosivos, movimentos de massa e subsidência.

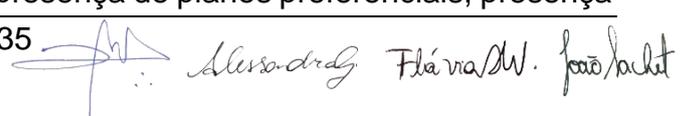
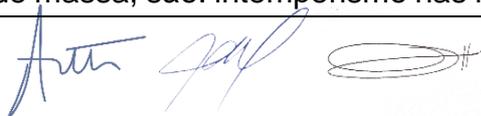
##### 6.1.4.2.1 Condições Geotécnicas da ADA

Os processos erosivos consistem na remoção do solo, sobretudo pela ação das águas de escoamento superficial, depositando-o em áreas mais baixas do relevo. Quando a precipitação excede a capacidade de infiltração do solo, ocorre escoamento superficial, podendo ser: escoamento laminar, lavando a superfície do terreno como um todo; escoamento concentrado, formando canais definidos em sulcos, ravinas e podendo chegar à configuração de voçorocas, à medida que atinge o lençol freático (SILVA *et al.*, 2018).

Os processos erosivos ocorrem naturalmente no ambiente não modificado, porém, a ação antrópica acelera o desmatamento para implantação de obras, como por exemplo, as obras de infraestrutura (GERSCOVICH, 2016). A interferência antrópica pode ser consequência das obras rodoviárias, devido a exposição do solo pela execução de cortes e aterros, pela execução das demais obras de implantação do greide ou pela não conformação de áreas de apoio (LIMA, 2001).

Os movimentos de massa podem ser definidos “como o transporte coletivo de material rochoso e/ou de solo, onde a ação da gravidade tem papel preponderante, podendo ser potencializado, ou não, pela ação da água” (GUERRA; MARÇAL, 2006 p.75). Augusto Filho (1992) determina movimento de massa como qualquer deslocamento de um volume de solo determinado, independente das causas que levaram a tal processo.

Quando os movimentos estão relacionados com a ação da precipitação, essa pode ser por meio de chuvas intensas de curta duração ou chuvas moderadas e contínuas. Esses movimentos cessam quando a força de atrito supera a força de aceleração imposta à massa deslocada. Os fatores condicionantes aos movimentos de massa, são: intemperismo nas rochas, presença de planos preferenciais, presença

Alexsandro Flávia/W. João/André

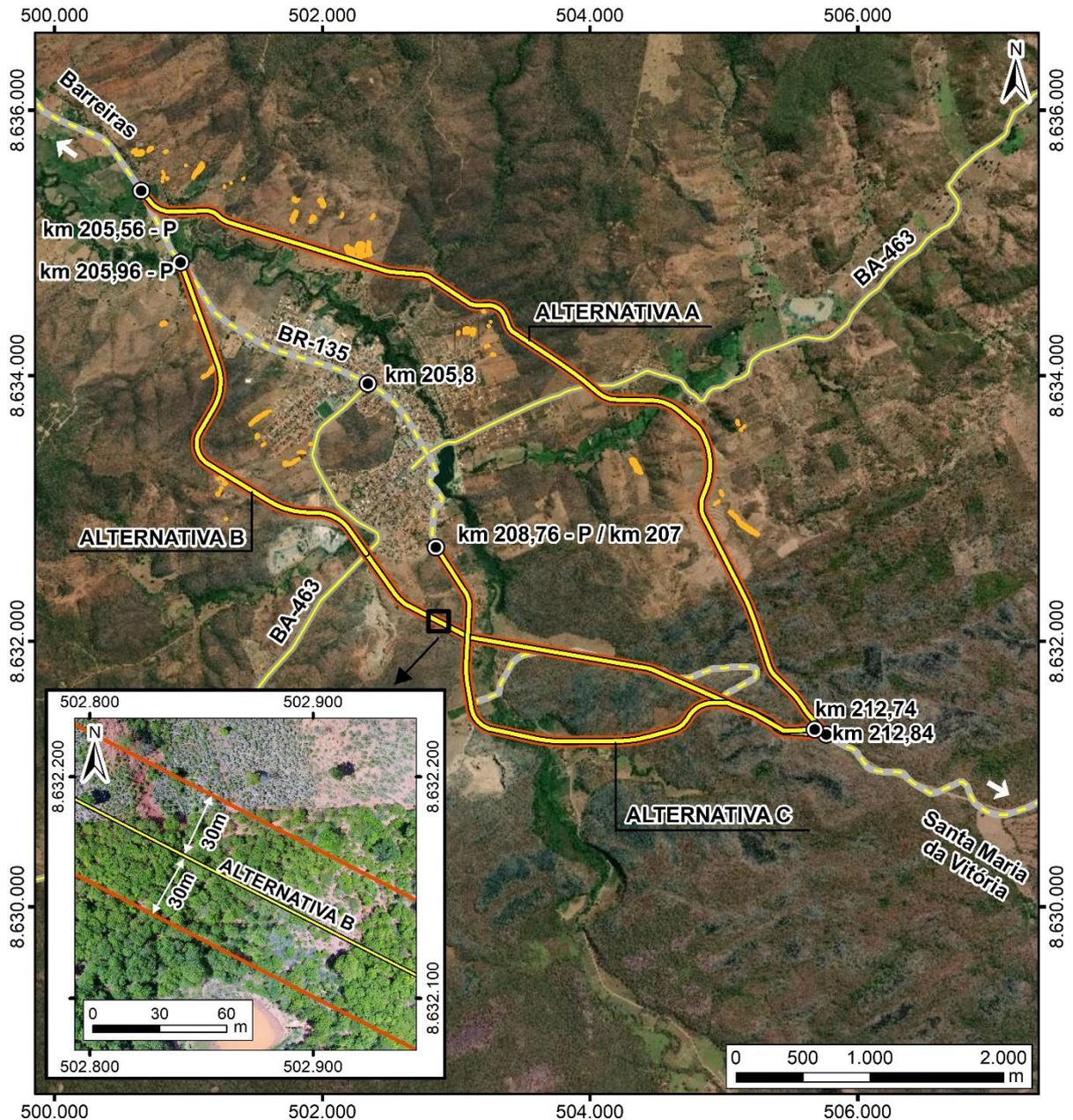
de estruturas sedimentares favoráveis, presença de litologia variada, presença de argilas expansivas, aumento do teor de umidade, possível ação criogênica, tremores, entre outros (BIGARELLA, 2003).

Considerando o fenômeno de subsidência, os fatores que o ocasionam são: adensamento do solo, rebaixamento rápido do lençol freático ou ruptura de cavidades cársticas.

As formações cársticas estão relacionadas à presença de um material solúvel no subsolo, podendo ser submetido à dissolução, causando a redução de volume subterrâneo. Propagando-se esta redução de volume para a superfície ocorrem os processos de subsidência ou colapso (PUEYO ANCHUELA *et al.*, 2015).

Diante desse contexto, foi constatado, por meio de análise fotogramétrica realizada com Aeronave Remotamente Pilotada (RPA), a deflagração de processos erosivos na área de estudo, bem como na Área Diretamente Afetada (ADA). Tais ocorrências podem ser observadas por meio do mapa da FIGURA 6.64. Todavia, há também locais que se caracterizam como risco geotécnico, ou seja, têm suscetibilidade à ocorrência de fenômenos como processos erosivos, movimentos de massa e subsidência. Assim, na sequência, serão detalhadas às áreas de suscetibilidade aos riscos geotécnicos, bem como a metodologia utilizada para a definição.

FIGURA 6.64 – LOCAIS COM DEFLAGRAÇÃO DE PROCESSOS EROSIVOS



| LOCALIZAÇÃO |
|-------------|
|             |

| LEGENDA  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li> Quilometragem</li> <li> Alternativas locais</li> <li> BR-135</li> <li> Rodovias estaduais</li> <li> Limites da ADA</li> <li> Área Diretamente Afetada (ADA)</li> <li> Áreas com ocorrências de processos erosivos</li> </ul> |
| CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS   |
| <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>                 Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>                 Meridiano Central: 45° W</p>  |

| INFORMAÇÕES   |
|---|
| <p><b>OCORRÊNCIA DE PROCESSOS EROSIVOS</b></p>  |
| <p> </p>  |
| <p><b>PROJETO</b><br/>                 EIA/RIMA - BR-135/BA</p>   |
| <p><b>FONTE DE DADOS</b><br/>                 ADA e Alternativas locais - ITTI, 2018;<br/>                 Áreas com ocorrências de processos erosivos - ITTI, 2019;<br/>                 Quilometragem - ITTI, 2019, DNIT, 2015;<br/>                 Rodovias - DNIT, 2015; Limites estaduais e Capitais - IBGE, 2015; BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> |
| <p><b>ESCALA</b><br/>                 1:50.000   1 cm = 500 m</p>   |

Fonte: UFPR/ITTI (2018).

#### 6.1.4.2.2 Análise de risco geotécnico

A análise de risco geotécnico consiste em verificar a probabilidade de ocorrer danos e perdas provocados por uma catástrofe num determinado local. As áreas de risco são áreas passíveis à efeitos adversos, devido a ocorrência de processos naturais e/ou induzidos.

Nas análises qualitativas, o grau de risco é estabelecido por termos linguísticos (baixo, médio e alto) (ROQUE, 2013), com ou sem o auxílio de escalas gráficas, e, nos pontos com diferentes graus de riscos, devem ser empregadas soluções específicas e localizadas, considerando cada peculiaridade.

O risco para o empreendimento será analisado por meio da suscetibilidade aos fenômenos geotécnicos já destacados (processos erosivos, movimentos de massa e subsidência). Além do risco de cada ocorrência do fenômeno, também é necessário considerar a possibilidade de ação conjunta entre eles e também considerar que as três análises têm diferentes importâncias de acordo com a condição geotécnica local.

##### 6.1.4.2.2.1 Suscetibilidade à erosão

A ocorrência e magnitude da erosão depende do potencial dos fatores internos e externos que condicionam esses processos. Os fatores envolvidos correspondem a: condição da proteção superficial, por meio dos dados de uso e ocupação do solo; fatores morfoestruturais, por meio da litologia e geomorfologia; erodibilidade do solo, por meio da pedologia; e erosividade da chuva, por meio de equações locais que correlacionam a pluviometria.

Em consequência da abrangência da área em estudo, não há uma diferença significativa dos dados de pluviometria. Como a análise é em termos relativos de uma área em comparação há outra, embora a erosividade seja um fator condicionante aos processos erosivos, ele não foi considerado. Desse modo, a análise de suscetibilidade à erosão (SE) foi realizada ponderando dados relativos ao uso do solo (Us), geomorfologia (Ge), pedologia (Pe) e litologia (Li).

Obteve-se a matriz pareada com ordem de grandeza 4 (TABELA 6.17) que relaciona a importância de cada parâmetro considerado na análise de suscetibilidade em questão.

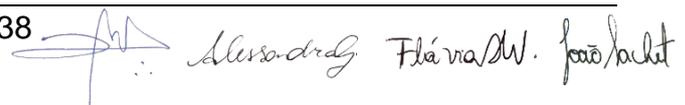
Alexsandro Flávia/W. João/André

TABELA 6.17 - MATRIZ DE COMPARAÇÃO PAREADA PARA AS CONDICIONANTES DOS PROCESSOS EROSIVOS

| Critérios | Us   | Ge   | Pe   | Li   |
|-----------|------|------|------|------|
| Us        | 1,00 | 1,00 | 5,00 | 7,00 |
| Ge        | 1,00 | 1,00 | 3,00 | 5,00 |
| Pe        | 0,20 | 0,33 | 1,00 | 5,00 |
| Li        | 0,14 | 0,20 | 0,20 | 1,00 |

Fonte: UFPR/ITTI (2018).

Desse modo, obteve-se a Equação (1) como ferramenta para a álgebra de mapas no geoprocessamento, a fim de gerar o mapa de suscetibilidade à erosão.

$$SE = 0,44*Us + 0,36*Ge + 0,15*Pe + 0,05*Li \quad (1)$$

A consistência da equação por meio da razão de consistência foi de 4%.

#### a. Uso do solo

Os processos erosivos se iniciam pela retirada da cobertura do solo, desse modo, a condicionante “Uso do solo” é o fator de maior peso na análise em questão. A exposição do solo é consequência principalmente da ação antrópica, por meio da urbanização e das atividades agropecuárias.

A cobertura do solo impacta os processos erosivos em diversas formas, como: confinamento do solo, diminuição da velocidade do escoamento superficial hortoniano, aumento da taxa de infiltração do solo além de proporcionar uma proteção ao solo do efeito “*splash*” (BIGARELLA, 2003).

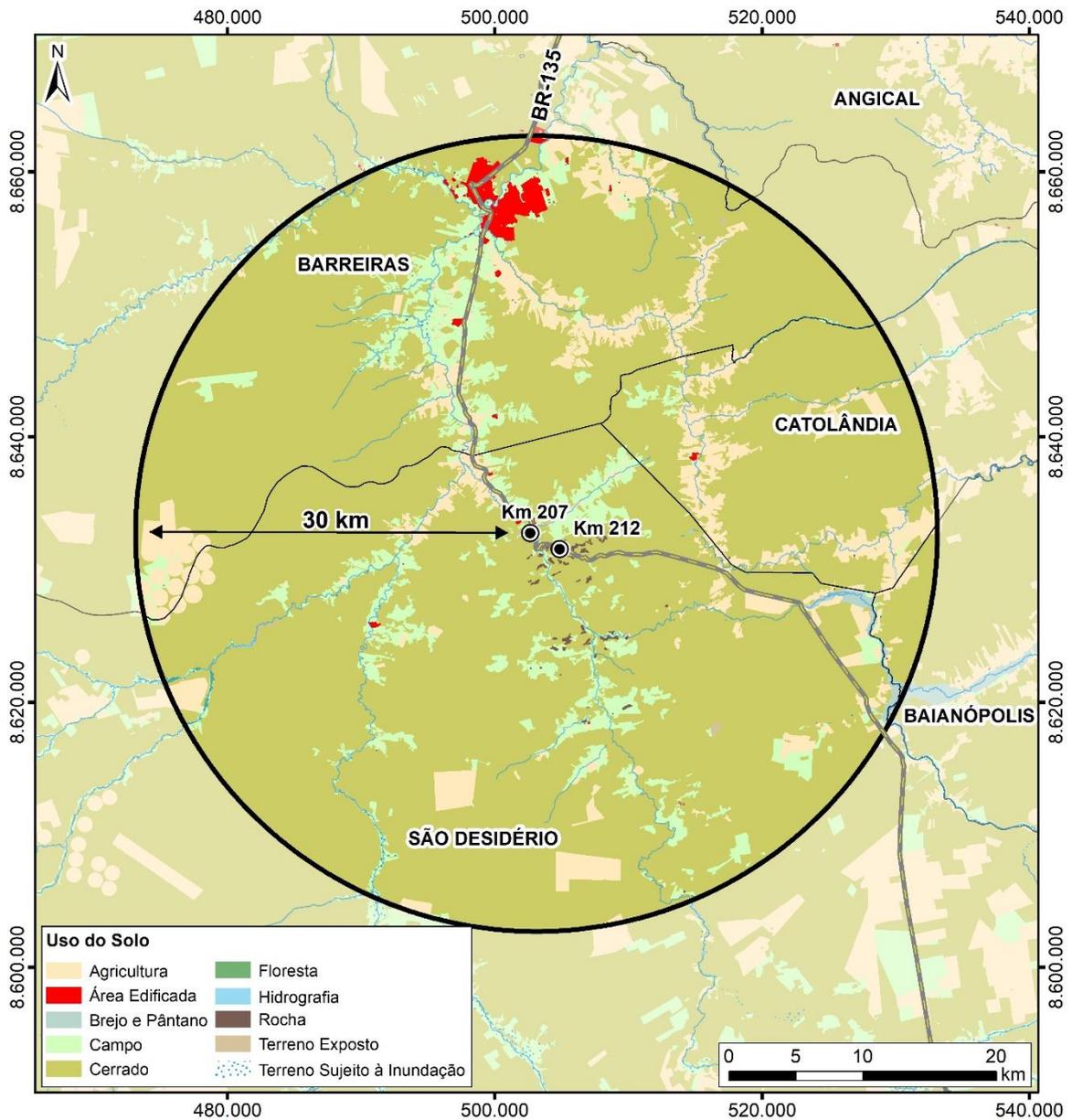
Os elementos observados no mapa do uso do solo (FIGURA 6.65) receberam os pesos para a análise da suscetibilidade à erosão, de acordo com a TABELA 6.18.

TABELA 6.18 - PESOS PARA OS ELEMENTOS DO MAPA DO USO DO SOLO

| Uso do solo                 | Pesos |
|-----------------------------|-------|
| Área edificada              | 0,00  |
| Rocha                       | 0,00  |
| Cerrado                     | 1,00  |
| Agricultura                 | 1,50  |
| Terreno sujeito à inundação | 2,00  |
| Campo                       | 2,00  |
| Terreno exposto             | 3,00  |

Fonte: UFPR/ITTI (2018).

FIGURA 6.65 – MAPA DE USO DO SOLO



| LOCALIZAÇÃO  | LEGENDA   | INFORMAÇÕES   |
|--|---|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Quilometragem</li> <li>— BR-135</li> <li>○ Área de Estudo - Meio Físico</li> <li>□ Limites municipais</li> </ul> | <p><b>USO E OCUPAÇÃO DO SOLO</b></p> <p><b>PROJETO</b><br/>EIA/RIMA - BR-135/BA</p> <p><b>FONTE DE DADOS</b><br/>Área de estudo (biótico e físico) - ITTI, 2018;<br/>Uso e ocupação do solo - BDGEX, 2018;<br/>Rodovias e Quilometragem - DNIT, 2015;<br/>Limites municipais, estaduais e Capitais - IBGE, 2015;<br/>BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> <p><b>ESCALA</b><br/>1:500.000   1 cm = 5.000 m</p> |
| <p><b>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</b></p> <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>Meridiano Central: 45° W</p> |   |   |

Fonte: UFPR/ITTI (2018).

## b. Geomorfologia

A geomorfologia, devido ao fator declividade e ao fator altitude da vertente, influencia nos processos erosivos em função da velocidade do escoamento. As encostas possuem sua inclinação e elevação determinadas pelos processos geológicos e climáticos de formação do solo. Porém, se tratando de taludes, a geometria é determinada em projeto.

A inclinação e a altitude caracterizam também o comprimento de rampa, que determina a área de atuação do escoamento superficial, influenciando na quantidade de material arrastado (CARVALHO, 1991).

A variável geomorfologia foi considerada na análise da suscetibilidade à erosão por meio da média aritmética entre as regiões de maior suscetibilidade em relação a altimetria e em relação a declividade. As diferentes faixas de variação da declividade e altimetria receberam os pesos para a análise da suscetibilidade à erosão, de acordo com a TABELA 6.19 e TABELA 6.20, respectivamente.

TABELA 6.19 – PESOS PARA AS DIFERENTES FAIXAS DE DECLIVIDADE

| Declividade (%) | Pesos |
|-----------------|-------|
| 0 a 3           | 0,00  |
| 3 a 8           | 0,50  |
| 8 a 20          | 1,00  |
| 20 a 45         | 1,50  |
| 45 a 75         | 2,00  |
| maior que 75    | 2,50  |

Fonte: UFPR/ITTI (2018).

TABELA 6.20 – PESOS PARA AS DIFERENTES FAIXAS DE ALTIMETRIA

| Altimetria (m) | Pesos |
|----------------|-------|
| 0 a 420        | 0,00  |
| 420 a 480      | 0,50  |
| 480 a 540      | 1,00  |
| 540 a 600      | 1,50  |
| 600 a 660      | 2,00  |
| 660 a 720      | 2,50  |
| 720 a 780      | 3,00  |

Fonte: UFPR/ITTI (2018).

### c. Pedologia

A pedologia consiste na caracterização do solo de acordo com a quantidade de argila, areia, matéria orgânica, estrutura, agregação entre as partículas e a presença de argilos-minerais. Desse modo, a pedologia é uma característica intrínseca a capacidade de arraste da partícula de solo e da capacidade de infiltração (SILVA *et al.*, 2018).

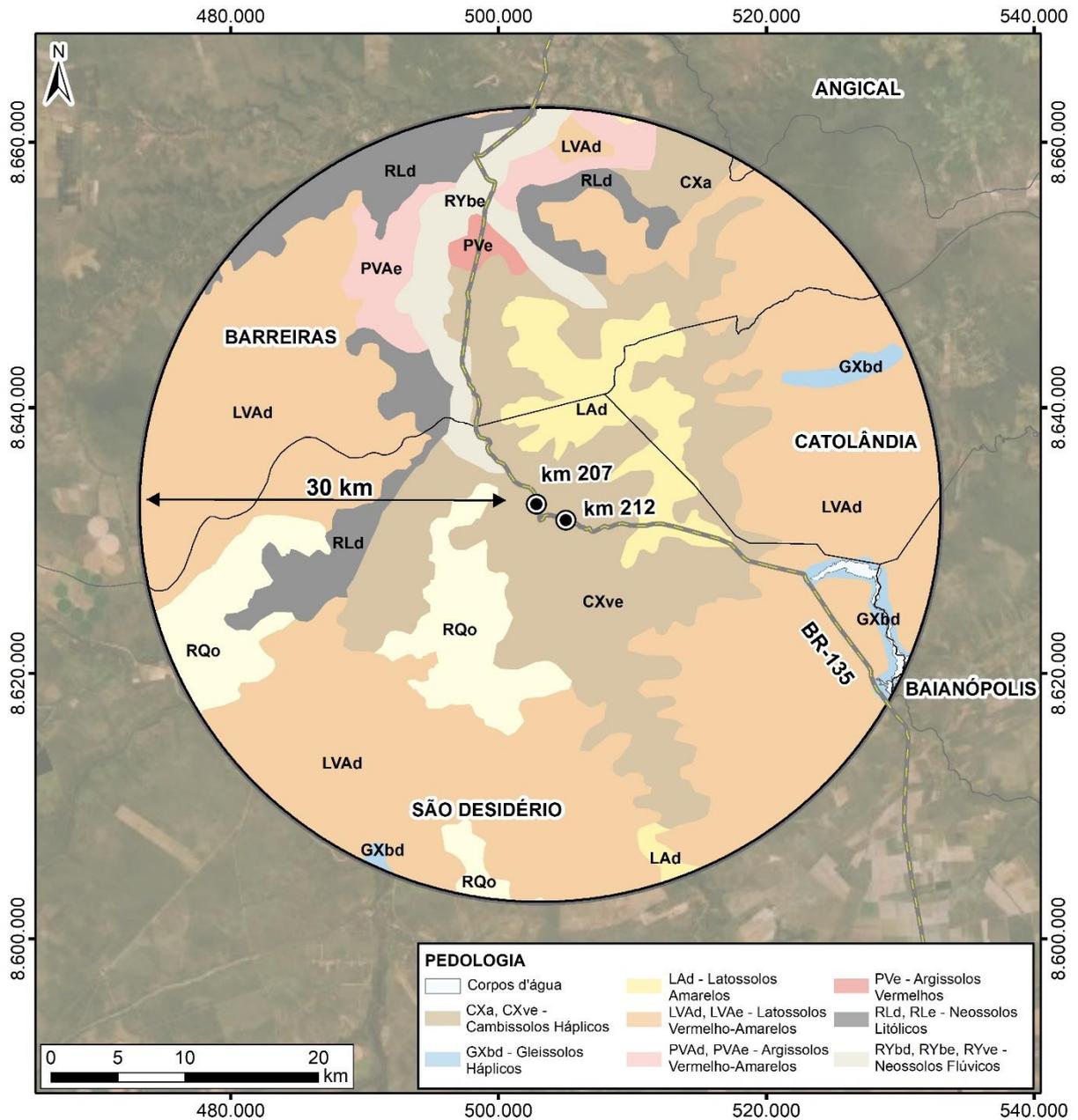
A partir do mapa cartográfico obtido por meio dos dados disponibilizados pelo IBGE (FIGURA 6.66) e considerando os valores do Fator de Erodibilidade dos Solos (K) para os solos da Bacia do São Francisco, a qual contém a região em estudo, propostos por Chaves (1994), foi possível classificar de acordo com pesos os diferentes tipos de solo da área de estudo (TABELA 6.21). Ressalta-se que os pesos dos solos foram determinados multiplicando os valores de K por uma constante, para obter uma escala de 0 a 3, com variação de 0,5.

TABELA 6.21 - PESOS EM RELAÇÃO AOS PROCESSOS EROSIVOS PARA OS DIFERENTES TIPOS DE SOLOS

| Pedologia                   | Pesos |
|-----------------------------|-------|
| Latossolo vermelho amarelo  | 0,50  |
| Argilosolo vermelho-amarelo | 1,00  |
| Argilosolo vermelho         | 1,00  |
| Latossolo amarelo           | 1,00  |
| Neosolo litólico            | 1,00  |
| Neosolo flúvio              | 1,50  |
| Neosolo quartzarênico       | 1,50  |
| Cambissolo                  | 2,00  |
| Gleissolo                   | 2,50  |

Fonte: UFPR/ITTI (2018).

FIGURA 6.66 – MAPA PEDOLÓGICO



| LEGENDA                              |
|--------------------------------------|
| Quilometragem                        |
| BR-135                               |
| Limites municipais                   |
| Área de Estudo - Meio Físico         |
| CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS             |
| Sistema de Referência: SIRGAS 2000   |
| Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S |
| Meridiano Central: 45° W             |

| INFORMAÇÕES   |
|---|
| <b>PEDOLOGIA</b>  |
|   |
| <b>PROJETO</b><br>EIA/RIMA - BR-135/BA  |
| <b>FONTE DE DADOS</b><br>Área de estudo (físico) - ITTI, 2018;<br>Classe de solos - IBGE, 2015;<br>Rodovias e Quilometragem - DNIT, 2015;<br>Limites municipais, estaduais e Capitais - IBGE, 2015;<br>BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA & NGDC. |
| <b>ESCALA</b><br>1:500.000   1 cm = 5.000 m   |

Fonte: UFPR/ITTI (2018).

#### d. Litologia

A natureza da rocha é um dos fatores que controla a erosão, pois os minerais possuem velocidade de alteração diferentes e a estrutura das rochas influencia em sua suscetibilidade de fraturar-se e fragmentar-se (GROTZINGER; JORDAN, 2013).

As rochas metacalcárias possuem maior tendência ao intemperismo e a erosão do que os arenitos, pois possuem em sua composição mineralógica minerais carbonáticos de calcita (cálcio) e dolomita (cálcio e magnésio). Esses se alteram e se dissolvem rapidamente em região de clima úmido, pois os minerais carbonáticos são menos estáveis quimicamente e possuem maior taxa de alteração e decomposição em relação aos quartzos, minerais estes que são mais resistentes a erosão e compõe de forma predominante os arenitos e os depósitos de areia e cascalho.

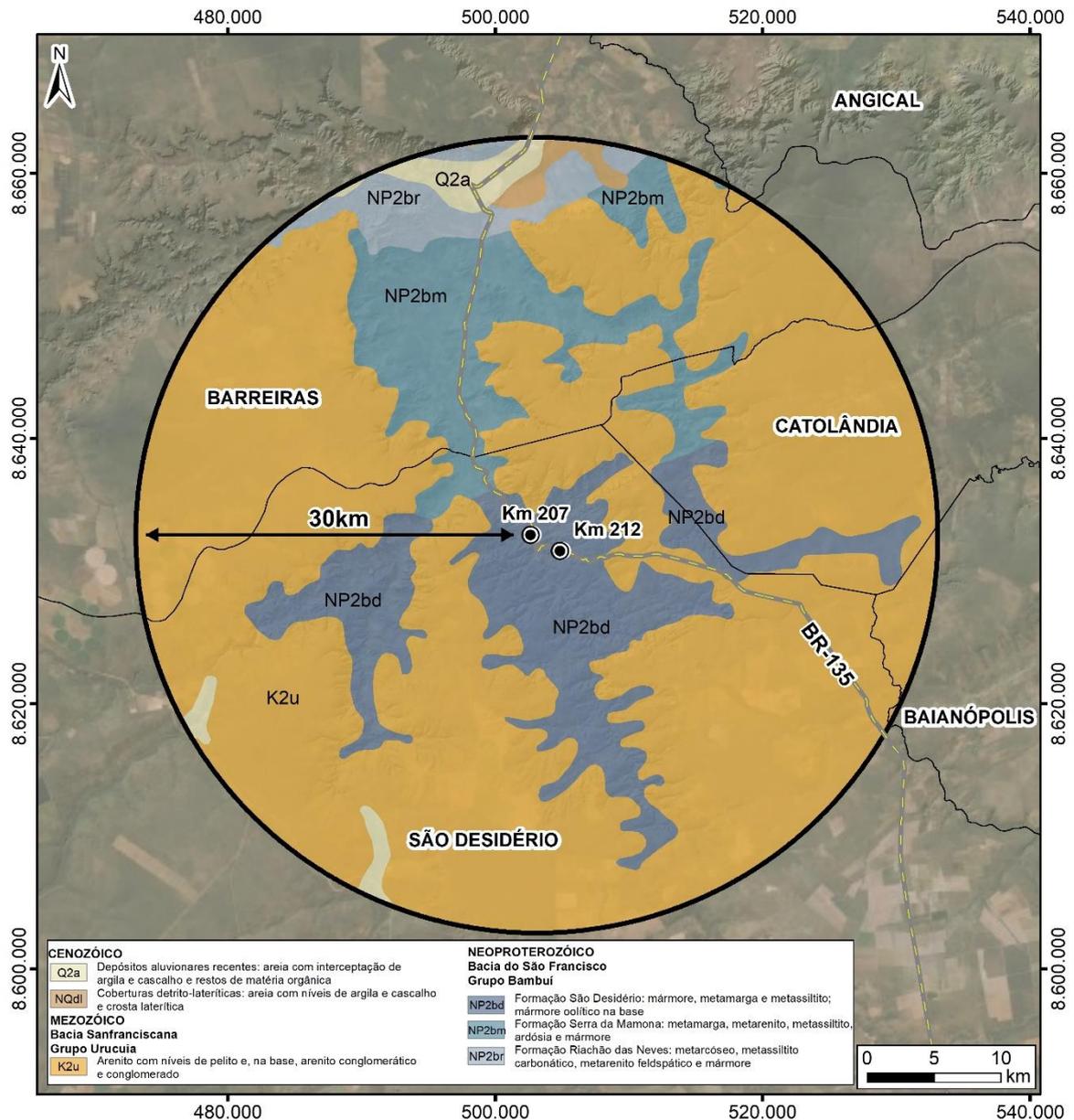
As rochas metacalcárias na área de estudo se apresentam muitas vezes de forma fraturadas e até mesmo dobradas, esses planos de fraqueza contribuem para maior fragmentação da rocha, ajudando assim a aumentar a velocidade da alteração da rocha e conseqüentemente em sua futura erosão. Desse modo, obteve-se os pesos apresentados na TABELA 6.22, que podem ser relacionados com o mapa litológico apresentado na FIGURA 6.67.

TABELA 6.22 – PESOS EM RELAÇÃO AOS PROCESSOS EROSIVOS PARA OS DIFERENTES TIPOS DE SOLO

| Litologia | Pesos |
|-----------|-------|
| Q2a       | 2,00  |
| K2u       | 2,50  |
| NQdl      | 2,50  |
| NP2bd     | 3,00  |
| NP2bm     | 3,00  |
| NP2br     | 3,00  |

Fonte: UFPR/ITTI (2018).

FIGURA 6.67 – MAPA LITOLÓGICO



|                           |  |  |
|---------------------------|--|--|
| <p><b>LOCALIZAÇÃO</b></p> | <p><b>LEGENDA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Quilometragem</li> <li>— BR-135</li> <li>▭ Área de Estudo - Meio Físico</li> <li>▭ Limites municipais</li> </ul> <p><b>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</b></p> <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>         Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>         Meridiano Central: 45° W</p> | <p><b>INFORMAÇÕES</b></p> <p><b>GEOLOGIA</b></p> <p><b>PROJETO</b><br/>EIA/RIMA - BR-135/BA</p> <p><b>FONTE DE DADOS</b></p> <p>Área de estudo (físico) - ITTI, 2018;<br/>         Geologia - CPRM, 2010;<br/>         Rodovias e Quilometragem - DNIT, 2015;<br/>         Limites municipais, estaduais e Capitais - IBGE, 2015<br/>         BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> <p><b>ESCALA</b><br/>1:500.000   1 cm = 5.000 m</p> |
|---------------------------|--|--|

Fonte: UFPR/ITTI (2018).

#### 6.1.4.2.2.1.1 Resultados da análise de suscetibilidade a erosão

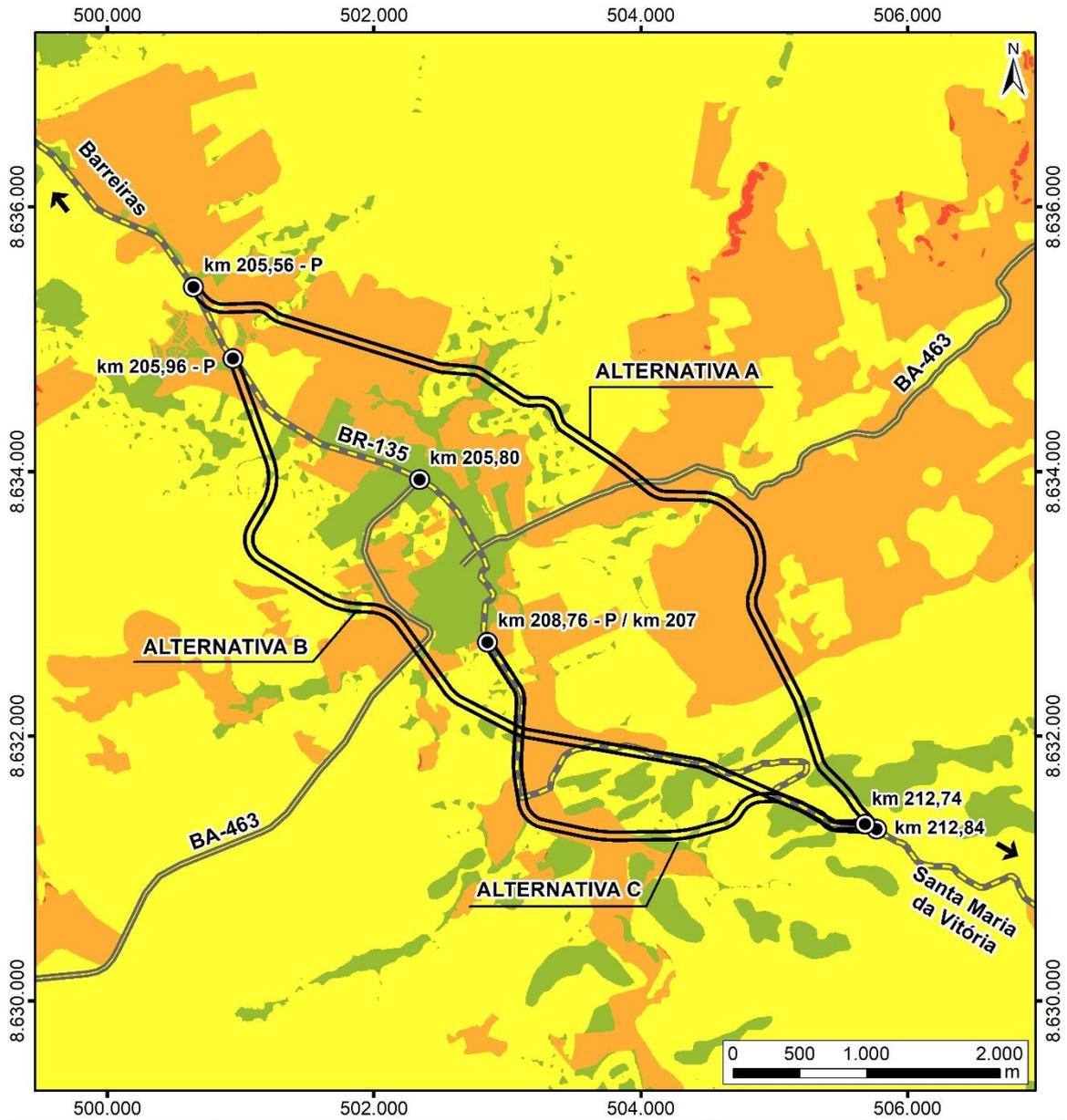
Por meio da análise multicriterial dos fatores condicionantes aos processos erosivos (uso do solo, geomorfologia, pedologia e litologia), foi obtido o mapa apresentado na FIGURA 6.68. Através do mapa, é possível observar quatro faixas principais de cores: verde escuro, verde, amarelo e o laranja, variando o grau de suscetibilidade nessa ordem cromática de suscetibilidade muito baixa até muito alta.

A maior parte da área de estudo foi caracterizada como suscetibilidade moderada, devido ao fato de estar inserida no cerrado ou em regiões de solo exposto. A região de maior suscetibilidade foi aquela que apresentou maior suscetibilidade devido ao fator geomorfológico.

Vale ressaltar que a ADA está inserida numa região em que se predomina os Cambissolos em uma profundidade pouco profunda e que se predomina as rochas metacalcárias. Desse modo, por meio do parâmetro K, constatou-se a alta erodibilidade dos Cambissolos e, devido aos processos de dissolução e maior tendência ao intemperismo, e a alta suscetibilidade erosiva litológica. Portanto, com a exposição do terreno, há grande probabilidade de ocorrência dos processos erosivos.

Com base no que fora supracitado e em relação às condições ambientais da área de estudo, clima semiárido e vegetação cerrado, faz-se necessário adotar devidos cuidados às condições moderada e alta de suscetibilidade à erosão.

FIGURA 6.68 – MAPA DE SUSCETIBILIDADE À EROSÃO



| LOCALIZAÇÃO  | LEGENDA   | INFORMAÇÕES   |
|--|---|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Quilometragem</li> <li>— BR-135</li> <li>— Rodovias estaduais</li> <li>□ Área Diretamente Afetada (ADA)</li> </ul> | <p><b>SUSCETIBILIDADE À EROSÃO - ADA</b></p> <p><b>PROJETO</b><br/>EIA/RIMA - BR-135/BA</p> <p><b>FONTE DE DADOS</b><br/>ADA - ITTI, 2018; Rodovias - DNIT, 2015; Suscetibilidade à erosão - ITTI, 2020; Quilometragem - DNIT, 2015, ITTI, 2019; Limites estaduais e Capitais - IBGE, 2015; BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> <p><b>ESCALA</b><br/>1:50.000   1 cm = 500 m</p> |
| <p><b>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</b></p> <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>Meridiano Central: 45° W</p> |   |   |

Fonte: UFPR/ITTI (2018).

## 6.1.4.2.2 Suscetibilidade ao movimento de massa

Assim como os processos erosivos, os movimentos de massa também são condicionados pelos fatores internos e externos. Também para essa análise não houve diferença significativa dos dados de pluviometria. Desse modo, a análise de suscetibilidade ao movimento de massa (SMM) foi realizada ponderando dados relativos à Geomorfologia (Ge), separados em Declividade (De) e Altimetria (Al), pedologia (Pe) e litologia (Li).

Obteve-se a matriz pareada com ordem de grandeza 4 (TABELA 6.23) que relaciona a importância de cada parâmetro considerado na análise de suscetibilidade em questão. Considerou-se como fator de maior preponderância a declividade e, em seguida, a altimetria, devido a vulnerabilidade do movimento em relação à ação gravitacional.

TABELA 6.23 - MATRIZ DE COMPARAÇÃO PAREADA PARA AS CONDICIONANTES DOS MOVIMENTOS DE MASSA

| Critérios | Us   | Ge   | Pe   | Li   |
|-----------|------|------|------|------|
| Us        | 1,00 | 5,00 | 7,00 | 7,00 |
| Ge        | 0,20 | 1,00 | 3,00 | 3,00 |
| Pe        | 0,14 | 0,33 | 1,00 | 1,00 |
| Li        | 0,14 | 0,33 | 1,00 | 1,00 |

Fonte: UFPR/ITTI (2018).

Desse modo, obteve-se a Equação (2) como ferramenta para a álgebra de mapas no geoprocessamento, a fim de gerar o mapa de suscetibilidade ao movimento de massa.

$$SMM = 0,65*De + 0,20*Al + 0,08*Pe + 0,08*Li \quad (2)$$

A consistência da equação por meio da razão de consistência foi de 1%.

#### a. Geomorfologia

Em relação a geomorfologia, a abordagem na equação foi adotada separando a importância da declividade e da altimetria. Considerou-se que a declividade tem



ponderação maior, pois, mais acentuados estão sujeitos a maior ação da gravidade, desse modo, os esforços atuantes podem superar mais facilmente os resistentes. Além disso, quanto maior inclinação, menos solo vai estar ajudando a resistir ao movimento, em relação ao eixo geométrico da vertente (BIGARELLA, 2003). A altimetria influencia acentuando a ação da gravidade, porém a inclinação é uma condicionante prioritária.

Os pesos para as faixas de declividade e altimetria utilizados foram similares aos adotados para a suscetibilidade à erosão e expostos na TABELA 6.19 e TABELA 6.20, respectivamente.

### b. Pedologia

A distribuição dos materiais que compõem o substrato proporciona diferentes comportamentos quanto à resistência ao cisalhamento, permeabilidade e outras características, de acordo com a variação pedológica.

Em geral, solos com maior presença de argila sensível, matéria orgânica e planos preferenciais (como diferenças estratigráficas), apresentam maior suscetibilidade em relação aos movimentos de massa. Em seguida, solos pouco desenvolvidos apresentam menos resistência ao cisalhamento por contarem pouco com a parcela coesiva da resistência devido a baixa presença de finos. Desse modo, o peso dos elementos foi estabelecido, conforme a TABELA 6.24, de acordo com a descrição pedológica.

TABELA 6.24 - PESOS EM RELAÇÃO AOS MOVIMENTOS DE MASSA PARA OS DIFERENTES TIPOS DE SOLOS

| Pedologia                  | Pesos |
|----------------------------|-------|
| Neosolo flúvio             | 0,50  |
| Argiloso vermelho-amarelo  | 1,00  |
| Argiloso vermelho          | 1,00  |
| Latossolo vermelho amarelo | 1,50  |
| Latossolo amarelo          | 1,50  |
| Neosolo quartzarênico      | 1,50  |
| Neosolo litólico           | 2,00  |
| Cambissolo                 | 2,00  |
| Gleissolo                  | 2,50  |

Fonte: UFPR/ITTI (2018).

### c. Litologia

A natureza da rocha é um dos fatores que influencia no movimento de massa, onde os materiais inconsolidados são os mais instáveis e mais suscetíveis ao movimento de massa, como por exemplo os depósitos de areia e cascalho que ocorrem na área de estudo. Entretanto, os materiais consolidados fraturados e deformados, apesar de serem coesos, possuem planos de fraqueza, representados por fraturas, dobras, foliação, xistosidade, entre outros (GROTZINGER; JORDAN, 2013). Esses planos fazem com que esse tipo de rocha seja instável se tornando susceptível ao movimento de massa, como é o exemplo das rochas metacalcárias dobradas e diclasadas e dos arenitos fraturados que ocorrem na área de estudo.

Apesar da litologia ser um dos fatores preponderantes para o movimento de massa, a ponderação do parâmetro de litologia teve um baixo peso, pois há baixa variância de importância, já que todas as rochas que ocorrem na área de estudo possuem alta suscetibilidade ao movimento de massa. Desse modo, o peso dos elementos foi estabelecido conforme a TABELA 6.25.

TABELA 6.25 - PESOS EM RELAÇÃO AOS MOVIMENTOS DE MASSA PARA OS DIFERENTES TIPOS DE ROCHAS

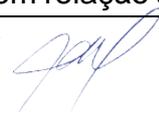
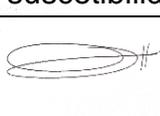
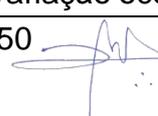
| Litologia | Pesos |
|-----------|-------|
| NP2bm     | 2,00  |
| NP2br     | 2,50  |
| Q2a       | 2,50  |
| K2u       | 3,00  |
| NQdl      | 3,00  |
| NP2bd     | 3,00  |

Fonte: UFPR/ITTI (2018).

#### 6.1.4.2.2.1 Resultados da análise de suscetibilidade ao movimento de massa

Por meio da análise multicriterial dos fatores condicionantes aos movimentos de massa (geomorfologia, pedologia e litologia), foi obtido o mapa apresentado na FIGURA 6.69. Através do mapa, é possível observar quatro faixas principais de cores: verde escuro, verde, amarelo e o laranja, variando o grau de suscetibilidade nessa ordem cromática para suscetibilidade muito baixa até muito alta.

Há heterogeneidade da coloração do mapa, evidenciando a variação da área de estudo em relação a suscetibilidade. A variação ocorre da classe de suscetibilidade





 Alexandre Flávia/W. João/André

muito baixa até suscetibilidade alta. A variação, no caso do mapa em questão, é diretamente proporcional à geomorfologia da região e o fato já era esperado devido a ponderação dos parâmetros condicionantes ao movimento de massa.

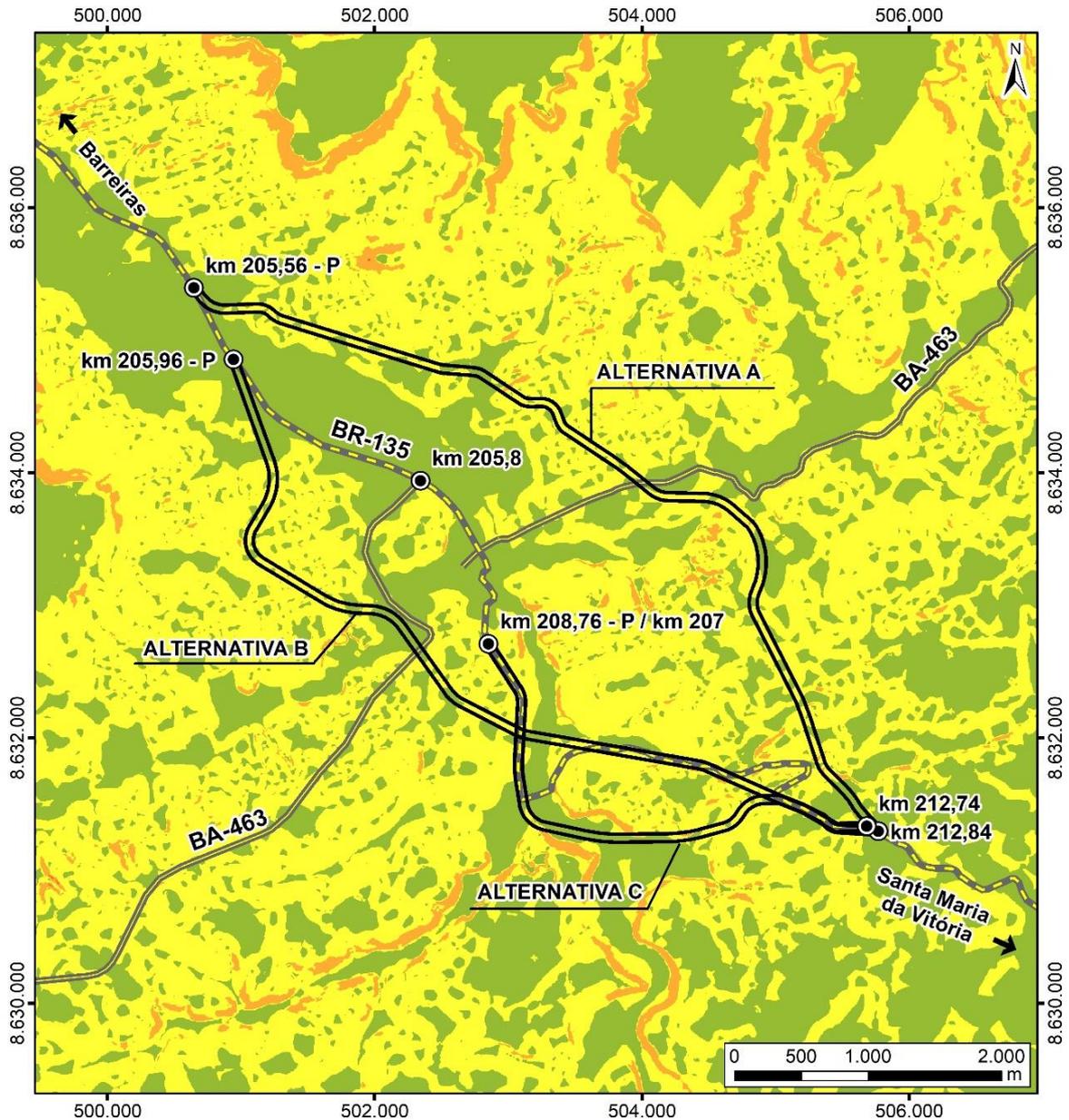
Por mais que a análise ressalte as características geomorfológicas, cabe destacar que a litologia e a pedologia também exercem grande influência e só foram consideradas com menor ponderação devido ao fato de existir menor variação dos pesos dos elementos considerados para as condicionantes.

Dessa forma, os Cambissolos foram considerados com um peso relativamente alto em relação aos movimentos de massa, sendo que, os riscos com movimentos de massa para a pedologia estão mais ligados ao deslizamento.

O deslizamento rotacional em encostas ou taludes está mais relacionado a solos que apresentam uma parcela coesiva mais expressiva, ou seja, maior quantidade de finos (argila e silte), e o deslizamento planar está mais relacionado a solos com mais resistência friccional.

Em relação a pedologia, as rochas da área de estudo se apresentam com muitos planos de fraqueza devido aos intensos processos exógenos. As rochas areníticas possuem maior disposição aos deslizamentos, mas também há facilidade às quedas de bloco e solapamento. Já as rochas com preponderância de metassilitito são mais dispostas às quedas de bloco e tombamento.

FIGURA 6.69 – MAPA DA SUSCETIBILIDADE AO MOVIMENTO DE MASSA



| LOCALIZAÇÃO  | LEGENDA  | INFORMAÇÕES  |
|--|--|--|
|  | <p>● Quilometragem</p> <p>— BR-135</p> <p>— Rodovias estaduais</p> <p>▭ Área Diretamente Afetada (ADA)</p> | <p><b>SUSCETIBILIDADE AOS MOVIMENTOS DE MASSA - ADA</b></p> <p><b>DNIT</b> </p> <p><b>PROJETO</b><br/>EIA/RIMA - BR-135/BA</p> <p><b>FONTE DE DADOS</b><br/>ADA - ITTI, 2018; Rodovias - DNIT, 2015;<br/>Susceptibilidade aos movimentos de massa - ITTI, 2020;<br/>Quilometragem - ITTI, 2019, DNIT, 2015;<br/>Limites estaduais e Capitais - IBGE, 2015;<br/>BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> <p><b>ESCALA</b><br/>1:50.000   1 cm = 500 m</p> |
|  | <p><b>Suscetibilidade aos movimentos de massa</b></p> <p>■ Baixo</p> <p>■ Moderado</p> <p>■ Alto</p>       |  |
| <p><b>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</b></p> <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>Meridiano Central: 45° W</p> |  |  |

Fonte: UFPR/ITTI (2018).

#### 6.1.4.2.2.3 Suscetibilidade à subsidência

O fenômeno de subsidência pode ser ocasionado por conta de um adensamento do solo, ou seja, saída de água dos vazios ao longo do tempo, por um rebaixamento rápido do lençol freático, consequência do succionamento de água por conta da execução de obras de engenharia, ou colapso de cavidades cársticas, consequência de sobrecargas ou vibrações excessivas sobre essas estruturas.

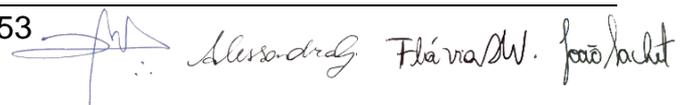
O fenômeno de adensamento é comum em regiões em que é predominante a existência de solos moles, o que não ocorre na área de estudo em questão. A seguir, serão apresentadas as análises para rebaixamento do nível freático e suscetibilidade à subsidência das cavidades cársticas.

##### a. Rebaixamento do nível freático

De acordo com o Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), os seis poços que estão localizados próximos da área de interesse, mostram que os níveis estáticos que representam a profundidade do lençol freático, variam de 3,6 m a 27,7 m. Durante a obra não haverá necessidade de perfuração de poços, ou seja, não haverá qualquer tipo de influência no nível freático que ocorre na área.

##### b. Subsidência

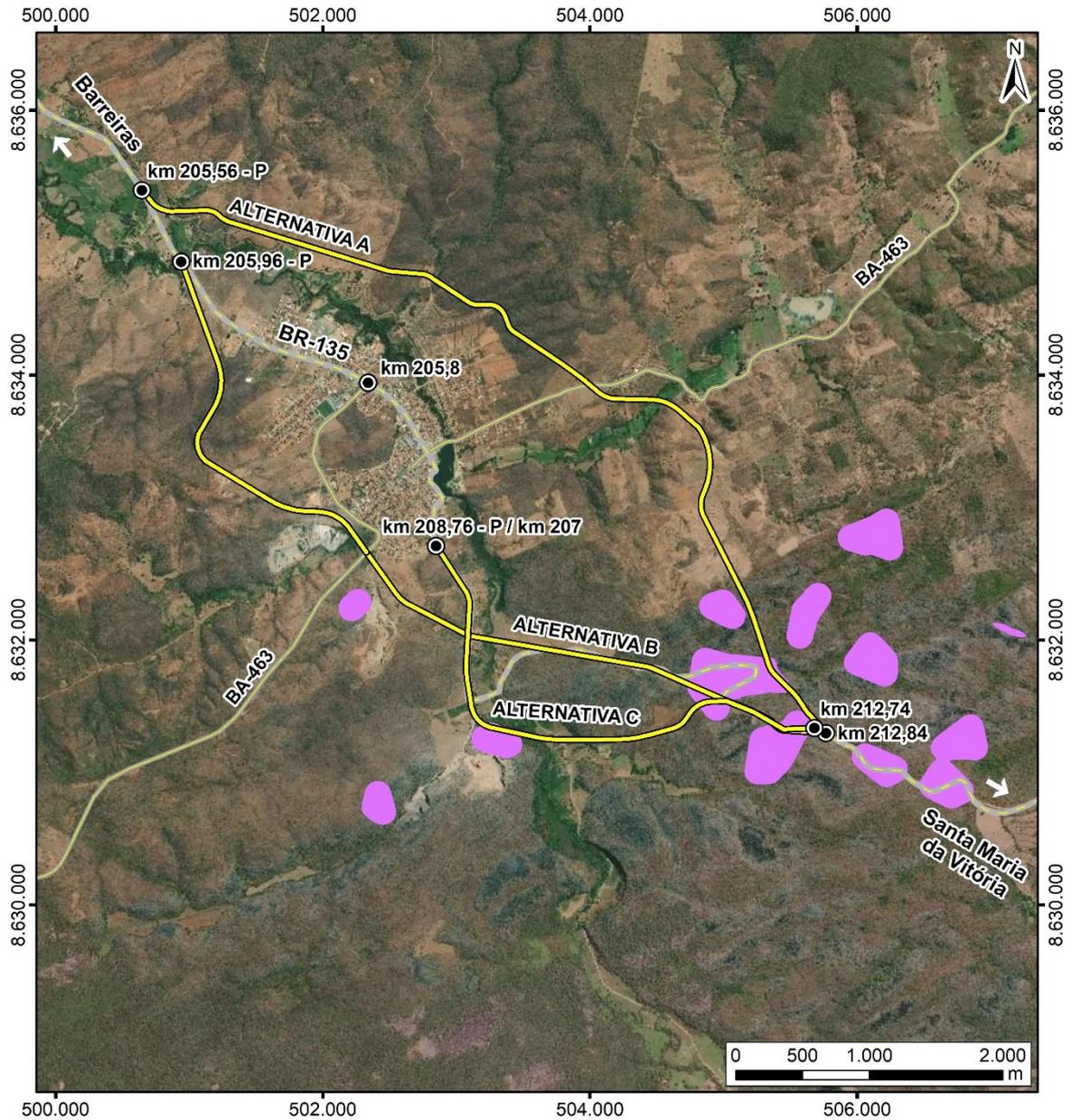
A área de estudo está inserida em um sistema cárstico. O sistema cárstico cumpre exemplarmente as características de um relevo cárstico por estar em uma região de clima úmido a sub-úmido, com uma média de precipitação pluviométrica anual em torno de 950 mm (Estação Barreira: 972 mm / Estação Correntina: 920 mm). Associado a uma cobertura vegetal relativamente densa, principalmente em função dos solos pedogeneticamente derivados de rochas calcárias (Grupo Bambuí). A rochas metacalcárias quando expostas estão intensamente fraturadas, em um ambiente com gradiente hidráulico apreciável, em função do desnível de cerca de 200 m entre o ponto mais baixo (Rio São Desiderio, na proximidade do Poço Surubim) e o ponto mais alto (Serra da Mamona, a NE da área estudada, em direção à Catolândia).

Alexsandro Flávia W. Faria/collet

As subsidências são decorrentes do estágio de evolução do modelado cárstico, e do grau de dissolução da rocha, ligados à evolução de cavidades no subsolo. Nesse contexto, segundo a Base de Dados do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CEVAC, 2011), ocorrem mais de 150 feições cársticas distribuídas pela área de interesse. Com isso as áreas que possivelmente são mais suscetíveis à subsidência são áreas onde a densidade de ocorrência das cavidades naturais é maior.

Para a análise da suscetibilidade à subsidência não se utilizou a metodologia AHP, pois não foi ponderado outro parâmetro além da densidade das cavidades cársticas e de análises visuais de anomalias na vegetação. As informações referentes as cavidades são provenientes da base de dados do CECAV e também prospectadas pelo ITTI-UFPR. Assim, a FIGURA 6.70, diferentemente dos demais dados do diagnóstico, é apresentada em escala 1:50.000, sendo essa proporcional a densidade de informações espeológicas obtidas.

FIGURA 6.70 – MAPA DA SUSCETIBILIDADE À SUBSIDÊNCIA



| LOCALIZAÇÃO  | LEGENDA  | INFORMAÇÕES  |
|--|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Quilometragem</li> <li>— Alternativas locais</li> <li>— BR-135</li> <li>— Rodovias estaduais</li> <li>■ Área susceptível à subsidência</li> </ul> | <p><b>SUPERFÍCIE DE ANÁLISE GEOTÉCNICA - SUSCETIBILIDADE À SUBSIDÊNCIA</b></p> <p><b>PROJETO</b><br/>EIA/RIMA - BR-135/BA</p> <p><b>FONTE DE DADOS</b><br/>Alternativas locais - ITTI, 2018;<br/>Subsidência - ITTI, 2018;<br/>Quilometragem - ITTI, 2019, DNIT, 2015;<br/>Rodovias - DNIT, 2015;<br/>Limites estaduais e Capitais - IBGE, 2015;<br/>BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> <p><b>ESCALA</b><br/>1:50.000   1 cm = 500 m</p> |
| <p><b>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</b></p> <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>Meridiano Central: 45° W</p> |  |  |

Fonte: UFPR/ITTI (2019).

#### 6.1.4.2.3 Geotecnia de engenharia

As áreas de corte e aterro necessárias para atender o greide estipulado pelos traçados devem ser avaliadas devido a possibilidade de ocorrência de movimentação de massa, processos erosivos e subsidência.

Analisando a área de estudo em São Desiderio/BA, no qual está inserido o Sistema Cárstico do Rio João Rodrigues, é possível observar as características de relevo cárstico. O qual caracteriza-se pela presença, em geral: de dolinas, que são depressões circulares de subsuperfície, de sumidouros, que são aberturas em que a água entra e se conecta nas galerias e salões, de paredões, que são as escarpas da formação, e de lapiás que são estruturas formadas pela dissolução na parte mais exterior da rocha, ou seja, na interface com o solo, ocorrendo abertura de fendas.

Os solos da região são pedogeneticamente derivados de rochas calcárias. Desse modo, quando expostas, são intensamente fraturadas. Além disso, devido as características de formação do terreno da área de estudo, bem como as informações de uso do solo, a região foi classificada com grau de erodibilidade médio a alto. Assim, deve-se buscar a menor exposição do solo ao executar os processos de adequação ao greide da rodovia, bem como a efetuar a proteção de maciços expostos.

Cabe ressaltar que algumas soluções de engenharia devem ser consideradas afim de se obter uma menor interferência nas cavidades cársticas, bem como a atender as características necessárias para a estabilidade de aterros.

##### a. Regiões de corte

Os cortes previstos para os traçados estudados serão executados em maciços constituídos de rochas metassedimentares da Formação São Desidério, da Formação da Serra da Mamona e da Formação Riachão das Neves, bem como constituídos por uma camada de cambissolo e rochas intensamente fraturadas em regiões que sofreram maior processo de intemperismo, causado pelas ações de fatores exógenos, como por exemplo, as ações do clima regional. Os processos exógenos associados com a dissolubilidade dos metacalcários, fazem com que os cortes nessa formação sejam instáveis, com desprendimento de material por erosão e desmoronamento.



A maior altura de corte necessária para cumprir com o greide estabelecido para a Alternativa A é de aproximadamente 17 m, para a Alternativa B é de aproximadamente 20 m e para a Alternativa C é de aproximadamente 6 m. Considera-se que a presença de descontinuidades nesses maciços pode expor o material e proporcionar uma pré-disposição ao rolamento, deslocamento ou queda de blocos.

Tais eventos acarretam em um risco geotécnico às áreas no entorno, desse modo, algumas precauções podem ser adotadas. Nesse contexto, sugere-se que seja adotada uma proporção de corte de 1,0:1,0 (V:H) e, em regiões de exposição do maciço rochoso fraturado, proteção com telas metálicas.

### **b. Regiões de aterro**

Em relação aos aterros, a altura necessária para cumprir com o greide estabelecido, no que se refere a Alternativa A, é de aproximadamente 15 m, para a Alternativa B é de aproximadamente 12 m e para a Alternativa C é de aproximadamente 8 m. Sugere-se que seja adotada uma proporção de aterro de 1,0:1,5 (V:H) e, em taludes com altura superior a quatro metros, sugere-se que seja executado o taludamento com banquetas, para auxiliar na estabilidade.

### **c. Locais com OAEs**

As três alternativas analisadas contemplam a transposição de cursos d'água por meio de Obras de Arte Especiais (OAEs). Nesse sentido, os dados geofísicos realizados para prospectar possíveis cavidades desenvolvidas nas rochas carbonáticas da Formação São Desidério corroboraram com as informações geológicas e geomorfológicas para a caracterização da área de estudo, bem como para a definição da espessura e limite inferior da camada de solo areno-argiloso, proveniente das unidades siliciclásticas do Grupo Urucuia.

A caracterização geofísica detalhada é apresentada no item 6.1.4.1.5 desse volume. No item, é apresentado o levantamento geofísico em perfis pré-definidos entre os quilômetros 207 a 212 da BR-135/BA. Para a análise em questão, o perfil 2 (FIGURA 6.71) do levantamento auxilia no detalhamento dos aspectos estruturais do da área de estudo e corresponde à prospecção do local onde se encontra a ponte do atual traçado existente (FIGURA 6.72).

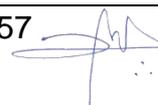
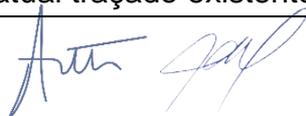
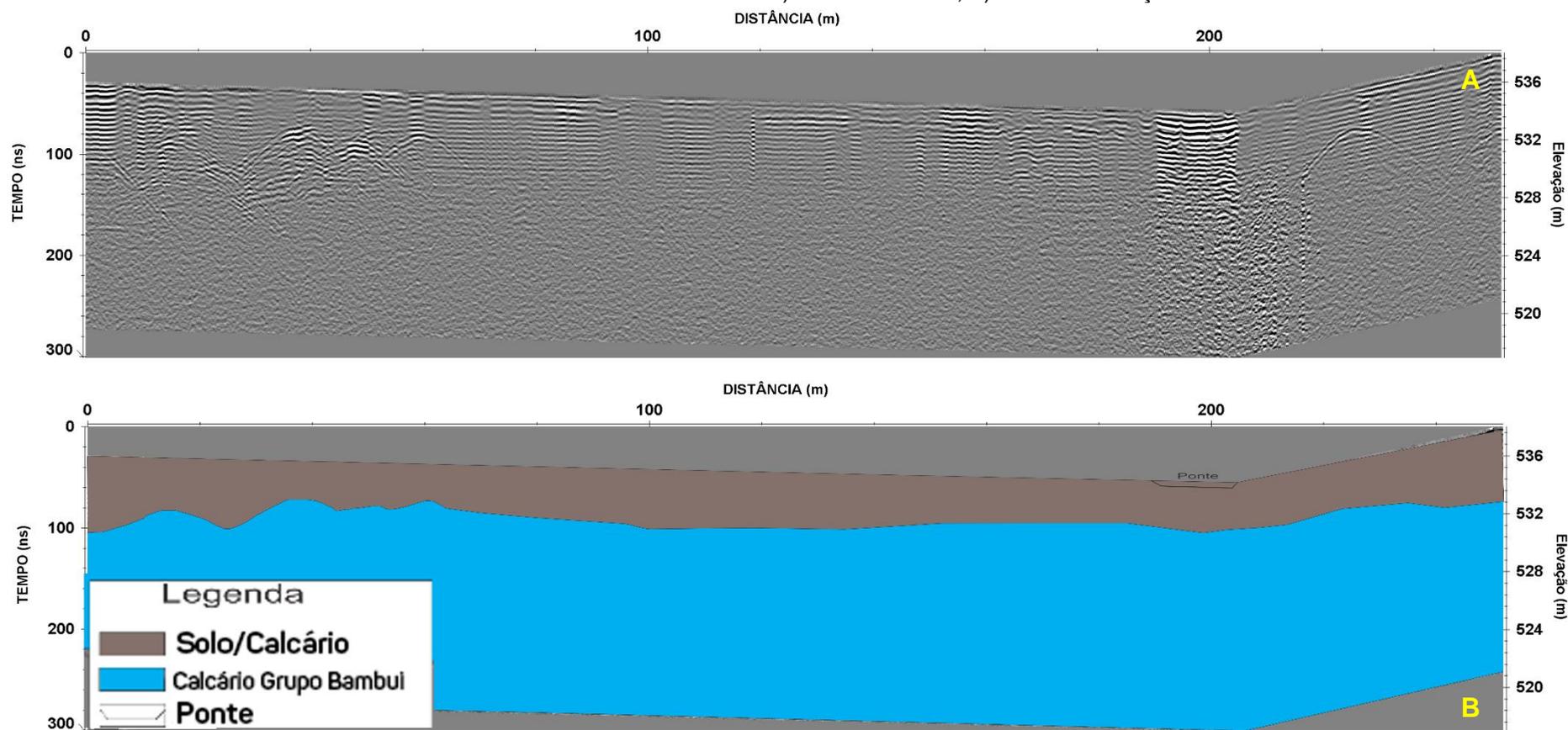
Alexandre Flávia W. Faria/achet

FIGURA 6.71 – ENSAIO GEOFÍSICO - PERFIL 02. A) RADARGRAMA; B) INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA

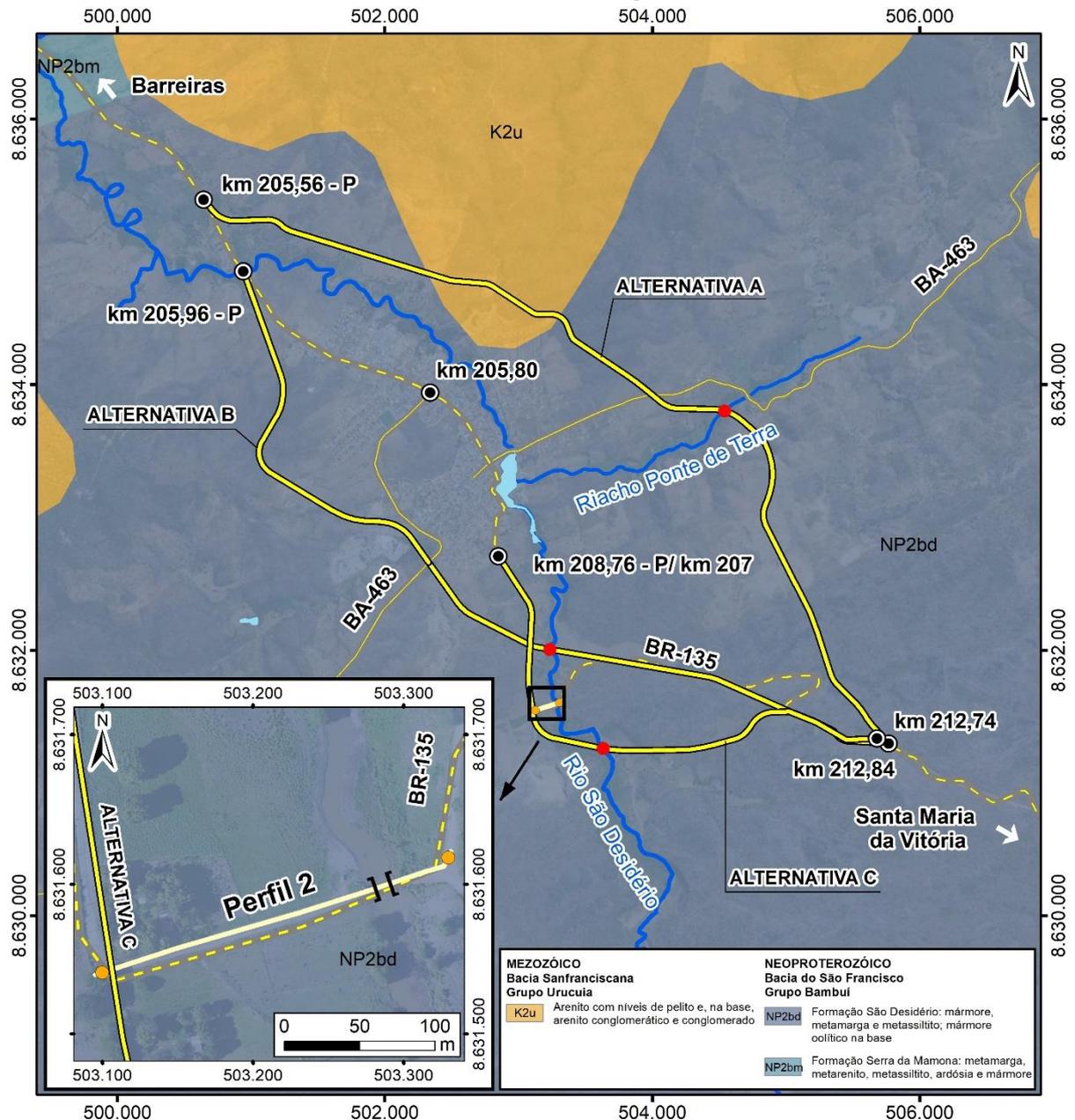


Fonte: LPGA/UFPR (2015).

*Handwritten signature and scribbles*

*Handwritten signature* 158 *Flávia W. João/ulit*

FIGURA 6.72 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO PERFIL 2 GPR



| LOCALIZAÇÃO | LEGENDA   | INFORMAÇÕES   |
|-------------|---|---|
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: red;">●</span> Pontes</li> <li><span style="color: black;">●</span> Quilometragem</li> <li><span style="border-bottom: 2px solid yellow;">    </span> Alternativas locais</li> <li><span style="border-bottom: 2px solid gray;">    </span> BR-135</li> <li><span style="border-bottom: 2px dashed yellow;">    </span> Perfil 2</li> <li><span style="border-bottom: 2px solid gray;">    </span> Rodovias estaduais</li> </ul> <p><b>Hidrografia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: blue;">—</span> Permanente</li> <li><span style="background-color: lightblue; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Massa d'água</li> </ul> | <p style="text-align: center;"><b>LOCALIZAÇÃO PERFIL 2</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> </div> <p><b>PROJETO</b><br/>ANTEPROJETO - KM 207 AO KM 212</p> <p><b>FONTE DE DADOS</b><br/>Alternativas locais - ITTI, 2018; Pontes - ITTI, 2020; Perfis - ITTI, 2015; Hidrografia - BDGEx, 2014; Geologia - CPRM, 2010; Rodovias - DNIT, 2015; Quilometragem - DNIT, 2015, ITTI, 2019; Limites estaduais e Capitais - IBGE, 2015; BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> <p><b>ESCALA</b><br/>1:50.000   1 cm = 500 m</p> |
|             | <p><b>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</b></p> <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>Meridiano Central: 45° W</p>  |   |

Fonte: UFPR/ITTI (2019).

O ensaio geofísico do perfil 2 aponta a presença de uma cobertura de solo sob o topo rochoso a uma profundidade aproximada de 4 m e nível d'água próximo à superfície. O material rochoso ali presente é caracterizado no ensaio como calcário do Grupo Bambuí. O topo rochoso apresenta pequenas cavidades, dissoluções de pequeno porte e fraturas de orientação principalmente subvertical, por vezes condizentes a zonas de possível dissolução. Desse modo, a condição dos locais previstos para a construção das OAEs das demais alternativas analisadas (Alternativa A: OAE sobre o Riacho Ponte de Terra; Alternativas B e C: OAE sobre o Rio São Desidério) apresentam características semelhantes, podendo ocorrer variação na profundidade da presença do topo rochoso.

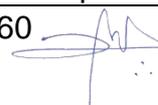
#### 6.1.4.2.4 Ocorrência de materiais

Com vistas à utilização nos serviços de terraplenagem, reforço do subleito e pavimentação, foram estudadas as áreas no entorno do trecho, identificando aquelas com potencial de utilização de material para o empreendimento. Dessa maneira, foram identificadas áreas para depósito de material, áreas de jazidas de empréstimos e jazidas de material arenoso e granular, bem como fontes comerciais como pedreiras próximas e areal.

##### 6.1.4.2.4.1 Jazidas de empréstimo e bota-fora

Em relação as obras de terraplenagem, para a alternativa A, o volume de corte é de 585.554 m<sup>3</sup> e o volume de aterro de 446.770 m<sup>3</sup>, sendo assim há um volume de 138.784 m<sup>3</sup> de bota-fora. Para o traçado da alternativa B, o volume de corte é de 446.770 m<sup>3</sup> e de aterro de 388.192 m<sup>3</sup>, gerando um volume de bota-fora de 105.732 m<sup>3</sup>. Já para a alternativa C, o volume de corte é de 123.724 m<sup>3</sup> e o volume de aterro é de 166.012 m<sup>3</sup>, assim, o volume de aterro é superior ao volume de corte.

As áreas de jazidas de empréstimo são necessárias caso o projeto estabelecido necessite de materiais com características adequadas para a execução de aterros compactados. Nesse contexto, o estudo do trecho compreendido entre o km 179,0 e o km 205,8, elaborado pelo Exército Brasileiro em 2013, apontou quatro locais de possíveis empréstimos baseados em três ensaios geotécnicos: caracterização (granulometria, limite de liquidez e índice de plasticidade),

 Alexandre Flávia/W. João/achet

compactação nas energias da AASHTO Intermediário e Modificado, e Índice de Suporte Califórnia (ISC).

Dentre as quatro áreas estudadas pelo Exército, uma localiza-se próxima ao trecho contemplado no EIA em questão. A caixa de empréstimo citada é a 04 (CE-EB) (QUADRO 6.3 e FIGURA 6.73). O material foi caracterizado como argila vermelha e os resultados dos ensaios podem ser observados na TABELA 6.26.

TABELA 6.26 - RESULTADOS DOS ENSAIOS OBTIDOS PARA A CAIXA DE EMPRÉSTIMO 04 (CE-EB), KM 205,0

| Furo | Profundidade (cm) | Limites Físicos |    | IG | Compactação Campo |             | Proctor Normal - 12 golpes |                  |        |      |      |
|------|-------------------|-----------------|----|----|-------------------|-------------|----------------------------|------------------|--------|------|------|
|      |                   | LL              | IP |    | Umid. Média       | Dens. Média | Compactação Laboratório    |                  | I.S.C. |      |      |
|      |                   |                 |    |    |                   |             | Hótima                     | D <sub>max</sub> | Exp.   | Exp. | ICS  |
| cm   | %                 | %               | %  | %  | g/cm <sup>3</sup> | %           | g/cm <sup>3</sup>          | mm               | %      | %    |      |
| 1    | 0-200             | NL              | NP | 3  | 1,2               | 1,583       | 11,9                       | 1,900            | 0,03   | 0,02 | 11,8 |
| 2    | 0-200             | NL              | NP | 3  | 1,4               | 1,593       | 11,8                       | 1,911            | 0,05   | 0,03 | 13,7 |
| 3    | 0-200             | NL              | NP | 2  | 1,1               | 1,590       | 11,2                       | 1,908            | 1,01   | 0,67 | 12,5 |
| 4    | 0-180             | NL              | NP | 1  | 1,2               | 1,598       | 11,6                       | 1,918            | 0,10   | 0,07 | 10,5 |
| 5    | 0-180             | NL              | NP | 3  | 1,3               | 1,596       | 10,7                       | 1,915            | 0,07   | 0,05 | 14,9 |
| 6    | 0-192             | NL              | NP | 3  | 1,3               | 1,547       | 10,2                       | 1,910            | 0,07   | 0,05 | 13,0 |

Fonte: Exército Brasileiro (2013).

Em relação aos critérios de condições específicas estipulados pela norma DNIT 107/2009 – ES – Terraplenagem - Empréstimos – Especificação de serviço, necessita-se:

- 1) Ser isentos de matérias orgânicas, micáceas e diatomáceas. Não deverão ser constituídos de turfas ou argilas orgânicas;
- 2) Para efeito de execução do corpo do aterro, apresentar capacidade de suporte compatível ( $ISC \geq 2\%$ ) e expansão menor ou igual a 4%, determinados por intermédio dos ensaios:
  - Ensaio de Compactação – Norma DNER-ME 129/94 (Método A);
  - Ensaio Índice de Suporte Califórnia – ISC Norma DNER ME 49/94, com energia do Ensaio de Compactação (Método A).
- 3) Para efeito de execução da camada final dos aterros apresentar, dentro das disponibilidades e em consonância com os preceitos de ordem técnico-econômica, a melhor capacidade de suporte e expansão menor ou igual a 2%.
  - Ensaio de Compactação – Norma DNER-ME 129/94 (Método A);

- Ensaio Índice de Suporte Califórnia – ISC Norma DNER ME 49/94, com energia do Ensaio de Compactação (Método A).

Assim, o material atende às condições da norma DNIT 107/2009, no que diz respeito a capacidade de suporte e expansão. Logo, além da região CE-EB as áreas apontadas como potenciais jazidas de empréstimo (FIGURA 6.73) estão em regiões com a característica morfogeológica similar, buscando características próximas ao material ensaiado no estudo do Exército Brasileiro.

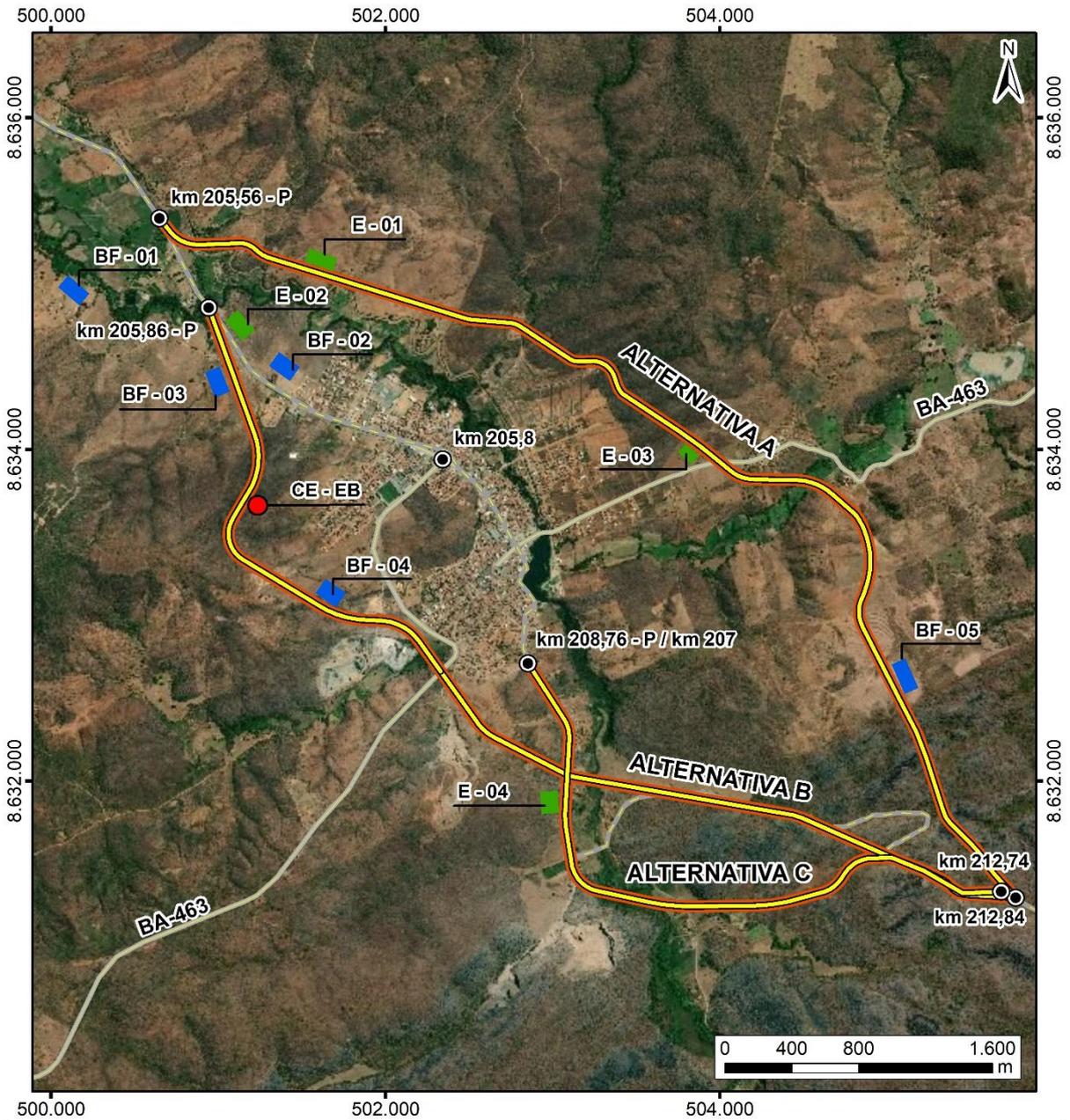
Estão presentes também no QUADRO 6.3 e na FIGURA 6.73 as áreas sugeridas para serem utilizadas como bota-fora. Ressalta-se que as áreas exploradas como jazidas de empréstimo podem ser aproveitadas posteriormente para realizar o depósito de material excedente, assim, reduzindo o impacto em áreas adjacentes. Em raciocínio semelhante, quando possível, tanto para as áreas de empréstimo, quanto para as de bota-fora, deve-se buscar priorizar regiões, dentro da faixa de domínio, próximas as destacadas na FIGURA 6.73.

QUADRO 6.3 – LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE APOIO

| Área de apoio         | Identificação no mapa | Coordenada UTM (23L) |              |
|-----------------------|-----------------------|----------------------|--------------|
|                       |                       | m E                  | m S          |
| Bota-fora             | BF - 01               | 500.135,47           | 8.634.958,86 |
| Empréstimo            | E - 02                | 501.129,26           | 8.634.747,76 |
| Bota-fora             | BF - 02               | 501.395,33           | 8.634.499,49 |
| Bota-fora             | BF - 03               | 500.994,26           | 8.634.405,28 |
| Bota-fora             | BF - 04               | 501.672,34           | 8.633.133,59 |
| Empréstimo            | E - 04                | 502.980,30           | 8.631.871,69 |
| Bota-fora             | BF - 05               | 505.106,69           | 8.632.632,87 |
| Empréstimo            | E - 03                | 503.810,98           | 8.633.971,90 |
| Empréstimo            | E - 01                | 501.614,25           | 8.635.142,15 |
| Empréstimo - exército | CE-EB                 | 501.175,00           | 8.633.695,00 |

Fonte: UFPR/ITTI (2019).

FIGURA 6.73 – ÁREAS POTENCIAIS PARA JAZIDAS DE EMPRÉSTIMO E BOTA-FORA



| LOCALIZAÇÃO | LEGENDA   | INFORMAÇÕES  |
|-------------|---|--|
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: red;">●</span> Caixa de empréstimo do Exército Brasileiro (EB)</li> <li><span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">○</span> Quilometragem</li> <li><span style="border-bottom: 2px solid yellow; width: 20px; display: inline-block;"></span> Alternativas locais</li> <li><span style="border-bottom: 2px solid gray; width: 20px; display: inline-block;"></span> BR-135</li> <li><span style="border-bottom: 2px solid gray; width: 20px; display: inline-block;"></span> Rodovias estaduais</li> <li><span style="background-color: orange; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Área Diretamente Afetada (ADA)</li> <li><span style="background-color: blue; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Possíveis áreas de bota-fora</li> <li><span style="background-color: green; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Possíveis áreas de empréstimo</li> </ul> | <p><b>LOCALIZAÇÃO DAS POSSÍVEIS ÁREAS DE BOTA-FORA E DE EMPRÉSTIMO</b></p> <p style="text-align: center;"> </p> <p><b>PROJETO</b><br/>EIA/RIMA - BR-135/BA</p> <p><b>FONTE DE DADOS</b><br/>Alternativas locais e ADA - ITTI, 2018;<br/>Possíveis áreas de bota-fora e de empréstimo - ITTI, 2019; Rodovias - DNIT, 2015;<br/>Quilometragem - DNIT, 2015, ITTI, 2019;<br/>Limites municipais, estaduais e Capitais - IBGE, 2015;<br/>BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA e NGDC.</p> <p><b>ESCALA</b><br/>1:40.000   1 cm = 400 m</p> |
|             | <p><b>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</b></p> <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>Meridiano Central: 45° W</p>  |  |

Fonte: UFPR/ITTI (2019).

#### 6.1.4.2.4.2 Ocorrência de brita

Assim como para as áreas para empréstimo de solo, a ocorrência de material pétreo também foi estudada pelo Exército Brasileiro (2013). No estudo está elencada a Pedreira Consórcio Leste Oeste Barreiras (antiga Pedreira Lins) como fonte de rocha granítica para utilização no concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) e para materiais de base e sub-base.

De acordo com o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), no que se refere às pedreiras, deve ser obedecido o que recomenda a Norma ABNT 6490/85 (NB-28/68), para “Reconhecimento e Amostragem para Fins de Caracterização das Ocorrências de Rochas”. Além disso, segundo BERNUCCI *et al.* (2008), os agregados são comumente derivados de rochas britadas e devem atender requisitos como:

- Sanidade dos agregados graúdos  $\leq 15\%$  e miúdo  $\leq 18\%$ ;
- Abrasão Los Angeles LA  $\leq 50\%$ ;
- Equivalente de areia EA  $\leq 40\%$ ;
- Lamelaridade  $\leq 20\%$ .

A TABELA 6.27, TABELA 6.28 e TABELA 6.29 apresentam os resultados dos ensaios de desgaste de agregados por abrasão. Cada graduação recebe uma carga abrasiva definida pela norma DNER-ME 035/94, realizado nas três amostras, onde em todas foi adotada a graduação B. Todos os ensaios ficaram abaixo dos valores de referência.

TABELA 6.27 - ENSAIO DE DESGASTE DE AGREGADOS POR ABRASÃO, AMOSTRA 1, BR-135/BA

| Desgaste de Agregados por Abrasão - DNER- ME 035/94 |         |                   |                                  |         |         |
|---|---------|-------------------|----------------------------------|---------|---------|
| Abertura da Peneira                                 |         | Peso da Amostra 1 |                                  |         |         |
| Passando  | Retido  | Grad. A           | Grad. B                          | Grad. C | Grad. D |
| 1 1/2"  | 1"      | 1250              |                                  |         |         |
| 1"  | 3/4"    | 1250              |                                  |         |         |
| 3/4"  | 1/2"    | 1250              | 2500                             |         |         |
| 1/2"  | 3/8"    | 1250              | 2500                             |         |         |
| 3/8"  | 1/4"    |                   |                                  | 2500    |         |
| 1/4"  | Nº 04   |                   |                                  | 2500    |         |
| Nº 04   | Nº 08   |                   |                                  |         | 5000    |
| Peso Total  |         | 5000              | 5000                             | 5000    | 5000    |
|   |         |                   |                                  |         |         |
| Retido  | Passado | Desgaste          | Amostra 1<br>Gradação adotada: B |         |         |
| nº 12   | Nº 12   | %                 |                                  |         |         |
| 3850  | 1150    | 23,00             |                                  |         |         |

Fonte: Exército Brasileiro (2013).

TABELA 6.28 - ENSAIO DE DESGASTE DE AGREGADOS POR ABRASÃO, AMOSTRA 2, BR-135/BA

| Desgaste de Agregados por Abrasão- DNER- ME 035/94 |         |                   |                                  |         |         |
|--|---------|-------------------|----------------------------------|---------|---------|
| Abertura da Peneira                                |         | Peso da Amostra 2 |                                  |         |         |
| Passando   | Retido  | Grad. A           | Grad. B                          | Grad. C | Grad. D |
| 1 1/2"   | 1"      | 1250              |                                  |         |         |
| 1"   | 3/4"    | 1250              |                                  |         |         |
| 3/4"   | 1/2"    | 1250              | 2500                             |         |         |
| 1/2"   | 3/8"    | 1250              | 2500                             |         |         |
| 3/8"   | 1/4"    |                   |                                  | 2500    |         |
| 1/4"   | Nº 04   |                   |                                  | 2500    |         |
| nº 04  | Nº 08   |                   |                                  |         | 5000    |
| Peso Total   |         | 5000              | 5000                             | 5000    | 5000    |
|  |         |                   |                                  |         |         |
| Retido   | Passado | Desgaste          | Amostra 2<br>Gradação adotada: B |         |         |
| Nº 12  | Nº 12   | %                 |                                  |         |         |
| 3895   | 1105    | 22,10             |                                  |         |         |

Fonte: Exército Brasileiro (2013).

TABELA 6.29 - ENSAIO DE DESGASTE DE AGREGADOS POR ABRASÃO, AMOSTRA 3, BR-135/BA

| Desgaste de Agregados por Abrasão- DNER- ME 035/94 |         |                   |                                   |         |         |
|--|---------|-------------------|-----------------------------------|---------|---------|
| Abertura da Peneira                                |         | Peso da Amostra 3 |                                   |         |         |
| Passando   | Retido  | Grad. A           | Grad. B                           | Grad. C | Grad. D |
| 1 1/2"   | 1"      | 1250              |                                   |         |         |
| 1"   | 3/4"    | 1250              |                                   |         |         |
| 3/4"   | 1/2"    | 1250              | 2500                              |         |         |
| 1/2"   | 3/8"    | 1250              | 2500                              |         |         |
| 3/8"   | 1/4"    |                   |                                   | 2500    |         |
| 1/4"   | Nº 04   |                   |                                   | 2500    |         |
| nº 04  | Nº 08   |                   |                                   |         | 5000    |
| Peso Total   |         | 5000              | 5000                              | 5000    | 5000    |
|  |         |                   |                                   |         |         |
| Retido   | Passado | Desgaste          | Amostra 3<br>Graduação adotada: B |         |         |
| nº 12  | nº 12   | %                 |                                   |         |         |
| 3880   | 1120    | 22,40             |                                   |         |         |

Fonte: Exército Brasileiro (2013).

O ensaio de durabilidade seguiu os critérios do método DNER-ME 089/94. A TABELA 6.30, TABELA 6.31 e TABELA 6.32, mostram os resultados para os ensaios de durabilidade realizados nas três amostras. As amostras 1, 2 e 3 apresentaram perda de material igual a 0,79%, 0,75% e 0,69% respectivamente. Desse modo, todas ficaram abaixo do limite pré-estabelecido.

TABELA 6.30 - RESULTADO DO ENSAIO DE DURABILIDADE EM SULFATO DE SÓDIO - DNER-ME 089/94 – AMOSTRA 1

| Peso antes do ensaio                           |                         |                 | 5 ciclos de soluções de Sulfato de Sódio |           |                      |                     |                       |               |              |           |
|--|-------------------------|-----------------|--|-----------|----------------------|---------------------|-----------------------|---------------|--------------|-----------|
| Fração   | Sub-Fração              | Peso Mínimo (g) | Peso (g)                                 |           | % Graduação original | Peneiras utilizadas | Peso depois do ensaio | Diferença (g) | % perda      |           |
|  |                         |                 | Individual                               | Acumulado |                      |                     |                       |               | Direta       | Ponderada |
| 1 1/2" - 3/4"                                  | 1 1/2" - 3/4"           | 1500,0          |  |           |                      | 5/8"                |                       |               |              |           |
| 3/4" - 3/8"                                    | 3/4" - 1/2"             | 700,0           | 698,7                                    |           |                      | -                   |                       |               |              |           |
|  | 1/2" - 3/8"             | 300,0           | 301,5                                    | 1000,2    | 95,3                 | 5/16"               | 992,0                 | 8,20          | 0,83%        | 0,79%     |
| 3/8" - n <sup>o</sup> 4                        | 3/8" - n <sup>o</sup> 4 | 300,0           |  |           |                      | n <sup>o</sup> 5    |                       |               |              |           |
| <b>Perda após 5 ciclos em sulfato de sódio</b> |                         |                 |  |           |                      |                     |                       |               | <b>0,79%</b> |           |

Fonte: Exército Brasileiro (2013).

TABELA 6.31 - RESULTADO DO ENSAIO DE DURABILIDADE EM SULFATO DE SÓDIO - DNER-ME 089/94 - AMOSTRA 2

| Peso antes do ensaio                           |                         |                 | 5 ciclos de soluções de Sulfato de Sódio |           |                      |                     |                       |               |              |           |
|--|-------------------------|-----------------|--|-----------|----------------------|---------------------|-----------------------|---------------|--------------|-----------|
| Fração   | Sub-Fração              | Peso Mínimo (g) | Peso (g)                                 |           | % Graduação original | Peneiras utilizadas | Peso depois do ensaio | Diferença (g) | % perda      |           |
|  |                         |                 | Individual                               | Acumulado |                      |                     |                       |               | Direta       | Ponderada |
| 1 1/2" - 3/4"                                  | 1 1/2" - 3/4"           | 1500,0          |  |           |                      | 5/8"                |                       |               |              |           |
| 3/4" - 3/8"                                    | 3/4" - 1/2"             | 700,0           | 700,4                                    |           |                      | -                   |                       |               |              |           |
|  | 1/2" - 3/8"             | 300,0           | 300,8                                    | 1001,2    | 91,02                | 5/16"               | 993,0                 | 8,20          | 0,83%        | 0,75%     |
| 3/8" - n <sup>o</sup> 4                        | 3/8" - n <sup>o</sup> 4 | 300,0           |  |           |                      | n <sup>o</sup> 5    |                       |               |              |           |
| <b>Perda após 5 ciclos em sulfato de sódio</b> |                         |                 |  |           |                      |                     |                       |               | <b>0,75%</b> |           |

Fonte: Exército Brasileiro (2013).

TABELA 6.32 - RESULTADO DO ENSAIO DE DURABILIDADE EM SULFATO DE SÓDIO - DNER-ME 089/94 - AMOSTRA 3

| Peso antes do ensaio                           |                         |                 | 5 ciclos de soluções de Sulfato de Sódio |           |                      |                     |                       |               |              |           |
|--|-------------------------|-----------------|--|-----------|----------------------|---------------------|-----------------------|---------------|--------------|-----------|
| Fração   | Sub-Fração              | Peso Mínimo (g) | Peso (g)                                 |           | % Graduação original | Peneiras utilizadas | Peso depois do ensaio | Diferença (g) | % perda      |           |
|  |                         |                 | Individual                               | Acumulado |                      |                     |                       |               | Direta       | Ponderada |
| 1 1/2" - 3/4"                                  | 1 1/2" - 3/4"           | 1500,0          |  |           |                      | 5/8"                |                       |               |              |           |
| 3/4" - 3/8"                                    | 3/4" - 1/2"             | 700,0           | 698,7                                    |           |                      | -                   |                       |               |              |           |
|  | 1/2" - 3/8"             | 300,0           | 301,6                                    | 1000,3    | 93,2                 | 5/16"               | 993,0                 | 7,30          | 0,74%        | 0,69%     |
| 3/8" - n <sup>o</sup> 4                        | 3/8" - n <sup>o</sup> 4 | 300,0           |  |           |                      | n <sup>o</sup> 5    |                       |               |              |           |
| <b>Perda após 5 ciclos em sulfato de sódio</b> |                         |                 |  |           |                      |                     |                       |               | <b>0,69%</b> |           |

Fonte: Exército Brasileiro (2013).

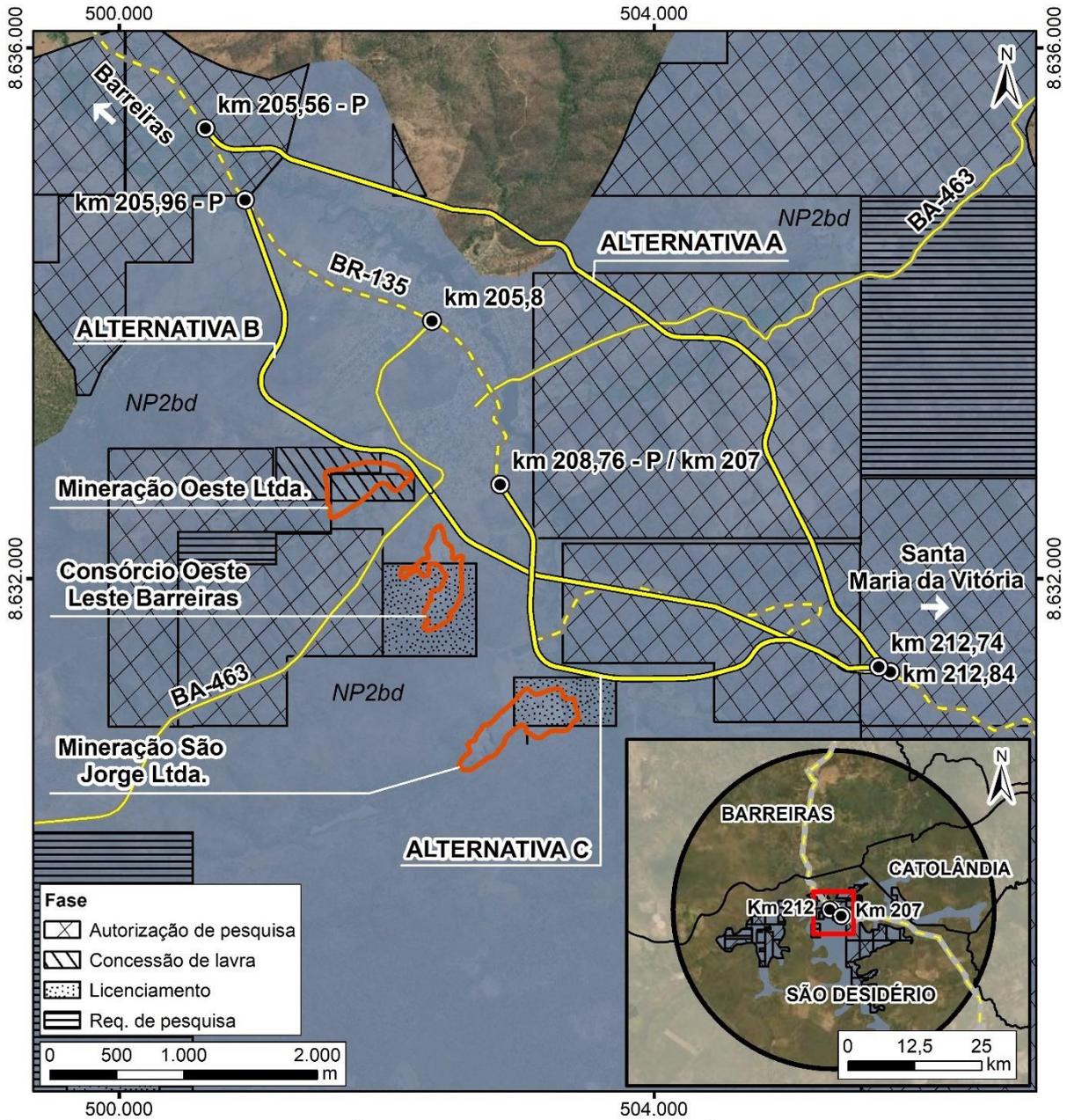
167  
 Alexandre Flávia W. João/Juliet

Outras duas pedreiras comerciais (Pedreira Mineração do Oeste e a Pedreira São Jorge) podem ser indicadas devido à proximidade e por estarem na mesma formação geológica da Pedreira Consórcio Leste Oeste Barreiras (antiga Pedreira Lins), o que se subentende que os materiais terão comportamento similar. Ressalta-se que a Pedreira Consórcio Leste Oeste Barreiras se encontra a uma distância de 0,67 km da mediana do trecho em estudo, a Mineração do Oeste a 1,04 km e a São Jorge a 0,54 km.

A localização das pedreiras pode ser observada na FIGURA 6.74. Há ainda a possibilidade de utilização de material proveniente de ocorrências não comerciais por meio de processos minerários de extração brita. As áreas para estudo da viabilidade são aquelas que ainda não foram concedidas para lavras ou pesquisas e que possuem semelhança geológica com áreas nas quais a extração com fins de utilização na construção civil já é realizada.



FIGURA 6.74 – ÁREAS DE LAVRAS E PESQUISA MINERAL – OCORRÊNCIA DE BRITA



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

#### 6.1.4.2.4.3 Ocorrência de areia

As possíveis áreas para extração de areia constituem as regiões com caracterização geológica como formação de depósitos aluvionares recentes e não constam como áreas requeridas para lavra. O mapa da FIGURA 6.75 apresenta a formação geológica e as áreas que foram concedidas para pesquisas, bem como os locais que estão em fase de licenciamento ou já receberam concessão de lavra, sendo esses representados por pontos.

Com o intuito de definir a viabilidade do material para utilização no concreto asfáltico, é necessário a realização de ensaios de caracterização como: ensaios de granulometria, equivalente de areia e teor de matéria orgânica; bem como a determinação da área e volume disponível.

Há também na região mineradoras que trabalham com areia para o uso na construção civil, como por exemplo a Mineradora Azevedo, cuja distância é de 68 km até São Desidério. A localização da mineradora também foi representada no mapa da FIGURA 6.75. Outra alternativa é a confecção de areia industrial através do material de 3ª categoria excedente das atividades de terraplenagem. Para tanto, é necessário instalar uma usina de britagem em áreas de apoio.

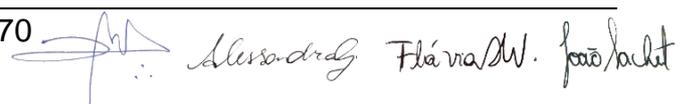
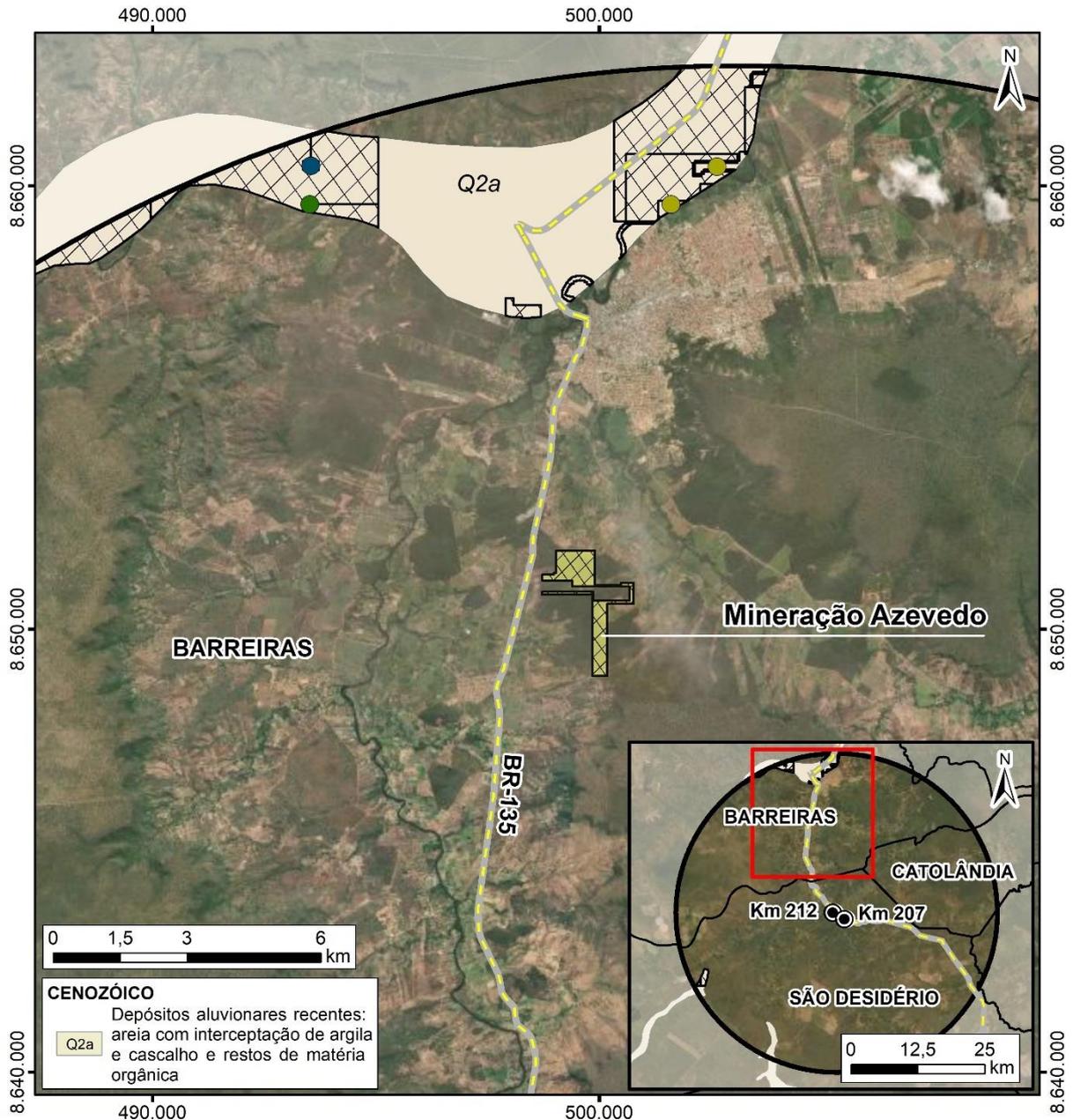
Alexandre Flávio W. Faria/UFPR

FIGURA 6.75 – ÁREAS DE LAVRAS E PESQUISA MINERAL – OCORRÊNCIA DE MATERIAL PARA CONFEÇÃO DE AREIA



| LOCALIZAÇÃO |
|-------------|
|             |

| LEGENDA  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● Quilometragem</li> <li>— BR-135</li> <li>▭ Área de estudo</li> <li>▭ Limites municipais</li> <li>▭ Mineração Azevedo</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Fase</li> <li>● Concessão de lavra</li> <li>● Licenciamento</li> <li>● Req. de licenciamento</li> <li>▭ Autorização de pesquisa</li> </ul> |
| CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS   |   |
| Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br>Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br>Meridiano Central: 45° W   |   |

| INFORMAÇÕES   |
|---|
| <b>OCORRÊNCIAS DE AREIA</b>   |
|   |
| <b>PROJETO</b><br>EIA/RIMA - BR-135/BA  |
| <b>FONTE DE DADOS</b><br>Área de Estudo (Biótico e Físico) - ITTI, 2018;<br>Geologia - CPRM, 2018;<br>Lavras e Pesquisa Mineral - CPRM, 2018;<br>Quilometragem e Rodovias - DNIT, 2015;<br>Limites estaduais e Capitais - IBGE, 2015;<br>BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA & NGDC. |
| <b>ESCALA</b><br>1:150.000   1 cm = 1.500 m   |

Fonte: UFPR/ITTI (2019).

### 6.1.5 Solos

O solo é uma unidade tridimensional natural que ocupa a maior parte das áreas continentais, sendo constituído por sólidos, líquidos e gasosos, de origem orgânica e mineral. É composto por horizontes resustados da pedogênese, que consiste dos processos de adição, perda, translocação e transformação de energia e matéria do substrato rochoso influenciados pelos fatores climáticos, biológicos e geomorfológicos, resultando em diferentes perfis de solo (EMBRAPA, 2006).

#### 6.1.5.1 Classificação dos solos

Os solos encontrados na área de estudo estão representados no mapa pedológico até o segundo nível categórico do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (FIGURA 6.76). Essa classificação é organizada em seis níveis categóricos que são baseados nas propriedades dos solos resultantes dos processos de gênese ou que afetaram diretamente sua formação, sendo os quatro primeiros níveis denominados: ordens, subordens, grandes grupos e subgrupos; enquanto os demais (quinto e sexto) ainda se encontram em discussão.

Seguindo a primeira divisão da classificação temos os agrupamentos em **ordem**, que na área de estudo são:

- Argissolos, solos com horizonte B textural, argilas de atividade baixa ou alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico - derivados das unidades mais siliciclásticas do Grupo Bambuí;
- Cambissolos, solos pouco desenvolvidos com horizonte B incipiente – associado a coberturas sobre as rochas carbonáticas do Grupo Bambuí;
- Gleissolos, solos com expressiva gleização, resultado da redução do ferro pela saturação em água constante – ocorrendo pontualmente nas planícies fluviais sob os chapadões;
- Latossolos, solos com horizonte B latossólico, resultado do avançado estágio de impreperismo – desenvolvido *in situ* sobre os arenitos do Grupo Urucua;
- Neossolos, solos pouco evoluídos, sem horizonte B diagnóstico definido – de ocorrência associada as planícies dos rios afluentes do Rio Grande.

Para a **subordem**, temos a ocorrência das classes em relação a cor do primeiro metro do horizonte B para os argissolos e latossolos:

- Amarelo (matiz  $\geq 7,5YR$ );
- Vermelho (matiz  $\geq 2,5YR$  ou  $5YR$  e croma  $\leq 4$ );
- Vermelho-Amarelo, cores entre vermelho a amarelo que não se enquadram nas demais classes.

Nos cambissolos e gleissolos a classe háplico é devida ao não enquadramento nas demais classes. Sendo para o primeiro a não existência de horizonte A húmico ou caráter flúvico nos primeiros 120 cm. Já para o segundo, a ausência de horizonte sulfúrico e/ou materiais sulfídricos, caráter sálico e horizonte H hístico ou A húmico.

Nos neossolos, a classe flúvico é dividido ao caráter flúvico e desenvolvimento do solo sobre sedimentos aluviais; e litólico apresenta solos com horizonte A ou hístico diretamente sobre a rocha, horizonte C ou material cascalhoso.

O terceiro nível, **grande grupo**, tem como base para classificação principalmente as características dos primeiros 100-120 cm do horizonte B. Para a atividade das argilas, tem-se alta (Ta) e baixa (Tb), com  $Tb < 27 \text{ cmolc/kg de argila} > Ta$ . Seguida pela saturação por bases com o caráter distrófico  $< 50\% >$  eutrófico. A classe alumínico deve-se ao teor de alumínio extraível  $\geq 4 \text{ cmolc/kg de solo}$  associado à atividade de argila  $< 20 \text{ cmolc/kg de argila}$ .

Em relação a erodibilidade natural dos solos, conforme ilustrado no mapa apresentado na FIGURA 6.77 e calculado segundo o fator K, as unidades pedológicas na área de estudo foram classificadas em:

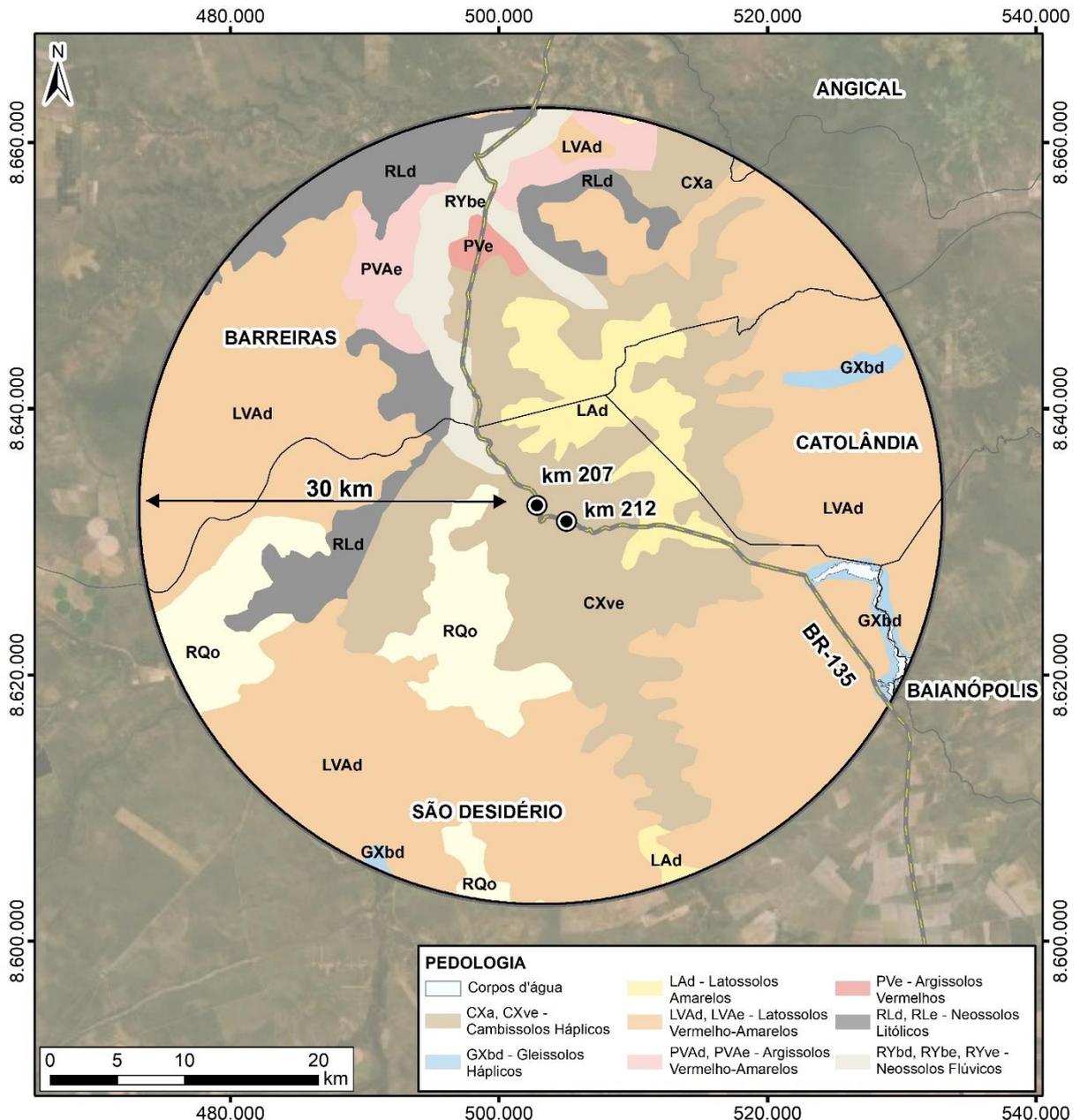
- Muito alta, representada pelos Cambissolos;
- Alta, para Neossolos;
- Média, para Argissolos;
- Baixa, para Latossolos;
- Muito baixa para as ocorrências de Gleissolos.

Em relação ao **comportamento geotécnico** das ordens pedológicas encontradas na área de estudo, conforme Oliveira e Monticeli (2018), temos:



- Argissolos, solos não hidromórficos, profundos, de boa capacidade de suporte, baixa compressibilidade, podendo apresentar argila expansiva na base do horizonte B e no horizonte C;
- Cambissolos, solos não hidromórficos, com possibilidade de desenvolvimento de fendas nos horizontes A e B no período seco causados pela expansão e contração da argila;
- Gleissolos, solos hidromórficos (saturados), pouco evoluídos, sujeitos a alagamentos e desenvolvimento de voçorocas na dependência do gradiente hidráulico subterrâneo, baixa capacidade de suporte, alta compressibilidade e geralmente expansivos;
- Latossolos, solos não hidromórficos, com boa capacidade de suporte, alta drenabilidade, expansividade nula e baixa compressibilidade;
- Neossolos Flúvicos, solos não hidromórficos, por vezes imperfeitamente drenados;
- Neossolos Litólicos, solos não hidromórficos, boa capacidade de suporte e baixa compressibilidade.

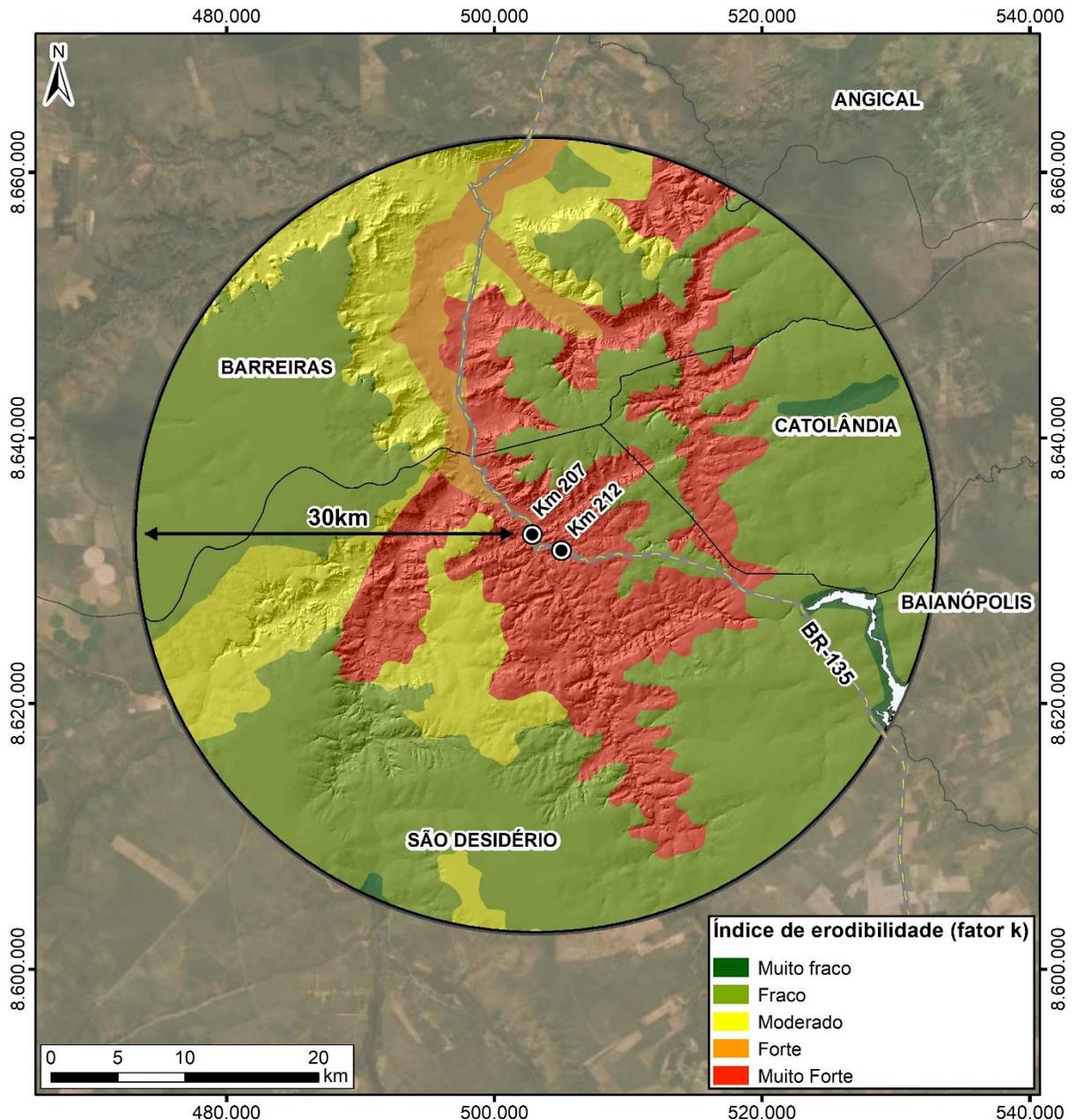
FIGURA 6.76 – MAPA PEDOLÓGICO DA ÁREA DE ESTUDO COM CLASSIFICAÇÃO ATÉ O SEGUNDO NÍVEL CATEGÓRICO



| LOCALIZAÇÃO  | LEGENDA   | INFORMAÇÕES  |
|--|---|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Quilometragem</li> <li>BR-135</li> <li>Limites municipais</li> <li>Área de Estudo - Meio Físico</li> </ul> | <p><b>PEDOLOGIA</b></p> <p><b>PROJETO</b><br/>EIA/RIMA - BR-135/BA</p> <p><b>FONTE DE DADOS</b><br/>Área de estudo (físico) - ITTI, 2018;<br/>Classe de solos - IBGE, 2015;<br/>Rodovias e Quilometragem - DNIT, 2015;<br/>Limites municipais, estaduais e Capitais - IBGE, 2015;<br/>BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> <p><b>ESCALA</b><br/>1:500.000   1 cm = 5.000 m</p> |
| <p><b>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</b></p> <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>Meridiano Central: 45° W</p> |   |  |

Fonte: UFPR/ITTI (2019).

FIGURA 6.77 – ÍNDICE DE ERODIBILIDADE DOS SOLOS DA ÁREA DE ESTUDO



| LOCALIZAÇÃO |
|-------------|
|             |

| LEGENDA                              |                              |
|--------------------------------------|------------------------------|
|                                      | Quilometragem                |
|                                      | BR-135                       |
|                                      | Corpos d'água                |
|                                      | Limites municipais           |
|                                      | Área de Estudo - Meio Físico |
| CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS             |                              |
| Sistema de Referência: SIRGAS 2000   |                              |
| Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S |                              |
| Meridiano Central: 45° W             |                              |

| INFORMAÇÕES  |
|--|
|  |
| <b>PROJETO</b>   |
| EIA/RIMA - BR-135/BA   |
| <b>FONTE DE DADOS</b>  |
| Área de estudo (Físico) - ITTI, 2018;<br>Classe de solos - IBGE, 2015;<br>Rodovias e Quilometragem - DNIT, 2015;<br>Limites municipais, estaduais e Capitais - IBGE, 2015;<br>BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA & NGDC. |
| <b>ESCALA</b>  |
| 1:500.000   1 cm = 5.000 m   |

Fonte: UFPR/ITTI (2019).

#### 6.1.5.2 Caracterização dos solos da ADA

A área diretamente afetada pelo traçado da rodovia, como é possível observar no mapa pedológico, está inserida na região de distribuição dos Cambissolos. Para caracterização pedológica detalhada foram caracterizados nove pontos de amostragem ao longo das alternativas locais (FIGURA 6.78). Em relação a distribuição desses pontos, foram realizados quatro pontos para a alternativa A (01 a 04); quatro pontos para a alternativa B (06 a 09); e um ponto na alternativa C (05).

Todos os pontos amostrados, de acordo com os dados vetoriais utilizados, estão dentro da divisão de cambissolo háplico Ta eutrófico, com textura argilosa, horizonte A moderado e inserido em um relevo suave ondulado. São solos pouco desenvolvidos pedogenicamente, apresentam uma elevada porcentagem de minerais primários e fragmentos de rocha e podem ser espessos dependendo de sua origem. Essa classificação foi confirmada, ficando as principais diferenças observadas em campo entre os pontos amostrados em relação a tonalidade dos perfis e umidade. O dia anterior ao trabalho de amostragem em campo foi de chuva, influenciando assim na umidade descrita para os solos.

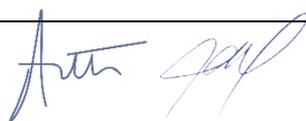
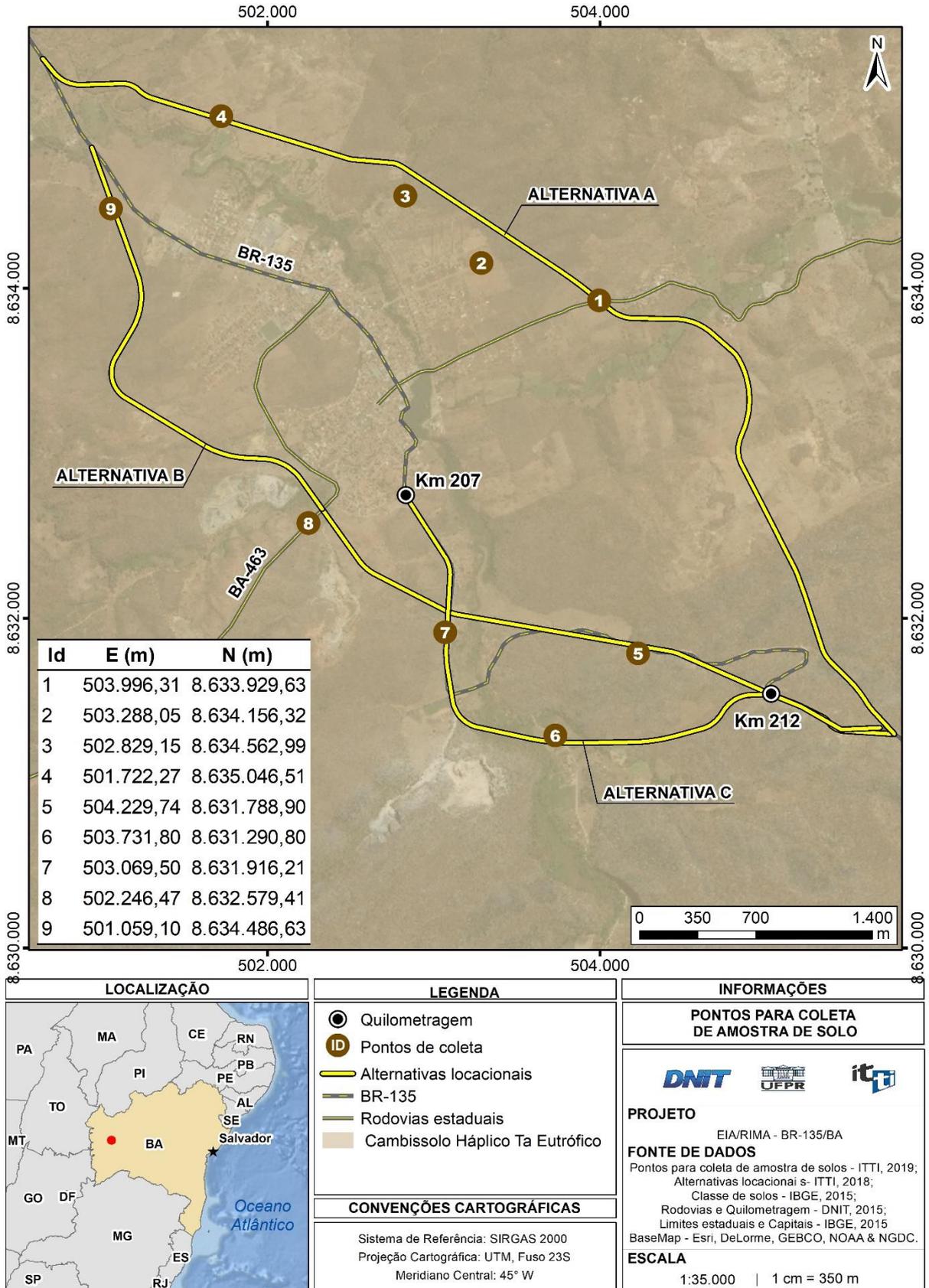
 

FIGURA 6.78 - MAPA LOCALIZAÇÃO DOS LOCAIS DE COLETA DE SOLOS NA ADA



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

O ponto 01 está localizado na encosta da rodovia BA-463, sentido Catolândia, em uma área de relevo ondulado. O perfil do solo descrito tem 1,70 m de espessura (FIGURA 6.79a), apresenta textura argilosa, com fragmentos de rochas de 5 a 15 cm de diâmetro (FIGURA 6.79b) e, próximo a superfície, clastos alinhados formando uma feição denominada linha de pedra (*stone line*). É um solo de fácil destacamento, não saturado e úmido.

FIGURA 6.79 – PONTO 01. A) PERFIL DESCRITO; B) FRAGMENTOS DE ROCHA



Fonte: ITTI/UFPR (2019).

O ponto 02 está localizado em um corte de arruamento com cerca de dois metros de altura. É um solo de cor marrom amarelado, não saturado e úmido. O perfil de solo é pouco espesso com a presença de fragmentos de rochas e tem seu contato inferior diretamente sobre a rocha intermperizada (FIGURA 6.80).

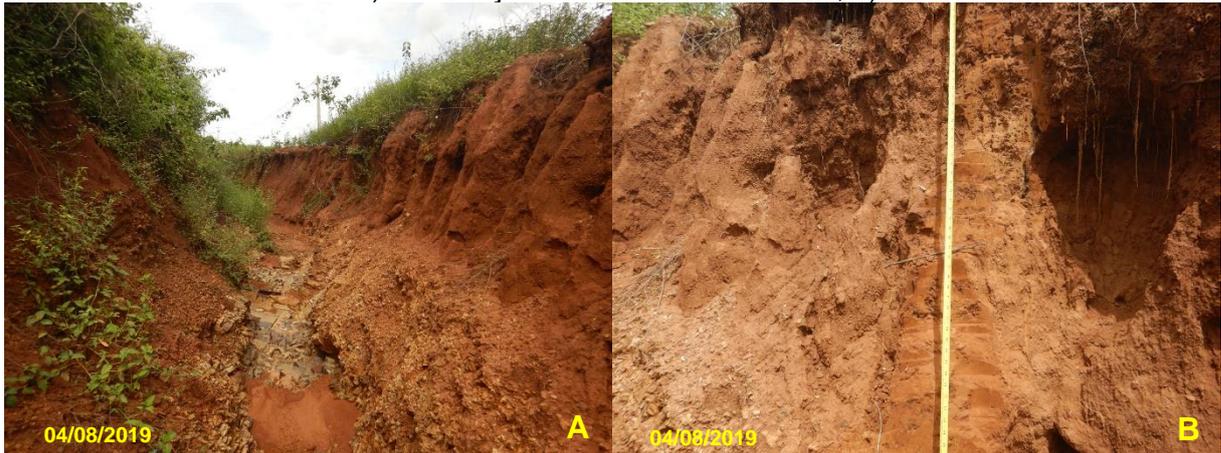
FIGURA 6.80 – BARRANCO USADO PARA DESCRIÇÃO DO PONTO 02



Fonte: ITTI/UFPR (2019).

O ponto 03 foi descrito dentro de uma voçoroca, com três metros de extensão e 2,20 m de profundidade. Na base é observada a exposição de rocha bastante intemperizada e fraturada, em contato transicional com o horizonte C (FIGURA 6.81a). O perfil apresenta 2,20 m de espessura de solo com cor amarronzada, não saturado, úmido, bem compactado e de textura argilosa (FIGURA 6.81b).

FIGURA 6.81 – PONTO 03. A) EXPOSIÇÃO DE ROCHAS NA BASE; B) PERFIL DE CAMBISSOLO



Fonte: ITTI/UFPR (2019).

O ponto 04 está localizado em uma região de pastagem com relevo ondulado (FIGURA 6.82a), onde se observou sulcos de erosão no entorno. O perfil de solo aberto foi de 60 cm (FIGURA 6.82b), descrito como solo não saturado, úmido, de cor marrom amarelado, textura argilosa e presença de fragmentos de folhelhos de até seis mm. Caracterizado como cambissolo raso e de fácil penetração.

FIGURA 6.82 – PONTO 04. A) RELEVO ONDULADO; B) PERFIL DE CAMBISSOLO ABERTO



Fonte: ITTI/UFPR (2019).

O ponto 05 possui 50 cm de espessura, com sua base apresentando contato com rocha intemperizada. O solo apresenta cor marrom, indicando maior concentração de matéria orgânica, textura argilosa e presença de raízes ao longo do perfil (FIGURA 6.83). É um solo úmido e não saturado.

FIGURA 6.83 – CAMBISSOLO DESCRITO NO PONTO 05



Fonte: ITTI/UFPR (2019).

O ponto 06 está localizado em uma área de vegetação rasteira. É um perfil de textura argilosa e de cor marrom escuro (FIGURA 6.84a). O solo é úmido, na profundidade de 50 cm apresenta-se saturado em água na data da amostragem (abril/2019), possivelmente devido a influência de um pequeno corpo hídrico a aproximadamente 15 m do perfil aberto (FIGURA 6.84b).

FIGURA 6.84 – PONTO 06. A) TEXTURA ARGILOSA DO CAMBISSOLO; B) SATURAÇÃO EM ÁGUA



Fonte: ITTI/UFPR (2019).

O ponto 07 possui 1,10 m de espessura e está localizado em uma encosta com desenvolvimento de vegetação que propicia a ocorrência de raízes no perfil (FIGURA 6.85a). O solo possui textura argilosa, cor avermelhada, não saturado e úmido (FIGURA 6.85b). Ocorrem seixos de rochas ao longo do perfil.

FIGURA 6.85 – PONTO 07. A) LOCALIZAÇÃO DO PERFIL; B) PERFIL DE CAMBISSOLO



Fonte: ITTI/UFPR (2019).

O ponto 08 foi aberto com 60 cm de profundidade em uma região de corte (FIGURA 6.86) próxima a rodovia BA-463, sentido Roda Velha. É um solo de textura argilosa, não saturado, úmido e com seixos dispersos ao longo do perfil. A base é marcada pelo contato com a rocha alterada (FIGURA 6.86b), sendo um perfil de difícil penetração.

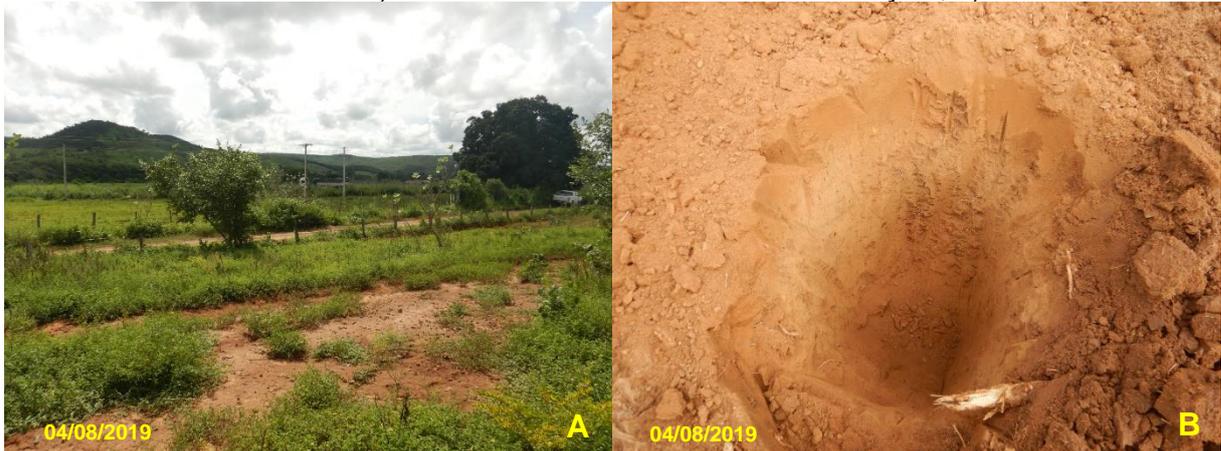
FIGURA 6.86 – PONTO 08. A) PERFIL DE CAMBISSOLO; B) DETALHE TRANSIÇÃO PARA ROCHA



Fonte: ITTI/UFPR (2019).

O ponto 09 está localizado em uma área de relevo plano com pastagem (FIGURA 6.87a). O perfil aberto possui 30 cm de profundidade, sendo caracterizado pela textura areno-argilosa, de cor alaranjada, sem umidade e contendo pequenos grânulos ao longo do perfil (FIGURA 6.87b).

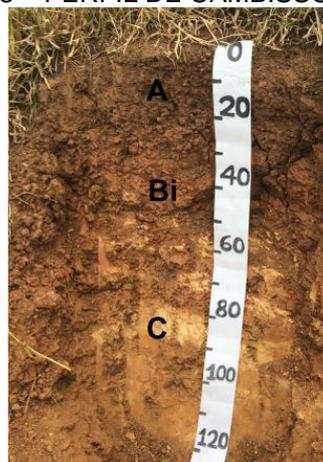
FIGURA 6.87 – PONTO 09. A) RELEVO PLANO NA ÁREA DE DESCRIÇÃO; B) PERFIL ABERTO



Fonte: ITTI/UFPR (2019).

Ao comparar os perfis descritos para a ADA das alternativas propostas com o perfil de cambissolo estudado por Barbosa *et al.* (2018) na mesma unidade pedológica dentro da área de estudo (FIGURA 6.88), observa-se a semelhança com as características morfológicas descritas pelos autores (TABELA 6.33), como por exemplo a predominância da textura argilosa e heranças texturais da rocha matriz.

FIGURA 6.88 – PERFIL DE CAMBISSOLO HÁPLICO



Localização: 499.655 mE/8.637.404 mS.

Fonte: Barbosa *et al.* (2018).

Como principal conclusão os autores relatam que os tons acastanhados, devido ao teor de matéria orgânica que na média é de 8%, é de extrema importância para melhorar as propriedades físicas, aumentando a estabilização, estruturação e permeabilidade do solo. Já as fissuras periódicas descritas para esse tipo de solo, reação das argilas a sazonalidade climática, provoca limitações físicas ao cultivo e decomposição de parte dessa matéria orgânica.

TABELA 6.33 – PRINCIPAIS ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS DO CAMBISSOLO

| Horizonte | Profundidade (cm) | Cor          | Estrutura           | Consistência      |             |                       | Textura               |
|-----------|-------------------|--------------|---------------------|-------------------|-------------|-----------------------|-----------------------|
|           |                   |              |                     | Seca              | Úmida       | Molhada               |                       |
| A         | 0-25              | 7,5YR<br>4/4 | Blocos subangulares | Ligeiramente dura | Friável     | Ligeiramente pegajosa | Argila                |
| Bi        | 25-55             | 5TR<br>4/6   | Blocos subangulares | Dura              | Friável     | Ligeiramente plástica | Muito argilosa        |
| C         | 55-120            | 2,5YR<br>8/4 | Laminar             | Dura              | Muito firme | Não plástica          | Franco argilo siltoso |

Fonte: Modificado de Barbosa *et al.* (2018).

#### 6.1.6 Recursos Hídricos

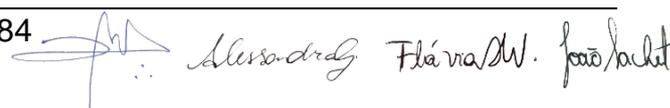
Neste tópico serão abordadas informações sobre a disponibilidade, uso múltiplo e qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos da AE.

##### 6.1.6.1 Hidrologia e Hidrogeologia

A hidrologia é ciência que busca entender os processos de ocorrência, circulação, distribuição e as propriedades físicas e químicas da água e sua reação com o ambiente, incluindo as águas subterrâneas, as quais apresentam relação direta com o ambiente geológico e são objeto de estudo da hidrogeologia.

##### 6.1.6.1.1 Bacias hidrográficas

A área de estudo do empreendimento está inserida na sub-bacia hidrográfica do Alto Rio Grande, a qual está localizada na região fisiográfica do Médio São Francisco (CBHSF, 2016). O empreendimento proposto e as alternativas locacionais, por sua vez, estão inseridas na microbacia do Rio São Desidério. Dessa forma, essas três bacias hidrográficas são descritas a seguir.

#### 6.1.6.1.1.1 Região fisiográfica do Médio São Francisco

A bacia do Rio São Francisco (BHSF) ocupa cerca de 8% do território nacional, estendendo-se desde Minas Gerais, na Serra da Canastra, até a divisa entre Sergipe e Alagoas, na foz no Oceano Atlântico (CBHSF, 2016).

Trata-se de uma bacia de suma importância para o suprimento de água para diversos fins dentro do contexto do desenvolvimento social e econômico para o Brasil. Por exemplo, o uso predominante da água em todas as regiões fisiográficas da BHSF é para a irrigação, seguido do abastecimento público. Na região do Médio São Francisco, respectivamente, esses usos correspondem a 91% e 4% de toda a água captada (CBHSF, 2016).

Segundo o IBGE (2019), em 2014, o uso do solo da bacia encontrava-se majoritariamente antropizado, com dominância de estabelecimentos agropecuários em 56,9% da área total, seguido pelas áreas de pastagem (19,9%), outros/diversos (8,3%), matas e/ou florestas (9,7%), lavouras (4,3%) e área urbanizada (0,9%). A região fisiográfica do Médio São Francisco apresentava distribuição semelhante, sendo representada por 57,6% de estabelecimento agropecuários, 17,8% de áreas de pastagem, 11,7% de matas e/ou florestas, 7,1% de outros/diversos, 5,6% de lavouras e 0,3% de áreas urbanizadas.

Na área estão presentes os biomas da Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga, ou seja, biomas de elevado valor do ponto de vista de conservação da natureza e relevante papel na conservação dos recursos hídricos. O desmatamento desses biomas na BHSF é da ordem de 5% na Mata Atlântica, 56% no Cerrado e 39% na Caatinga. Além disso, a salinização dos solos está entre os fatores da desertificação do solo e normalmente está atrelado à agricultura irrigada (CBHSF, 2016).

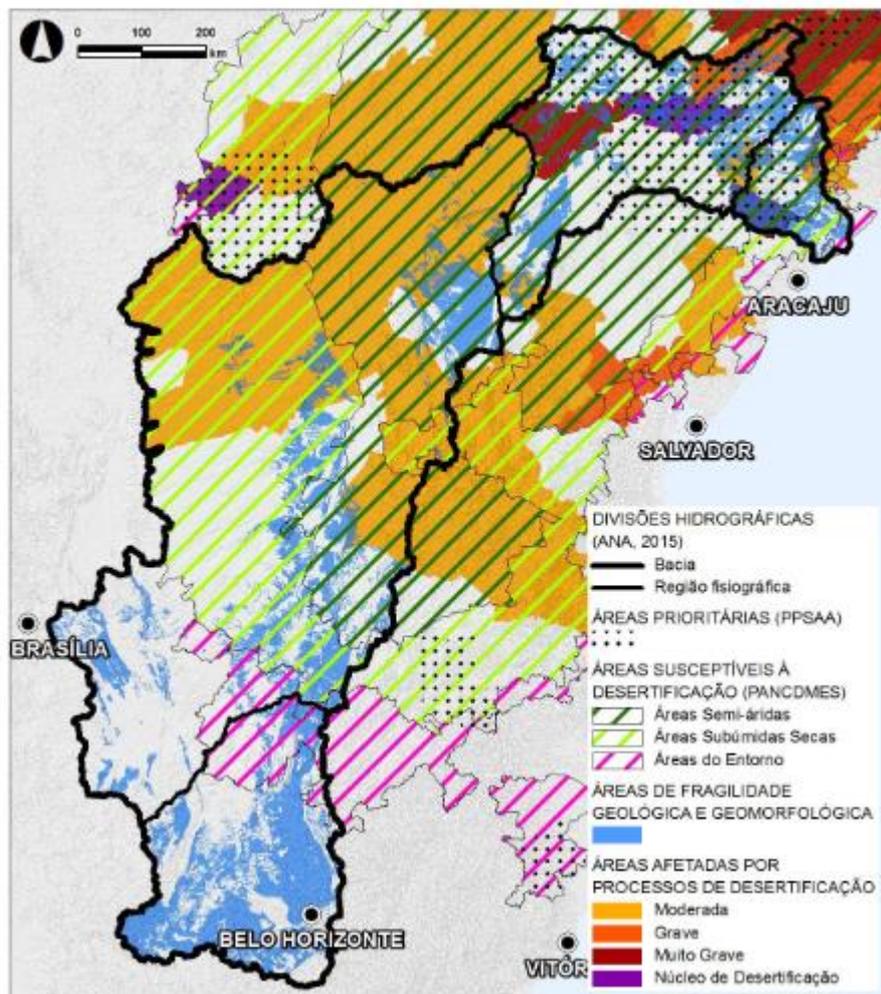
A bacia do Rio São Francisco de maneira geral apresenta vastas áreas sob fragilidade ambiental, sendo que largas porções da bacia encontram-se afetadas por processos de desertificação e salinização dos solos. Esses processos são interdependentes e causados pela ocupação intensiva da terra, e normalmente associadas com secas, fertilização química, irrigação gerenciada de maneira ineficiente, deflorestamento e sobrepastoreio. Em condições favoráveis à erosão e com as matrizes de solo desprotegidas, o solo pode tornar-se desertificado<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Redução da produtividade do solo que não é reversível em uma escala de tempo humana.

O Plano de Recursos Hídricos (CBHSF, 2016), baseado em documentos produzidos pelo Ministério do Meio Ambiente, mapeou uma série de tipologias de riscos geológicos e geomorfológicos, as quais são apresentadas na FIGURA 6.89.

As áreas do Baixo e Submédio São Francisco são caracterizadas pelo semi-árido, por áreas prioritárias para conservação definidas pelo Programa PróÁgua Semiárido Antidesertificação e áreas afetadas por processos de desertificação em nível *muito grave* e com núcleos de desertificação consolidados. A região do Médio São Francisco é caracterizada pelo semi-árido e páreas subúmidas secas, nos quais os processos de desertificação em nível *moderado*. O Alto São Francisco é caracterizado pela fragilidade ambiental associada às estruturas geológicas e geomorfológicas.

FIGURA 6.89 – ÁREAS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL DA BACIA DO SÃO FRANCISCO



Fonte: CBHSF (2016).

#### 6.1.6.1.1.2 Bacia do Alto Rio Grande

A Bacia do Rio Grande possui uma área de 75.710 km<sup>2</sup> e compreende a Região de Planejamento de Gestão das Águas (RPGA) do Rio Grande - RPGA 23 (INEMA, 2019). Mais especificamente, a AE está inserida na sub-bacia do Alto Rio Grande, região esta que ocupa uma área total de 33.447 km<sup>2</sup>, com comprimento da rede de drenagem igual a 4.196 Km (CBHSF, 2016).

O Rio Grande nasce na Serra Geral de Goiás, no oeste do município de São Desidério, na Bahia, e atravessa o estado em direção nordeste até desaguar no Rio São Francisco, já na cidade de Barra. Ao longo desse percurso, são estabelecidas sete sub-bacias: Rio Preto (rios Riachão, Sassafrás, Sapão e Ouro); Rio Branco (rios de Janeiro, Branco, Entrudo, Balsas e Cachorros); Rio de Ondas (rios Pedras, Borá e Ondas); Rio de Fêmeas (rios Fêmeas, Mosquito, Roda Velha, Pratinha, Estiva, Triste e Feio); Alto Rio Grande (rios Fervedouro, Grande, Bravo e Porcos); Rio São Desidério e Rio Tamanduá ou Boa Sorte (CBHSF, 2016).

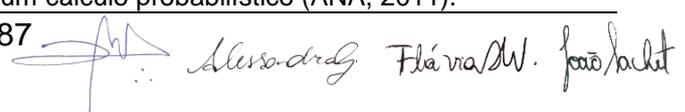
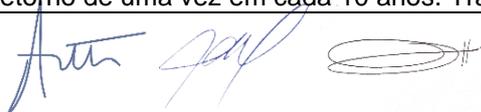
A área de estudo localiza-se entre as bacias dos Rios São Desidério, Rio das Fêmeas, Rio de Ondas e Rio Boa Sorte, sendo todos afluentes do Rio Grande. Já o subtrecho do empreendimento, entre os km 207 e 212, localiza-se na sub-bacia do Rio São Desidério.

De acordo com (CBHSF, 2016), a estimativa de vazão entre o período de 1931-2013 é de de 143,4 e de 137,1 m<sup>3</sup>/s para o as regiões do Alto Rio Grande e Baixo / Médio Rio Grande, respectivamente. Ainda, a vazão de permanência Q<sub>95</sub><sup>5</sup> e a vazão mínima Q<sub>7,10</sub><sup>6</sup> são iguais a 93,0 m<sup>3</sup>/s e 85,2 m<sup>3</sup>/s para a região do Alto Rio Grande e 82,5 e 81,1 m<sup>3</sup>/s para o Baixo e Médio Rio Grande.

O Rio Grande tem sofrido impactos ambientais de grande relevância, principalmente, pelas atividades de agricultura irrigada, que causam processos erosivos e descaracterização da vegetação. Além da agricultura têm-se as atividades urbanas e industriais, o extrativismo vegetal e mineral e a pecuária. Como há uso de defensivos agrícolas, o Rio Grande não está isento de contaminação. As águas são

<sup>5</sup> Q<sub>95</sub> é a vazão determinada a partir das observações em um posto fluviométrico em certo período de tempo, em que em 95% daquele período as vazões foram iguais ou superiores a ela. Em outras palavras, pode-se aceitar que existe um nível de 95% de garantia de que naquela seção do curso d'água as vazões sejam maiores do que o Q<sub>95</sub>. Diz-se que é a vazão com 95% de permanência no tempo, podendo ser extrapolado para outras seções do curso d'água, com base na área da bacia hidrográfica contribuinte e nas quantidades de chuvas da região (ANA, 2011).

<sup>6</sup> Q<sub>7,10</sub> é a menor vazão média consecutiva de sete dias que ocorreria com um período de retorno de uma vez em cada 10 anos. Trata-se de um cálculo probabilístico (ANA, 2011).

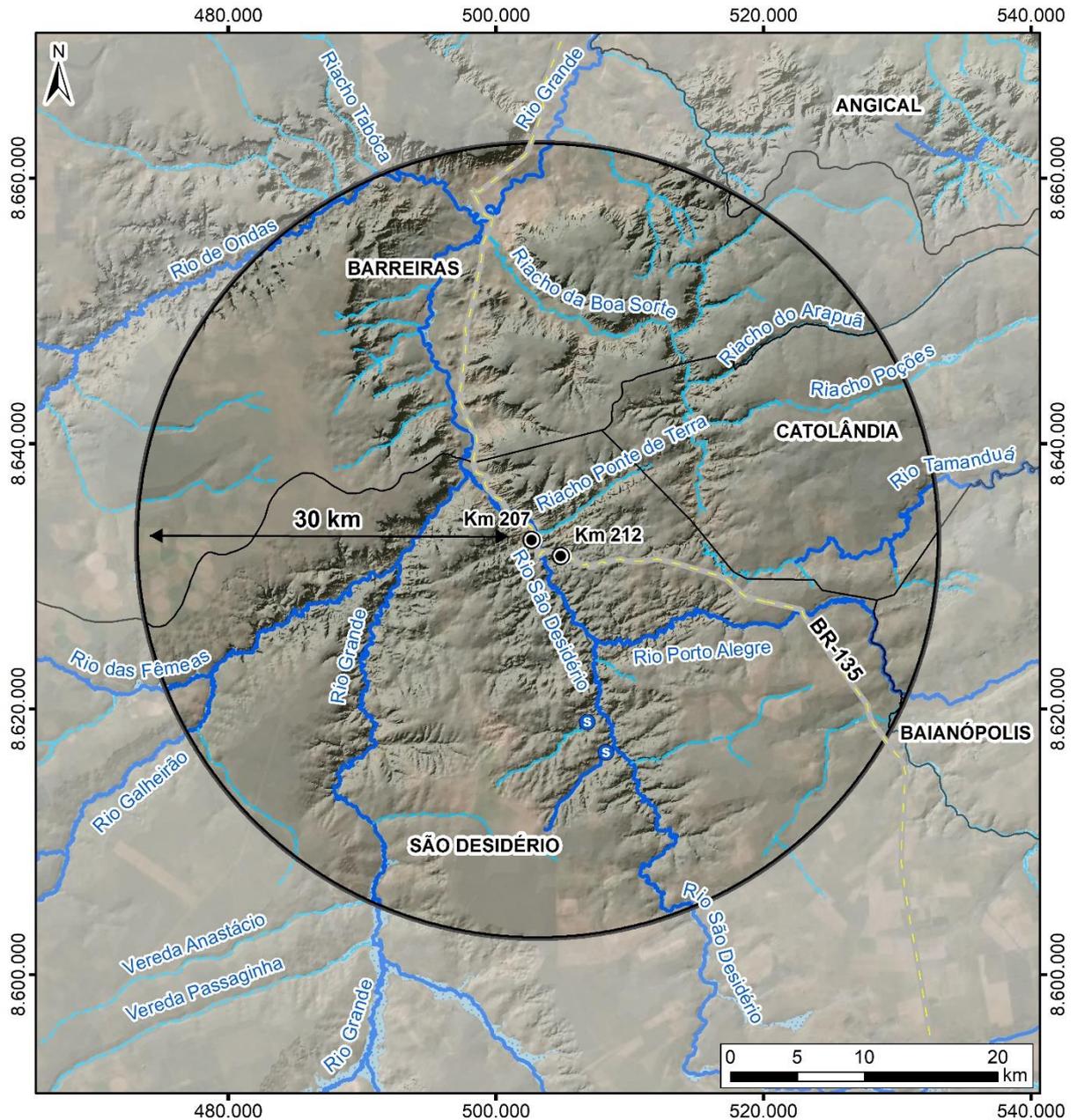
Alexandre Flávia W. Faria/ANIT

de boa qualidade e se enquadram como apropriadas ao tratamento e distribuição para consumo humano. A FIGURA 6.90 mostra a localização do empreendimento e a hidrografia superficial da Área de Estudo.

Em relação à vazão consumida (para os diferentes usos), a bacia do Alto Rio Grande é a segunda com maior captação na região do Médio São Francisco, com consumo de 10% da vazão total (atrás do Rio Paracatu – 14%) e demanda hídrica superior a 20 m<sup>3</sup>/s (ANA, 2013; 2017).

Quanto ao balanço hídrico, o CBHSF (2016) apresenta a comparação da disponibilidade com a demanda de água para usos consuntivos, a qual foi baseada no método da razão Demanda VS Q<sub>95</sub>, a modelagem de todas as necessidades da bacia, por meio do programa LabSid-Acquanet, e o balanço hídrico subterrâneo. Esse estudo sintetiza que há situações de superexploração na bacia. Em relação a bacia do Alto Rio Grande, tanto a modelagem matemática quanto o balanço hídrico subterrâneo apresentaram resultados “excelentes”, significando garantia de abastecimento. Já a demanda hídrica superficial, expressa pela razão Demanda/Q<sub>95</sub> regularizado, apresentou situação “muito crítica”, para qual sugere-se a necessidade de intensa atividade de gerenciamento do recurso hídrico.

FIGURA 6.90 – REDE HIDROGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO



| LOCALIZAÇÃO  | LEGENDA   | INFORMAÇÕES   |
|--|---|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Quilometragem</li> <li>BR-135</li> <li>Área de Estudo - Meio Físico</li> <li>Limites municipais</li> </ul> <p><b>Hidrografia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sumidouro</li> <li>Intermitente</li> <li>Permanente</li> <li>Massa d'água</li> <li>Terreno úmido ou sujeito à inundação</li> </ul> | <p><b>HIDROGRAFIA</b></p> <p><b>PROJETO</b><br/>EIA/RIMA - BR-135/BA</p> <p><b>FONTE DE DADOS</b><br/>Área de Estudo (Físico) - ITTI, 2018;<br/>Hidrografia, Sumidouros - BDGEx, 2014<br/>Rodovias, Quilometragem - DNIT, 2015;<br/>Limites municipais, estaduais e Capitais - IBGE, 2015;<br/>BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> <p><b>ESCALA</b><br/>1:500.000   1 cm = 5.000 m</p> |
| <p><b>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</b></p> <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>Meridiano Central: 45° W</p> |   |   |

Fonte: UFPR/ITTI (2019).

### 6.1.6.1.1.3 Bacia do Rio São Desidério

O Rio São Desidério, com extensão aproximada de 67 km, nasce na confluência do riacho Serra Dourada e da vereda de Cocos, no município de Baianópolis. Na primeira metade do trajeto, o corpo hídrico flui no sentido leste-oeste, cruzando a BR-135 nas imediações do km 269, no Povoado de Campo Grande. Na segunda metade, o corpo hídrico flui na direção sul-norte, cruza a zona urbana de São Desidério e deságua no Rio Grande.

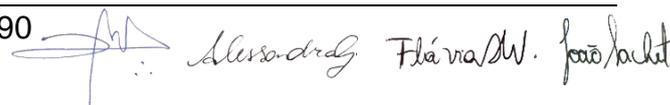
Durante o percurso, os principais afluentes são o riacho da Passagem e o Rio Porto Alegre (também chamado de Santa Helena ou Marimbu), na divisa entre os municípios de São Desidério e Baianópolis. Há ainda o córrego Ribeiro da Barra, o sistema Cárstico João Rodrigues e o riacho Ponte de Terra.

Apesar de pouco estudada, a microbacia do Rio São Desidério apresenta uma estação para monitoramento da qualidade da água no Rio Porto Alegre, operada pelo INEMA/INGÁ, nas proximidades da interseção com a BR-135, km 232.

Cabe mencionar ainda que o banco de dados do INEMA (2019) diverge do SNIRH (2019). No primeiro, o Rio Porto Alegre é também denominado Rio São Desidério.

Geologicamente, a região está inserida na porção ocidental do Cráton do São Francisco (ALMEIDA, 1977), no qual são encontradas sucessões sedimentares marinhas, de idades neoproterozoicas, em que se incluem espessas camadas carbonáticas e siliciclásticas acumuladas em bacias epicontinentais, como é o caso das rochas do Grupo Bambuí (IGLESIAS; UHLEIN, 2009). Na estratigrafia clássica do Grupo Bambuí são identificadas cinco formações, da base para o topo denominadas de Sete Lagoas (principalmente carbonática, iniciando uma sucessão marinha), Serra de Santa Helena (pelítico-carbonática), Lagoa do Jacaré (carbonática), Serra da Saudade (pelítica) e Três Marias (predominantemente psamítica, marinho-continental) (COSTA; BRANCO, 1964; DARDENNE, 1978).

No oeste da Bahia, as formações São Desidério, Serra da Mamona e Riachão das Neves correlacionam-se respectivamente às formações Lagoa do Jacaré, Serra da Saudade e Três Marias, sugerindo que a implantação da plataforma carbonática nessa região desenvolvia-se tardiamente em relação à porção meridional da bacia (EGYDIO DA SILVA, 1987).

Alexsandro Flávia/W. João/André

Galvão *et al.* (2012) cita que a grande riqueza espeleológica de São Desidério é demonstrada pela presença e citação de ocorrência de mais de uma centena de feições, entre grutas, abismos, sumidouros, surgências e ressurgências.

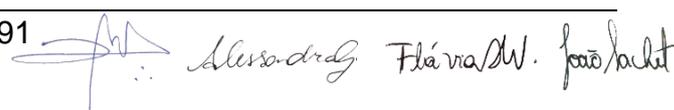
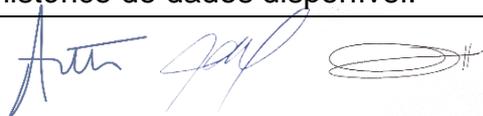
Quanto ao uso e ocupação do solo, há predominância de latifúndios para extração de madeira e formação de pastagens. Além disso, destaca-se a existência de três pedreiras nas proximidades do centro urbano de São Desidério e minifúndios de criação de animais e piscicultura na porção à jusante do centro urbano.

O Rio São Desidério sofre com a poluição de suas águas, proveniente de despejos de esgotos domésticos *in natura* e de resíduos sólidos diversos, lançados na maioria das vezes pela própria população, típico problema de várias cidades brasileiras (SANTOS *et al.*, 2016).

#### 6.1.6.1.2 Séries Hidrológicas

Em consulta à base de dados do Sistema Nacional Integrado de Recursos Hídricos (SNIRH) (ANA, 2019), foram selecionadas **seis estações fluviométricas** para caracterizar o regime hidrológico da área de estudo do empreendimento, das quais cinco se localizam dentro da AE estipulada e uma a jusante. Nesse sentido, o QUADRO 6.4 apresenta algumas características das estações escolhidas (identificação, a localização das estações fluviométricas consultadas e a vazão média referente à série histórica consultada), cujas séries históricas foram selecionadas em função da qualidade dos dados disponibilizados na Hidroweb. As estações estão localizadas nos rios São Desidério, Grande, das Fêmeas, Porto Alegre e das Ondas.

O critério para seleção das estações foi a duração das séries e a representatividade dos dados, de maneira a evitar redundâncias e a investigação de cursos não-relevantes. Todas as vazões foram retiradas do SNIRH e o período escolhido para cálculo das estatísticas (médias, máximas e mínimas) variou de estação para estação em função da qualidade e consistência dos dados (i.e.: brutos ou consistidos). O QUADRO 6.4 e a FIGURA 6.91 mostram a localização das estações fluviométricas selecionadas e os hidrogramas de vazões médias mensais de longo termo. Em seguida, é apresentado o detalhamento das 06 estações selecionadas para este estudo. Para cada estação são apresentados um hidrograma das vazões médias mensais de longo termo e um hidrograma das vazões médias diárias ao longo do histórico de dados disponível.

Alexsandro Flávia/W. João/André

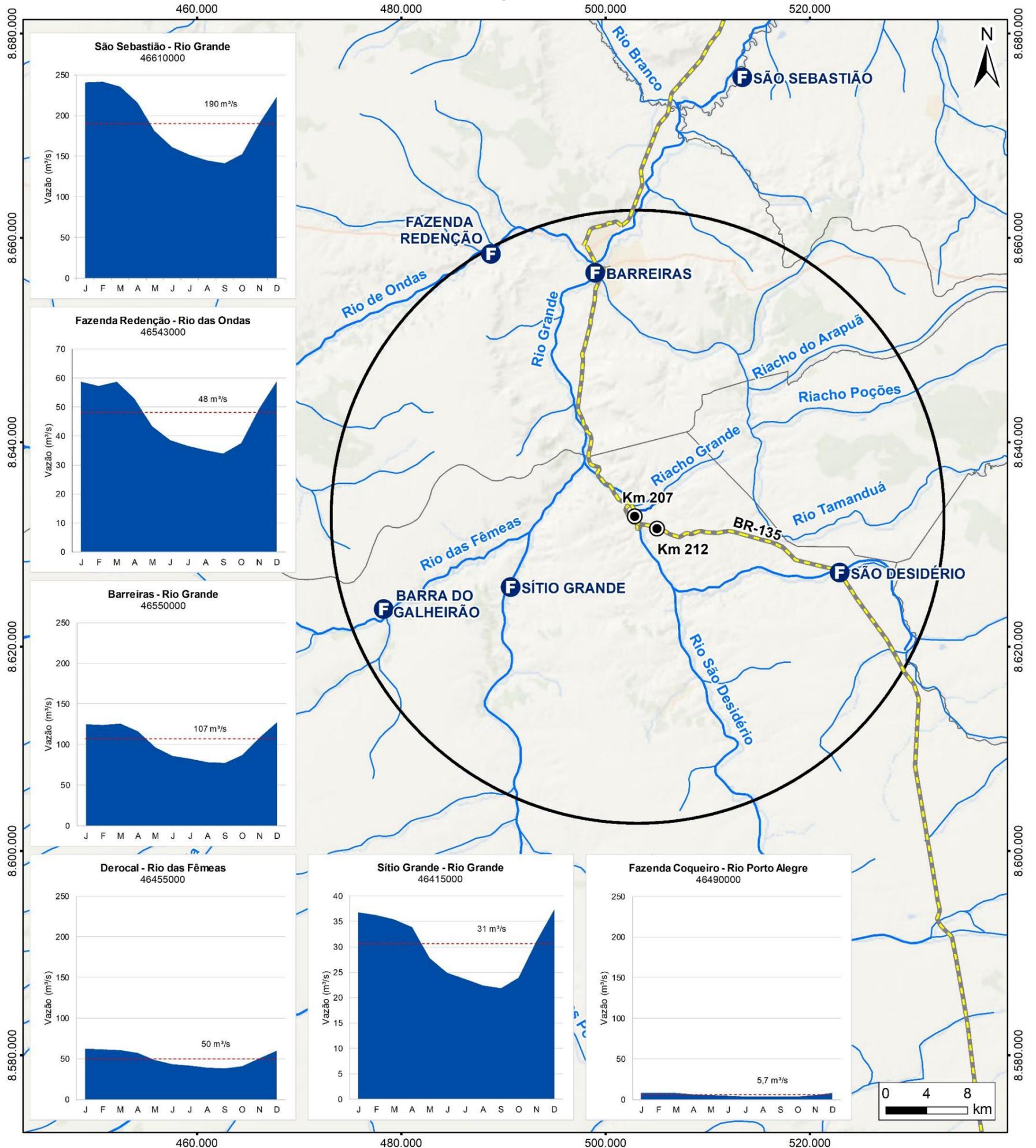
QUADRO 6.4 – ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS NA ÁREA DE ESTUDO

| Código da Estação (ANA) | Nome da Estação  | Rio            | Vazão média (m³/s) | Vazão máxima (m³/s) | Vazão mínima (m³/s) | Área de drenagem (km²) | Vazão média específica (l/s.km²) | Coordenada UTM (23L) |           |
|-------------------------|------------------|----------------|--------------------|---------------------|---------------------|------------------------|----------------------------------|----------------------|-----------|
|                         |                  |                |                    |                     |                     |                        |                                  | Long. (mE)           | Lat. (mS) |
| 46415000                | Sítio Grande     | Rio Grande     | 31                 | 109                 | 9                   | 4950                   | 6,20                             | 490.701              | 8.625.834 |
| 46455000                | Derocal          | Rio das Fêmeas | 50                 | 175                 | 24                  | 6350                   | 7,91                             | 486.715              | 8.628.044 |
| 46490000                | Fazenda Coqueiro | São Desidério  | 6                  | 82                  | 1                   | 4470                   | 1,28                             | 505.102              | 8.628.722 |
| 46543000                | Fazenda Redenção | Rio de Ondas   | 48                 | 139                 | 14                  | 5380                   | 8,92                             | 488.756              | 8.658.423 |
| 46550000                | Barreiras        | Rio Grande     | 107                | 436                 | 46                  | 24400                  | 4,44                             | 498.972              | 8.656.583 |
| 46610000                | São Sebastião    | Rio Grande     | 190                | 652                 | 103                 | 33100                  | 5,75                             | 513.366              | 8.675.716 |

Fonte: SNIRH/ANA (2019).

192  
 Alexandre Flávia W. João/Juliet

FIGURA 6.91 – ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS



**LEGENDA**

|   |                              |                    |                    |
|---|------------------------------|--------------------|--------------------|
| ● | Quilometragem                | □                  | Limites municipais |
| F | Estações Fluviométricas      | <b>Hidrografia</b> |                    |
| — | BR-135                       | —                  | Permanente         |
| □ | Área de Estudo - Meio Físico | —                  | Intermitente       |

**CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**

Sistema de Referência: SIRGAS 2000  
 Sistema de Projeção: UTM, Fuso 23S  
 Meridiano Central: 45° W

**INFORMAÇÕES GERAIS**

**ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS**

**PROJETO**  
EIA/RIMA - BR-135/BA

**FONTES DE DADOS**  
 Área de Estudo (Físico), Gráficos de vazão - ITTI, 2018; Estações e Capitais - IBGE, 2015 BaseMap - Esri, Fluviométricas, Hidrografia - ANA, DeLorme, GEBCO, NOAA & NGDC. 2010; Rodovias, Quilometragem -

**ESCALA**  
 1:400.000 | 1 cm = 4.000 m

Fonte: UFPR/ITTI (2019).

Artur

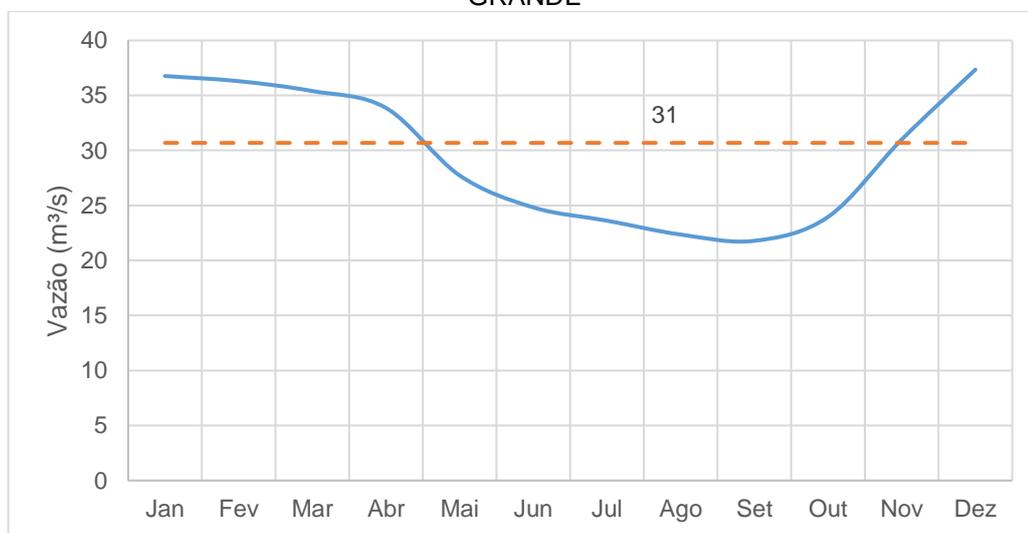
Alexandre Flávio W. Faria/collet

### 6.1.6.1.2.1 Estação Sítio Grande (46415000)

A estação Sítio Grande localiza-se no município de São Desidério, no curso d'água Rio Grande, antes de sua confluência com o Rio das Fêmeas e a montante de São Desidério. A estação tem área de drenagem de 4.950 km<sup>2</sup>, é operada pela CPRM e possui registros de cota, convertidos para vazões através de curva-chave, durante o período de 1977 a 2018. A estação possui poucas falhas, apresentando período de cheias entre novembro e março, enquanto a estiagem normalmente ocorre entre julho e setembro.

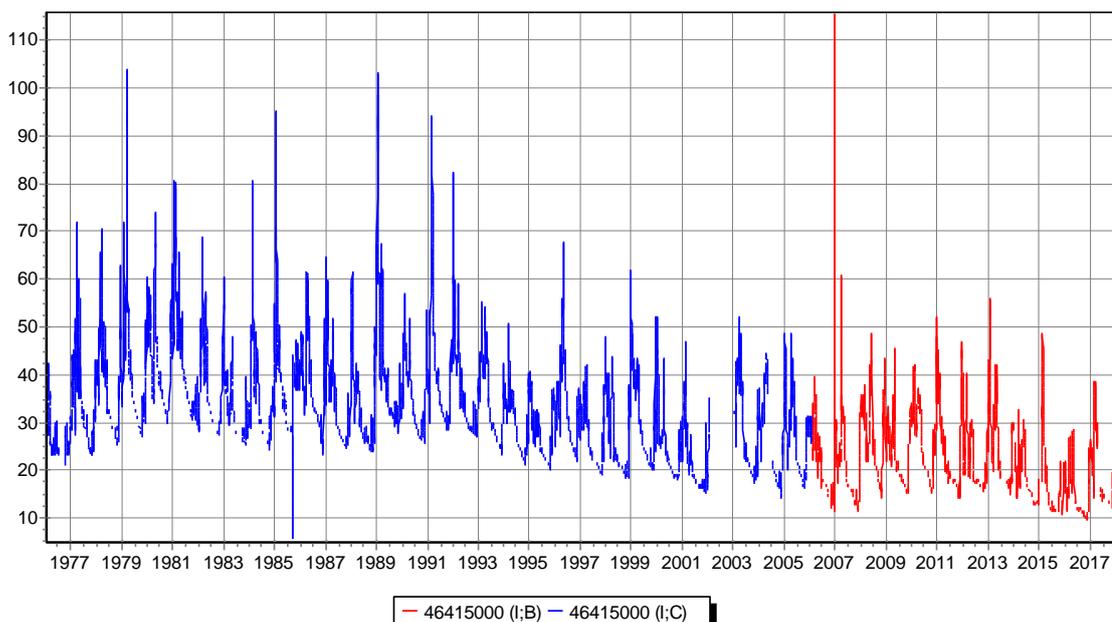
As vazões diárias médias, máximas e mínimas no período 1977-2018 são de 31 m<sup>3</sup>/s, 109 m<sup>3</sup>/s e 9 m<sup>3</sup>/s, respectivamente. A FIGURA 6.92 apresenta as vazões médias mensais de longo termo (1977-2018). A FIGURA 6.93 mostra as vazões médias diárias de todo o período (em azul os dados consistidos e em vermelho os dados brutos obtidos do SNIRH).

FIGURA 6.92 – VAZÕES MÉDIAS MENSAIS DE LONGO TERMO (1977-2018) NA ESTAÇÃO SÍTIO GRANDE



Fonte: UFPR/ITTI (2019); SNIRH (2019).

FIGURA 6.93 – VAZÕES MÉDIAS DIÁRIAS – ESTAÇÃO SÍTIO GRANDE



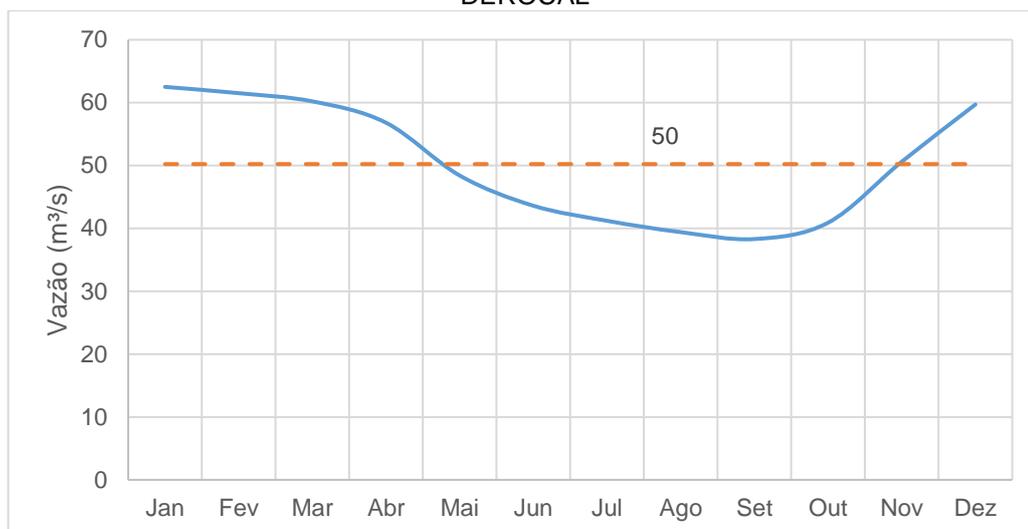
Legenda: I;B – Dados brutos. I;C – Dados consistidos.  
Fonte: UFPR/ITTI (2019); SNIRH (2019).

#### 6.1.6.1.2.2 Estação Derocal (46455000)

A estação Derocal localiza-se no município de São Desidério, no Rio das Fêmeas, a jusante da PCH Sítio Grande. A estação tem área de drenagem de 6.350 km<sup>2</sup>, é operada pela CPRM e possui registros de cota, convertidos para vazões através de curva-chave, durante o período de 1977 a 2018. A estação possui poucas falhas, mas pela análise dos dados disponibilizados na Hidroweb, optou-se por utilizar somente os dados consistidos (1977-2006) para cálculo das estatísticas, já que os dados brutos (2007-2018) apresentam inconsistências.

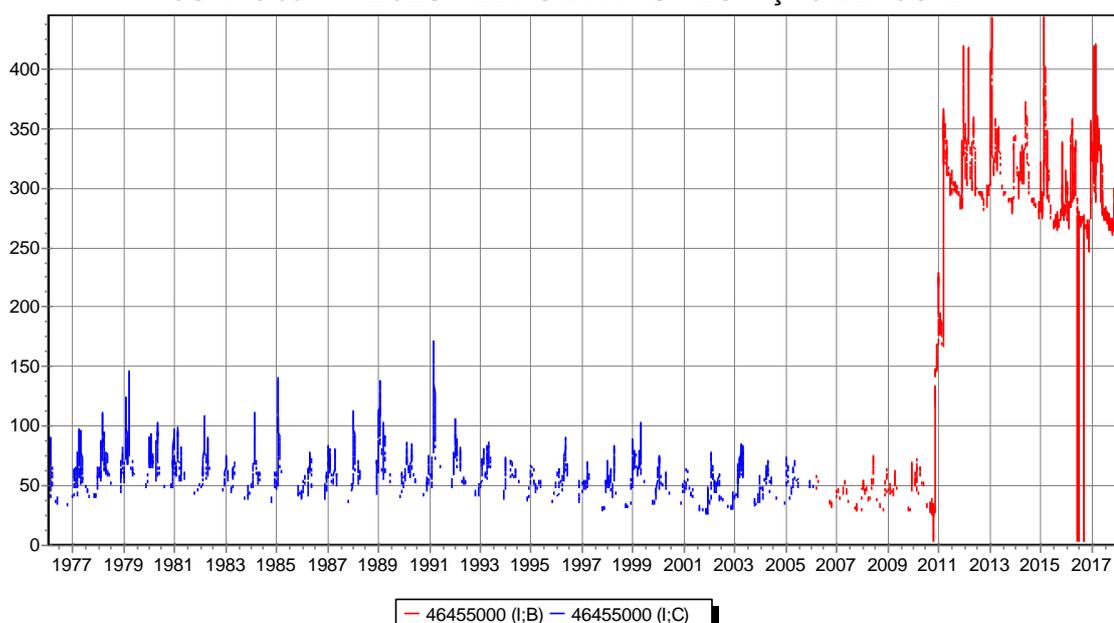
As vazões diárias médias, máximas e mínimas no período 1977-2006 são de 50 m<sup>3</sup>/s, 175 m<sup>3</sup>/s e 24 m<sup>3</sup>/s, respectivamente. A FIGURA 6.94 apresenta as vazões médias mensais de longo termo (1977-2006). A FIGURA 6.95 mostra as vazões médias diárias de todo o período (em azul os dados consistidos e em vermelho os dados brutos obtidos do SNIRH).

FIGURA 6.94 – VAZÕES MÉDIAS MENSAIS DE LONGO TERMO (1977-2006) NA ESTAÇÃO DEROCAL



Fonte: UFPR/ITTI (2019); SNIRH (2019).

FIGURA 6.95 – VAZÕES MÉDIAS DIÁRIAS – ESTAÇÃO DEROCAL



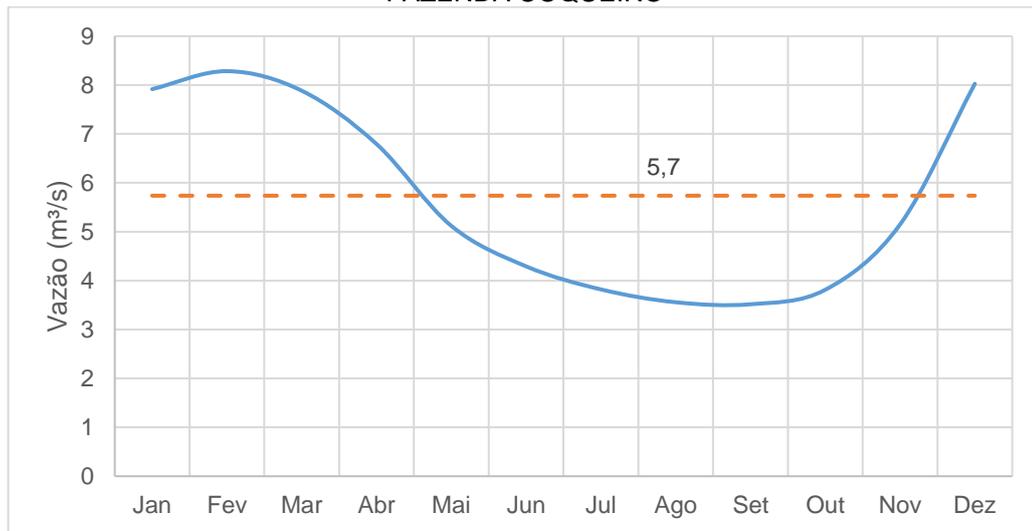
Legenda: I;B – Dados brutos. I;C – Dados consistidos.  
Fonte: UFPR/ITTI (2019); SNIRH (2019).

#### 6.1.6.1.2.3 Estação Fazenda Coqueiro (46490000)

A estação Fazenda Coqueiro localiza-se no município de São Desidério, no Rio São Desidério. A estação tem área de drenagem de 4.470 km<sup>2</sup>, é operada pela CPRM e possui registros de cota, convertidos para vazões através de curva-chave, durante o período de 1977 a 2018. A estação possui algumas falhas, nos anos de 2003, 2005, 2014 e 2015. O período de cheias ocorre de dezembro a março, enquanto a estiagem é recorrente entre julho e outubro.

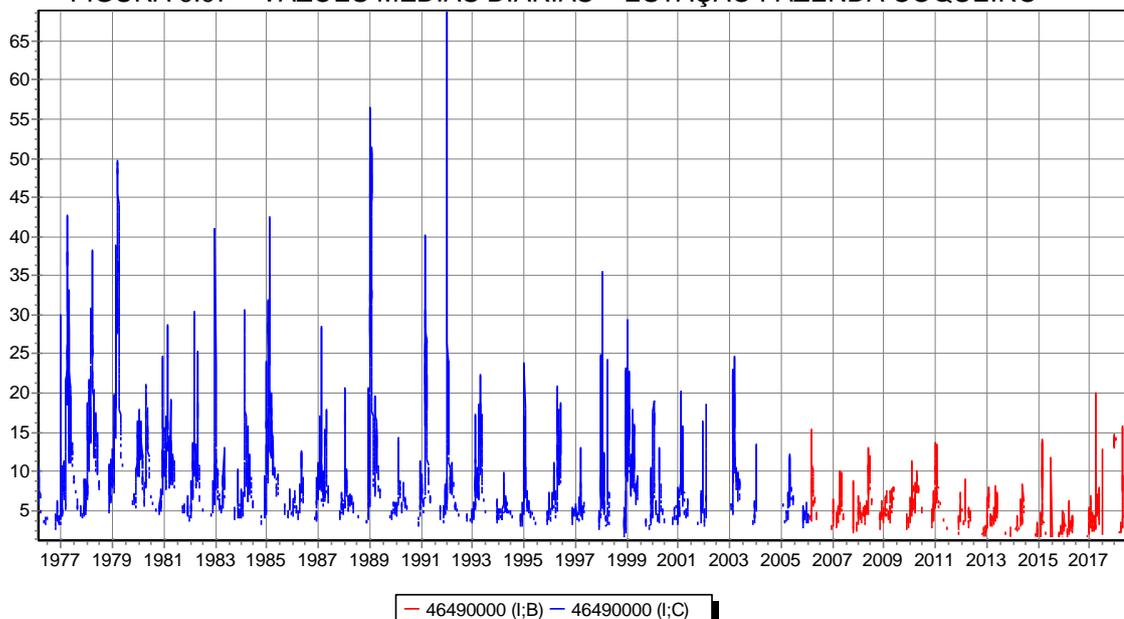
As vazões diárias médias, máximas e mínimas no período 1977-2018 são de 6 m<sup>3</sup>/s, 82 m<sup>3</sup>/s e 1 m<sup>3</sup>/s, respectivamente. A FIGURA 6.96 apresenta as vazões médias mensais de longo termo (1977-2018). A FIGURA 6.97 mostra as vazões médias diárias de todo o período (em azul os dados consistidos e em vermelho os dados brutos obtidos do SNIRH).

FIGURA 6.96 – VAZÕES MÉDIAS MENSAIS DE LONGO TERMO (1977-2018) NA ESTAÇÃO FAZENDA COQUEIRO



Fonte: UFPR/ITTI (2019); SNIRH (2019).

FIGURA 6.97 – VAZÕES MÉDIAS DIÁRIAS – ESTAÇÃO FAZENDA COQUEIRO



Legenda: I;B – Dados brutos. I;C – Dados consistidos.

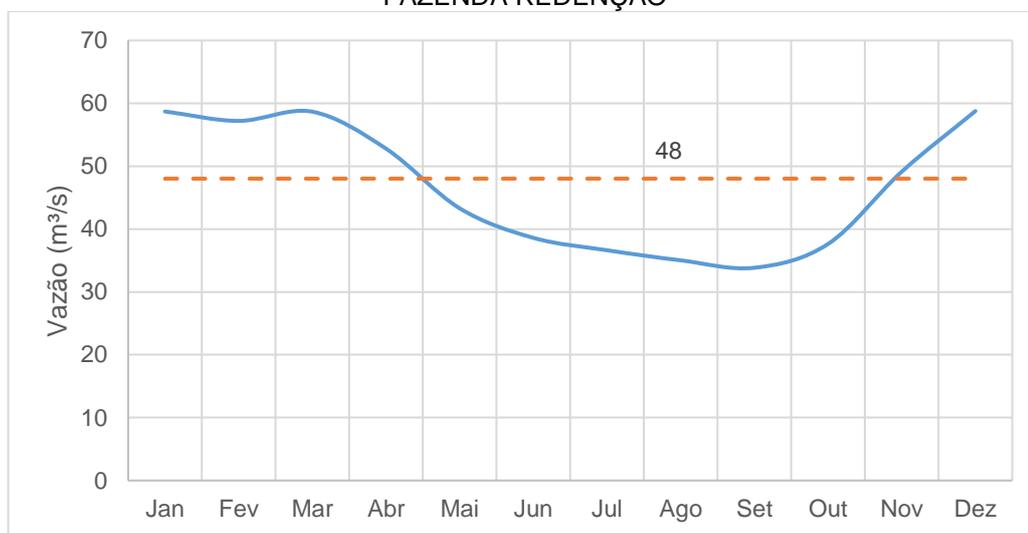
Fonte: UFPR/ITTI (2019); SNIRH (2019).

## 6.1.6.1.2.4 Estação Fazenda Rendenção (46543000)

A estação Fazenda Rendenção localiza-se no município de Barreiras, no Rio de Ondas. A estação tem área de drenagem de 5.380 km<sup>3</sup>, é operada pela CPRM e possui registros de cota, convertidos para vazões através de curva-chave, durante o período de 1977 a 2018. A estação possui poucas falhas, apresentando período de cheias entre dezembro e março, enquanto a estiagem normalmente ocorre entre julho e setembro.

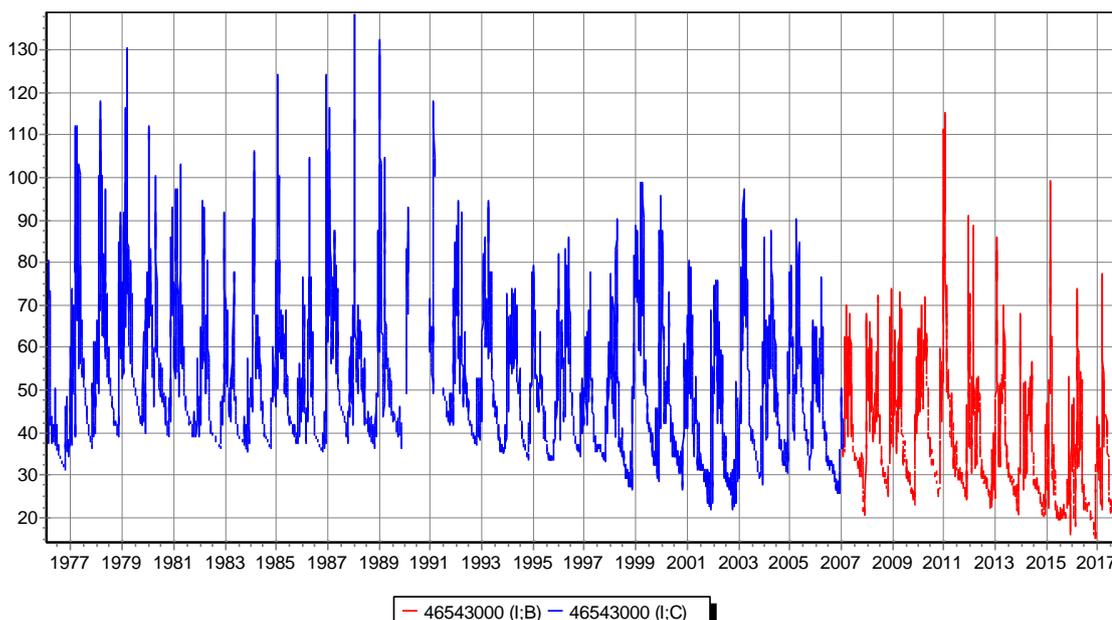
As vazões diárias médias, máximas e mínimas no período 1977-2018 são de 48 m<sup>3</sup>/s, 139 m<sup>3</sup>/s e 14 m<sup>3</sup>/s, respectivamente. A FIGURA 6.98 apresenta as vazões médias mensais de longo termo (1977-2018). A FIGURA 6.99 mostra as vazões médias diárias de todo o período (em azul os dados consistidos e em vermelho os dados brutos obtidos do SNIRH). Visivelmente nota-se uma tendência de declínio nas vazões ao longo das décadas avaliadas.

FIGURA 6.98 – VAZÕES MÉDIAS MENSAIS DE LONGO TERMO (1977-2018) NA ESTAÇÃO FAZENDA REDENÇÃO



Fonte: UFPR/ITTI (2019); SNIRH (2019).

FIGURA 6.99 – VAZÕES MÉDIAS DIÁRIAS – ESTAÇÃO FAZENDA REDENÇÃO



Legenda: I;B – Dados brutos. I;C – Dados consistidos.

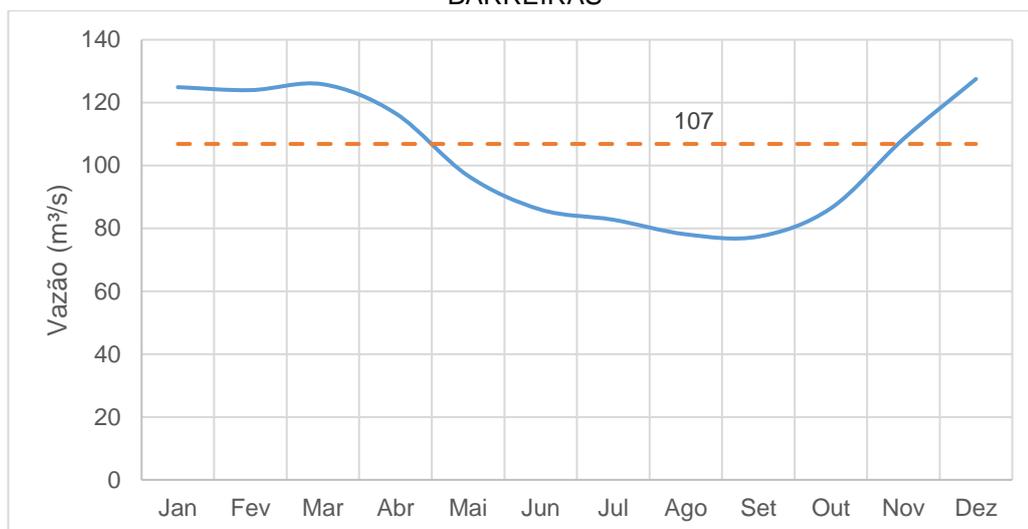
Fonte: UFPR/ITTI (2019); SNIRH (2019).

#### 6.1.6.1.2.5 Estação Barreiras (46550000)

A estação Barreiras localiza-se no curso d'água Rio Grande, dentro do perímetro urbano do município de Barreiras, a montante da cidade e a cerca de 200 m a montante da confluência com o Rio de Ondas. A estação tem área de drenagem de 24.400 km<sup>2</sup>, é operada pela CPRM e possui registros de cota, convertidos para vazões através de curva-chave, durante o período de 1934 a 2018. A estação possui falhas concentradas no período 1974-1976. O período de cheias ocorre entre dezembro e março, enquanto a estiagem é normalmente observada entre julho e outubro.

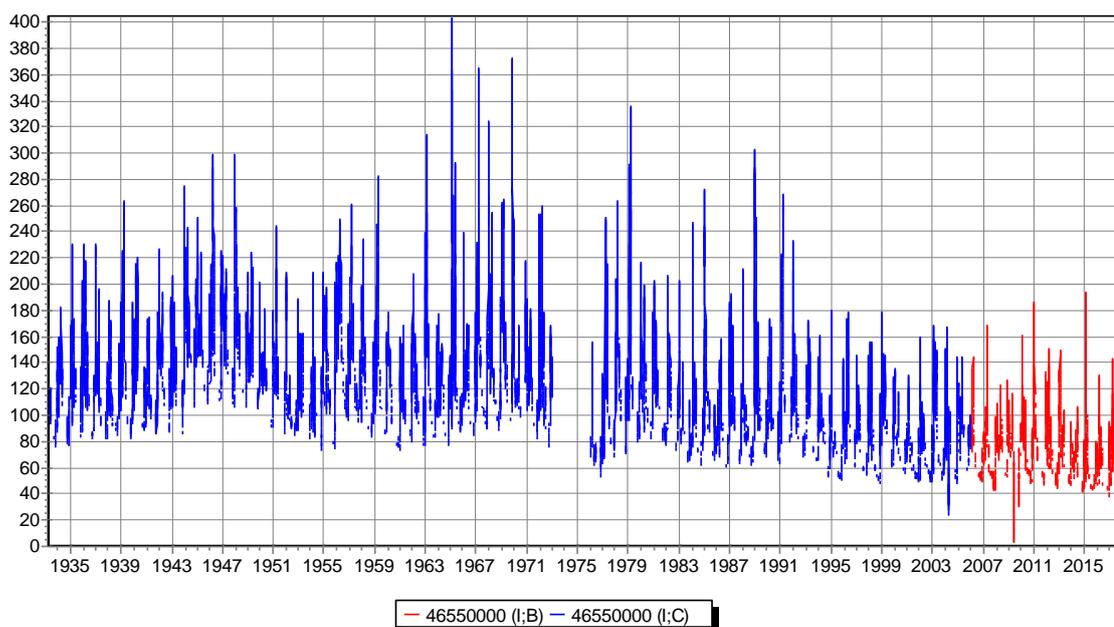
As vazões diárias médias, máximas e mínimas no período 1934-2018 são de 107 m<sup>3</sup>/s, 436 m<sup>3</sup>/s e 46 m<sup>3</sup>/s, respectivamente. A FIGURA 6.100 apresenta as vazões médias mensais de longo termo (1934-2018). A FIGURA 6.101 mostra as vazões médias diárias de todo o período (em azul os dados consistidos e em vermelho os dados brutos obtidos do SNIRH).

FIGURA 6.100 – VAZÕES MÉDIAS MENSAIS DE LONGO TERMO (1934-2018) NA ESTAÇÃO BARREIRAS



Fonte: UFPR/ITTI (2019); SNIRH (2019).

FIGURA 6.101 – VAZÕES MÉDIAS DIÁRIAS – ESTAÇÃO BARREIRAS



Legenda: I;B – Dados brutos. I;C – Dados consistidos.  
 Fonte: UFPR/ITTI (2019); SNIRH (2019).

#### 6.1.6.1.2.6 Estação São Sebastião (46610000)

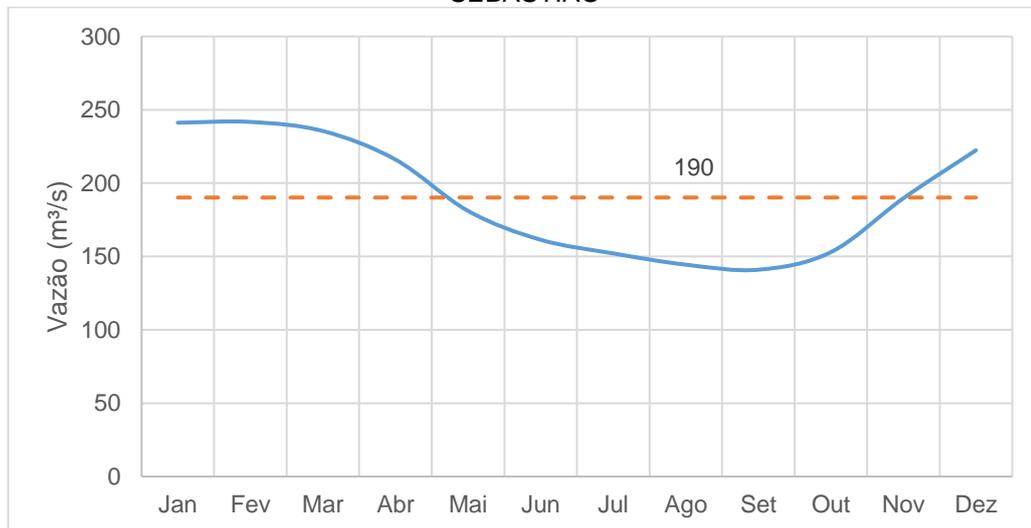
A estação São Sebastião localiza-se no município de Angical, a jusante da cidade de Barreiras, no curso d'água denominado Rio Grande. A estação tem área de drenagem de 33.100 km<sup>2</sup>, é operada pela CPRM e possui registros de cota, convertidos para vazões através de curva-chave, durante o período de 1977 a 2018. No entanto, foi utilizado apenas o período com dados consistidos (1977-2007) para os

cálculos estatísticos, já que há muitas falhas e inconsistências nos dados brutos (2008-2018) disponibilizados na Hidroweb.

As vazões diárias médias, máximas e mínimas no período 1977-2007 são de 190 m<sup>3</sup>/s, 652 m<sup>3</sup>/s e 103 m<sup>3</sup>/s, respectivamente. O período de cheias ocorre entre dezembro e março, enquanto a estiagem é normalmente observada entre julho e outubro.

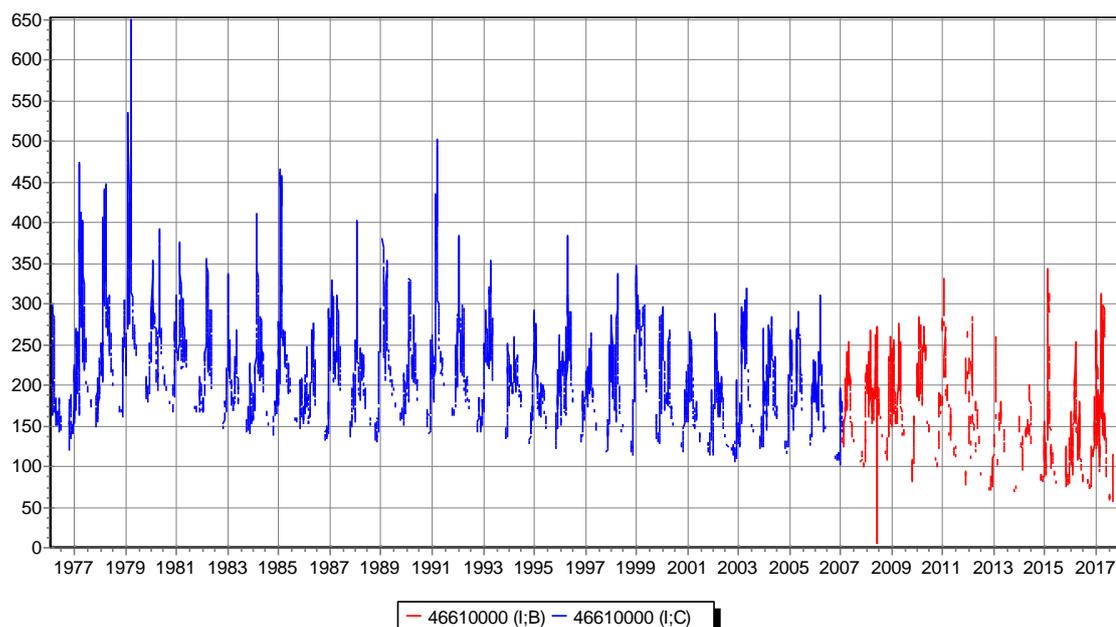
A FIGURA 6.102 apresenta as vazões médias mensais de longo termo (1977-2007). A FIGURA 6.103 mostra as vazões médias diárias de todo o período (em azul os dados consistidos e em vermelho os dados brutos obtidos do SNIRH).

FIGURA 6.102 – VAZÕES MÉDIAS MENSAIS DE LONGO TERMO (1977-2007) NA ESTAÇÃO SÃO SEBASTIÃO



Fonte: UFPR/ITTI (2019); SNIRH (2019).

FIGURA 6.103 – VAZÕES MÉDIAS DIÁRIAS – ESTAÇÃO SÃO SEBASTIÃO



Obs.: I;B – Dados brutos. I;C – Dados consistidos.  
Fonte: UFPR/ITTI (2019); SNIRH (2019).

#### 6.1.6.1.3 Corpos hídricos interceptados ou contíguos ao empreendimento

O estudo dos corpos hídricos interceptados ou contíguos ao empreendimento remete às características fisiológicas do corpo hídrico, como as qualidades física, química e biológica e também da região ciliar.

Para tanto, foram consideradas as massas de água, rios, córregos, canais de irrigação, barramentos e os rios efêmeros. Nesse sentido, Soares Neto *et al.* (2015) citam que rios efêmeros são corpos de água de regime lóticos que possuem escoamento superficial durante ou imediatamente após períodos de precipitação. Velick *et al.* (2008) citam que corpos hídricos de caráter efêmero teriam seus cursos como resposta imediata às chuvas e suas calhas são sempre acima do nível das águas subterrâneas, gerando influencia imediata. Amaral (2011) considera que são rios de pequeno porte nos quais só ocorre o escoamento após um evento de chuva.

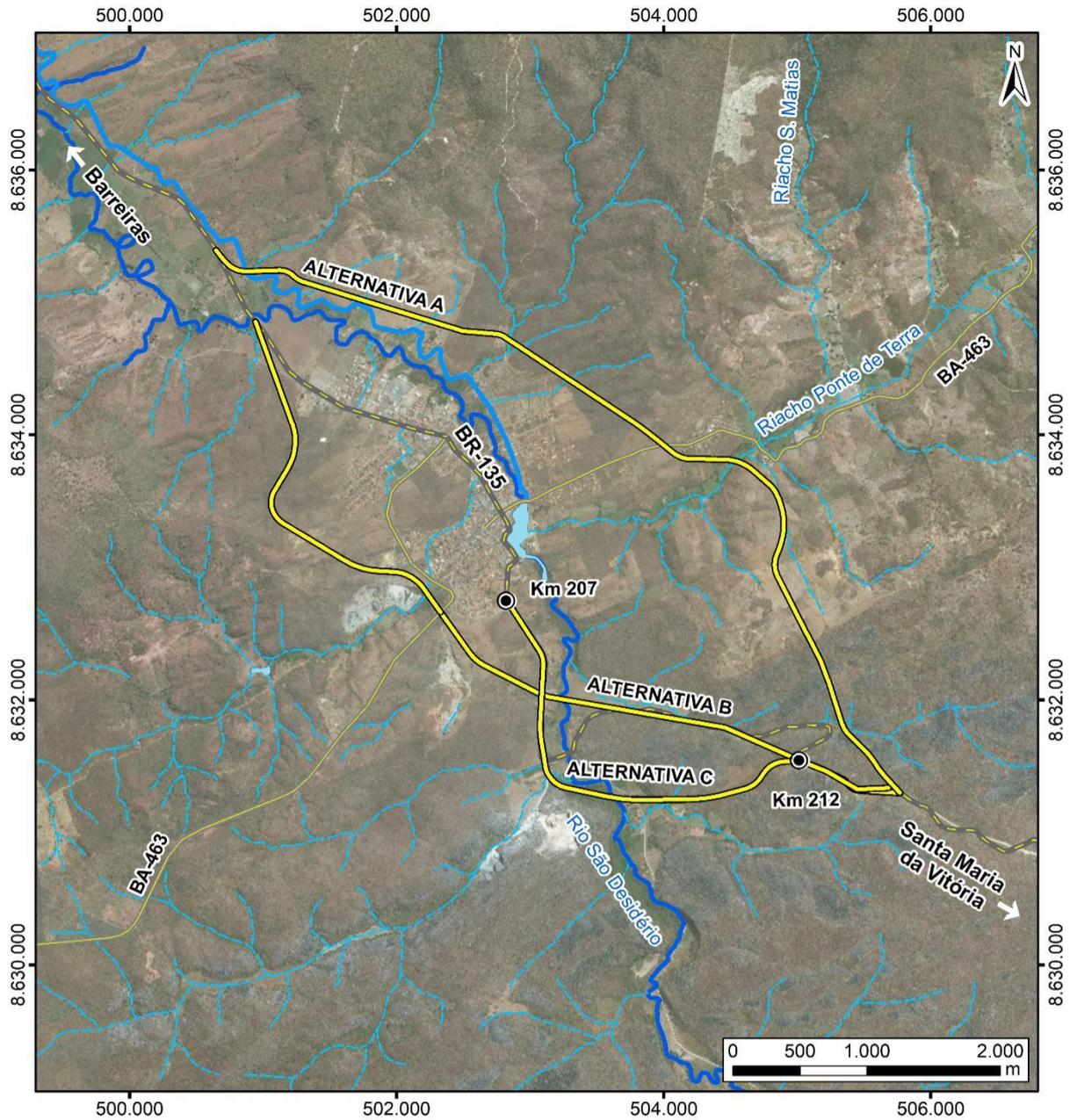
Nesse contexto, o Art 4º da Lei Federal nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012), que define as Áreas de Proteção Permanente (APP), exclui os rios efêmeros. Assim, visando definir as APP interceptadas ou contíguas ao empreendimento, foram realizadas investigações de campo e em ambiente SIG, identificando as tipologias de APP existentes na ADA, sobretudo as relacionadas aos corpos hídricos interceptados pelo empreendimento.

  
Alexsandro Flávia/W. João/André

Dessa forma, a localização dos corpos hídricos e das alternativas de traçado é apresentada na FIGURA 6.104. Com essa visão geral dos corpos hídricos interceptados, foi efetuado o levantamento *in-loco* das características básicas (regime, largura e área de preservação permanente), bem como o mapeamento detalhado para cada alternativa proposta.



FIGURA 6.104 – CORPOS HÍDRICOS INTERCEPTADOS OU CONTÍGUOS ÀS ALTERNATIVAS



| LOCALIZAÇÃO  | LEGENDA   | INFORMAÇÕES   |
|--|---|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Quilometragem</li> <li>— Alternativas locais</li> <li>— BR-135</li> <li>— Rodovias estaduais</li> <li>— Canal de irrigação</li> <li>— Massa d'água</li> </ul> <p><b>Hidrografia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Permanente</li> <li>— Intermitente</li> </ul> | <p><b>HIDROGRAFIA</b></p>   |
|  |   | <p><b>PROJETO</b></p> <p>EIA/RIMA - BR-135/BA</p> <p><b>FONTE DE DADOS</b></p> <p>Alternativas locais - ITTI, 2018;<br/>Canais de irrigação - CODEVASF, 2016;<br/>Hidrografia - BDGEx, 2014;<br/>Rodovias e Quilometragem - DNIT, 2015;<br/>Limites estaduais e Capitais - IBGE, 2015;<br/>BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> <p><b>ESCALA</b></p> <p>1:50.000   1 cm = 500 m</p> |
| <p><b>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</b></p> <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>Meridiano Central: 45° W</p> |   |   |

Fonte: UFPR/ITTI (2019).

De forma resumida, há os seguintes confrontos:

- A Alternativa A intercepta nove rios intermitentes/efêmeros, um rio perene (Riacho Ponte de Terra) e um canal de irrigação (QUADRO 6.5);
- A Alternativa B intercepta um rio intermitente e dois rios perenes (Rio São Desidério e o Rio *Sem nome*) (QUADRO 6.6);
- A Alternativa C intercepta quatro rios intermitentes/efêmeros e um rio perene, o Rio São Desidério (QUADRO 6.7).

Dentre os corpos hídricos interceptados pela alternativa locacional A, destaca-se o riacho Ponte de Terra e o canal de irrigação, os quais necessitarão de estruturas especiais de engenharia para transposição, como obras de arte correntes e especiais. Tanto esses quanto os demais corpos hídricos são apresentados no QUADRO 6.5, sendo que a distribuição obedece o sentido São Desidério – Barreiras.

QUADRO 6.5 - CORPOS HÍDRICOS INTERCEPTADOS PELA ALTERNATIVA LOCACIONAL A (continua)

| Corpo hídrico                | Características   |
|------------------------------|---|
| Rio intermitente / efêmero 1 | Apresenta comportamento efêmero, drenando área de afloramento rochoso. Compreende a porção a montante do Rio intermitente/ efêmero 1 listado para a Alternativa B.  |
| Rio intermitente / efêmero 2 | Apresenta comportamento efêmero, drenando área antropizada em direção a um barramento particular de cerca de 1,2 ha (FIGURA 6.106 - A).   |
| Riacho Ponte de Terra        | Corpo hídrico perene (FIGURA 6.105), com cerca de 1,0 m de largura, cujo regime hídrico é regulado por um barramento de cerca de 9,5 ha que está localizado a 1,2 km a montante, paralelo à BA-463 (FIGURA 6.106 - B). Ao longo do corpo hídrico há hortas e áreas de agricultura de pequeno porte. A APP é inexistente.    |
| Rio intermitente / efêmero 3 | Apresenta comportamento efêmero, drenando área de afloramento rochoso e do platô/mesa a norte de São Desidério (também chamada de Bordas da Chapada do Oeste Baiano ou Serra da Mamona). Há vegetação arbórea ao longo do vale, embora a progressão de loteamentos tenha promovido a antropização e supressão da vegetação. |
| Rio intermitente / efêmero 4 | Apresenta comportamento efêmero, drenando área de afloramento rochoso e do platô a norte de São Desidério (Serra da Mamona). Há vegetação arbórea ao longo do vale, embora a progressão de loteamentos tenha promovido a antropização e supressão da vegetação.   |
| Rio intermitente / efêmero 5 | Apresenta comportamento efêmero, drenando área de afloramento rochoso e do platô a norte de São Desidério (Serra da Mamona). Há vegetação arbórea ao longo do vale, embora a progressão de loteamentos tenha promovido a antropização e supressão da vegetação.   |
| Rio intermitente / efêmero 6 | Apresenta comportamento efêmero, drenando área de afloramento rochoso e do platô a norte de São Desidério (Serra da Mamona). A área é completamente antropizada, sem remanescentes arbóreos.  |

QUADRO 6.5 – CORPOS HÍDRICOS INTERCEPTADOS PELA ALTERNATIVA LOCACIONAL A  
(conclusão)

| Corpo hídrico                | Características  |
|------------------------------|--|
| Rio intermitente / efêmero 7 | Apresenta comportamento efêmero, drenando área de afloramento rochoso e do platô a norte de São Desidério (Serra da Mamona). A área é completamente antropizada, sem remanescentes arbóreos.   |
| Rio intermitente / efêmero 8 | Apresenta comportamento efêmero, drenando área de afloramento rochoso e do platô a norte de São Desidério (Serra da Mamona). A área é completamente antropizada, sem remanescentes arbóreos.   |
| Rio intermitente / efêmero 9 | Apresenta comportamento efêmero, drenando área de afloramento rochoso e do platô a norte de São Desidério (Serra da Mamona). Há vegetação arbórea ao longo do vale, embora a progressão de pastagens tenha promovido a antropização e supressão da vegetação.  |
| Canal de Irrigação           | O canal de irrigação é uma estrutura em concreto de formato trapezoidal invertida para conduzir águas do Rio São Desidério por gravidade até a região de Barreiras e assistir as populações lindeiras (FIGURA 6.107). A área irrigável é de 1.689 ha e vazão outorgada vigente perfaz 36.561.341 m <sup>3</sup> .ano <sup>-1</sup> . A infraestrutura conta com 99 km de canais, 95 km de drenos superficiais, 6 ha de drenos subterrâneos e 155 km de rede viária (CODEVASF, 2018). |

Fonte: UFPR/ITTI (2019).

FIGURA 6.105 – RIACHO PONTE DE TERRA. A – PROPRIEDADE PARTICULAR, NA INTERSEÇÃO DO RIACHO COM A ALTERNATIVA A (UTM: 504.551 ME / 8.633.797 MS). B – INTERSEÇÃO DO RIACHO COM A BR-463 (UTM: 504.709 ME / 8.633.897 MS)



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

FIGURA 6.106 – MASSAS D'ÁGUA. A - REPRESENTAÇÃO PARTICULAR (UTM: 504.935 ME / 8.633.422 MS); B - REPRESENTAÇÃO NO RIACHO PONTE DE TERRA (UTM: 505.596 ME / 8.634.474 MS)



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

FIGURA 6.107 – CANAL DE IRRIGAÇÃO. A – REPRESENTAÇÃO DO RIO SÃO DESIDÉRIO, COM BARRAGEM E CANAL EXTRAVASOR (UTM: 502.947 ME / 8.633.543 MS); B – CANAL DE IRRIGAÇÃO NO LOCAL APROXIMADO DA INTERSEÇÃO COM A ALTERNATIVA LOCALACIONAL A (UTM: 500.867 ME / 8.635.234 MS)



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

---

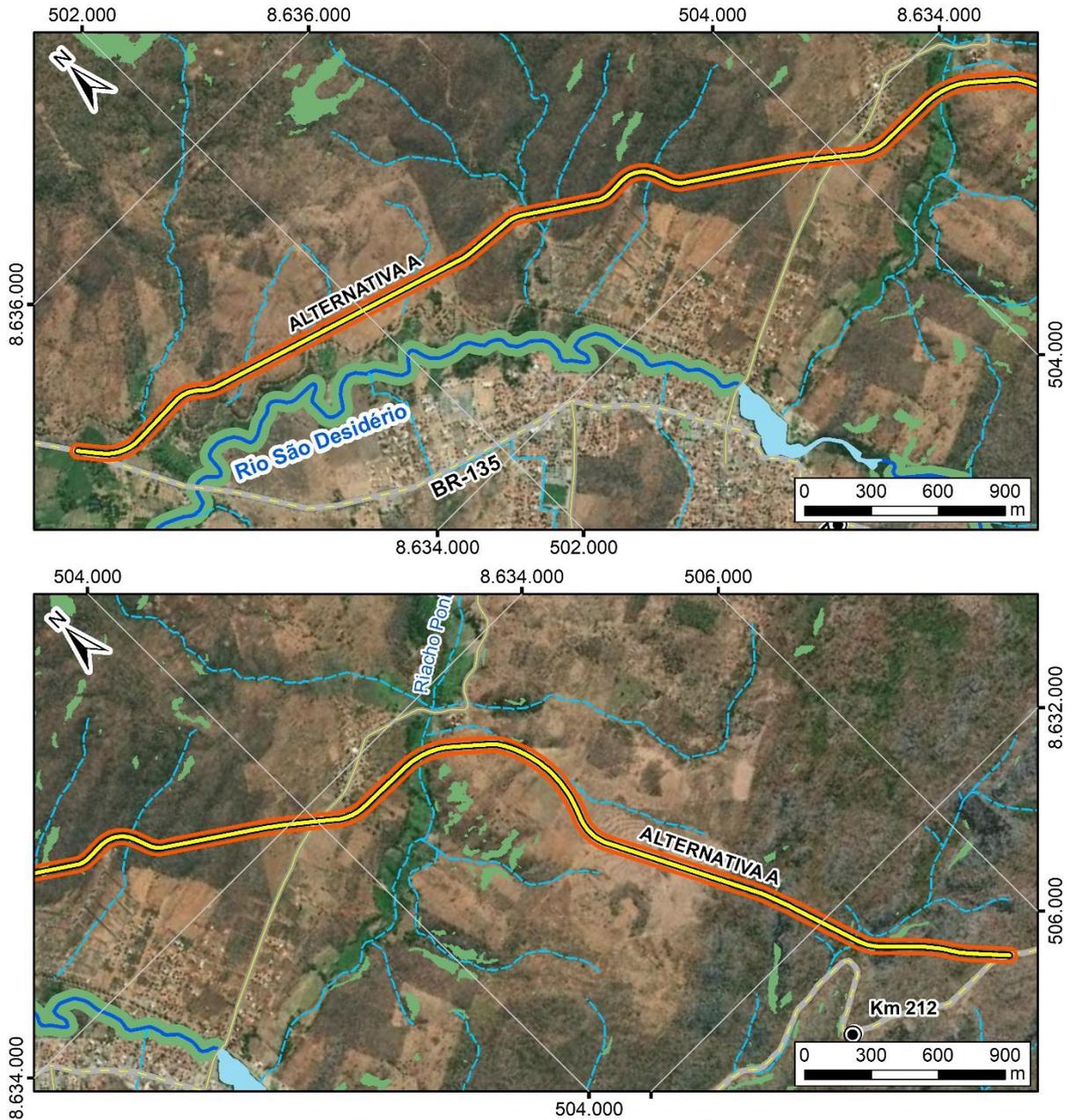
A quantidade de APP interceptada pela ADA da alternativa locacional A é da ordem de 0,89 ha (FIGURA 6.108). Essa área compreende faixas marginais de cursos d'água natural perene e intermitente e encostas ou partes destas com declividade superior a 45°.

---

*Artur*

*Alexsandro Flávia W. João/Juliet*

FIGURA 6.108 – CORPOS HÍDRICOS INTERCEPTADOS OU CONTÍGUOS À ALTERNATIVA A



| LOCALIZAÇÃO | LEGENDA   | INFORMAÇÕES  |
|-------------|---|--|
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li> Quilometragem</li> <li> BR-135</li> <li> Área Diretamente Afetada (ADA)</li> <li> Alternativa A</li> <li> Rodovias estaduais</li> <li> Área de Preservação Permanente</li> </ul> <p><b>Hidrografia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Permanente</li> <li> Intermitente</li> <li> Massa d'água</li> </ul> <p><b>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</b></p> <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>                 Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>                 Meridiano Central: 45° W</p> | <p><b>HIDROGRAFIA</b><br/> <b>ÁREA DIRETAMENTE AFETADA</b></p> <p> </p> <p><b>PROJETO</b><br/>                 EIA/RIMA - BR-135/BA</p> <p><b>FONTE DE DADOS</b><br/>                 ADA e Área de Preservação Permanente - ITTI, 2018;<br/>                 Hidrografia - BDGEX, 2014;<br/>                 Rodovias e Quilometragem - DNIT, 2015;<br/>                 Limites estaduais e Capitais - IBGE, 2015;<br/>                 BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> <p><b>ESCALA</b><br/>                 1:30.000   1 cm = 300 m</p> |

Fonte: UFPR/ITTI (2019).

Dentre os corpos hídricos interceptados pela alternativa locacional B, destaca-se o Rio São Desidério, o qual necessitará de estruturas especial de engenharia para transposição, e o rio *Sem Nome*. Tanto esses quanto os demais corpos hídricos são apresentados no QUADRO 6.6, sendo que a distribuição obedece o sentido São Desidério – Barreiras.

QUADRO 6.6 - CORPOS HÍDRICOS INTERCEPTADOS PELA ALTERNATIVA LOCACIONAL B

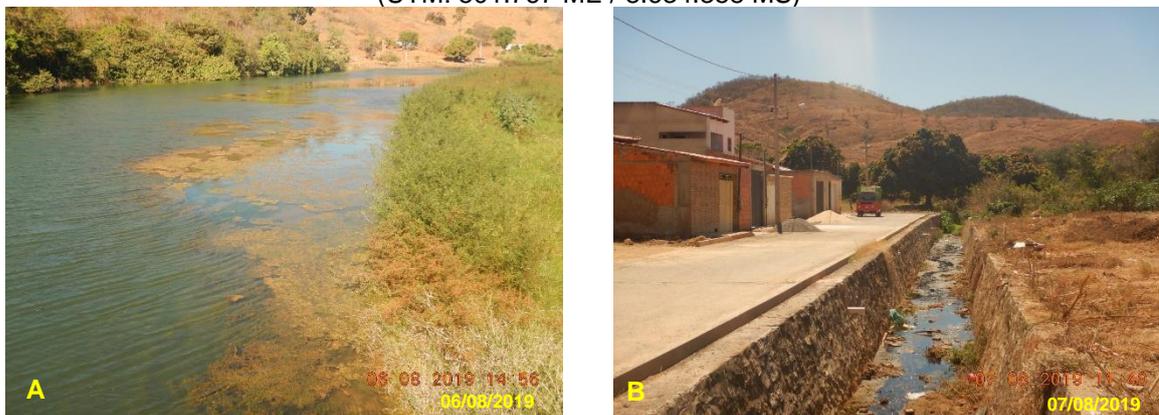
| Corpo hídrico                | Características   |
|------------------------------|---|
| Rio intermitente / efêmero 1 | Apresenta comportamento efêmero, drenando área de afloramento rochoso. O curso hídrico é paralelo ao traçado da BR-135 não pavimentada.                                   |
| Rio São Desidério            | Possui caráter perene. O talvegue do rio possui cerca de 5 m de largura e APP antropizada, com áreas de pastagem e lavouras no entorno.                                   |
| Rio <i>sem nome</i>          | Possui caráter perene. O talvegue possui cerca de 0,5 m de largura e apresenta-se assoreado. A APP é antropizada e composta de culturas como cana-de açúcar e brachiaria. |

Fonte: UFPR/ITTI (2019).

O Rio São Desidério apresenta influência dos povoados pelo qual transpassa, em especial a zona urbana de São Desidério. Na FIGURA 6.109 A é possível visualizar zonas de desenvolvimento de macrófitas aquáticas e manchas de coloração acinzentada, além de odor característico de despejos de esgoto doméstico, como gás sulfídrico (odor de ovo podre ou carne putrefada).

Segundo o IBGE (2019), o município apresenta apenas 8,4% de domicílios com esgotamento sanitário adequado. Esse baixo índice pode ser verificado também no centro urbano, aonde mesmo em épocas de estiagem há afloramentos de esgoto doméstico e drenagem de efluentes a céu aberto (FIGURA 6.109 - B).

FIGURA 6.109 – DRENAGEM. A – PRESENÇA DE MACRÓFITAS AQUÁTICA A MONTANTE DA BARRAGEM NO RIO SÃO DESIDÉRIO, CENTRO URBANO DE SÃO DESIDÉRIO (UTM: 503.008 ME / 8.633.055 MS). B – PRESENÇA DE ESGOTO SANITÁRIO EM CANAL DE DRENAGEM (UTM: 501.767 ME / 8.634.358 MS)



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

O rio *Sem Nome*, apresenta regime perene devido a um represamento que se situa cerca de 1,5km a montante do ponto de interseção do corpo hídrico com a Alternativa locacional B. Na época de estiagem o regime permanece perene apenas na meia porção superior entre o barramento e a alternativa locacional (FIGURA 6.110 - A), enquanto na meia porção inferior, mais próxima à alternativa locacional, o pequeno fluxo de água se dissipa em região plana antropizada (FIGURA 6.110 - B). Em relação à água, não há odor e o aspecto é translúcido, com presença de sedimento em suspensão.

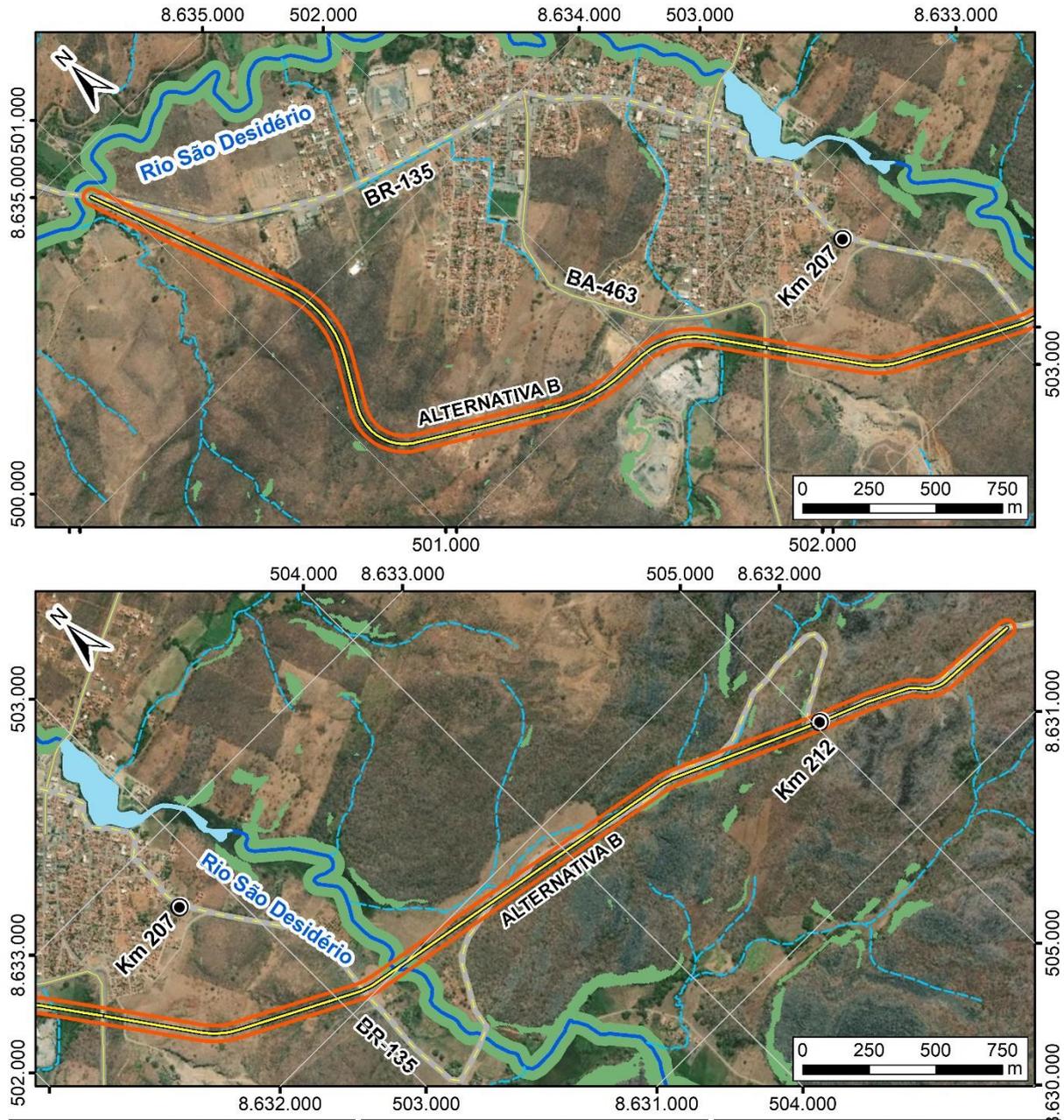
FIGURA 6.110 – RIO SEM NOME. A – TRECHO PERENE, EM INTERSEÇÃO COM ESTRADA LOCAL (23L; 501.646 M E; 8.632.407 M S). B – TRECHO INTERMITENTE, PRÓXIMO À INTERSEÇÃO COM A ALTERNATIVA LOCACIONAL B (23L; 502.247 M E; 8.632.772 M S)



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

A quantidade de APP interceptada pela ADA da alternativa locacional B é da ordem de 0,89 ha (FIGURA 6.111). Essa área compreende faixas marginais de curso d'água natural perene e intermitente e encostas ou partes destas com declividade superior a 45°.

FIGURA 6.111 – CORPOS HÍDRICOS INTERCEPTADOS OU CONTÍGUOS À ALTERNATIVA B



| LOCALIZAÇÃO  | LEGENDA   | INFORMAÇÕES   |
|--|---|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Quilometragem</li> <li>— BR-135</li> <li>— Rodovias estaduais</li> <li>— Alternativa B</li> <li>▭ Área Diretamente Afetada (ADA)</li> <li>▭ Área de Preservação Permanente</li> </ul> <p><b>Hidrografia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Permanente</li> <li>- - - Intermitente</li> <li>■ Massa d'água</li> </ul> | <p><b>HIDROGRAFIA</b><br/><b>ÁREA DIRETAMENTE AFETADA</b></p>   |
|  |   | <p><b>PROJETO</b><br/>EIA/RIMA - BR-135/BA</p> <p><b>FONTE DE DADOS</b><br/>ADA e Área de Preservação Permanente - ITTI, 2018;<br/>Hidrografia - BDGEX, 2014;<br/>Rodovias e Quilometragem - DNIT, 2015;<br/>Limites estaduais e Capitais - IBGE, 2015;<br/>BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> <p><b>ESCALA</b><br/>1:25.000   1 cm = 250 m</p> |
| <p><b>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</b></p> <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>Meridiano Central: 45° W</p> |   |   |

Fonte: UFPR/ITTI (2019).

Dentre os corpos hídricos interceptados pela alternativa locacional C, destaca-se apenas o Rio São Desidério, o qual necessitará de estruturas especiais de engenharia para transposição. Tanto esse quanto os demais corpos hídricos são apresentados no QUADRO 6.7, sendo que a distribuição obedece o sentido São Desidério – Barreiras.

QUADRO 6.7 - CORPOS HÍDRICOS INTERCEPTADOS PELA ALTERNATIVA LOCACIONAL C

| Corpo hídrico                | Características  |
|------------------------------|--|
| Rio intermitente / efêmero 1 | Apresenta comportamento efêmero, drenando área de afloramento rochoso. O leito de escoamento é caracterizado por um desnível acenturado e sulcos de erosão.  |
| Rio intermitente / efêmero 2 | Apresenta comportamento efêmero, drenando área de afloramento rochoso. O leito de escoamento é caracterizado por um desnível acenturado e sulcos de erosão.  |
| Rio São Desidério            | Possui caráter perene. O talvegue do rio possui cerca de 8 m de largura e APP parcialmente antropizada. Paralela à margem direita há uma estrada não pavimentada, a qual está inserida na região de APP. Por outro lado, a margem esquerda possui vegetação de maior porte e consolidada. No período chuvoso há extravasamento da calha do rio, impactando com a lâmina d'água regiões localizadas até 200 m de distância. No local de interseção da alternativa locacional com o Rio São Desidério, há uma área de várzea/brejo de aproximadamente 10,3 ha. |
| Rio intermitente / efêmero 3 | Apresenta comportamento efêmero, drenando área de afloramento rochoso. O leito de escoamento é caracterizado por uma área plana e vasta, composta por pastagem e pelas dependências da Pedreira São Miguel.  |
| Rio intermitente / efêmero 4 | Apresenta comportamento efêmero, drenando área de afloramento rochoso. O leito de escoamento é caracterizado por uma área plana e vasta, composta por pastagem e pelas dependências da Pedreira São Miguel.  |

Fonte: UFPR/ITTI (2019).

A interseção do Rio São Desidério com a alternativa C (FIGURA 6.112) está localizada a cerca de 1,0 km a montante da interção do rio com a alternativa B. No local, o corpo hídrico apresenta largura aproximada de 8,0 m. A área circunvizinha é caracterizada por vilas rurais, com regiões de pastagens, criação de animais e plantios de subsistência.

FIGURA 6.112 – RIO SÃO DESIDÉRIO NAS IMEDIAÇÕES DA INTERSEÇÃO COM O TRAÇADO DA ALTERNATIVA C (UTM: 503.478 ME / 8.631.392 MS)

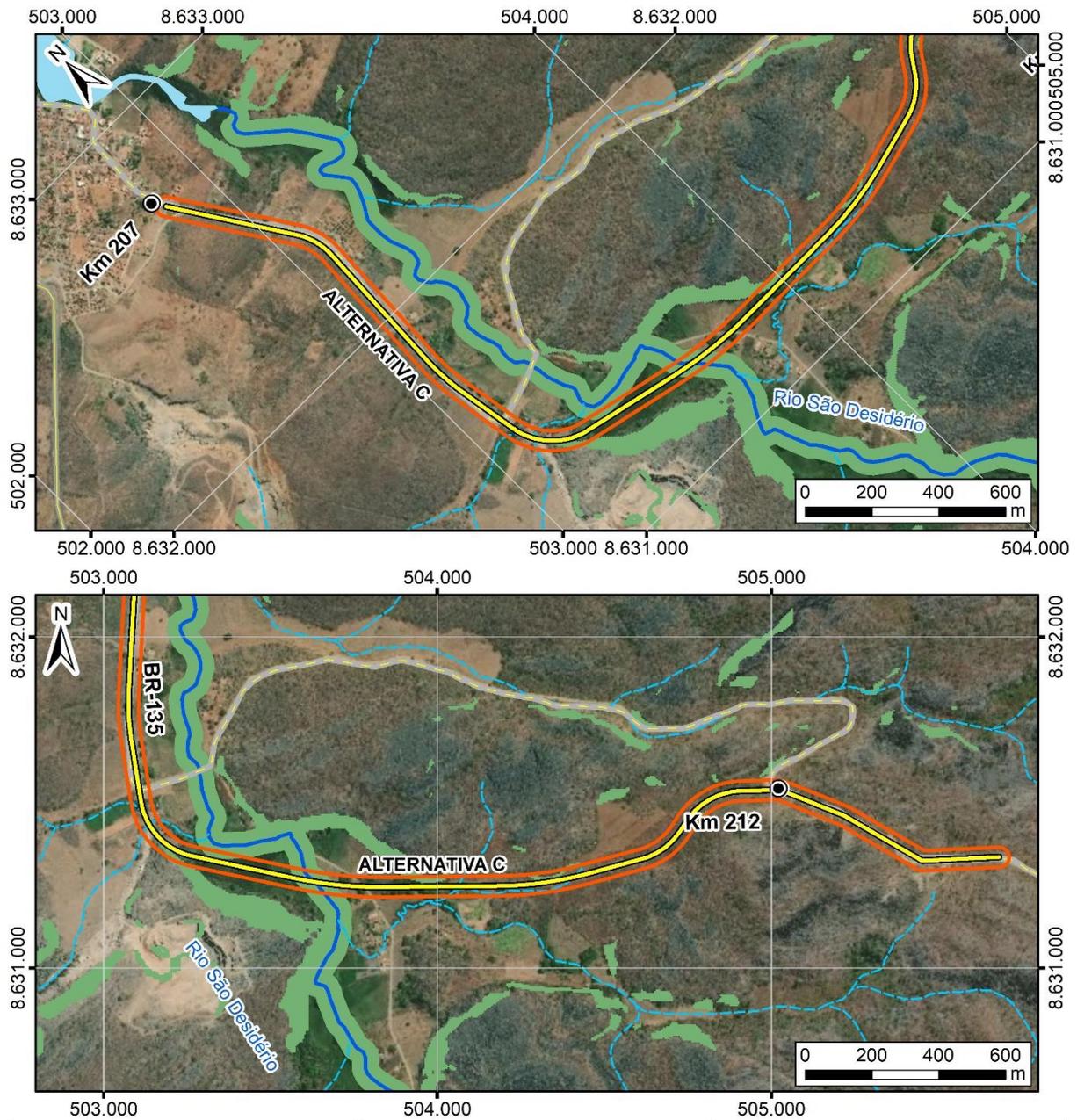


Fonte: UFPR/ITTI (2019).

A quantidade de APP interceptada pela ADA da alternativa locacional C é da ordem de 1,11 ha (FIGURA 6.113). Essa área também compreende faixas marginais de curso d'água natural perene e intermitente, veredas, encostas ou partes destas com declividade superior a 45°.

Nesse contexto, destaca-se que a alternativa proposta intercepta a APP do Rio São Desidério em dois locais nos quais a projeção legal de área de preservação é de 30 m de largura.

FIGURA 6.113 – CORPOS HÍDRICOS INTERCEPTADOS OU CONTÍGUOS À ALTERNATIVA C



| LOCALIZAÇÃO | LEGENDA   | INFORMAÇÕES  |
|-------------|---|--|
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Quilometragem</li> <li>BR-135</li> <li>Rodovias estaduais</li> <li>Alternativa C</li> <li>Área Diretamente Afetada (ADA)</li> <li>Área de Preservação Permanente</li> </ul> <p><b>Hidrografia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Permanente</li> <li>- - - Intermitente</li> <li>Massa d'água</li> </ul> | <p><b>HIDROGRAFIA</b><br/><b>ÁREA DIRETAMENTE AFETADA</b></p> <p></p> <p><b>PROJETO</b><br/>EIA/RIMA - BR-135/BA</p> <p><b>FONTE DE DADOS</b><br/>ADA e Área de Preservação Permanente - ITTI, 2018;<br/>Hidrografia - BDGEX, 2014;<br/>Rodovias e Quilometragem - DNIT, 2015;<br/>Limites estaduais e Capitais - IBGE, 2015;<br/>BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> |
|             |   | <p><b>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</b></p> <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>Meridiano Central: 45° W</p>   |

Fonte: UFPR/ITTI (2019).

216

#### 6.1.6.1.4 Áreas Hidrologicamente Sensíveis

O conceito de área hidrologicamente sensível (AHS) surgiu da evolução do conhecimento sobre áreas variáveis de afluência (AVA). Assim, as AHSs podem ser interpretadas como determinadas áreas da bacia hidrográfica que apresentam maior probabilidade de geração de escoamento superficial por saturação (WALTER *et al.*, 2000). Gorsevski *et al.* (2008) afirma que as AHS surgem como importantes áreas para o controle e amortecimento do *input* de sedimentos e poluentes em direção aos corpos hídricos.

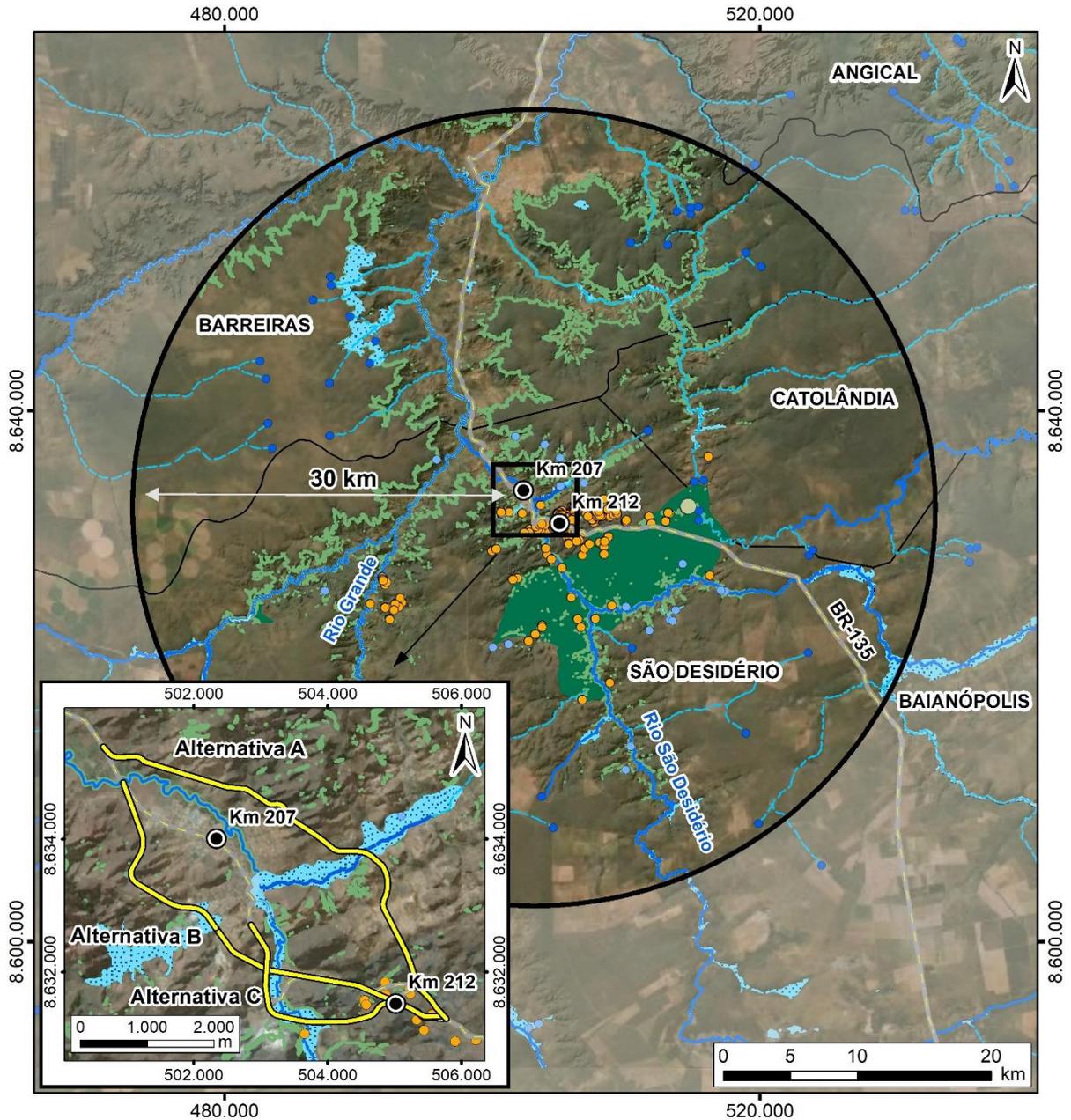
O empreendimento pertence ao domínio de aquífero aflorante da formação Barreiras. A formação Barreiras é composta por solos calcáreos de característica Cárstica, notadamente dos grupos Urucuia (formações granulares) e Bambuí (formações cársticas). A importância dessas unidades se dá pelo alto potencial de produtividade dos aquíferos, além da existência de cavidades e cavernas na região. A distribuição hidrogeológica da região cárstica é marcada pela existência de cavidades e cavernas formadas pela ação química das águas subterrâneas.

Essas unidades constituem balanços hídricos marcados pela existência de áreas de recarga conectadas a cursos superficiais e fluxos sub-superficiais com a presença de sumidouros e rios subterrâneos. São sensíveis à mudanças químicas, sendo fundamental a conservação das mesmas em termos de patrimônio geológico.

Além disso, a manutenção do equilíbrio químico das águas subterrâneas é de interesse do ponto de vista do aproveitamento dos recursos hídricos tanto por seres humanos quanto por outros organismos, bem como é do interesse da manutenção das condições ambientais.

Portanto, dada a importância hidrológica dos fluxos subterrâneos, considerou-se como áreas hidrologicamente sensíveis as áreas úmidas e alagáveis, as nascentes, sumidouros, as cavidades e as cavernas presentes na região. Assim, a FIGURA 6.114 mostra as áreas hidrologicamente sensíveis dentro da área de estudo.

FIGURA 6.114 – ÁREAS HIDROLOGICAMENTE SENSÍVEIS



| LOCALIZAÇÃO | LEGENDA  | INFORMAÇÕES   |
|-------------|--|---|
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cavidades</li> <li>Quilometragem</li> <li>Alternativas locais</li> <li>APP</li> <li>Área de estudo - Meio Físico</li> <li>Unidades de Conservação                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Municipal</li> <li>Estadual</li> </ul> </li> </ul> | <p><b>ÁREAS HIDROLOGICAMENTE SENSÍVEIS</b></p> <p><b>PROJETO</b><br/>EIA/RIMA - BR-135/BA</p> <p><b>FONTE DE DADOS</b><br/>Área de Estudo (Físico), Alternativas locais e APP - ITTI, 2018; Áreas de várzea - BDGEX, 2014, ITTI, 2019; Cavidades - CANIE, 2018, ITTI, 2019, Ambiental Consultoria, 2012, SBE, 2019; Unidades de Conservação - MMA, 2018; Hidrografia, Olhos d'Água e nascentes - BDGEX, 2014; Rodovias e Quilometragem - DNIT, 2015; Limites municipais, estaduais e Capitais - IBGE, 2015; BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> <p><b>ESCALA</b><br/>1:500.000   1 cm = 5 km</p> |
|             | <p><b>Hidrografia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nascente</li> <li>Olho d'água</li> <li>Permanente</li> <li>Intermitente</li> <li>Massa d'água</li> <li>Áreas de várzea</li> </ul>   |   |
|             | <p><b>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</b></p> <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>Meridiano Central: 45° W</p>   |   |

Fonte: UFPR/ITTI (2019).

Foram identificadas 21 áreas úmidas e alagáveis por meio de SIG, que podem apresentar solo saturado, e 57 afloramentos de água dentro da AE (olhos d'água e nascentes). As áreas úmidas e alagáveis, embora representadas por pontos e áreas, referem-se a áreas ou isoladas ou contínuas entre si, geralmente contíguas à corpos hídricos e nascentes, mas que apresentam efetivo acúmulo de água apenas no período chuvoso.

Devido ao regime hídrico concentrado nos meses de novembro a março, a maioria das áreas alagáveis e das nascentes também têm regime intermitente, estando secas no período de estiagem.

Esse regime é atualmente resultado também do elevado nível de alteração antrópica e de uso e ocupação do solo, nas quais as áreas úmidas ou próximas das nascentes são agricultadas ou utilizadas na formação de açudes para piscicultura ou dessentação de animais. Essas alterações são mais comuns na porção centro norte da AE, especialmente ao longo do BR-135, entre as zonas urbanas de São Desidério e Barreiras, devido à proximidade com o Rio Grande e pela acessibilidade à irrigação proveniente do Canal das Águas.

Quanto aos sumidouros e ressurgência de rios subterrâneos, destaca-se aquelas relacionadas ao sistema cárstico João Rodrigues e à APA do Parque Municipal Lagoa Azul.

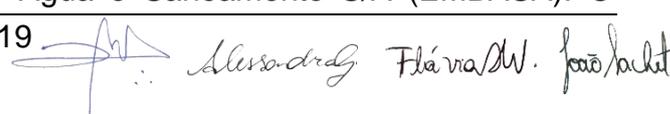
Quanto às cavidades, com base no CANIE (2018), na área de estudo há 215 cavidades, sendo que há maior densidade nos afloramentos de metacalcário nas imediações do km 212.

#### 6.1.6.1.5 Mananciais de abastecimento público e usos múltiplos da água

Os serviços de abastecimento público abordados nesta seção dizem respeito as cidades de (i) São Desidério, (ii) Barreiras, (iii) Catolândia e (iv) Angical, as quais estão inseridas na AE.

Os dados aqui reportados foram obtidos dos planos de saneamento das respectivas cidades, quando existentes, e de estudos e metadados de entidades públicas.

Segundo o Plano Municipal de Saneamento de São Desidério (GERENTEC ENGENHARIA, 2015), a operação dos serviços de abastecimento de água está sob responsabilidade da Empresa Baiana de Água e Saneamento S/A (EMBASA). O

Alexsandro Flávia/W. João/André

abastecimento público, denominado Sistema Local de Abastecimento (SLA) conta com duas captações superficiais flutuantes nos rios Grande e São Desidério (FIGURA 6.115 e FIGURA 6.116), de cerca de 90m<sup>3</sup>/h.

FIGURA 6.115 – CAPTAÇÃO E BOMBEAMENTO DE ÁGUA BRUTA DO RIO GRANDE (LAT.: 8.637.415 M S / LONG.: 497.825 M; FUSO 23L)



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

FIGURA 6.116 – CAPTAÇÃO E ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA (EEAB) DO RIO SÃO DESIDÉRIO (LAT.: 8.632.931 M S / LONG.: 502.959 M; FUSO 23L)



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

A água é encaminhada por adutora e bombas de requalque para tratamento convencional nas Estações de Tratamento de Água (ETA) São Desidério e Angico (FIGURA 6.117).

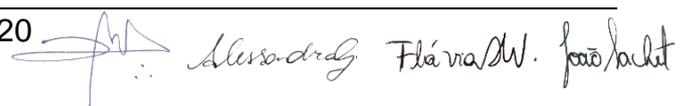
 Alexandre Flávia/W. João/Juliet

FIGURA 6.117 – ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA (EEAT). A - BOOSTER MATANÇA (LAT.: 8.632.690 M S / LONG.: 502.845 M; FUSO 23L); B – BOOSTER TANGARÁ (LAT.: 8.633.545 M S / LONG.: 501.962 M; FUSO 23L)



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

A ETA São Desidério (FIGURA 6.118) atende a sede municipal e os povoados Ponte do Val e Roçado Velho e a ETA Angico atende a localidade Angico. O sistema atende 10.477 residentes, cerca de um terço da população de São Desidério, com capacidade nominal de tratamento e distribuição de 20L/s (GERENTEC ENGENHARIA, 2015).

O abastecimento de água no distrito de Sítio Grande e comunidade Morrão são realizadas também com captação no Rio Grande, cuja água é reservada em cota superior e distribuída por gravidade. Já o distrito de Manoel Lopes é abastecido por captação em nascente e posterior reservação.

FIGURA 6.118 – ETA SÃO DESIDÉRIO (LAT.: 8.632.637 M S / LONG.: 503.021 M; FUSO 23L)



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

O abastecimento da população do município não atendida pelo SLA é realizado majoritariamente por poços tubulares profundos (31 poços), todos administrados pela Prefeitura de São Desidério, e também por captação superficial

Alexandre Flávia W. Faria/Juliet

direta. O sistema de captação subterrânea também abastece o bairro Ponte Velha, na sede do Município, o distrito de Roda Velha e algumas comunidades rurais, conforme concatenado no QUADRO 6.8.

QUADRO 6.8 - POVOADOS E FORMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

| Localidade                  | Gestão               | Manancial         | Qualidade | Tratamento                       | Ligações/<br>Economias | Reservação<br>(m³)                    |
|-----------------------------|----------------------|-------------------|-----------|----------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| Sede, Ponte do Val e Roçado | EMBASA               | Rio Grande        | Boa       | Convencional (ETA São Desidério) | 2618 ligações          | RAP 200 m³<br>REN 100 m³<br>RAP 20 m³ |
| Angico                      | EMBASA               | Rio Grande        | Boa       | Filtro clarificador de contato   | 97 economias           | RAP localizado na ETA                 |
| Povoado Ribeirão            | Prefeitura Municipal | Rio Grande        | S.I.      | Sem tratamento                   | N.I.                   | N.I.                                  |
| Distrito de Sítio Grande    | Prefeitura Municipal | Rio Grande        | S.I.      | Sem tratamento                   | N.I.                   | 2 caixas d'água<br>20 m³ cada         |
| Roda Velha de Baixo         | Prefeitura Municipal | 1 Poço Tubular    | S.I.      | Sem tratamento                   | N.I.                   | 2 caixas d'água<br>20 m³ cada         |
| Roda Velha do Meio          | Prefeitura Municipal | 1 Poço Tubular    | S.I.      | Sem tratamento                   | N.I.                   | 2 caixas d'água<br>20 m³ cada         |
| Roda Velha de Cima          | Particular           | 3 Poços tubulares | S.I.      | Sem tratamento                   | N.I.                   | N.I.                                  |
| Comunidades Rurais          | Prefeitura Municipal | 31 poços          | S.I.      | S.I.                             | S.I.                   | S.I.                                  |

Legenda: RAP – Reservatório apoiado; REN – Reservatório enterrado; N.I. – Não Informado; S.I. – Sem informação.

Fonte: GERENTEC ENGENHARIA (2015).

No Plano Municipal de Saneamento Básico de São Desidério (GERENTEC ENGENHARIA, 2015) cita que há 185 poços catalogados no município, dos quais apenas 37 apresentam nível estático, nível dinâmico e vazão de estabilidade.

Para o abastecimento da sede de São Desidério estão catalogados 31 poços que abastecem 1.562 domicílios, com 1.558 ligações ativas. Considerando a população urbana e rural, são atendidos 1841 domicílio. Todos os poços estão inseridos na sub-bacia Otto 4 de São Desidério, com captação por bombas elétricas.

A TABELA 6.34 apresenta a distribuição da forma de atendimento dos domicílios na sede do município.

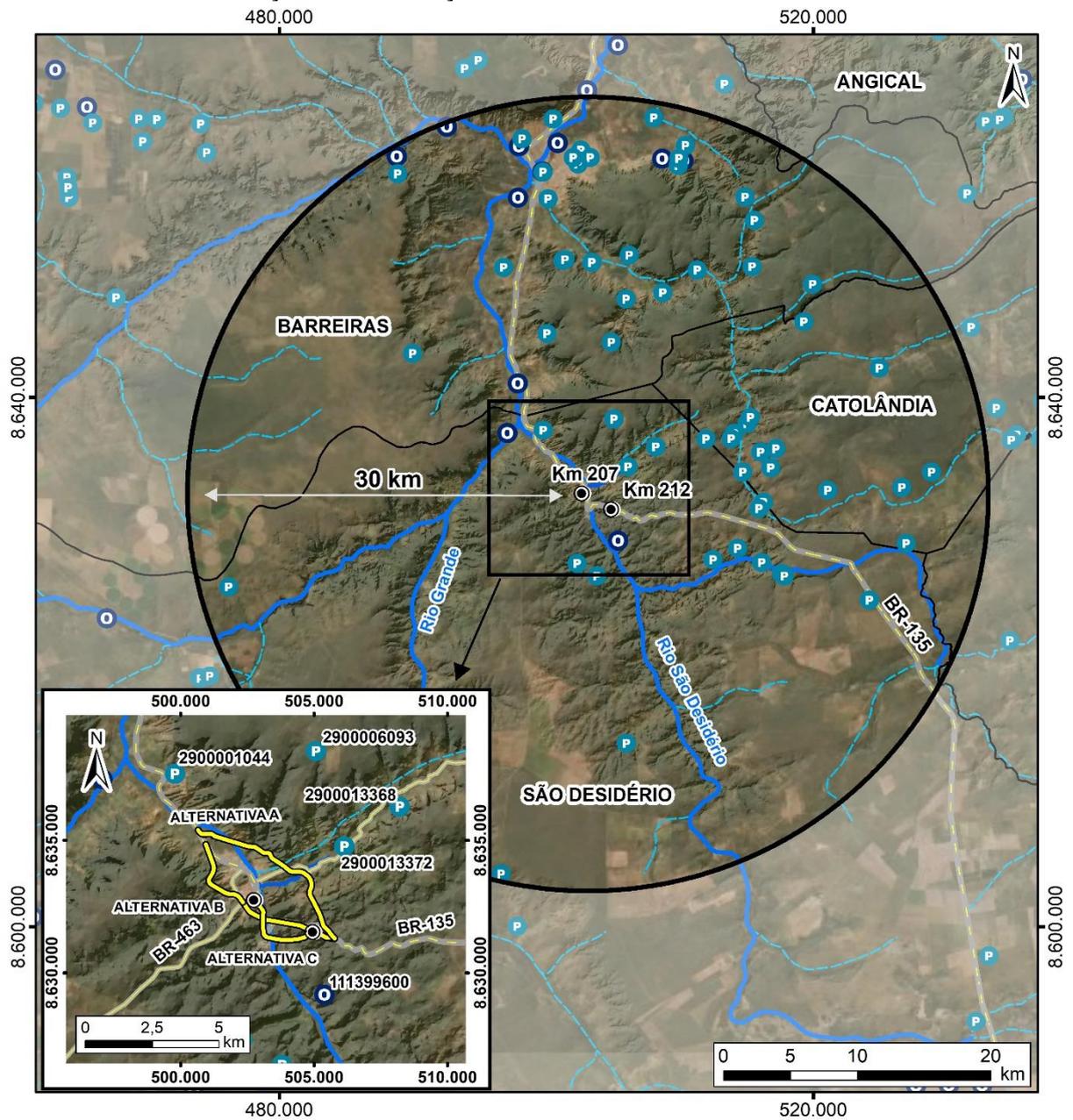
TABELA 6.34 - DOMICÍLIOS POR TIPO DE ABASTECIMENTO NA SEDE DO MUNICÍPIO

| Tipo de Abastecimento                | São Desidério |        |       |
|--------------------------------------|---------------|--------|-------|
|                                      | Total         | Urbana | Rural |
| Rede Geral                           | 3.906         | 2.035  | 1.871 |
| Poço ou nascente na propriedade      | 597           | 1      | 596   |
| Poço ou nascente fora da propriedade | 1.244         | -      | 1.244 |
| Carro-pipa ou água da chuva          | 14            | -      | 14    |
| Rio, açude, lago ou igarapé          | 1.215         | 190    | 1.025 |
| Outra                                | 57            | 21     | 36    |
| Total                                | 7.033         | 2.247  | 4.786 |

Fonte: IBGE (2010) *apud* Plano Municipal de Saneamento Básico de São Desidério (2015).

Em consulta aos bancos de dados do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) (CPRM, 2019), do Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos (INEMA, 2019) e da Agência Nacional de Águas (ANA, 2017), verificou-se que na AE há 58 poços cadastrados no CPRM (FIGURA 6.119). A distribuição desses poços está concentrada no quadrante nordeste da AE, sobretudo nos vales e depressões da formação Serra da Mamona, à margem direita dos rios São Desidério e Grande.

FIGURA 6.119 – POÇOS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA E OUTORGAS DE USOS MÚLTIPLOS



| LOCALIZAÇÃO | LEGENDA  | INFORMAÇÕES  |
|-------------|--|--|
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Quilometragem</li> <li>— BR-135</li> <li>— Rodovias estaduais</li> <li>— Alternativas locais</li> <li>□ Limites municipais</li> <li>▭ Área de Estudo - Meio Físico</li> </ul> <p><b>Hidrografia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>--- Intermitente</li> <li>— Permanente</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>P Poços</li> <li>O Outorgas de Recursos Hídricos</li> </ul> | <p><b>RECURSOS HÍDRICOS</b></p> <p></p> <p><b>PROJETO</b><br/>EIA/RIMA - BR-135/BA</p> <p><b>FONTE DE DADOS</b><br/>Área de Estudo (Físico) e Alternativas locais - ITTI, 2018;<br/>Poços - CPRM, 2015; Hidrografia - ANA, 2010;<br/>Outorgas de Recursos Hídricos - INEMA, 2014;<br/>Rodovias e Quilometragem - DNIT, 2015;<br/>Limites municipais, estaduais e Capitais - IBGE, 2015;<br/>BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA e NGDC.</p> |
|             |  | <p><b>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</b></p> <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>Meridiano Central: 45° W</p>   |

Fonte: UFPR/ITTI (2019).

Com base nos dados disponibilizados no SIAGAS (CPRM, 2019), no modelo digital do terreno da AE e nos afloramentos hídricos foi efetuada a interpolação do nível estático dos poços para obtenção de linhas teóricas da profundidade do nível freático (FIGURA 6.120).

As maiores profundidades do lençol freático (entre -20,0 m e -50,0 m) estão situadas nas Formações da Serra da Mamona, sobretudo nas chapadas à oeste da área urbana de São Desidério e a leste da área urbana de Barreiras. As porções mais rasas encontram-se ao longo dos rios Grande e São Desidério.

Destaca-se também que os poços constantes no banco de dados e mais próximos das alternativas locais estão apresentados no QUADRO 6.9. A maioria dos poços são de natureza tubular e profundos, com níveis estáticos que variaram até 30 m de profundidade e vazão de estabilização de até cerca de 26 m<sup>3</sup>/h.

QUADRO 6.9 – POÇOS EXISTENTES NA AE

| Código do poço | Localidade            | Natureza | Nível estático (m) | Nível dinâmico (m) | Vazão Estabilização (m <sup>3</sup> /h) |
|----------------|-----------------------|----------|--------------------|--------------------|---|
| 2900001044     | Agroviola do Angico I | Tubular  | 8,41               | 59                 | 11,31                                   |
| 2900006093     | Tatu I                | Tubular  | 8,6                | 15,33              | 26,38                                   |
| 2900013368     | Riacho Grande         | Ponteira | 13,59              | 15,31              | 20,8                                    |
| 2900013372     | Baixo S. Matias       | Tubular  | 7,19               | 62,44              | 1,83                                    |
| 2900013375     | Ponte de Terra        | Tubular  | 3,6                | 92,4               | 0,6                                     |
| 2900013377     | Central               | Tubular  | 27,7               | 32,05              | 9,3                                     |

Fonte: CPRM (2019).

Com base nos recursos hídricos também foram marcadas 37 possíveis afloramentos existentes na área de estudo, também chamadas de prováveis nascentes ou olhos d'água, embora a maioria tenha expressão apenas na época de chuvas. Além dessas, há 20 nascentes, cuja localização foi fornecida prefeitura Municipal de São Desidério, por meio do Programa Municipal de Recuperação de Nascentes (FIGURA 6.120).

Do total, 10 nascentes estão localizadas em locais aonde são encontrados cambissolos háplicos, associando a nível raso do lençol freático (entre -5,0 m e -10,0 m de profundidade) à quebra de terreno e transição de regiões sedimentares para chapadas e oito estão localizadas nas imediações do Rio Porto Alegre.

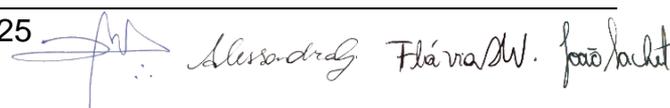
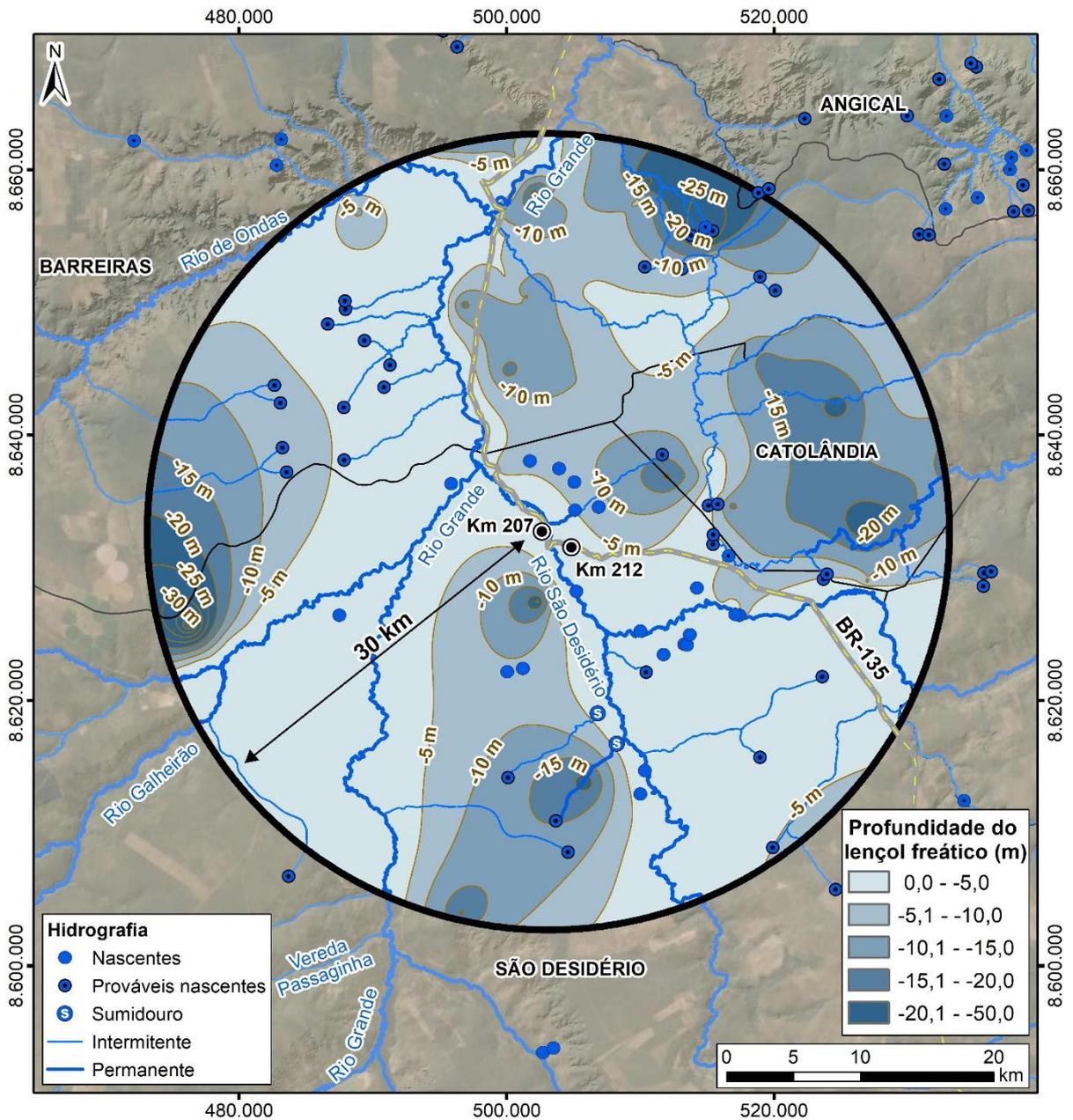


 Alexandre Flávia W. João/André

FIGURA 6.120 – NÍVEL ESTÁTICO DO LENÇOL FREÁTICO



| LOCALIZAÇÃO  | LEGENDA  | INFORMAÇÕES  |
|--|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Quilometragem</li> <li>— Curvas de profundidade do lençol freático</li> <li>— BR-135</li> <li>▭ Área de Estudo - Meio Físico</li> <li>▭ Limites municipais</li> </ul> | <p><b>PROFUNDIDADE DO LENÇOL FREÁTICO</b></p> <p><b>PROJETO</b><br/>EIA/RIMA - BR-135/BA</p> <p><b>FONTES DE DADOS</b><br/>Área de Estudo (Físico), Curvas Lençol Freático - ITTI, 2018;<br/>Profundidade do Lençol Freático - SIAGAS/CPRM, 2019;<br/>Hidrografia, Sumidouros, Prováveis nascentes - BDGEX, 2014<br/>Nascentes - Prefeitura de São Desidério, 2018;<br/>Rodovias, Quilometragem - DNIT, 2015;<br/>Limites municipais, estaduais e Capitais - IBGE, 2015<br/>BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> <p><b>ESCALA</b><br/>1:500.000   1 cm = 5.000 m</p> |
| <p><b>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</b></p> <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>Meridiano Central: 45° W</p> |  |  |

Fonte: UFPR/ITTI (2019).

*Handwritten signature and stamp*

*Handwritten signature: Alessandro Flávia W. Faria/act*

Em relação às outorgas de usos múltiplos emitidas pelo INEMA, há 11 outorgas para captações superficiais ou subterrâneas e 01 outorga de lançamento de efluente (QUADRO 6.10). Essa última se refere à Portaria INEMA nº 543/2009 para o lançamento de efluentes tratados da EMBASA no Rio Itapicuru, a jusante do centro urbano de Barreiras.

QUADRO 6.10 – OUTORGAS DE USOS MÚLTIPLOS

| Requerente                              | Portaria        | Uso                             | Vazão (m³/dia) | Vazão Efluente (m³/dia) | Tipo de captação |
|---|-----------------|---------------------------------|----------------|-------------------------|------------------|
| Almery Messias da Silveira              | 311             | Abastecimento Industrial        | 8              | 0                       | Subterrânea      |
| EMBASA                                  | 5560            | Não informado                   | 0              | 0                       | Não informado    |
| Jefferson Marcus Ruela                  | 71/11-DG        | Abastecimento Humano            | 1              | 0                       | Não informado    |
| Joar Evandro Motta                      | 708/11          | Abastecimento Humano, Irrigação | 4,86           | 0                       | Superficial      |
| Posto de Combustível Alto da Serra LTDA | DISP-0042       | Abastecimento Industrial        | 35,6           | 0                       | Subterrânea      |
| Posto JJ Garcia                         | 424/11          | Abastecimento Industrial        | 15,04          | 0                       | Superficial      |
| Real Expresso Ltda                      | 161/11 e 159/11 | Abastecimento Humano            | 3              | 0                       | Não informado    |
| EMBASA                                  | 021/96          | Abastecimento Humano            | 27.500         | 0                       | Superficial      |
| EMBASA                                  | 413/99          | Abastecimento Humano            | 288            | 0                       | Superficial      |
| EMBASA                                  | 412/99          | Abastecimento Humano            | 220            | 0                       | Superficial      |
| EMBASA                                  | 543/09          | Lançamento de Efluentes         | 1.066.485*     | 22.997                  | Superficial      |
| EMBASA                                  | 020/96          | Abastecimento Humano            | 1950           | 0                       | Superficial      |

\* EMBORA APARENTEMENTE INCOMPATÍVEL COM REALIDADE, O DADO FOI EXTRAÍDO DIRETAMENTE DA PORTARIA 543/09-DG.

Fonte: INEMA (2019).

Conforme o Plano Municipal de Saneamento de São Desidério (GERENTEC ENGENHARIA, 2015), a prefeitura de São Desidério não disponibiliza coleta e tratamento de esgoto sanitário no município, situação que perdura ainda em 2019. Portanto, o efluente doméstico não é tratado, sendo adotadas soluções individuais como o lançado diretamente nos corpos d'água, no solo (fossa séptica ou rudimentar) ou na rede de drenagem pluvial. Esses dados são ilustrados pelo censo do IBGE, 2010, apresentado na TABELA 6.35.

TABELA 6.35 – CARACTERÍSTICA DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO DOS DOMICÍLIOS DO MUNICÍPIO DE SÃO DESIDÉRIO

| Característica                         | Forma de esgotamento            | Número de domicílio |   |
|--|---------------------------------|---------------------|---|
| Banheiro de uso exclusivo do domicílio | Fossa rudimentar                | 4.609               |   |
|  | Fossa séptica                   | 376                 |   |
|  | Rede geral de esgoto ou pluvial | 212                 |   |
|  | Vala                            | 17                  |   |
|  | Outro                           | 19                  |   |
| Total                                  |                                 | 5.233               |   |
| Sanitários de uso não exclusivo        | Fossa rudimentar                | 172                 |   |
|  | Fossa séptica                   | 5                   |   |
|  | Rede geral de esgoto ou pluvial | 3                   |   |
|  | Vala                            | 82                  |   |
|  | Outro                           | 44                  |   |
| Total                                  |                                 | 306                 |   |
| Sem banheiro / sanitário               | -                               | 1.494               | - |

Fonte: IBGE (2010) *apud* Gerentec Engenharia (2015).

Embora a abrangência do saneamento básico no município de São Desidério seja pequena a inexistente, com excessão de Barreiras, esse cenário não difere dos demais município vizinhos que compõem a RDS 11 (Angical, Baianópolis, Barreiras, Butirama, Catolândia, Cotegipe, Cristópolis, Formoso do Rio Preto, Luis Eduardo Magalhães, Mansidão, Riachão das Neves, Santa Rita de Cássia, São Desidério e Wanderley) (BAHIA, 2010).

#### 6.1.6.1.6 Caracterização Hidrogeológica

Em relação as águas em subsuperfície, a área de estudo está inserida na está inserida na Província Hidrogeológica São Francisco, mais especificamente na região de ocorrência de dois sistemas aquíferos, o Sistema Aquífero Urucuia e Sistema Cástrtico-Fissural do Grupo Bambuí, aos quais são correlacionados a distribuição de unidades geológicas interdependentes hidráulica e/ou fisicamente (FIGURA 6.121).

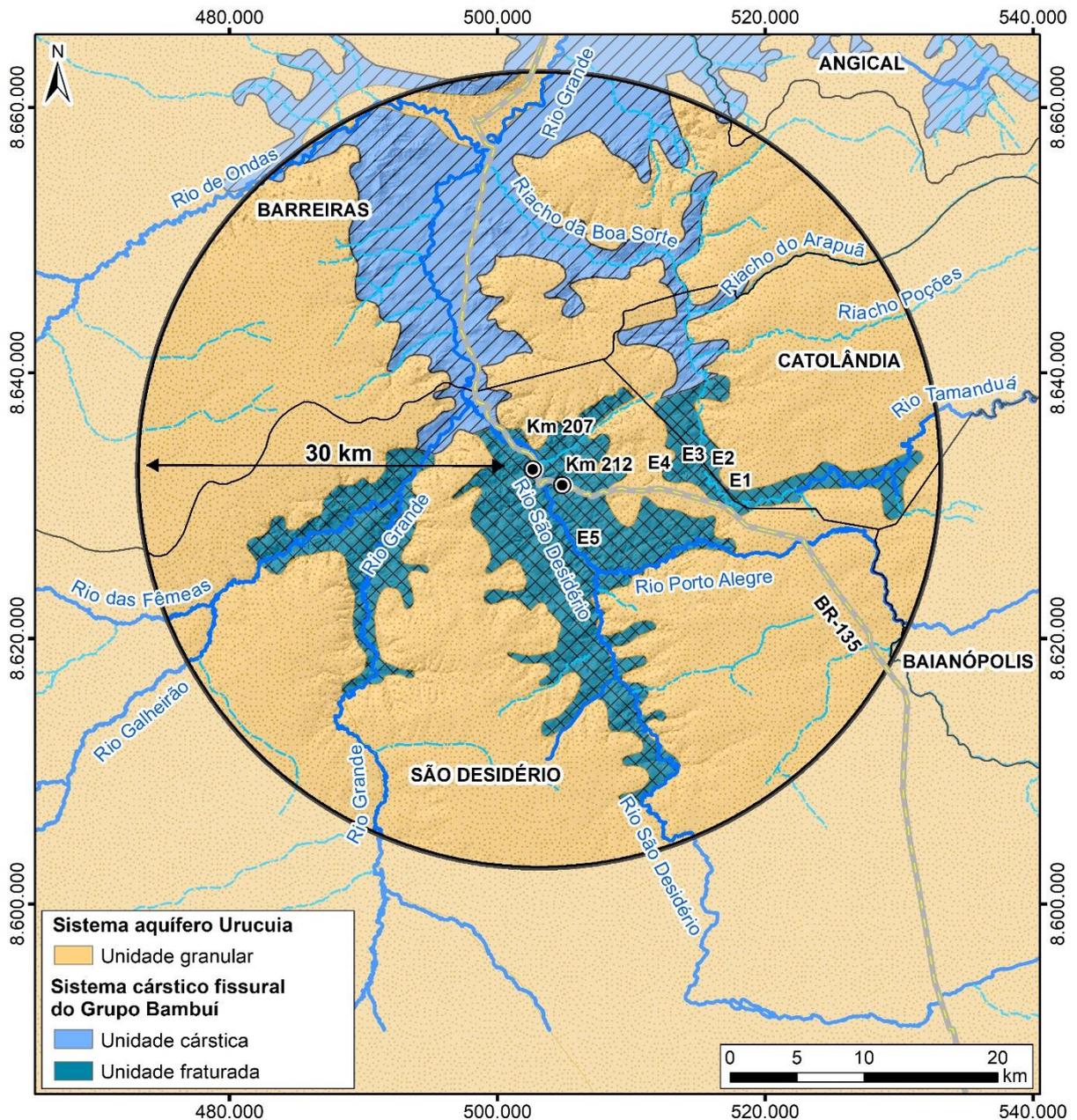
O Sistema Aquífero Urucuia (SAU), corresponde ao aquífero livre do tipo intergranular constituído pelos arenitos do Grupo Urucuia. Como descrito no item de geologia, essa unidade é caracterizada por espessas camadas de quartzo arenitos, além de níveis de pelitos e arenitos silicificados responsáveis por pequenas variações no tipo de aquífero, localmente suspenso ou confinado. Em relação as dimensões e características hidrodinâmicas, Gaspar (2006) elenca:

- Espessura total variando de 100 a 600 m;
- Espessura saturada na ordem de 80 a 460 m;
- Porosidade eficaz média de 15%;
- Condutividade hidráulica média de  $1,3 \cdot 10^{-6}$  m/s nas porções livres e  $2,8 \cdot 10^{-5}$  m/s sob confinamento;
- Transmissividade média de  $4,0 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s nas porções livres e  $1,17 \cdot 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s sob confinamento;
- Área de abrangência de 86.000 km<sup>2</sup>;
- Área efetiva de 76.000 km<sup>2</sup>;
- Quando fora da área efetiva desempenha função filtro e contribui na recarga dos demais sistemas aquíferos.

A recarga do aquífero se dá a partir da infiltração de água meteórica nas áreas de chapada caracterizadas pelo relevo plano e elevado com desenvolvimento de latossolos. A rota dos fluxos a partir da recarga está em parte condicionada pelo contato e acamamento das rochas carbonáticas subjacentes e pelos fraturamentos que criam zonas de maior permeabilidade, favorecendo o escoamento (HIDROVIA, 2012).

Em relação ao uso do aquífero, a exploração é predominantemente realizada por poços para irrigação e abastecimento doméstico. Além de, naturalmente, a água do aquífero regular a vazão dos afluentes da margem esquerda do médio São Francisco (GASPAR; CAMPOS, 2007).

FIGURA 6.121 – MAPA DA DISTRIBUIÇÃO DOS SISTEMAS AQUÍFEROS NA ÁREA DE ESTUDO



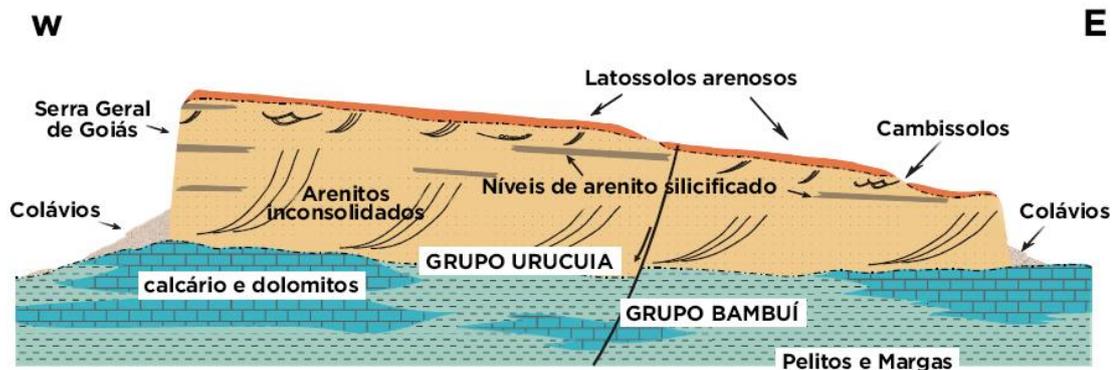
| LOCALIZAÇÃO  | LEGENDA   | INFORMAÇÕES  |
|--|---|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Quilometragem</li> <li>— BR-135</li> <li>◻ Área de Estudo - Meio Físico</li> <li>◻ Limites municipais</li> <li><b>Hidrografia</b></li> <li>— Permanente</li> <li>- - - Intermitente</li> </ul> | <p><b>SISTEMAS AQUÍFEROS</b></p> <p><b>PROJETO</b><br/>EIA/RIMA - BR-135/BA</p> <p><b>FONTE DE DADOS</b><br/>Área de Estudo (Físico) - ITTI, 2018;<br/>Sistemas aquíferos (Hidrogeologia) - IBGE, 2018;<br/>Rodovias, Quilometragem - DNIT, 2015;<br/>Limites municipais, estaduais e Capitais - IBGE, 2015<br/>BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> <p><b>ESCALA</b><br/>1:500.000   1 cm = 5.000 m</p> |
| <p><b>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</b></p> <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>Meridiano Central: 45° W</p> |   |  |

Fonte: ITTI/UFPR (2019).

De acordo com Hidrovia (2012), a dinâmica local dos rios é influenciada pela descarga provenientes dos chapadões de arenitos, como exemplificado no ponto de vista hidrodinâmico no Rio São Desidério, onde verifica-se que as chuvas resultam numa modesta elevação da lâmina d'água.

O SAU na área de estudo, de acordo com Gaspar (2006), não compreende uma área efetiva do sistema aquífero, mas desempenha a função reguladora das drenagens superficiais e de filtro. Encontra-se sobreposto as rochas carbonáticas e pelíticas do Grupo Bambuí que compreendem o Sistema Cárstico-Fissural do Grupo Bambuí (FIGURA 6.122).

FIGURA 6.122 – PERFIL ESQUEMÁTICO DA GEOLOGIA E DISPOSIÇÕES DOS SISTEMAS AQUÍFEROS



Fonte: Adaptado de Gaspar (2006).

O Sistema Cárstico-Fissural do Grupo Bambuí é um aquífero livre, anisotrópico e heterogêneo, devido a quantidade variável de intercalações pelíticas. Nas regiões de maior porosidade estão relacionadas as: ocorrências dos litotipos carbonáticos, que propiciam zonas de dissolução caracterizando a porção cárstica do sistema; e regiões de intenso fraturamento predominantemente nos litotipos siliciclásticos, caracterizando a porção fissural (ANDRADE *et al.*, 1990).

Para Andrade *et al.* (1990) a recarga se dá nas áreas de incidência direta da chuva sobre as rochas do Grupo Bambuí, além da contribuição direta de águas provenientes do SAU. O fluxo subterrâneo na unidade é condizente aos das drenagens superficiais condicionadas pela estruturação, sendo medido pelos autores vazões de 5 a 10 m<sup>3</sup>/h, com resíduo total de 300 a 600 mg/l e durezas de até 300 mg/l.

As características físicas e parâmetros hidráulicos são bastante variáveis devido a heterogeneidade desse sistema aquífero, assim como apresentado por

Costa *et al.* (2010), com a caracterização predominante de vazões menores de 20 m<sup>3</sup>/h, mas alcançando até 300 m<sup>3</sup>/h em zonas mais carstificadas, de recarga direta devido a exposição das rochas ou em zonas de elevado fraturamento. Segundo os autores as águas subterrâneas são predominantemente bicarbonatadas cálcicas e bicarbonatadas-cloretadas cálcicas, refletindo a composição dos solos e rochas.

As principais características descritas por Silva (1984) para o sistema aquífero na região norte de Minas Gerais, são:

- Águas subterrâneas alcalinas, incrustantes e com pH em média de 8,2;
- Transmissividade entre 30 a 50.10<sup>-5</sup> m<sup>2</sup>/s;
- Condutividade elétrica média em 728 µS/cm.

Durante a instalação e operação da rodovia não haverá necessidade perfuração de poços, ou seja, não haverá qualquer tipo de influência no nível freático apresentado anteriormente (FIGURA 6.119 e FIGURA 6.120), o qual tem seu nível estático em até 30 m de profundidade e vazão reportada nos poços de até 26 m<sup>3</sup>/h.

#### 6.1.6.2 Qualidade da Água

A implementação do enquadramento dos corpos d'águas em classes, importante instrumento de gerenciamento de recursos hídricos da Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997, demanda um conhecimento da qualidade da água a serem geridas e das influências ambientais e antrópicas capazes de alterá-la. Especificamente no Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente, por meio da resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005), estabeleceu condições de qualidade para o enquadramento dos corpos hídricos em território nacional, de acordo com os seus usos preponderantes, e para o lançamento de efluentes (alterado pela Resolução CONAMA nº 430/2011).

Deve-se ressaltar que levantamentos dos padrões de qualidades dos corpos d'água são escassos em escalas maiores de tempo e espaço, em função ainda dos custos das análises laboratoriais, o que permitiria uma visão menos pontual da situação desses corpos hídricos após o início da vigência da resolução CONAMA nº 357/2005. Com o intuito de suprir a carência de informações mais representativas da dinâmica da qualidade da água, foram realizadas coletas em sete pontos ao longo da bacia do Rio São Desidério, localizado no estado da Bahia, permitindo analisar a



heterogeneidade espacial e temporal (quando se consistir um banco de dados mais extenso) dos conflitos que ocorrem entre os resultados do monitoramento de sistemas aquáticos e os seus respectivos enquadramentos.

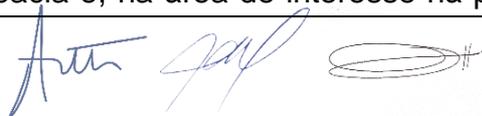
O caráter espacial da análise, por sua vez, foi atendido por meio do estudo de localização das nascentes (surgências e sumidouros) e seu fluxo até o curso d'água onde esse afluente se encontra com o Rio São Desidério, bem como, pontos a montante e a jusante desse local. Dessa forma, foi possível fazer inferências acerca dos impactos originados por áreas agrícolas e urbanas sobre a qualidade da água, bem como no potencial risco que a intervenção pode provocar sobre a qualidade da água em comparação a regiões mais preservadas, com remanescentes florestais.

Observa-se ainda que em quaisquer estudos dessa natureza ambiental, é de fundamental importância abordar as escalas espaciais e temporal. Ao se analisar a localização dos pontos de coleta em função da sua posição no terreno, a heterogeneidade da qualidade da água pode ser influenciada por dois fatores principais: contribuição natural da bacia hidrográfica (características geológicas e pedológicas do local) e magnitude dos impactos decorrentes da intervenção humana (consumo de água, construção de barragens, lançamento de efluentes domésticos e industriais, escoamento superficial direto das áreas agrícolas e urbanas).

Considerando os efeitos temporais, esses podem indicar oscilações na qualidade da água em virtude de ações positivas de manejo na bacia ou, por outro lado, efeitos nocivos da intensificação de formas de uso e ocupação do solo que comprometem os ambientes aquáticos.

A Bacia do Rio São Francisco é subdividida em quatro partes: região do Alto São Francisco, Médio, Submédio e Baixo. Onde, a Área de Estudo corresponde à região do Médio São Francisco (SFM), entre as cidades de São Desidério, Catolândia e Barreiras. Na mesma, há a predominância de estabelecimentos agropecuários, representando cerca de 57% de toda sua área. Enquanto isso, quando se trata apenas da região de interesse, a maior parte também corresponde a estabelecimentos agropecuários (57,6%), seguido de áreas de pastagens e matas/florestas, com 17,8% e 11,7%, respectivamente.

Ao longo de toda a extensão do Rio São Francisco, os solos apresentam alto risco de sanilização, sendo a agricultura uma das principais causadoras para este problema. Ainda, ocorrem processos erosivos por praticamente toda a superfície da bacia e, na área de interesse há processos de desertificação e área de subsidência



cárstica. Além disso, ocorrem processos de eutrofização e contaminação por tóxicos das águas superficiais e vulnerabilidade à poluição das águas subterrâneas na região do Médio.

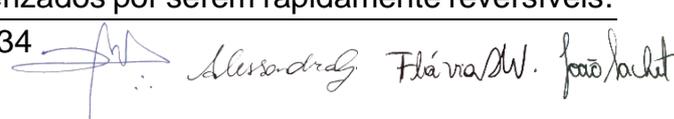
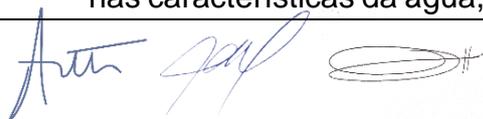
Quanto aos aspectos demográficos, a população residente na região do Médio é predominantemente urbana, representando 60,4% do total. Porém em questão de áreas, a área urbana representa apenas 0,7% do total, sendo então, maioritariamente formada pela zona rural. A situação se repete quando analisada a Bacia como um todo.

Quanto às demandas hídricas da Bacia São Francisco, essa possui usos múltiplos, sendo os principais: uso industrial, irrigação, geração de energia, atividade minerária, pesca, preservação ambiental, navegação e transposições de bacia. Na área de interesse (SFM), a irrigação apresenta forte demanda hídrica, assim como, a atividade minerária. Vale ressaltar que, em toda a bacia a irrigação é o uso predominante, sendo que corresponde a 91% da área na região do Médio.

Analisando as vazões de retirada dos diferentes usos consuntivos da bacia como um todo, percebe-se que a irrigação é predominante, seguido do abastecimento urbano, abastecimento industrial, criação animal e abastecimento rural. Todos exceto o abastecimento rural e criação animal, possuem maior vazão de retirada superficialmente.

No EIA-RIMA da Ferrovia de Integração Oeste Leste (FIOL), VALEC, Ministério dos Transportes e Instituto OIKOS (2009) coletaram e analisaram 114 amostras de água ao longo do traçado da ferrovia. Embora nenhum dos pontos esteja inserido na AE do meio físico deste estudo, há três pontos próximos do limite sudoeste, os quais são resumidos a seguir:

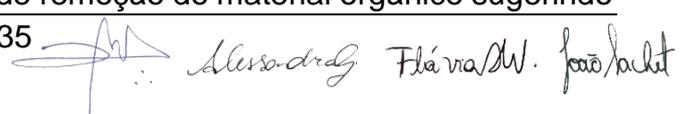
- Ponto de coleta 70 – Rio Galheirão (Lat.: 12°53'11,9" / Long.: 45°48'26,4"): rio com água corrente cristalina, com cerca de 20 m de largura e 0,7 m de profundidade. Corre sobre leito arenoso, com muitos seixos e alguns blocos esparsos. O entorno imediato é ocupado por fragmentos de cerrado bem preservados, áreas de plantação de soja a cerca de 800 m de distância. Não há mata ripária com porte de bosque, mas sim áreas pantanosas dominadas por buritis e buritiranas. Não há sinais de erosão e/ou assoreamento. Possíveis fontes poluidoras compreendem os defensivos aero aspergidos. Durante a fase de instalação da ferrovia, a alteração da turbidez deve se o principal impacto nas características da água, caracterizados por serem rapidamente reversíveis.

Alexandre Flávia W. Faria/André

Parâmetros analisados: pH: 6,5; temperatura: 25,2°C; condutividade: 0,0  $\mu$ S/cm; OD: 7,3 mg/L; SDT: 1,8 mg/L; SST: 2,0 mg/L; ST: 3,8 mg/L; turbidez: 3,0 UNT; Clorofila a: 6,8  $\mu$ g/L; coliformes termotolerantes: 0 NMP/100mL; coliformes totais: 80 NMP/100mL; óleos e graxas: ausentes; DBO<sub>5,20</sub>: 2,4 mg/L e DQO: 26,7 mg/L.

- Ponto de coleta 71 – Rio Galheirão (Lat.: 12°49'01,2" / Long.: 45°17'36,9"): água corrente cristalina, em tom avermelhado, com cerca de 10 m de largura e 1,5 m de profundidade. Mata ripária relativamente bem preservada e entorno com fragmentos de cerrado e extensas áreas de plantação de soja, milho, sorgo e feijão. No local há captação para irrigação de extensas áreas de plantação da Fazenda Decisão. Parâmetros analisados: pH: 6,5; temperatura: 25,2°C; condutividade: 0,0  $\mu$ S/cm; OD: 7,5 mg/L; SDT: 2,8 mg/L; SST: 0,8 mg/L; ST: 3,6 mg/L; turbidez: 10,0 UNT; Clorofila a: 9,6  $\mu$ g/L; coliformes termotolerantes: 0 NMP/100mL; coliformes totais: 687 NMP/100mL; óleos e graxas: ausentes; DBO<sub>5,20</sub>: 0,8 mg/L e DQO: 32,0 mg/L.
- Ponto de coleta 72 – Afluente do Rio Grande (Lat.: 12°30'03,4" / Long.: 45°12'50,9"): rio com cerca de 10 m de largura e 1 m de profundidade. Mata ripária preservada na maior parte da área. O entorno é dominado por fragmentos de cerrado bem preservados e algumas pequenas propriedades rurais dispersas. Parâmetros analisados: pH: 7,9; temperatura: 27,1°C; condutividade: 0,0  $\mu$ S/cm; OD: 7,0 mg/L; SDT: 3,0 mg/L; SST: 1,6 mg/L; ST: 4,6 mg/L; turbidez: 11,0 UNT; Clorofila a: 6,1  $\mu$ g/L; coliformes termotolerantes: 2 NMP/100mL; coliformes totais: 345 NMP/100mL; óleos e graxas: ausentes; DBO<sub>5,20</sub>: 2,5 mg/L e DQO: 5,3 mg/L.

Nos estudos de Santos (2013) sobre o impacto de esgotos urbanos sob a água superficial do Rio Grande, os parâmetros turbidez, pH, condutividade elétrica, temperatura, oxigênio dissolvido, amônio, nitrito, nitrato e fosfato encontram-se dentro dos limites máximos regidos pela resolução Conama nº 357/05, com exceção do DBO<sub>5</sub>, que apresentou uma carga orgânica 26 vezes superior ao valor máximo permissível. Para a autora, a baixa concentração de nitrato indica que a poluição nos trechos analisados do Rio Grande é recente, mediante o lançamento contínuo de esgotos domésticos. Já a variação de DBO<sub>5</sub> entre o primeiro e o último ponto analisado demonstrou uma pequena taxa de remoção do material orgânico sugerindo

Alexsandro Flávia/W. João/André

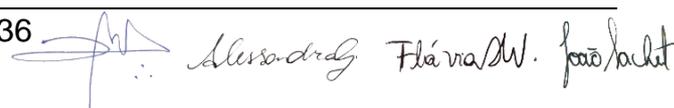
que oferta de nutrientes é superior à capacidade de remoção pela população microbiana presente. Contudo, de forma geral, o Rio Grande ainda possui excelente capacidade de autodepuração.

Santos (2017) observou a presença de macrófitas aquáticas bioindicadoras de eutrofização em trecho do Rio Grande, próximo ao cais da cidade de Barreiras/BA. Não se constatou a presença do processo de eutrofização, mas a presença da macrófita *Eichhornia spp.*, sugere a existência da poluição hídrica no trecho analisado. Para a autora, a degradação desse recurso hídrico pode ser associada à malha urbana, a fontes pontuais de poluição, como a agricultura, e a intensa retirada da mata ciliar, com vulnerabilidade a futuros assoreamentos.

Embora ligado à água subsuperficial, o estudo de Villar (2020) aponta que as águas do aquífero Urucuia são de excelente qualidade. As análises feitas para os metais pesados e para os agrotóxicos (organoclorados e organofosforados), não revelaram nenhuma anomalia (VILLAR, 2020). Os tipos hidroquímicos da sub-bacia do Rio das Fêmeas, na grande maioria, são classificadas como do tipo sulfatadas ou cloretadas sódicas e as da sub-bacia do Rio Grande são classificadas como bicarbonatadas sódicas. Ambas são muito pobres em teores de sais dissolvidos sugerindo uma forte influência da pluviosidade sobre o reservatório aquífero (VILLAR, 2016). Em outro estudo, Almeida (2016), num universo de 20 poços, em 65% foram observadas condições higiênicas com restrição em pelo menos uma das campanhas analisadas. Quanto às espécies nitrogenadas, observou-se que o íon amônio ultrapassou o VMP na maior parte dos poços rasos, o nitrito encontrou-se dentro dos padrões normais e o nitrato, em 83% dos poços rasos ultrapassaram o VMP e nos profundos, aos valores são considerados de alerta.

#### 6.1.6.2.1 Definição da rede amostral

A poluição das águas possui diversas fontes, podendo ser difusas ou pontuais, e estão associadas ao tipo de uso e ocupação do solo. Tal fato, releva a necessidade da adoção, em modo geral, de parâmetros de monitoramento que permitam caracterizar a qualidade das águas, bem como o grau de contaminação que determinada atividade possa provocar. Portanto, para essa finalidade, foram realizadas duas abordagens em relação ao IQA, sendo a primeira com dados

Alexsandro Flávia/W. João/André

secundários de estações existentes na região, e a segunda com dados primários de coleta e análise de amostras de água.

Para obtenção de dados secundários foi acessado o banco de dados de amostras e de IQA do Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos (SEIA) (INEMA, 2019). A visualização dessas estações também é possível no Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos da Agência Nacional de Água (ANA). Destaca-se, porém, que o banco de dados acessado não disponibiliza o limite de quantificação (LQ) dos ensaios.

A avaliação dos cursos d'água foi enquadrada na Classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005 (Art. 42: enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2 [...]), conforme apontada o próprio banco de dados do SEIA. Ainda, a Portaria nº 715/89 (IBAMA, 1989) segmenta o enquadramento do Rio Grande como:

- Entre a nascente até a confluência com o Rio dos Porcos – Classe especial;
- Da confluência com o Rio dos Porcos até a confluência com o Rio São Desidério – Classe 1;
- Da confluência com o Rio São Desidério até a foz no Rio São Francisco – Classe 2.

Foram tabulados todos os dados trimestrais disponíveis entre 2017 e 2019, para as três estações convencionais mais próximas ao empreendimento, de forma a obter dados de montante e jusante do empreendimento. Essa distribuição espacial é apresentada no QUADRO 6.11 e ilustrada na FIGURA 6.123.

QUADRO 6.11 – ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA

| Código da estação | Rio monitorado     | Operador   | Localização (Fuso 23L) |                 |
|-------------------|--------------------|------------|------------------------|-----------------|
|                   |                    |            | Latitude (m S)         | Longitude (m L) |
| GRD RSD 200       | Rio São Desidério* | INEMA/INGA | 8.627.307,32           | 522.857,22      |
| GRD FEM 400       | Rio das Fêmeas     | INEMA/INGA | 8.627.839,38           | 487.635,20      |
| GRD GRD 250       | Rio Grande         | INEMA/INGA | 8.657.165,86           | 499.591,31      |

Legenda: \* Conforme SNIRH (2019), o corpo hídrico chama-se Rio Porto Alegre.

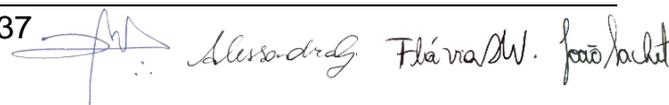
INGA - Instituto de Gestão das Águas e Clima - Bahia.

Fonte: INEMA (2019).

Quanto aos dados primários, as amostragens realizadas na área contígua ao futuro empreendimento foram realizadas no dia 13 de maio de 2015, em sete pontos ao longo da sub-bacia do Rio São Desidério (QUADRO 6.12 e FIGURA 6.123),



237



caracterizando uma amostragem exploratória para conhecer, avaliar a situação atual dos corpos de água do município de São Desidério e uma linha de base sobre a qualidade das águas antes do início das obras.

QUADRO 6.12 – PONTOS DE COLETA DE ÁGUA

| Ponto   | Descrição  | Coordenada UTM (23L) |                 |
|---------|--|----------------------|-----------------|
|         |  | Latitude (m S)       | Longitude (m L) |
| Ponto 1 | Surgencia d'água no Rio João Rodrigues/Sucupira      | 8.630.954            | 516.611         |
| Ponto 2 | Sumidouro João Baio                                  | 8.632.041            | 511.731         |
| Ponto 3 | Caverna Buraco do Inferno - Lagoa do Cruzeiro        | 8.630.174            | 508.005         |
| Ponto 4 | A montante do Poço Surubim Rio São Desidério         | 8.626.909            | 505.840         |
| Ponto 5 | Poço Surumbim – Rio São Desidério                    | 8.628.187            | 505.224         |
| Ponto 6 | A montante do traçado/Ponte Velha, Rio São Desidério | 8.631.597            | 503.282         |
| Ponto 7 | A jusante do traçado/Rio São Desidério               | 8.632.249            | 503.246         |

Fonte: UFPR/ITTI (2019).

Dos sete pontos de amostragem selecionados, quatro pontos (P4, P5, P6 e P7) estão localizados na calha fluvial do Rio São Desidério e desses, três pontos (P4, P5 e P6) situados à jusante de sua confluência com o Sistema Cárstico do Rio João Rodrigues. Os outros três pontos (P1, P2 e P3) amostrais estão situados na confluência da margem direita do Rio São Desidério, afim de identificar/caracterizar possíveis fontes de contaminação quando da instalação do empreendimento.

Ressalta-se que os pontos P7 (localizado a jusante do local onde será instalado o empreendimento) e P6 (imediatamente a montante do local do empreendimento) serviriam para caracterizar alguma mudança no regime de qualidade, contudo, optou-se por mais pontos no Rio São Desidério para possibilitar uma melhor espacialização dos parâmetros de qualidade.

Optou-se pela realização de uma campanha amostral de dados primários na transição do período chuvoso para o período seco, a qual evidenciou as características instantâneas dos corpos hídricos contíguos ao empreendimento. Contudo, de modo antecipado, recomenda-se a realização de uma nova campanha de análise de água imediatamente antes do início das obras com o intuito de atualizar e identificar possíveis alterações. Quanto aos parâmetros analisados, selecionou-se os mesmos disponibilizados na rede de dados secundários e que possibilitam o cálculo do IQA.

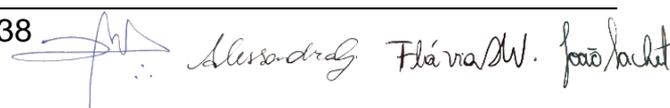
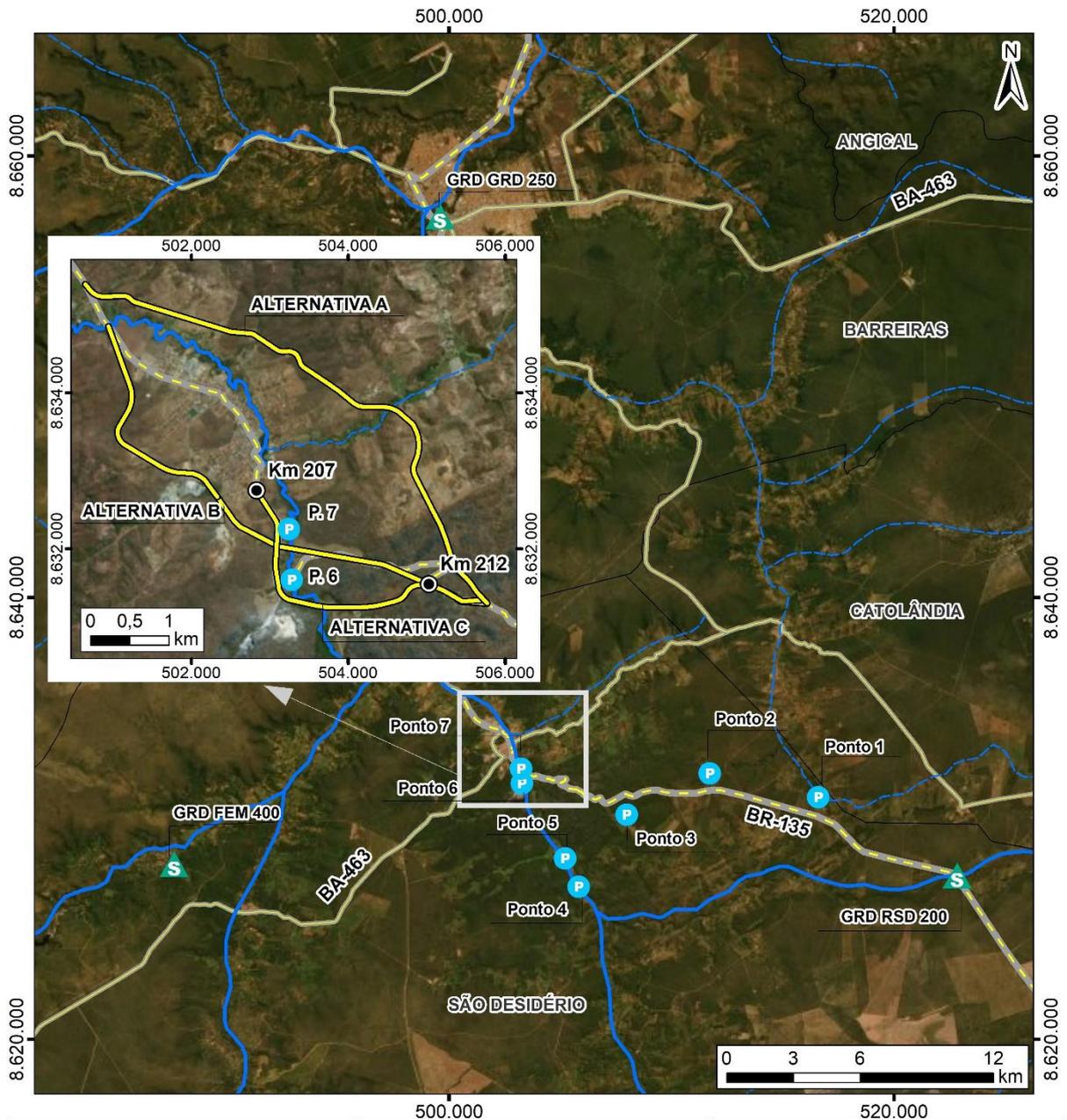
Alexsandro Flávia/W. João/André

FIGURA 6.123 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS DE DADOS PRIMÁRIOS (SISTEMA CÂRSTICO DO RIO JOÃO RODRIGUES E NO RIO SÃO DESÍDERIO) E DE DADOS SECUNDÁRIOS (REDE INEMA)



| LOCALIZAÇÃO  | LEGENDA   | INFORMAÇÕES  |
|--|---|--|
|  | <p><b>Pontos de amostragem da água</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>P Primário</li> <li>S Secundário</li> <li>Alternativas locais</li> <li>Limites municipais</li> </ul> <p><b>Hidrografia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Intermitente</li> <li>Permanente</li> </ul> <p><b>Rodovia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Federal</li> <li>Estadual</li> </ul> | <p><b>PONTOS DE AMOSTRAGEM DA QUALIDADE DA ÁGUA</b></p> <p><b>PROJETO</b><br/>EIA/RIMA - BR-135/BA</p> <p><b>FONTE DE DADOS</b><br/>Pontos de amostragem da qualidade da água - ITTI, 2018; Hidrografia - ANA, 2010; Rodovias e Quilometragem - DNIT, 2015; Limites estaduais e Capitais - IBGE, 2015; BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> <p><b>ESCALA</b><br/>1:300.000   1 cm = 3 km</p> |
| <p><b>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</b></p> <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>           Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>           Meridiano Central: 45° W</p> |   |  |

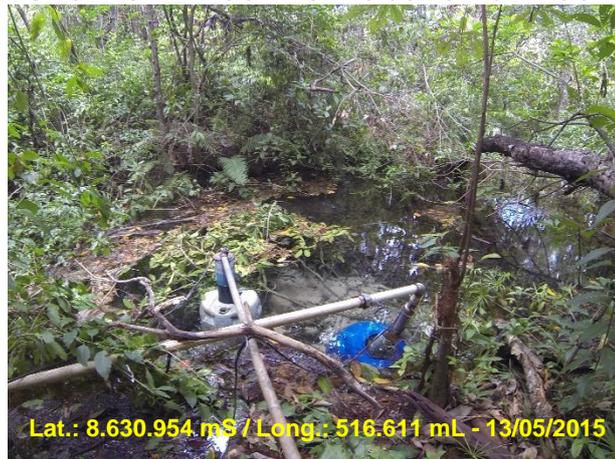
Fonte: UFPR/ITTI (2019).

#### 6.1.6.2.2 Coleta e análise de dados primários

As amostragens foram do tipo simples e de superfície. A preservação das amostras foi realizada pela equipe própria do EIA-RIMA conforme especificado na NBR 9898:87. As análises laboratoriais (ANEXO D – LAUDOS DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICO-BIOLÓGICO DAS AMOSTRAS DE ÁGUA) foram realizadas pela empresa AQUALIT e atenderam aos métodos indicados no *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater - 22ª ed.* Os resultados são apresentados na TABELA 6.36.

O **Ponto 1** refere-se à surgência d'água no Rio João Rodrigues, nas proximidades do Povoado Sucupira, estando a cerca de 800 m ao norte do traçado atual da rodovia não pavimentada (FIGURA 6.124).

FIGURA 6.124 – PONTO 1 DE COLETA DE ÁGUA, SURGÊNCIA D'ÁGUA NO RIO JOÃO RODRIGUES.



Fonte: UFPR/ITTI, 2015.

A água apresenta aparência límpida, sem sedimentos suspensos e o leito é composto de solo arenoso, com pequenos seixos, e de pequenas dimensões. Para Pereira, Figueiredo Júnior e Feitosa (2019) o local consiste em uma lagoa perene, aonde há o contato das rochas do Grupo Bambuí com as rochas do Grupo Urucuaia.

Para Dantas, Almeida e Morato (2013), o local é a principal nascente gerada pelo rio subterrâneo João Rodrigues, que por sua vez, origina todo sistema endocárstico e exocárstico da Área de Proteção Ambiental correspondente. No local existe a captação de água para distribuição para as localidades de João Rodrigues e Sucupira. Dessa forma, o uso inadequado do aquífero para abastecimento



populacional poderá induzir abatimento do relevo (dolina), gerando a exposição destes mananciais e aumentando-se as chances de poluição.

Excetuando-se os parâmetros fósforo total (0,19 mg/L) e coliformes Termotolerantes (3.600 NMP/100mL), todos os demais parâmetros analisados e regrados pela Resolução Conama nº 357/2005 estiverem de acordo com o Valor Máximo Permitido (VMP) balizador.

O fósforo, em águas naturais, pode ser devido a descargas de esgotos sanitários, os quais apresentam detergentes fosfatados e superfosfatados. As águas drenadas em áreas agrícolas também podem provocar a presença excessiva de fósforo devido aos defensivos agrícolas utilizados, desencadeando processos de eutrofização das águas naturais.

Quanto aos coliformes termotolerantes, esses consistem no principal indicador de contaminação fecal, sendo importante na avaliação da existência de microrganismos patogênicos responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica.

Pontualmente, destaca-se também a condutividade elétrica, a qual apresentou valor elevado, típico de águas provenientes de sistema cársticos e com elevada carga de carbonatos e bicarbonatos.

O local é marcado por sistemas de captação de água, os quais podem comprometer a quantidade e a qualidade da água deste manancial. No momento da coleta foi constatada a presença de odor de óleo, possivelmente decorrente de operações de bombas captação, marcas de pisoteio e fezes de gado.

O **Ponto 2** refere-se ao sumidouro João Baio, local aonde há surgência e sumidouro do Rio João Rodrigues (FIGURA 6.125). O local fica situado no interior de uma dolina de abatimento, com formato semi-arredondado, aonde há uma ressurgência do Rio João Rodrigues, seguida de um sumidouro situado sob um paredão de calcário no interior da dolina (PEREIRA, FIGUEIREDO JR.; FEITOSA, 2019).

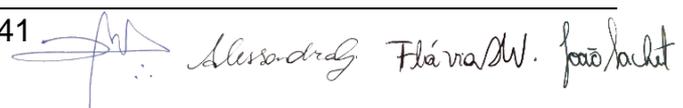
Alexsandro Flávia W. João Baio

FIGURA 6.125 – PONTO 2 DE COLETA DE ÁGUA,  
SUMIDOURO JOÃO BAIO.



Fonte: UFPR/ITTI, 2015.

A água apresenta aparência límpida, com pouco sedimentos suspensos. O leito é composto de blocos de rocha calcária com bosões de solo arenoso. As dimensões aproximadas a seção transversal do córrego no local de coleta são de 3,0 m x 1,0 m.

O local é atualmente um ponto turístico devido ao efeito sifão que o corpo hídrico sofre ao permear a rocha calcárea. No entorno há apenas três habitações e localiza-se a 700 m ao norte da rodovia não pavimentada.

Em relação a esse ponto, nenhum parâmetro apresentou incompatibilidade com o VMP para rio Classe 2. Destaca-se ainda que os parâmetros turbidez, cor verdadeira, sólidos suspensos totais, condutividade elétrica, OD,  $DBO_{5,20}$ , pH, a série de nitrogênios (nitrogênio amoniacal, nitrogênio orgânico, nitrito e nitrato), e óleos e graxas apresentaram valores similares aos do Ponto 1.

O **Ponto 3** foi coletado na lagoa situada na entrada da Caverna Buraco do Inferno (FIGURA 6.126), um corpo hídrico de regime lântico, estando a cerca de 800 m ao sul do traçado atual da rodovia não pavimentada. O local já foi um ponto turístico para contemplação espeleológica, mas atualmente está fechado para acesso do público. A água possui aparência límpida e sem sedimentos suspensos. O leito do corpo hídricos é composto de areia e argila sedimentadas devido ao regime lântico. No entorno não há habitações e as regiões de pastagem estão a cerca de 150 m da dolina de acesso à caverna.

FIGURA 6.126 – COLETA DE ÁGUA NO PONTO 3, CAVERNA BURACO DO INFERNO, E MEDIÇÃO DE TEMPERATURA.

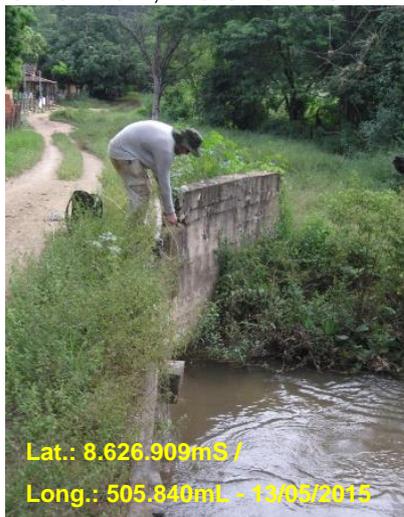


Fonte: UFPR/ITTI (2019).

Em relação a esse ponto, com exceção da  $DBO_{5,20}$ , nenhum outro parâmetro apresentou incompatibilidade com o VMP para rio Classe 2. Destaca-se ainda que os parâmetros turbidez, cor verdadeira, sólidos suspensos totais, condutividade elétrica, OD, pH, a série de nitrogênios (nitrogênio amoniacal, nitrogênio orgânico, nitrito e nitrato), e óleos e graxas apresentaram valores similares aos do Ponto 1 e 2. A  $DBO_{5,20}$  (5,3 mg/L) é próxima do VMP para rio Classe 2, não exprimindo uma situação relevante de contaminação ambiental.

O **Ponto 4** foi coletado no Rio São Desidério (FIGURA 6.127), a montante do Poço Surubim. A água possui aparência marrom avermelhada, resultante dos sedimentos suspensos. O leito do corpo hídricos é composto de areia e seixos e possui dimensões aproximada as 5,0m x 2,0m. Dos parâmetros analisados, nenhum apresentou incompatibilidade com o VMP para rio Classe 2.

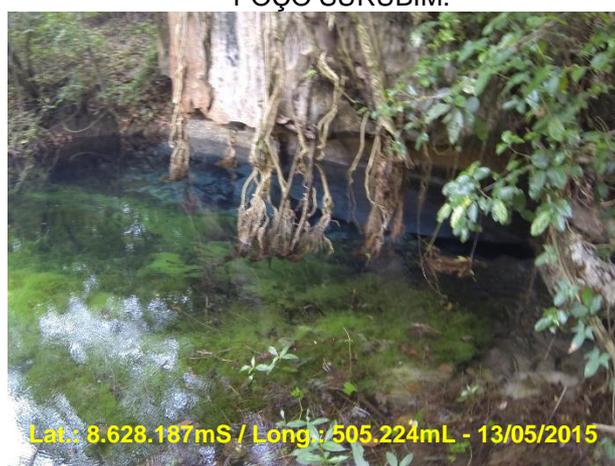
FIGURA 6.127 – COLETA DE ÁGUA  
NO PONTO 4, RIO SÃO DESIDÉRIO



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

O **Ponto 5** foi coletado no Poço Surubim, última ressurgência do Rio João Rodrigues antes da confluência com o Rio São Desidério (FIGURA 6.128). A água possui aparência marrom avermelhada, resultante dos sedimentos suspensos. O leito do corpo hídricos é composto de areia e seixos e possui dimensões aproximada as 5,0 m x 2,0 m.

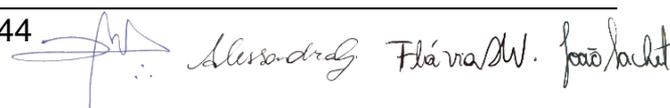
FIGURA 6.128 – PONTO 5 DE COLETA DE ÁGUA,  
POÇO SURUBIM.



Fonte: UFPR/ITTI, 2019.

A área circunvizinha do ponto de coleta é caracterizada por vilas rurais, com regiões de pastagens, criação de animais e plantios de subsistência.

Excetuando-se os parâmetros fósforo total (0,14 mg/L), todos os demais parâmetros analisados e regrados pela Resolução Conama nº 357/2005 estiverem de



acordo com o VMP balizador. Destaca-se também que a condutividade elétrica (209,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e a turbidez (28,8 UNT) foram os parâmetros que mais se destoaram dos pontos anteriores, que apresentaram valores médios de 449,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e 2,1 UNT. O parâmetro coliformes termotolerantes também apresentou valor expressivo (220 NMP/100mL).

O **Ponto 6** localiza-se entre as alternativas B e C propostas para o empreendimento. A coleta foi efetuada junto à OAE existente no local, sobre a qual trafega a maioria dos veículos que utilizam a BR-135 no limite sul de São Desidério (FIGURA 6.129). A área circunvizinha é dotada de casas e áreas de pastagem, assim como o rio é utilizado para dessedentação direta de animais, lavagem de roupas, veículos e animais.

FIGURA 6.129 – PONTO 6 DE COLETA DE ÁGUA, A MONTANTE DO TRAÇADO ATUAL (PONTE VELHA), SOBRE O RIO SÃO DESIDÉRIO.



Fonte: UFPR/ITTI, 2019.

Excetuando-se os parâmetros fósforo total (0,10 mg/L), todos os demais parâmetros analisados e regrados pela Resolução Conama nº 357/2005 estiveram de acordo com o VMP balizador. Assim como descrito para o Ponto 5, a condutividade elétrica (264,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e a turbidez (14,2 UNT) foram os parâmetros que mais se destoaram dos pontos anteriores.

O parâmetro coliformes termotolerantes também apresentou valor expressivo (450 NMP/100mL), o qual possivelmente deve ser advindo do uso e ocupação do solo no entorno e dos múltiplos usos do rio.

O **Ponto 7** localiza-se a jusante da alternativa B proposta para o empreendimento. A água possui aparência marrom, resultante dos sedimentos suspensos. O leito do corpo hídricos é composto de areia e possui dimensões aproximada as 6,0 m x 2,0 m (FIGURA 6.130). A área circunvizinha é dotada de casas, áreas de pastagem e agrícolas.

FIGURA 6.130 – PONTO 7 DE COLETA DE ÁGUA, A JUSANTE DO TRAÇADO ATUAL, NO RIO SÃO DESIDÉRIO.



Fonte: UFPR/ITTI, 2019.

Excetuando-se os parâmetros fósforo total (2,64 mg/L), todos os demais parâmetros analisados e regrados pela Resolução Conama nº 357/2005 estiveram de acordo com o VMP balizador.

O parâmetro nitrogênio orgânico apresentou o valor mais expressivo entre todas as amostras coletas (3,06 mg/L). Destaca-se que a prevalência do nitrogênio orgânico frente às formas oxidadas indica a presença de focos próximos de poluição. Em comunhão com o excesso de fósforo total, pode-se inferir que as água a jusante podem sofrer processo de eutrofização.

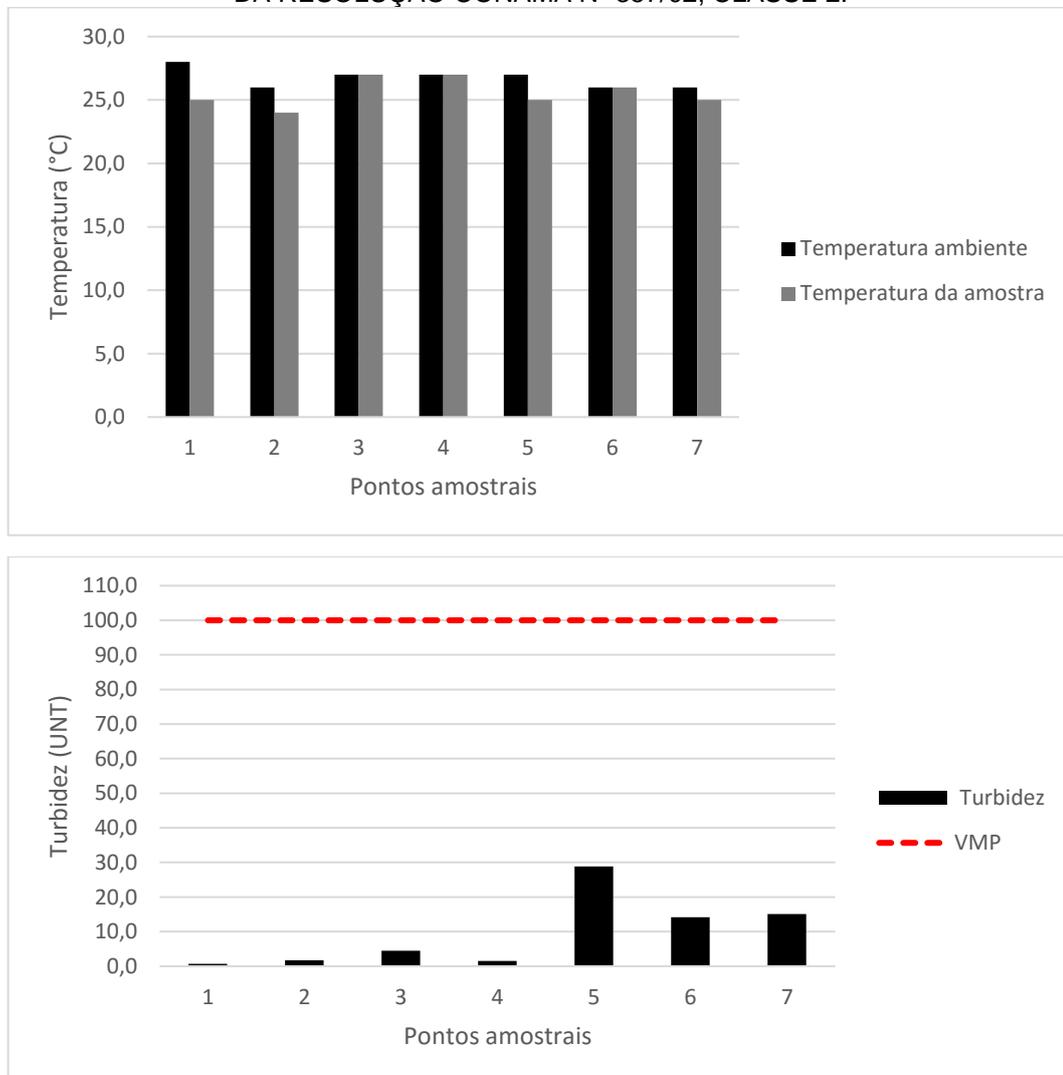
TABELA 6.36 - RESULTADOS DOS PONTOS AMOSTRAIS DE COLETA DE ÁGUA

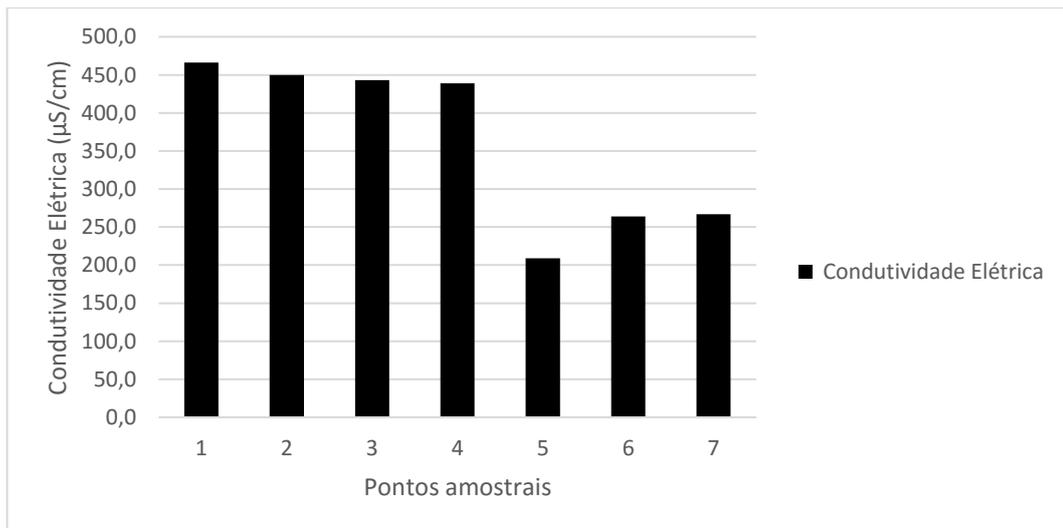
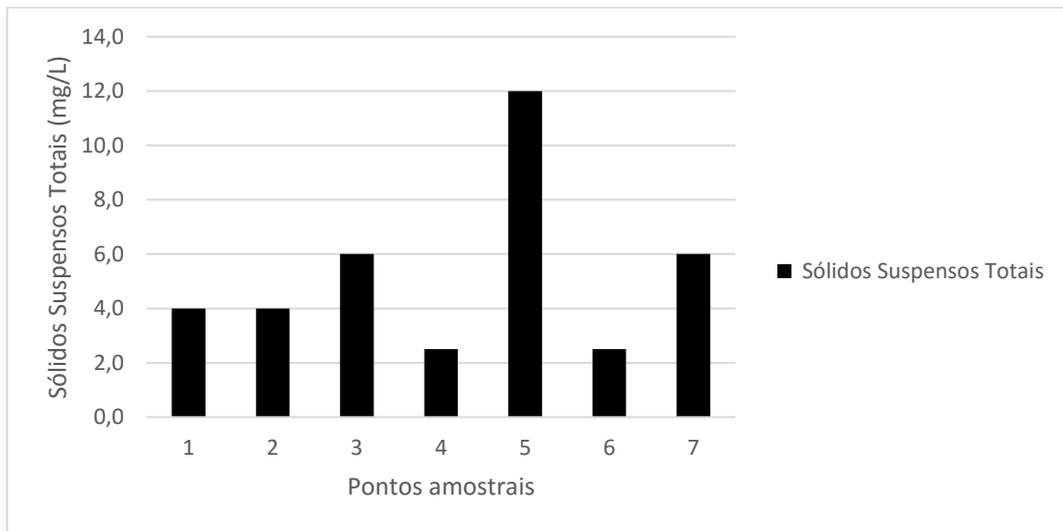
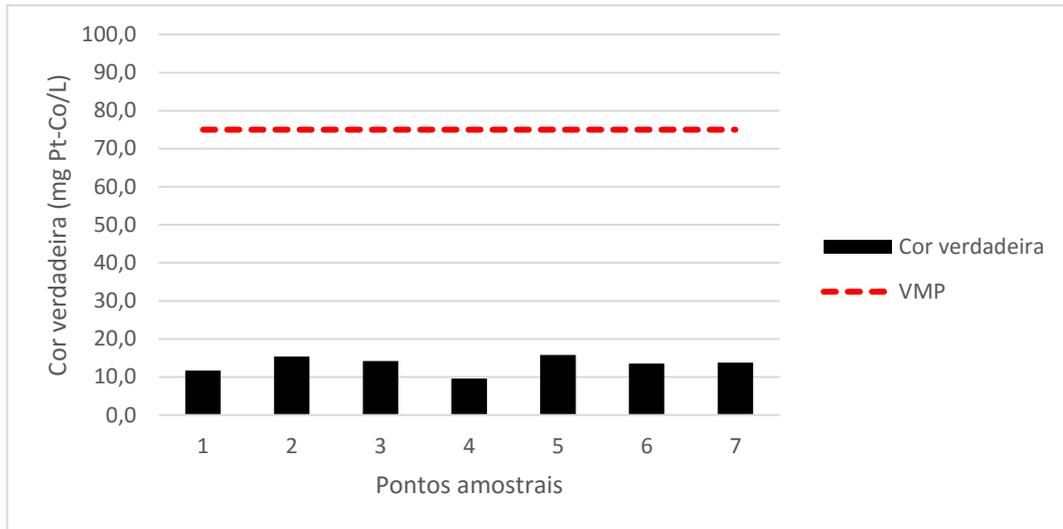
| Parâmetro                  | LQ     | Ponto  |        |         |         |        |        |         | VMP (Classe 2)  | Unidade de medida    | Método de análise            |
|----------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|---|----------------------|------------------------------|
|                            |        | 1      | 2      | 3       | 4       | 5      | 6      | 7       |   |                      |                              |
| Temperatura ambiente       | -      | 28,0   | 26,0   | 27,0    | 27,0    | 27,0   | 26,0   | 26,0    | N.a   | °C                   | SMWW 2550 B                  |
| Temperatura da amostra     | -      | 25,0   | 24,0   | 27,0    | 27,0    | 25,0   | 26,0   | 25,0    | N.a   | °C                   | SMWW 2550 B                  |
| Turbidez                   | 0,1    | 0,7    | 1,7    | 4,5     | 1,5     | 28,8   | 14,2   | 15,1    | 100   | UNT                  | SMWW 2130B                   |
| Cor verdadeira             | 1,0    | 11,7   | 15,4   | 14,2    | 9,6     | 15,8   | 13,5   | 13,8    | 75,0  | mg Pt-Co/L           | SMWW 2120C                   |
| Sólidos Suspensos Totais   | 2,5    | 4,0    | 4,0    | 6,0     | < 2,5   | 12,0   | < 2,5  | 6,0     | N.a   | mg/L                 | SMWW 2540D                   |
| Condutividade Elétrica     | 0,1    | 466,0  | 450,0  | 443,0   | 439,0   | 209,0  | 264,0  | 267,0   | N.a   | µS/cm                | SMWW 2510B                   |
| Oxigênio Dissolvido        | 0,05   | 6,62   | 6,62   | 6,26    | 6,35    | 6,72   | 6,62   | 6,26    | > 5,0   | mg/L                 | SMWW 4500-O C                |
| DBO <sub>5,20</sub>        | 2,0    | 2,0    | 3,8    | 5,3     | 2,3     | < 2,0  | 2,0    | < 2,0   | < 5,0   | mg O <sub>2</sub> /L | SMWW 5210B                   |
| pH                         | 1 a 13 | 7,6    | 7,8    | 7,7     | 7,5     | 7,6    | 7,3    | 7,2     | Entre 6 e 9   | -                    | SMWW 4500-H+B                |
| Nitrogênio Amoniacal       | 0,6    | < 0,6  | < 0,6  | < 0,6   | < 0,6   | < 0,6  | < 0,6  | < 0,6   | 3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5;<br>2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0;<br>1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5;<br>0,5 mg/L N, para pH > 8,5. | mg/L                 | SMWW 4500-NH <sub>3</sub> -F |
| Nitrogênio Orgânico        | -      | 1,48   | 1,28   | 0,92    | 0,82    | 1,02   | 1,48   | 3,06    | N.a   | mg/L                 | SMWW 4500-N <sub>org</sub> B |
| Nitrato                    | 0,1    | 0,5    | 0,3    | 0,1     | 0,2     | 0,2    | 0,3    | 0,3     | 10,0  | mg/L                 | EPA 300.1                    |
| Nitrito                    | 0,01   | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01  | < 0,01  | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01  | 1,0   | mg/L                 | SMWW 4500-NO <sub>2</sub> -B |
| Fósforo Total              | 0,01   | 0,19   | 0,03   | 0,01    | 0,05    | 0,14   | 0,10   | 2,64    | 0,030 Lënt,<br>0,050 Int,<br>0,100 lôt.   | mg/L                 | SMWW 4500-P E                |
| Coliformes termotolerantes | 1,8    | 3.600  | 45     | Ausente | Ausente | 220    | 450    | Ausente | 1.000   | NMP/100mL            | SMWW 9221E                   |
| Óleos e graxas             | 0,10   | <0,1   | <0,1   | <0,1    | <0,1    | <0,1   | <0,1   | 0,70    | Virtualmente ausentes   | mg/L                 | SMWW 5520F                   |
| IQA                        | -      | 66     | 70     | 71      | 89      | 90     | 78     | 63      | -   | -                    | -                            |

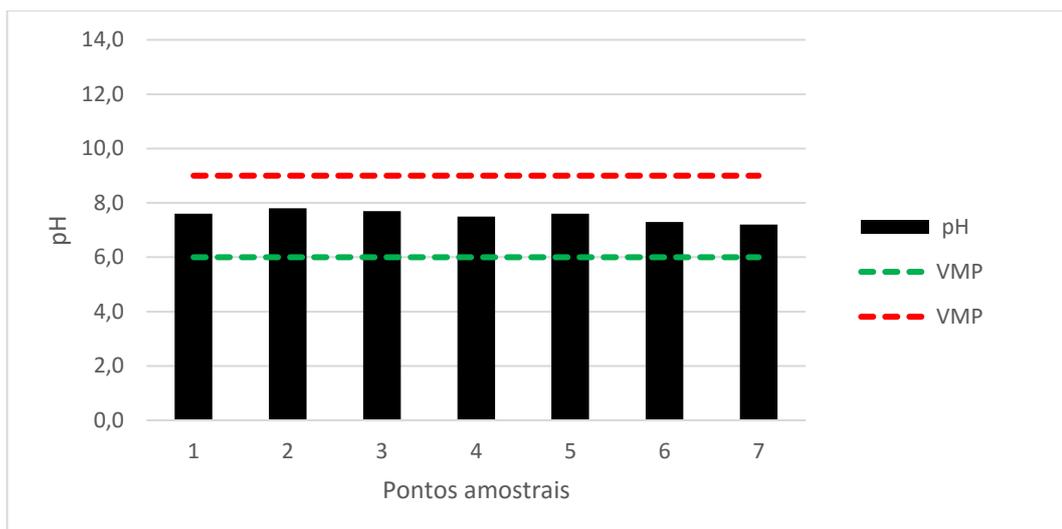
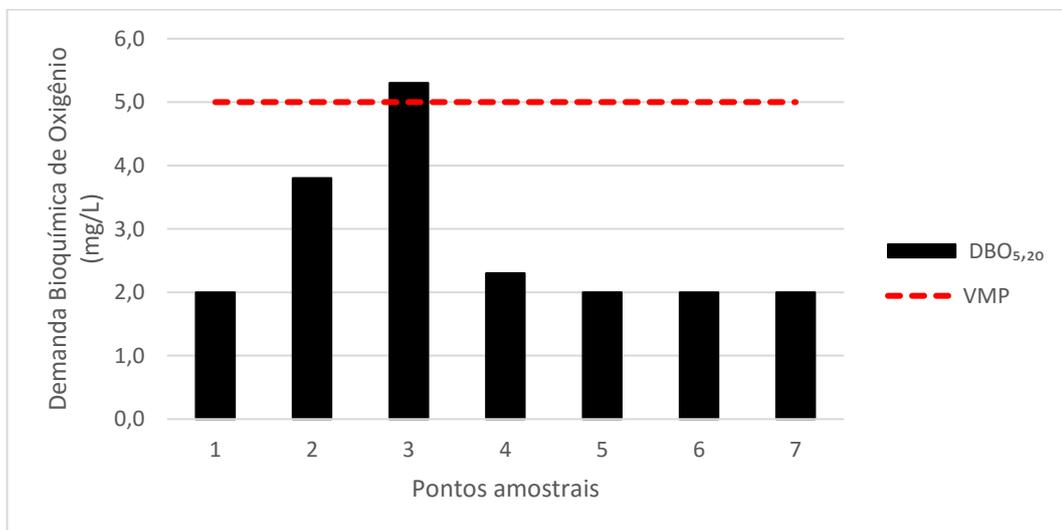
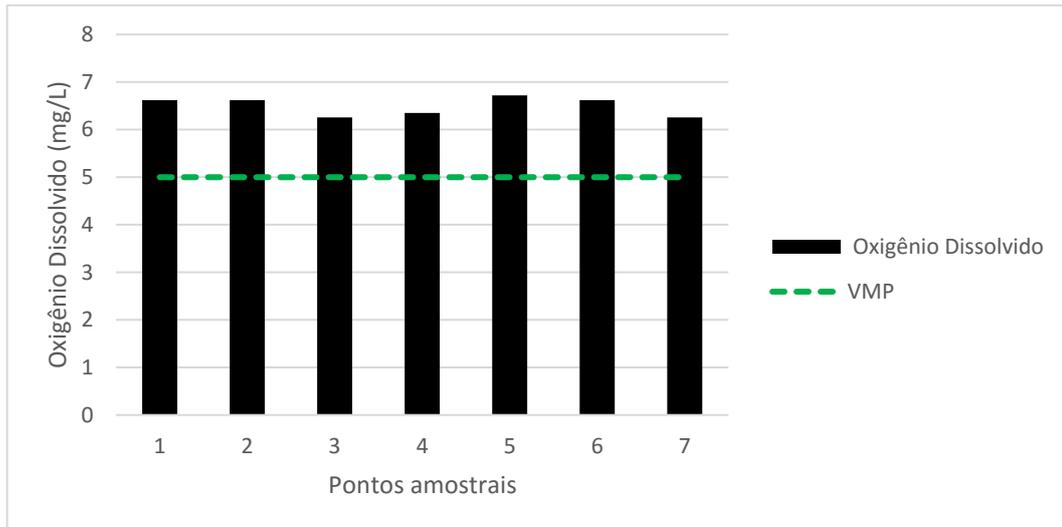
Fonte: UFPR/ITTI (2019).

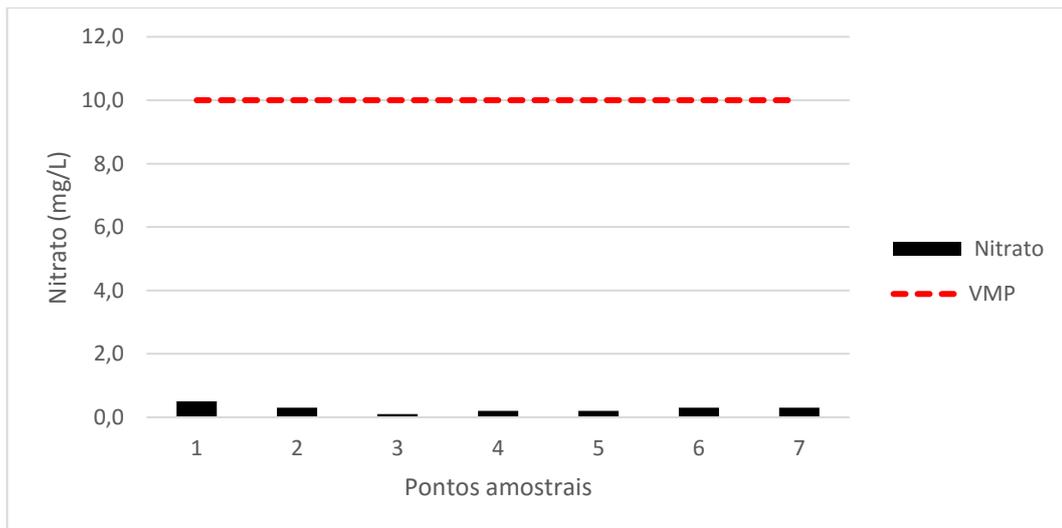
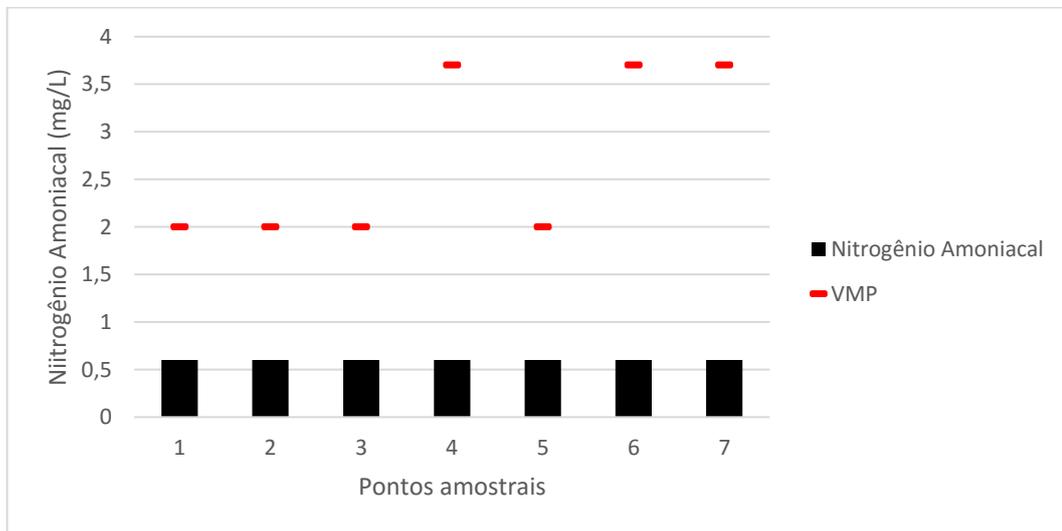
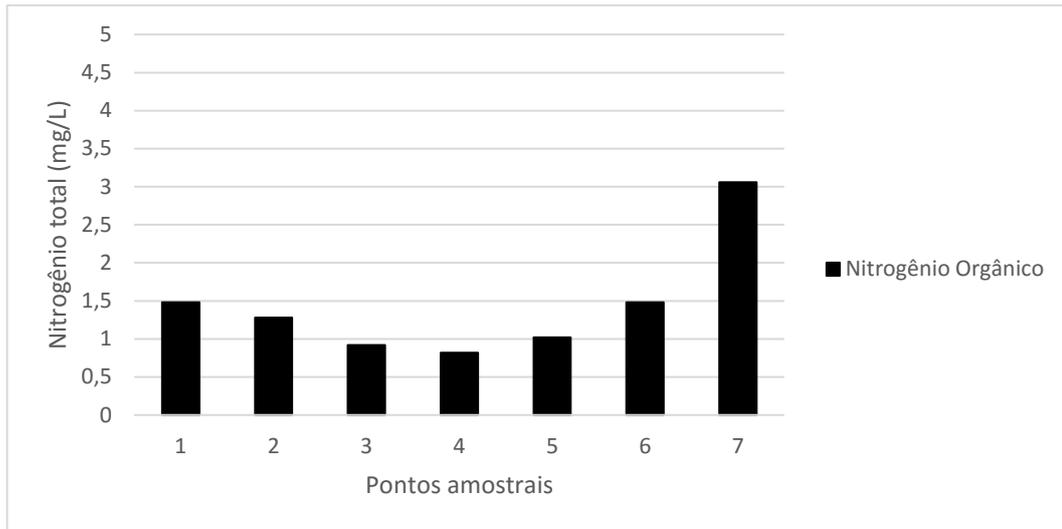
Com o intuito de demonstrar os resultados das análises de água descritos na TABELA 6.36 e ilustrar a discussão dos dados efetuada acima, a FIGURA 6.131 apresenta os gráficos de todos os parâmetros ensaiados, comparando-se aos limites da Resolução Conama nº 357/05, Classe 2, quando existente. Nessa apresentação excetua-se apenas o parâmetro *óleos e graxas*, cujo limite (virtualmente ausente) é subjetivo ao coletor da amostra e não demonstrável por meio gráfico.

FIGURA 6.131 – GRÁFICOS DOS PARÂMETROS FÍSICO-QÚMICOS-BIOLÓGICOS ANALISADOS NOS PONTOS AMOSTRAIS 1 A 7 (TABELA 6.36). OBS.: A) LINHA TRACEJADA VERMELHA: VALOR MÁXIMO PERMITIDO ACIMA DO QUAL CONSIDERA-SE O RESULTADO DIVERGENTE DA RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357/02, CLASSE 2; LINHA TRACEJADA VERDE: VALOR MÍNIMO PERMITIDO ABAIXO DO QUAL CONSIDERA-SE O RESULTADO DIVERGENTE DA RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357/02, CLASSE 2.



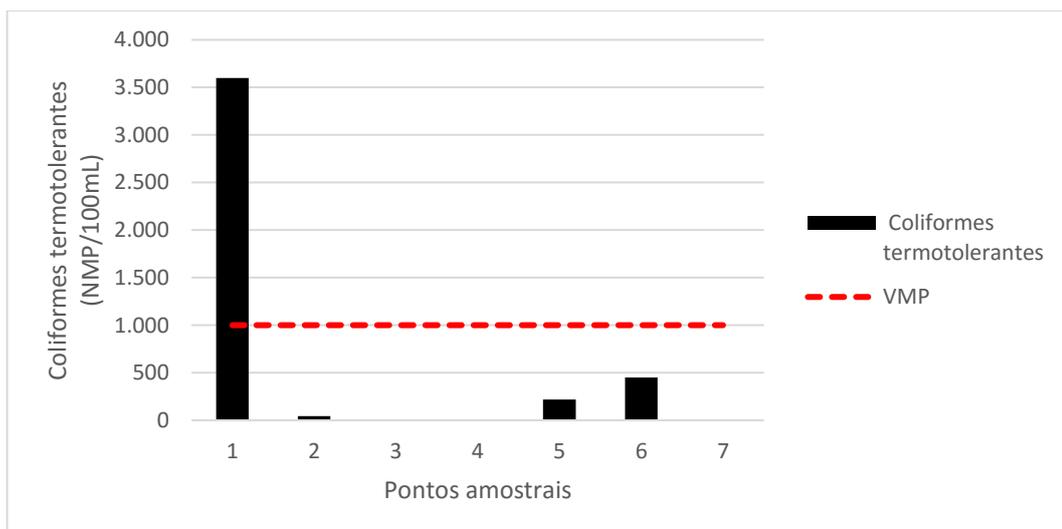
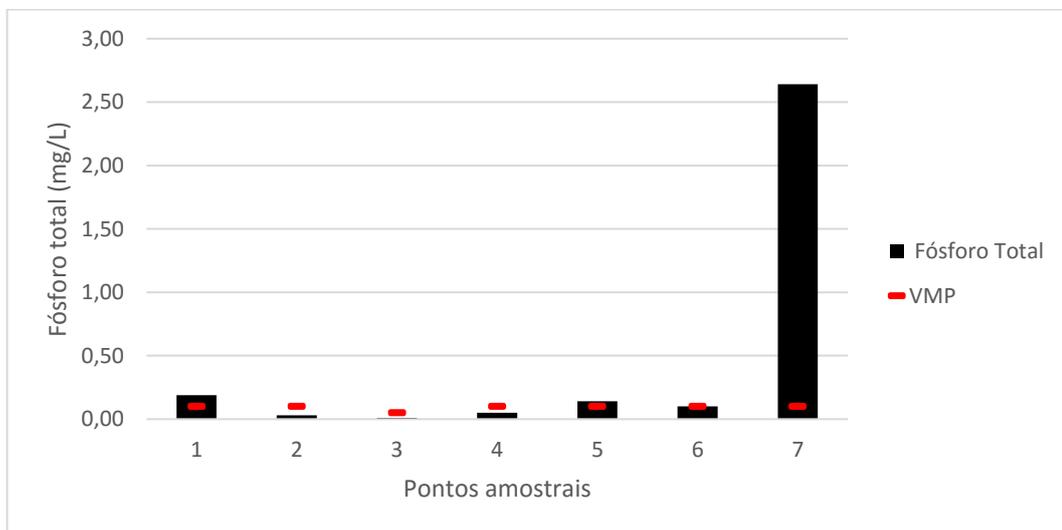
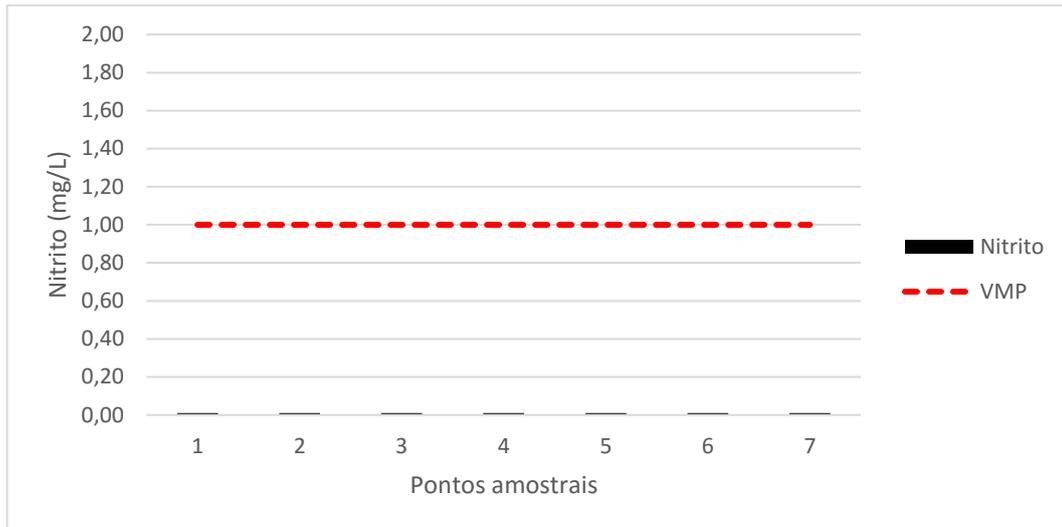






*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]* Alexandre Flávia W. João/Juliet



Fonte: UFPR/ITTI, 2019.

No que tange a evolução da qualidade da água de montante para jusante, a partir dos dados primário, pode-se inferir que a turbidez foi maior nos pontos de jusante, a medida que o Rio São Desidério se aproxima da cidade homônima.

A condutividade elétrica permite concluir que a composição hidromineral da água proveniente do SCRJR, da ordem de 450,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , é diferente da do Rio São Desidério, da ordem de 250,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . De forma inversa, a turbidez dos pontos de montante, correspondentes ao SCRJR (Pontos 1, 2 e 3) e ao Rio São Desidério (Ponto 4), apresentaram baixa turbidez, a qual é incrementada na confluência dos corpos hídricos.

Em relação aos coliformes termotolerantes, a contaminação identificada na nascente do Rio João Rodrigues é depurada à medida que as águas fluem através do sistema Cárstico. Já o Rio São Desidério sofre aportes de coliformes termotolerantes ao longo do seu traçado, possivelmente oriundo de esgoto não tratado, a medida intercepta comunidades e núcleos habitacionais. Essa constatação é reforçada pelo incremento nos valores de fósforo total (2,64 mg/L) e nitrogênio orgânico (3,06 mg/L), sobretudo no ponto mais a jusante da avaliação (Ponto 7). Além disso a deterioração dos recursos hídricos nas proximidades de povoados é similar à descrita por Santos (2013), em seu trabalho com o Rio Grande e a cidade de Barreiras.

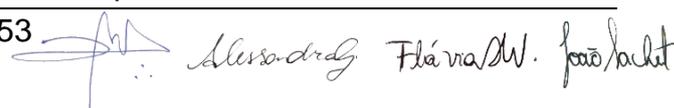
Os resultados dos parâmetros oxigênio dissolvido,  $\text{DBO}_{5,20}$ , pH, nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito e óleos e graxas são permitem inferir mudanças entre os pontos de montante e jusante.

#### 6.1.6.2.3 Análise de dados secundários

Em relação ao Rio São Desidério, apenas os parâmetros OD e pH divergiram da Resolução Conama nº 357/2005 (TABELA 6.37), embora estejam relacionados à apenas três campanhas. Quanto aos parâmetros que não apresentam VMP, não há parâmetros que destoem drasticamente da média das campanhas.

Em relação à Clorofila A, a  $\text{DBO}_{5,20}$ , a DQO, ao nitrogênio total, ao nitrato, ao nitrogênio amoniacal, ao ortofosfato solúvel e ao fósforo total, os valores são iguais ou próximos do possível LQ. Portanto, não expressam situações relevantes.

Para Braile *et al* (1979) os cloretos presentes nas águas superficiais podem ser provenientes de descargas de esgotos sanitários, passando os 15 mg/L. Sperling (2005) cita que concentrações de cloreto elevadas podem estar associadas a indústria

Alexsandro Flávia/W. João/André

do petróleo, indústrias farmacêuticas, curtumes, etc. Portanto, os valores de Cloreto encontrados são considerados baixos e não exprimem uma possível interferência antrópica a montante. Contudo, destaca-se que a água potável utilizada nas comunidades a montante não é tratada, refletindo uma menor carga de cloretos no efluente doméstico.

O parâmetro Coliformes Termotolerantes apresentou oscilação durante todo o conjunto de dados, expressando seu valor mais relevante na campanha 2019-1, no qual obteve concentração de 1.000 NMP/100mL, junto ao VMP para Classe 2.

Quanto à condutividade elétrica, apenas o valor referente à campanha 2017-1 destoa do conjunto de dados, podendo representar uma possível falha de medição. A média aritmética das demais campanhas (175  $\mu$ S/cm).

O oxigênio dissolvido da campanha 2018-4 esteve abaixo do VMP de 5,0 mg/L. Embora o valor esteja próximo do VMP, exposições prolongadas a concentrações abaixo de 5mg/L podem não matar alguns organismos presentes, mas aumenta a susceptibilidade ao estresse de oxigênio (EMBRAPA, 2019).



TABELA 6.37 – CAMPANHAS DE ANÁLISE DE ÁGUA E IQA NO RIO SÃO DESIDÉRIO

| Parâmetro                  | 2017-1 | 2017-2 | 2017-3      | 2017-4      | 2018-1 | 2018-2 | 2018-3 | 2018-4      | 2019-1 | VMP (Classe 2)   | Unidade              |
|----------------------------|--------|--------|-------------|-------------|--------|--------|--------|-------------|--------|--|----------------------|
| Saturação de OD            | 81,6   | 70,0   | 63,6        | 53,9        | 75,6   | 88,7   | 55,5   | 61,0        | 70,1   | -  | %                    |
| Alcalinidade total         | 4,1    | 71,7   | 75,9        | 89,4        | 92,3   | 84,0   | 79,7   | 90,2        | 91,7   | -  | mg/L                 |
| Cloreto                    | 1,4    | 2,4    | 1,9         | 2,8         | 1,8    | 1,8    | 2,0    | 2,9         | 1,5    | 250  | mg/L                 |
| Clorofila A                | <0,40  | <0,40  | <0,40       | <0,40       | 0,71   | <0,40  | 0,71   | <0,40       | <0,40  | 30   | µg/L                 |
| Coliformes termotolerantes | 490    | 20     | 170         | 20          | 45     | 220    | 220    | 1.000       | 45     | 1.000  | NMP/100mL            |
| Condutividade              | 8,40   | 159,10 | 160,60      | 194,50      | 184,40 | 177,00 | 166,30 | 174,40      | 189,80 | -  | µS/cm                |
| DBO <sub>5,20</sub>        | <2     | <2     | <2          | <2          | <2     | <2     | <2     | 2           | <2     | 5  | mg O <sub>2</sub> /L |
| DQO                        | 20,8   | <20,0  | <20,0       | 23,5        | 39,6   | <20,0  | <20,0  | <20,0       | <20,0  | -  | mg O <sub>2</sub> /L |
| Nitrogênio total           | <1     | <1     | <1          | <1          | <1     | <1     | <1     | <1          | <1     | -  | mg/L                 |
| Nitrato                    | <0,02  | <0,02  | <0,02       | <0,02       | <0,02  | <0,02  | 0,18   | <0,02       | 0,06   | 10,0   | mg/L                 |
| Nitrogênio amoniacal       | <0,4   | <0,4   | <0,4        | <0,4        | <0,4   | <0,4   | <0,4   | <0,4        | <0,4   | pH ≤ 7,5, 3,7;<br>7,5 < pH ≤ 8,0, 2,0;<br>8,0 < pH ≤ 8,5, 1,0;<br>pH > 8,5, 0,5. | mg/L                 |
| OD                         | 6,80   | 6,83   | 5,21        | 5,47        | 6,13   | 9,62   | 5,42   | <b>4,84</b> | 5,00   | > 5  | mg/L                 |
| Ortofosfato solúvel        | <0,02  | <0,02  | <0,02       | <0,02       | -      | -      | -      | -           | -      | -  | mg/L                 |
| Fósforo total              | <0,02  | 0,03   | 0,02        | 0,04        | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02       | <0,02  | 0,030 Léntico;<br>0,05 Inter.;<br>0,100 lótico.                                  | mg/L                 |
| pH                         | 7,33   | 6,21   | <b>5,64</b> | <b>5,84</b> | 7,60   | 6,74   | 6,10   | 6,91        | 6,48   | 6,0 a 9,0  | -                    |
| Salinidade                 | <0,1   | <0,1   | <0,1        | <0,1        | <0,1   | <0,1   | <0,1   | <0,1        | 0,1    | -  | ‰                    |
| Sólidos em suspensão       | <50    | <50    | <50         | <50         | <50    | <50    | <50    | <50         | <50    | -  | mg/L                 |
| Sólidos totais             | <50    | 96     | 128         | 90          | 138    | 129    | 124    | 162         | 134    | -  | mg/L                 |
| STD                        | <50    | 82     | 108         | 84          | 86     | 121    | 110    | 160         | 134    | 500  | mg/L                 |
| Temperatura                | 25,4   | 18,4   | 23,8        | 25,6        | 27,0   | 19,8   | 23,9   | 26,0        | 24,0   | -  | °C                   |
| Temperatura do Ar          | 26,0   | 21,0   | 30,0        | 27,0        | 28,0   | 28,0   | 27,0   | 22,0        | 23,0   | -  | °C                   |
| Turbidez                   | 6,1    | 1,4    | 1,8         | 1,3         | 2,5    | 16,0   | 1,9    | 1,7         | 4,3    | 100  | NTU                  |
| IQA                        | 75     | 81     | 69          | 77          | 82     | 75     | 72     | 68          | 76     | -  | -                    |

Fonte: INEMA (2019).

Em relação ao Rio das Fêmeas, nenhum parâmetro analisado divergiu da Resolução Conama nº 357/2005 (TABELA 6.38). Quanto aos parâmetros que não apresentam VMP, não há parâmetros que destoem drasticamente da média das campanhas.

No Rio Grande, com exceção do parâmetro coliformes termotolerantes e do pH (Campanha 2017-3), nenhum outro parâmetro analisado divergiu da Resolução Conama nº 357/2005 (TABELA 6.39). Quanto aos parâmetros que não apresentam VMP, não há parâmetros que destoem drasticamente da média das campanhas.

O pH da Campanha 2017-3 apresentou valor 4,92, o que é inconsistente com as demais campanhas, cuja média é 6,72. Essa variação pode indicar que no momento da coleta houve um descarte de efluente ácido à montante ou erro do observador.

Quanto ao parâmetro coliformes termotolerantes, a proximidade com a cidade de Barreiras é fator determinante para os valores expressivos do parâmetro. Nesse contexto, os valores variaram de 460 a 16.000 NMP/100mL, refletindo a baixa cobertura de saneamento básico da cidade e a presença de descarte de esgoto *in-natura* no corpo hídrico.



TABELA 6.38 – CAMPANHAS DE ANÁLISE DE ÁGUA E IQA NO RIO DAS FÊMEAS

| Parâmetro                  | 2017-1 | 2017-2 | 2017-3 | 2017-4 | 2018-1 | 2018-2 | 2018-3 | 2018-4 | 2019-1 | VMP (Classe 2)   | Unidade              |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|----------------------|
| Saturação de OD            | 79,5   | 74,2   | 75,2   | 73,2   | 75,6   | 84,8   | 75,2   | 82,1   | 77,3   | -  | %                    |
| Alcalinidade total         | 3,9    | 3,3    | 2,5    | 1,4    | 1,8    | 3,0    | 1,5    | 2,4    | 1,4    | -  | mg/L                 |
| Cloreto                    | 0,7    | <0,5   | <0,5   | 0,6    | <0,5   | <0,5   | <0,5   | <0,5   | <0,5   | 250  | mg/L                 |
| Clorofila A                | 0,48   | <0,40  | <0,40  | 1,44   | <0,40  | <0,40  | 0,71   | <0,40  | <0,40  | 30   | µg/L                 |
| Coliformes termotolerantes | 230    | 20     | 20     | 45     | 20     | 45     | 20     | <18    | 45     | 1.000  | NMP/100mL            |
| Condutividade              | 8,20   | 5,55   | 6,65   | 9,20   | 7,70   | 5,80   | 5,80   | 9,99   | 10,5   | -  | µS/cm                |
| DBO <sub>5,20</sub>        | <2     | <2     | <2     | <2     | <2     | <2     | <2     | <2     | <2     | 5  | mg O <sub>2</sub> /L |
| DQO                        | 23,5   | <20,0  | <20,0  | 23,5   | 26,2   | <20,0  | <20,0  | <20,0  | <20,0  | -  | mg O <sub>2</sub> /L |
| Nitrogênio total           | <1     | <1     | <1     | <1     | <1     | <1     | <1     | <1     | <1     | -  | mg/L                 |
| Nitrato                    | <0,02  | 0,06   | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | 10,0   | mg/L                 |
| Nitrogênio amoniacal       | <0,4   | <0,4   | <0,4   | <0,4   | <0,4   | <0,4   | <0,4   | <0,4   | <0,4   | pH ≤ 7,5, 3,7;<br>7,5 < pH ≤ 8,0, 2,0;<br>8,0 < pH ≤ 8,5, 1,0;<br>pH > 8,5, 0,5. | mg/L                 |
| OD                         | 6,59   | 7,21   | 6,97   | 6,94   | 6,13   | 9,55   | 7,63   | 6,70   | 6,42   | > 5  | mg/L                 |
| Ortofosfato solúvel        | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | -      | -      | -      | -      | -      | -  | mg/L                 |
| Fósforo total              | <0,02  | 0,03   | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | 0,030 Léntico;<br>0,05 Inter.;<br>0,100 lótico                                   | mg/L                 |
| pH                         | 7,25   | 6,54   | 6,33   | 6,99   | 7,60   | 6,98   | 6,67   | 7,63   | 7,56   | 6,0 a 9,0  | -                    |
| Salinidade                 | <0,1   | <0,1   | <0,1   | <0,1   | <0,1   | <0,1   | <0,1   | <0,1   | <0,1   | -  | ‰                    |
| Sólidos em suspensão       | <50    | <50    | <50    | <50    | <50    | <50    | <50    | <50    | <50    | -  | mg/L                 |
| Sólidos totais             | <50    | <50    | <50    | <50    | 55     | <50    | <50    | 59     | <50    | -  | mg/L                 |
| STD                        | <50    | <50    | <50    | <50    | <50    | <50    | <50    | 29*    | <50    | 500  | mg/L                 |
| Temperatura                | 25,0   | 22,3   | 24,4   | 25,7   | 26,7   | 21,3   | 24,5   | 24,9   | 24,0   | -  | °C                   |
| Temperatura do Ar          | 26,0   | 27,0   | 28,0   | 25,0   | 28,0   | 20,0   | 26,0   | 21,0   | 22,0   | -  | °C                   |
| Turbidez                   | 4,2    | 1,4    | 1,7    | 1,5    | 2,1    | 3,3    | 1,5    | 4,0    | 2,1    | 100  | NTU                  |
| IQA                        | 77     | 83     | 83     | 83     | 84     | 82     | 85     | 84     | 82     | -  | -                    |

Legenda: \* Valor inconsistente.

Fonte: INEMA (2019).

 257  
 Alexandre Flávia W. João/Juliet

TABELA 6.39 – CAMPANHAS DE ANÁLISE DE ÁGUA E IQA NO RIO GRANDE

| Parâmetro                  | 2017-1 | 2017-2 | 2017-3        | 2017-4       | 2018-1       | 2018-2       | 2018-3       | 2018-4       | 2019-1 | VMP (Classe 2)  | Unidade              |
|----------------------------|--------|--------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------|---|----------------------|
| Saturação de OD            | 81,2   | 64,3   | 69,6          | 72,1         | 71,7         | 74,6         | 65,8         | 82,2         | 80,6   | -   | %                    |
| Alcalinidade total         | 9,7    | 7,7    | 5,4           | 10,7         | 11,8         | 9,0          | 7,4          | 9,2          | 12,3   | -   | mg/L                 |
| Cloreto                    | 1,0    | 0,7    | 0,6           | 1,3          | 0,9          | 0,6          | 0,8          | 1,6          | 0,8    | 250   | mg/L                 |
| Clorofila A                | <0,4,0 | 1,09   | <0,40         | 0,71         | 0,71         | <0,40        | 1,04         | <0,40        | 0,71   | 30  | µg/L                 |
| Coliformes termotolerantes | 790    | 460    | <b>16.000</b> | <b>5.400</b> | <b>5.400</b> | <b>2.200</b> | <b>9.200</b> | <b>9.200</b> | 790    | 1.000   | NMP/100mL            |
| Condutividade              | 22,00  | 16,10  | 22,30         | 38,50        | 31,20        | 22,30        | 21,50        | 26,71        | 32,00  | -   | µS/cm                |
| DBO <sub>5,20</sub>        | 3      | <2     | <2            | <2           | <2           | <2           | <2           | 2            | <2     | 5   | mg O <sub>2</sub> /L |
| DQO                        | 20,8   | <20,0  | <20,0         | <20,0        | <20,0        | <20,0        | <20,0        | <20,0        | <20,0  | -   | mg O <sub>2</sub> /L |
| Nitrogênio total           | <1     | <1     | <1            | <1           | <1           | <1           | <1           | <1           | <1     | -   | mg/L                 |
| Nitrato                    | 0,08   | <0,02  | <0,02         | <0,02        | <0,02        | <0,02        | <0,02        | <0,02        | <0,02  | 10,0  | mg/L                 |
| Nitrogênio amoniacal       | <0,4   | <0,4   | <0,4          | <0,4         | <0,4         | <0,4         | <0,4         | <0,4         | <0,4   | 3pH ≤ 7,5, 3,7;<br>7,5 < pH ≤ 8,0, 2,0;<br>8,0 < pH ≤ 8,5, 1,0;<br>pH > 8,5, 0,5. | mg/L                 |
| OD                         | 6,90   | 5,79   | 5,59          | 6,01         | 5,27         | 7,11         | 5,27         | 6,34         | 5,76   | > 5   | mg/L                 |
| Ortofosfato solúvel        | <0,02  | <0,02  | <0,02         | <0,02        | -            | -            | -            | -            | -      | -   | mg/L                 |
| Fósforo total              | <0,02  | <0,02  | <0,02         | 0,03         | <0,02        | <0,02        | 0,03         | <0,02        | <0,02  | 0,030 Léntico;<br>0,05 Inter.;<br>0,100 lótico                                    | mg/L                 |
| pH                         | 6,93   | 6,01   | <b>4,92</b>   | 6,24         | 6,59         | 7,65         | 7,24         | 6,71         | 6,38   | 6,0 a 9,0   | -                    |
| Salinidade                 | <0,1   | <0,1   | <0,1          | <0,1         | <0,1         | <0,1         | <0,1         | <0,1         | <0,1   | -   | ‰                    |
| Sólidos em suspensão       | <50    | <50    | <50           | <50          | <50          | <50          | <50          | <50          | <50    | -   | mg/L                 |
| Sólidos totais             | <50    | 56     | <50           | <50          | <50          | <50          | <50          | 68           | <50    | -   | mg/L                 |
| STD                        | <50    | <50    | <50           | <50          | <50          | <50          | <50          | 54           | <50    | 500   | mg/L                 |
| Temperatura                | 26,6   | 24,5   | 26,4          | 25,4         | 28,4         | 23,5         | 24,0         | 28,0         | 26,5   | -   | °C                   |
| Temperatura do Ar          | 30,0   | 30,0   | 34,0          | 26,0         | 33,0         | 28,0         | 23,0         | 27,0         | 33,0   | -   | °C                   |
| Turbidez                   | 18,0   | 3,6    | 6,3           | 3,2          | 8,9          | 8,4          | 4,6          | 10,0         | 11,0   | 100   | NTU                  |
| IQA                        | 70     | 70     | 51            | 63           | 63           | 69           | 61           | 63           | 69     | -   | -                    |

Fonte: INEMA (2019).

#### 6.1.6.2.4 Índice de Qualidade das Águas

Os valores do IQA são classificados em faixas, que variam entre os estados brasileiros. O QUADRO 6.13 apresenta os valores do IQA indicados pela ANA para os estados da Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Paraíba, Pernambuco e São Paulo (ANA, 2018) e que foi utilizado neste trabalho.

QUADRO 6.13 - CLASSIFICAÇÃO DOS VALORES DO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

| Valor do IQA | Qualidade da Água |
|--------------|-------------------|
| 80-100       | Ótima             |
| 52-79        | Boa               |
| 37-51        | Aceitável         |
| 20-36        | Ruim              |
| 0-19         | Péssima           |

Fonte: ANA (2018).

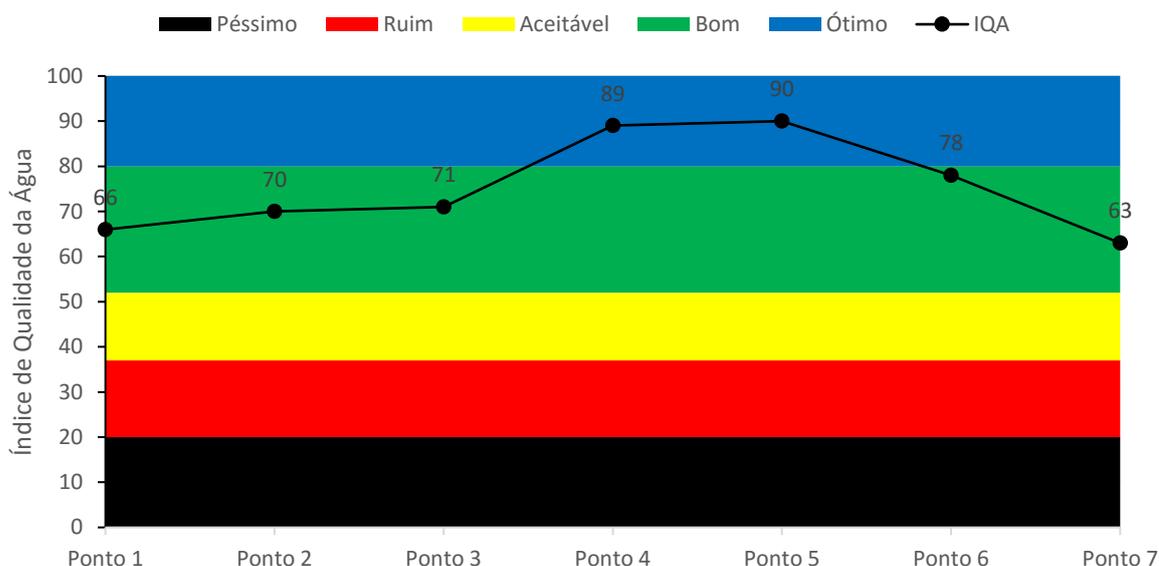
O IQA dos dados primários foi obtido com base nos resultados das análises físico-química e biológicas apresentados para os Pontos 1 a 7, definidos no item 6.1.6.2.2 - Coleta e análise de dados primários. O cálculo do IQA foi executado com auxílio do *software* QualiGraf (FUNCEME, 2019).

A qualidade da água nos Pontos 4 (Rio São Desidério, a montante do Poço Surubim) e 5 (Poço Surubim) foi enquadrada como ótima, enquanto a dos demais foi enquadrado como Boa.

Com relação ao Ponto 4, é possível interpretar que a dinâmica do Sistema Cárstico João Rodrigues, com surgências e sumidouros em arenitos e calcários, promove a melhoria da qualidade da água nesse corpo hídricos, haja visto que o Ponto 1 (surgência no Povoado Sucupira), a montante, apresentou IQA inferior.

Quanto ao Ponto 5 indica que as comunidades à montante do ponto de coleta não influenciam de forma contundente no IQA. Contudo, a qualidade da água decai à medida que se aproxima da zona urbana de São Desidério, representada pelo Ponto 7. A FIGURA 6.132 apresenta o resultado do IQA para sete pontos amostrais.

FIGURA 6.132 – GRÁFICO DE IQA DOS DADOS PRIMÁRIOS



Fonte: INEMA (2019).

Para obtenção de dados secundários foi acessado o banco de dados de amostras e de IQA do Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos (SEIA) (INEMA, 2019). A visualização dessas estações também é possível no Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos da Agência Nacional de Água (ANA). Destaca-se, porém, que o banco de dados acessado não disponibiliza o limite de quantificação (LQ) dos ensaios.

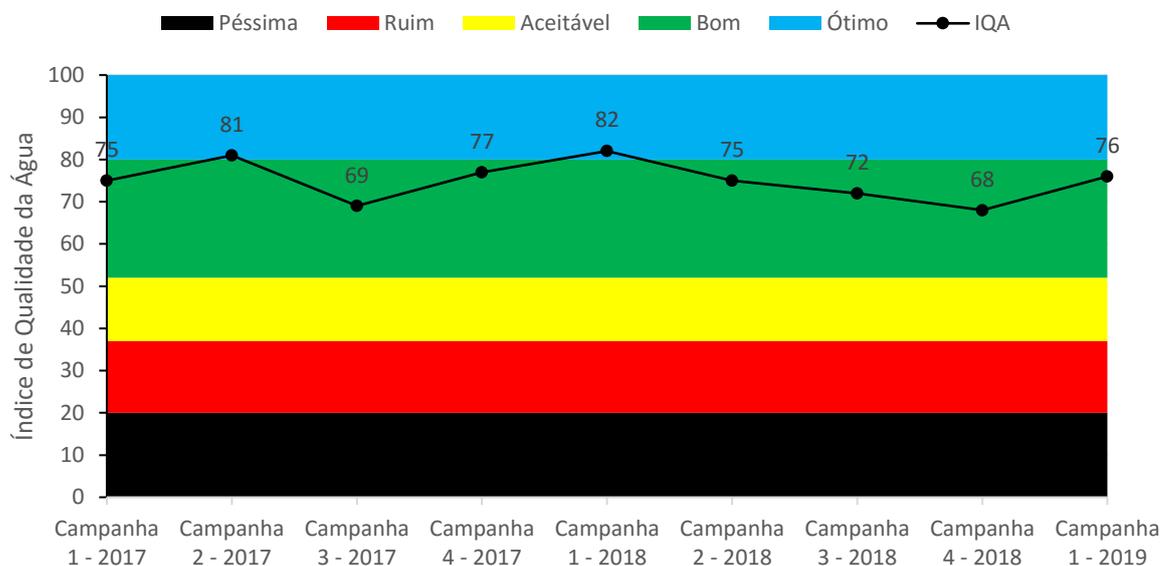
O IQA do Rio São Desidério variou entre 68 (Campanha 2018-4) e 82 (Campanha 2018-1), compreendendo as faixas classificadas como “boa” e “ótima” (FIGURA 6.133). Os elementos que, de forma geral, reduziram o valor do IQA foram:

- Os níveis de coliformes termotolerante, da ordem de 200 NMP/100mL. Destaca-se o valor da Campanha 2018-4, a qual pode ter sofrido influência do período chuvoso do final de ano ou descargas pontuais de esgoto, já que não é evidenciada na campanha posterior;
- O valor de OD da Campanha 2108-4, o qual esteve abaixo do VMP proposto e que pode ser reflexo período chuvoso; e
- O valor ácido de pH, entre 5 e 6, das Campanhas 2017-3 e 2017-4.

*Assinaturas manuscritas*

*Assinatura manuscrita: Alessandro Flávia/W. João/Juliet*

FIGURA 6.133 – GRÁFICO DE IQA NO RIO SÃO DESIDÉRIO

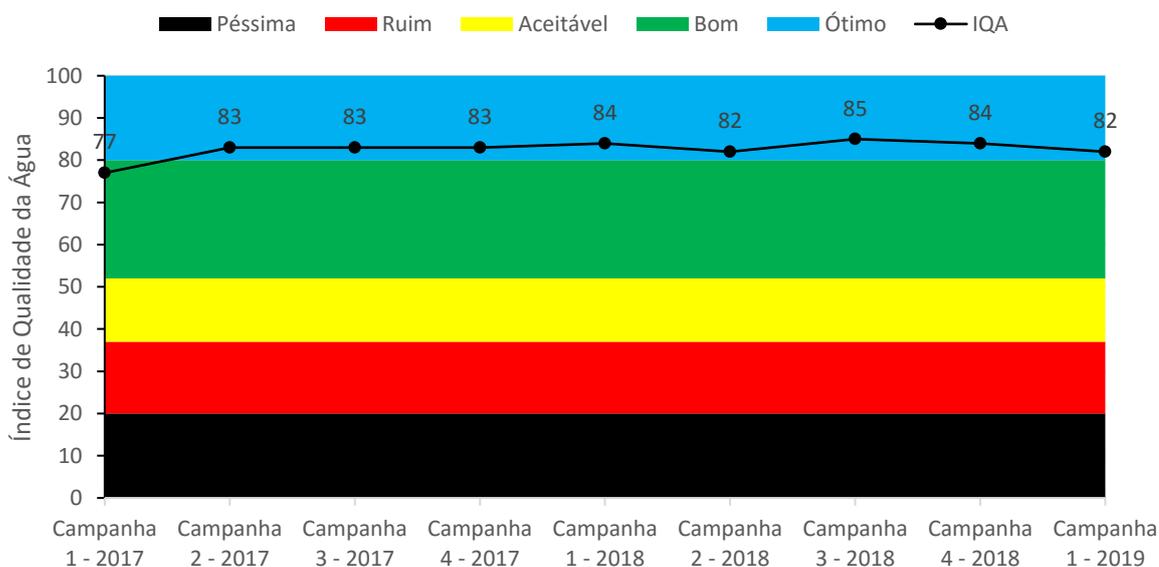


Fonte: INEMA (2019).

O IQA do Rio das Fêmeas variou entre 77 (Campanha 2017-1) e 85 (Campanha 2018-3), compreendendo as faixas classificadas como “boa” e “ótima” (FIGURA 6.134).

De forma geral, o elevado valor dos coliformes termotolerante, da ordem de 240 NMP/100mL (Campanha 2017-1), reduziram o valor do IQA. Esse valor esteve cerca de cinco vezes maior que os encontrados nas demais campanhas.

FIGURA 6.134 – GRÁFICO DE IQA NO RIO DAS FÊMEAS

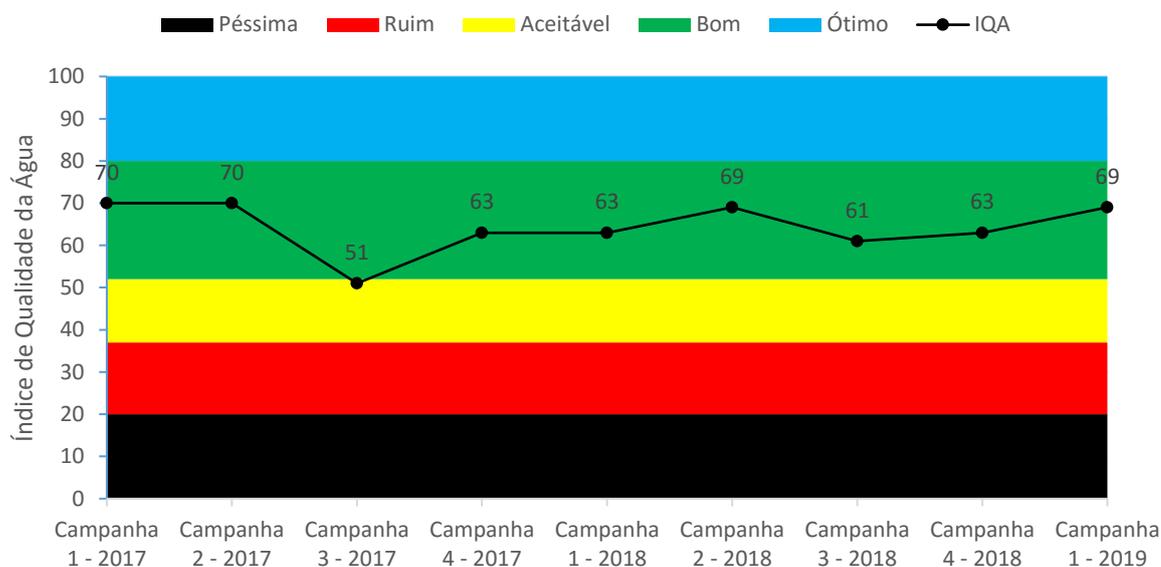


Fonte: INEMA (2019).

O IQA do Rio Grande variou entre 61 (Campanha 2018-3) e 70 (Campanha 2017-1 e 2017-2), compreendendo as faixas classificadas como “aceitável” e “boa” (FIGURA 6.135).

De forma geral, o elevado valor dos coliformes termotolerante reduziram o valor do IQA. Esse parâmetro apresentou pico de 16.000 NMP/100mL (Campanha 2017-3).

FIGURA 6.135 – GRÁFICO DE IQA NO RIO GRANDE



Fonte: INEMA (2019).

Comparando-se os três corpos hídricos avaliados, de forma geral o IQA do Rio das Fêmeas apresentou os melhores resultados e o Rio Grande os piores. Embora o Rio Grande seja caudaloso e apresente o maior volume entre os três, o IQA baixo é reflexo da proximidade da estação de medição com a zona urbana de Barreiras, na porção de jusante da AE.

### 6.1.7 Qualidade do Ar

Nas últimas décadas, a poluição do ar se tornou um dos maiores problemas para a população em geral, além de afetar a fauna e flora de qualquer região. De acordo com World Health Organization (WHO, 2019), “Mais de 80% das pessoas que vivem em áreas urbanas que monitoram a poluição do ar estão expostos a níveis de qualidade do ar que excedem o nível de orientação da WHO de 10 g/m<sup>3</sup> de material particulado para a média anual”. Ademais, a qualidade do ar pode influenciar

diretamente nos padrões de vida da população nas condições de desenvolvimento da vegetação de uma região.

Visando identificar os efeitos causado pelos poluentes atmosféricos em uma determinada região, esse item busca caracterizar os padrões de qualidade do ar e subsidiar futuros monitoramentos das condições atmosféricas na área de influência da rodovia, levando em consideração os fatores que possam causar qualquer variação dos padrões normais de qualidade do ar.

A definição de poluição é encontrada na Política Nacional de Meio Ambiente, Lei Federal nº 6.938/81, Art. 3º, inciso III:

- III - poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:
- a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
  - b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
  - c) afetem desfavoravelmente a biota;
  - d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
  - e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos. (BRASIL, 1981).

Considerando o previsto na Resolução Conama nº 491, de 19 de novembro de 2018, o poluente atmosférico é qualquer forma de matéria em quantidade, concentração, tempo ou outras características, que podem tornar o ar impróprio à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e flora e prejudicial às atividades normais de comunidades.

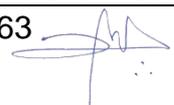
Antes de se tratar sobre os poluentes atmosféricos, pugna-se relevante observar a definição de padrão de qualidade do ar e os tipos de padrões estabelecidos nessa mesma Resolução. No Art. 2º, incisos II, III e IV:

- II - padrão de qualidade do ar: um dos instrumentos de gestão da qualidade do ar, determinado como valor de concentração de um poluente específico na atmosfera, associado a um intervalo de tempo de exposição, para que o meio ambiente e a saúde da população sejam preservados em relação aos riscos de danos causados pela poluição atmosférica;
- III - padrões de qualidade do ar intermediários - PI: padrões estabelecidos como valores temporários a serem cumpridos em etapas;
- IV - padrão de qualidade do ar final - PF: valores guia definidos pela Organização Mundial da Saúde – OMS em 2005. (CONAMA, 2018).

A Portaria Normativa do Ibama nº 348, de 14 de março de 1990 e a Resolução Conama nº 5, de 15 de junho de 1989 definem sete parâmetros de qualidade do ar: fumaça, partículas inaláveis (MP<sub>10</sub>), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), ozônio (O<sub>3</sub>), monóxido de carbono (CO), partículas totais em suspensão e dióxido de enxofre



263

Alexandre Flávia W. Faria/André

(SO<sub>2</sub>). Cada parâmetro ainda remete a padrões primários e secundários de qualidade do ar onde, no padrão primário, se ultrapassadas as concentrações estabelecidas de poluentes, os mesmos poderão afetar a saúde humana. Já o padrão secundário, são concentrações de poluentes abaixo do previsto como mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, à flora, à fauna e aos materiais.

Já o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2018) considera como poluentes atmosféricos aldeídos (RCHO), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), hidrocarbonetos (HC), material particulado (MP) monóxido de carbono (CO), ozônio (O<sub>3</sub>) e poluentes climáticos de vida curta (PCVC). Com isso, há um total de nove parâmetros nacionais de qualidade do ar.

#### 6.1.7.1 Poluentes atmosféricos

Os poluentes atmosféricos podem ser classificados de acordo com o seu estado físico (material particulado e gases). Entretanto, a WHO (2006) classifica os poluentes atmosféricos como poluentes primários e secundários. Os poluentes primários são emitidos de fontes como chaminés de fábricas e tubos de exaustão ou por poeira contaminada suspensa pelo vento, como por exemplo os particulados, o SO<sub>2</sub> e o CO. Já os poluentes secundários são originários de reações químicas dos poluentes primários na atmosfera, como por exemplo o O<sub>3</sub> e o SO<sub>3</sub>.

Para WHO (2000) os poluentes podem ser originários de uma única fonte e afetando assim pequenas áreas. Contudo, a maior frequência de poluição do ar é proveniente de diversas fontes de difusas como tráfego e fontes pontuais. Além das fontes locais, há a influência de poluentes transportados por distâncias médias e longas e contribuindo para o aumento do nível geral de poluentes. Ainda de acordo com WHO (2000), os poluentes podem ser classificados entre poluentes orgânicos, inorgânicos e clássicos.

De acordo com De Nevers (2000), os poluentes podem ser transportados, diluídos e modificados quimicamente ou fisicamente na atmosfera. Finalmente eles encontram algum receptor, onde causam danos à saúde ou danos a qualquer outra parte do meio ambiente, conforme demonstrado na FIGURA 6.136.

FIGURA 6.136 – ESQUEMA DA POLUIÇÃO DO AR



Fonte: Adaptada de De Nevers (2000).

#### 6.1.7.1.1 Monóxido de Carbono (CO)

Este poluente tem como característica ser um gás asfixiante, incolor, inodoro, sem sabor e não irritante. A WHO (1991) descreve o monóxido de carbono como:

[...] um produto da combustão incompleta de combustíveis contendo carbono e também é produzido por processos naturais ou por biotransformação de halometanos no corpo humano. Com exposição externa a monóxido de carbono adicional, efeitos sutis podem começar a ocorrer e a exposição a níveis mais altos pode resultar em morte. (WHO, 1999, p. 1).

Sendo um gás originário de atividades naturais ou antropogênicas, praticamente metade do monóxido de carbono (CO) é liberado da superfície terrestre e a outra metade produzida na atmosfera.

Em termos toxicológicos, os altos níveis de CO causam vários problemas ao ser humano. De acordo com Penney (2000) intoxicações crônicas causadas por exposição prolongada ao CO podem ocasionar efeitos tóxicos cumulativos como insônia, cefaleia, fadiga, diminuição da capacidade física, tonturas, vertigens, náuseas, vômitos, distúrbios visuais, alterações auditivas, doenças respiratórias, anorexia, síndrome de Parkinson, isquemia cardíaca, cardiopatias e arterosclerose.

Em termos toxicológicos, os altos níveis de CO causam vários problemas no ser humano. De acordo com Lacerda *et al.* (2005 *apud* PENNEY, 2000) intoxicações crônicas causadas por exposição prolongada ao CO podem ocasionar efeitos tóxicos cumulativos como insônia, cefaleia, fadiga, diminuição da capacidade física, tonturas, vertigens, náuseas, vômitos, distúrbios visuais, alterações auditivas, doenças respiratórias, anorexia, síndrome de Parkinson, isquemia cardíaca, cardiopatias e arterosclerose.

O CO, durante a absorção, acaba ligando-se com a hemoglobina e formando carboxihemoglobina (COHb), que em determinadas concentrações causam o

agravamento das doenças citadas anteriormente. De acordo com Niosh (1972), uma exposição de 30 minutos a 1200 ppm produzirá concentrações de COHb de 10–13% onde, um nível de COHb de 10–20% causará apenas leves dores de cabeça. Já o nível próximo de 40% de COHB, pode causar a confusão mental, somada a diminuição de coordenação impedindo a condução de um automóvel, por exemplo (STEWART, 1975).

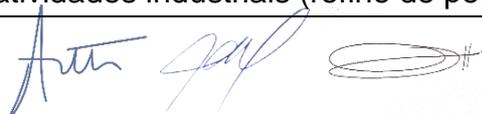
#### 6.1.7.1.2 Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>)

Formado pela junção de nitrogênio e oxigênio, este poluente tem como principais fontes as indústrias de refino de petróleo e metais, usinas elétricas a carvão e estações de tratamento de águas residuais. Trata-se de um poluente proveniente da combustão em motores à combustão interna, sendo também emitido por motores de veículos a combustão e motores de estações de geração de energia. Sua concentração ocorre de forma mais nociva em grandes centros industriais e urbanos, dependendo da quantidade de fontes poluentes da região.

O NO<sub>2</sub> é um gás inodoro e incolor que é formado a partir da reação entre o nitrogênio (N) atmosférico e o oxigênio (O<sub>2</sub>). De acordo com Perkins (1974, p.290), o dióxido de nitrogênio absorve luz visível, principalmente na faixa de ondas curtas, ou seja, azul-violeta. Esse gás causa uma névoa amarronzada na atmosfera e dependendo de sua concentração é corrosiva para materiais diversos e tóxica para o homem (PERKINS,1974). O NO<sub>2</sub>, em períodos com temperaturas mais baixas, contribui para o fenômeno chamado *smog* fotoquímico onde, ocorre a inversão térmica formando uma camada de ar frio abaixo da camada de ar quente. Devido a densidade do ar frio ser maior, o mesmo acaba permanecendo na parte inferior e assim concentrando o poluente e impedindo a sua dissipação. O NO<sub>2</sub> apresenta riscos à saúde humana devido à redução da resistência do organismo frente às infecções respiratórias, além de poder causar edema pulmonar, irritação da mucosa nasal até danos severos aos pulmões.

#### 6.1.7.1.3 Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>)

Assim como o NO<sub>2</sub>, dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), tem como principal fonte atividades industriais (refino de petróleo, metalurgia, cimento) sendo a maior parte de



do enxofre nocivo formado durante o processamento de gás natural e refinamento de petróleo, podendo ser oriundo também de automóveis, porém com menor contribuição nociva. Este poluente pertence ao grupo formador do *smog* fotoquímico. Outras fontes de emissão de SO<sub>2</sub> são as atividades vulcânicas e a queima de biomassa, principalmente em regiões tropicais.

Com o lançamento deste gás na atmosfera, há a oxidação e formação do H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e, dependendo do tempo de suspensão, temperatura e umidade, esse gás pode permanecer na atmosfera por um grande período e assim ser transportado para regiões distantes das fontes de primárias de emissão.

A elevada concentração de SO<sub>2</sub> na atmosfera, faz com que haja o aumento da acidez da água da chuva e formação da chuva ácida. Em meio aquoso, lagos que apresentam pH médio entre 6,5 e 7,0, podendo sofrer com a redução do pH. Segundo USP (2006), o excesso de acidez pode aumentar a acidificação de lagos, principalmente os de pequeno porte, onde o pH menor que 5,5 pode matar larvas, pequenas algas e insetos. Em casos mais severos, o pH abaixo de 4,0 causa asfixia da maioria das espécies de peixes.

#### 6.1.7.1.4 Hidrocarbonetos (HC)

Os hidrocarbonetos são compostos químicos formados principalmente por ligações entre átomos de carbono (C) e hidrogênio (H). Junto a esses átomos podemos haver ligações com outros elementos como o oxigênio (O), o nitrogênio (N), o enxofre (S) e o fósforo (P). Dentre os hidrocarbonetos, os mais conhecidos são o metano, conhecido como gás natural e utilizado como combustível de veículos; o propano e o butano, conhecido com gás de cozinha; o octano ou a gasolina. As principais fontes de emissão de hidrocarbonetos são as indústrias de extração e refino de petróleo e produtos derivados do mesmo. Além da indústria, uma parcela da emissão é proveniente do combustível não queimado de veículos pela falta de oxigênio (O) necessário para a sua combustão.

Assim como qualquer poluente atmosférico, os hidrocarbonetos causam doenças respiratórias como irritação nos olhos, nariz e em toda a parte superior do sistema respiratório. Considerados cancerígenos e mutagênicos, podem causar danos em nível celular. Ademais, os hidrocarbonetos em maiores concentrações, causam a diminuição da visibilidade em ambientes urbanos.



#### 6.1.7.1.5 Ozônio (O<sub>3</sub>)

Ao contrário dos poluentes anteriores, o ozônio (O<sub>3</sub>) não é proveniente diretamente das fontes emissoras. De acordo com CETESB (2000), o ozônio é formado na atmosfera através da reação entre os compostos orgânicos voláteis (COVs) e óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) em presença de luz solar. Por ser um oxidante fotoquímico, o ápice de formação de ozônio (O<sub>3</sub>) ocorre no período de maior incidência de radiação solar.

A exposição por longos períodos e de forma repetitiva pode causar danos à saúde humana, principalmente no sistema respiratório, aumentando a possibilidade de infecções respiratórias e inflamações nos pulmões. Além disso, altos níveis de ozônio afetam também a vegetação, podendo diminuir a taxa de crescimento, aumento da vulnerabilidade a insetos e problemas de pigmentação, devido a alterações no processo de fotossíntese (CETESB, 2000).

#### 6.1.7.1.6 Material Particulado

O material particulado é encontrado, em sua maioria, no estado sólido. As partículas podem variar em tamanho, densidade, massa, morfologia, composição química e física. Já o tempo de suspensão de uma partícula varia de acordo com o seu tamanho e densidade. Sendo assim, partículas maiores e mais densas decantam na coluna de ar mais rapidamente, enquanto as partículas menores e menos densas podem ficar em suspensão por dias e até semanas. As partículas podem variar de tamanho, desde nanômetros (nm) até micrômetros (μm). Na atmosfera as partículas podem mudar de tamanhos e composição por condensação de vapor ou por evaporação, coagulando com outras partículas por reação química ou por ativação na presença de supersaturação de água e assim tornar-se gotas de nevoeiro e nuvem (SEINFELD; SYROS, 2006).

O material particulado apresenta duas classificações de acordo com o diâmetro aerodinâmico. As partículas com diâmetro menor que 2,5 μm são conhecidas como partículas finas inaláveis (MP<sub>2,5</sub>) e as partículas com diâmetros entre 2,5 e 10 μm são conhecidas como partículas grossas inaláveis (MP<sub>10</sub>).



De acordo com Godish (2004), as partículas atmosféricas podem ser descritas como primárias ou secundárias, conforme sua origem e processo de formação. Entretanto, os dois tipos de partículas são diretamente emitidos na atmosfera através de fontes naturais ou antropogênicas. As fontes primárias naturais são provenientes de vulcões, aerossóis, incêndios florestais, fontes biológicas de detritos de meteoritos, enquanto que o transporte rodoviário, a queima de combustíveis fósseis, vários processos industriais e atividades agrícolas, são considerados fontes antropogênicas. As partículas secundárias, em sua grande maioria, são resultado de processos químicos envolvendo gases, partículas aerossóis e vapor de água. As partículas secundárias de aerossóis incluem sulfatos, nitratos e oxihidrocarbonetos.

As partículas menores que 10 µm causam maior preocupação devido à maior quantidade de efeitos nocivos ao sistema respiratório, sendo partículas capazes de atingirem os pulmões e dependendo do seu tamanho podem chegar até a corrente sanguínea.

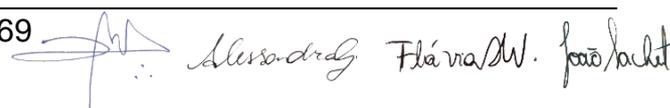
#### 6.1.7.2 Padrões de qualidade do ar

O monitoramento da qualidade de ar tem como objetivo verificar os níveis de poluição dispersos em uma determinada região por um determinado tempo, assim como exposto no Art. 2º, inciso II da Resolução Conama nº 491/2018:

II - padrão de qualidade do ar: um dos instrumentos de gestão da qualidade do ar, determinado como valor de concentração de um poluente específico na atmosfera, associado a um intervalo de tempo de exposição, para que o meio ambiente e a saúde da população sejam preservados em relação aos riscos de danos causados pela poluição atmosférica. (BRASIL, 2018).

Como ação de gestão, prevenção ou redução de poluentes atmosféricos, a Resolução Conama nº 05/1989 instituiu o Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar (PRONAR), do qual se destaca que a estratégia básica de limitar, a nível nacional, as emissões por tipologia de fontes e poluentes prioritários, reservando o uso dos padrões de qualidade do ar como ação complementar de controle (BRASIL, 1989).

Anteriormente, em 6 de maio de 1986, foi criado o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE). Segundo Brasil (1986), o Proconve teve como objetivos a redução dos níveis de emissão de poluentes por

Alexsandro Flávia/W. João/André

veículos automotores, o desenvolvimento tecnológico nacional na área da engenharia automobilística e nos equipamentos de ensaio de emissões, a criação de programas de inspeção de veículos e ajudar na conscientização da população e promover melhorias nas características técnicas dos combustíveis líquidos.

Em 28 de junho de 1990, foi criada a Resolução Conama nº 03, que posteriormente foi revogada pela Resolução Conama nº 491/2018. Na resolução atual são encontrados os tipos de poluentes atmosféricos e seus padrões de qualidade estabelecidos com valores temporários a serem cumpridos (padrões intermediário – PI; padrão final – PF) (TABELA 6.40).

TABELA 6.40 – PADRÕES DE QUALIDADE DO AR - RESOLUÇÃO CONAMA Nº 491/2018

| Poluente Atmosférico                     | Período de Referência | PI-1              | PI-2              | PI-3              | PF                |     |
|--|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----|
|  |                       | µg/m <sup>3</sup> | µg/m <sup>3</sup> | µg/m <sup>3</sup> | µg/m <sup>3</sup> | ppm |
| Material Particulado - MP <sub>10</sub>  | 24 horas              | 120               | 100               | 75                | 50                | -   |
|  | Anual <sup>1</sup>    | 40                | 35                | 30                | 20                | -   |
| Material Particulado - MP <sub>2,5</sub> | 24 horas              | 60                | 50                | 37                | 25                | -   |
|  | Anual <sup>1</sup>    | 20                | 17                | 15                | 10                | -   |
| Dióxido de Enxofre - SO <sub>2</sub>     | 24 horas              | 125               | 50                | 30                | 20                | -   |
|  | Anual <sup>1</sup>    | 40                | 30                | 20                | -                 | -   |
| Dióxido de Nitrogênio - NO <sub>2</sub>  | 1 hora <sup>2</sup>   | 260               | 240               | 220               | 200               | -   |
|  | Anual <sup>1</sup>    | 60                | 50                | 45                | 40                | -   |
| Ozônio - O <sub>3</sub>                  | 8 horas <sup>3</sup>  | 140               | 130               | 120               | 100               | -   |
| Fumaça                                   | 24 horas              | 120               | 100               | 75                | 50                | -   |
|  | Anual <sup>1</sup>    | 40                | 35                | 30                | 20                | -   |
| Monóxido de Carbono – CO                 | 8 horas <sup>3</sup>  | -                 | -                 | -                 | -                 | 9   |
| Partículas Totais em Suspensão - PTS     | 24 horas              | -                 | -                 | -                 | 240               | -   |
|  | Anual <sup>4</sup>    | -                 | -                 | -                 | 80                | -   |
| Chumbo – Pb <sup>5</sup>                 | Anual <sup>1</sup>    | -                 | -                 | -                 | 0,5               | -   |

Legenda: <sup>1</sup> - média aritmética anual; <sup>2</sup> - média horária; <sup>3</sup> - máxima média móvel obtida no dia; <sup>4</sup> - média geométrica anual; <sup>5</sup> - medido nas partículas totais em suspensão.

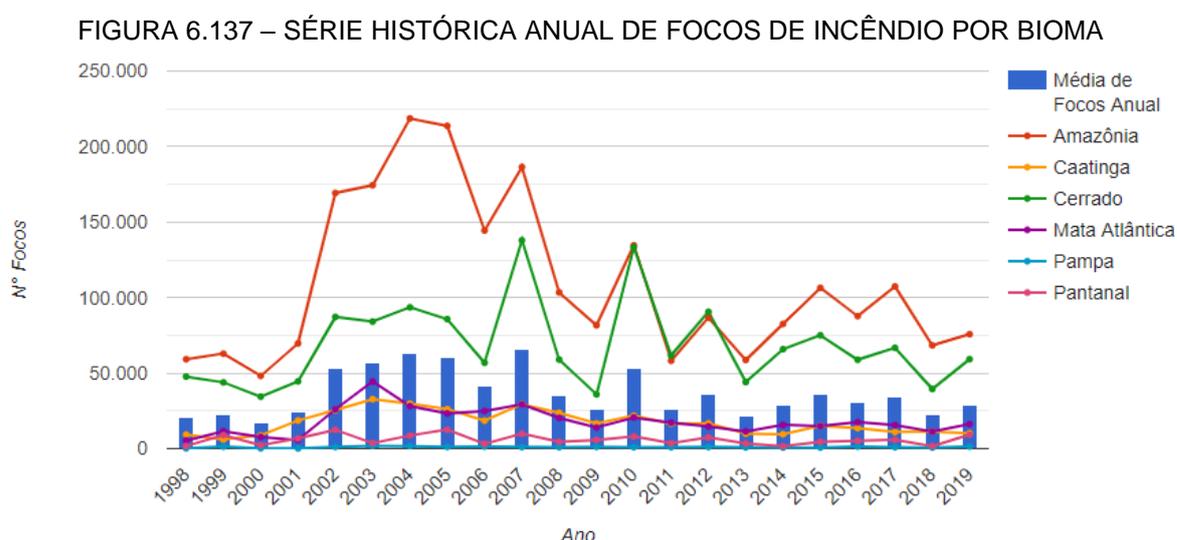
Fonte: adaptada de BRASIL (2018).

### 6.1.7.3 Caracterização da área

A área do empreendimento apresenta velocidade média dos ventos da ordem de 2,2 m/s. A direção predominante do vento na estação mais próxima, Estação Barreiras, corresponde a nordeste (23,7%).

Contudo, a emissão de poluentes atmosféricos e a qualidade do ar em uma região estão ligados também com as características topográficas, meteorológicas da região e as fontes de emissão de poluentes. Uma grande preocupação quanto às emissões de gases e ao comprimento de qualidade do ar na região são os pontos de queimadas. De acordo com Coutinho *et al.* (2002) o período de estiagem, entre os meses de julho a outubro, representa a grande incidência de queimadas nas regiões Amazônica e Brasil Central, com queimadas antropogênicas em áreas de Cerrado e de Floresta Tropical.

O empreendimento está inserido em um Bioma parcialmente dividido entre Mata Atlântica e Cerrado que, em 2018, através de dados coletados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), registrou um total de 33591 focos ativos de incêndio no Cerrado e 11298 focos ativos de incêndio na Mata Atlântica (FIGURA 6.137).



Fonte: INPE (2019).

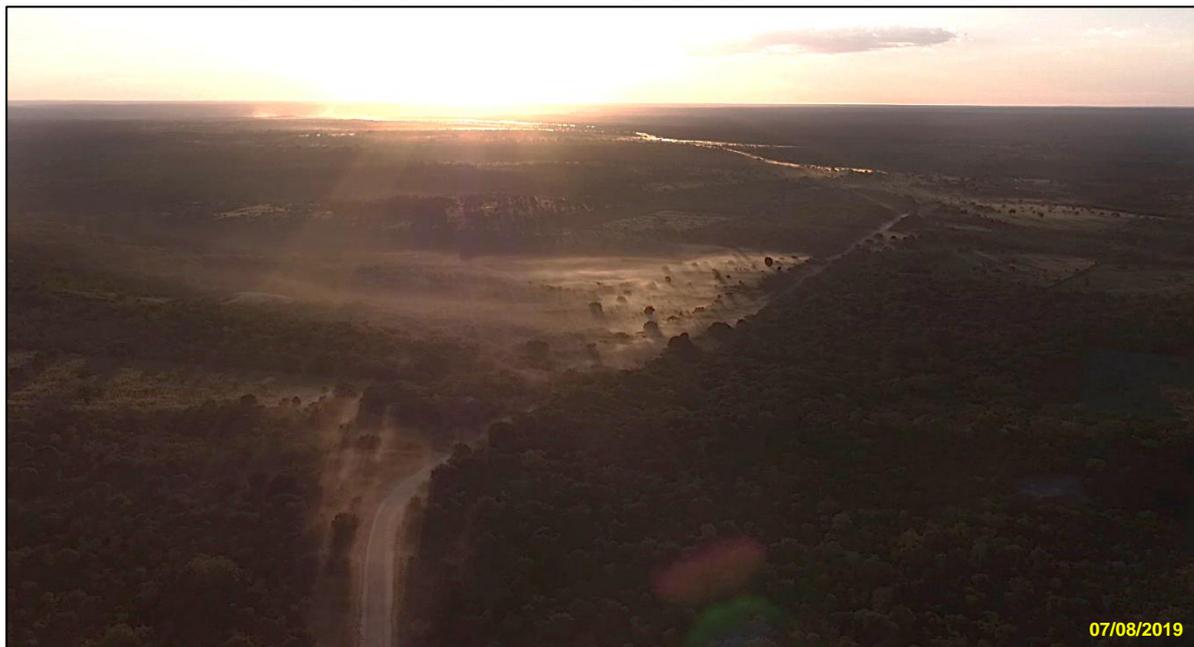
Segundo Hacon *et al.* (1995) a quantidade de material particulado lançado na atmosfera em decorrência de queimadas chega a um valor de 60% de todo o material particulado emitido para a atmosfera, modificando de forma significativa as condições

da atmosfera em nível local, regional e global. Ademais, segundo Crutzen e Andreae. (1990) as estimativas revelam que a quantidade anual de material particulado liberado na atmosfera por causa de queimadas nos trópicos está em torno de 36 a 154 Tg ( $1,5 \times 10^{10}$  kg). A exemplo, nos estudos de Alves *et al* (2011), entre os meses de maio e setembro de 2010, foi identificado o emprego de queimadas em 11,42% de uma área na região de Barreiras, resultado em consideráveis emissões atmosféricas.

De forma peculiar, Silva *et al* (2013) efetuou medições que acusaram concentração nula de CO, H<sub>2</sub>S e hidrocarbonetos. No interior da cavidade foram identificadas concentrações elevadas de CO<sub>2</sub> e concentrações baixas de O<sub>2</sub>.

Assim como as queimadas, o tráfego na BR-135/BA, é um fator de grande influência na qualidade do ar da região. O movimento de caminhões e carros na via não pavimentada promove a emissão de material particulado durante todo o ano. Na FIGURA 6.138 observa-se a presença de material particulado em suspensão oriundo do tráfego de veículos, onde percebe-se que este material acumulando-se em locais adjacentes ao trecho não pavimentado, sobretudo naqueles desprovidos de vegetação arbórea. Ademais, as queimadas acontecem principalmente no período de seca, enquanto a suspensão de material particulado pelo movimento de carros e caminhão na rodovia acontece ao longo do ano, em dias não precedidos por chuva.

FIGURA 6.138 – ACÚMULO DE POEIRA PROVENIENTE DO TRÁFEGO NO TRECHO NÃO PAVIMENTADO DA BR-135/BA ATRAVÉS DE LEVANTAMENTO AÉREO.



Fonte: UFPR/ITTI, 2019.

*Artur*

*Alexsandro Flávia/W. João/André*

O período de chuvas da região é considerado entre os meses de novembro a março, com precipitação anual média de 972 mm na Estação Barreiras, tornando este período mais favorável a dispersão de poluentes devido à instabilidade atmosférica, a incidência de ventos e o *wash-out* (lavagem) da atmosfera. Ademais, o período compreendido entre os meses de abril a outubro, estação de seca, tende a apresentar estabilidade atmosférica, sendo assim, considerado um período crítico.

O período de seca propicia maior incidência de material particulado (poeira) proveniente do trecho sem pavimentação da BR-135/BA. Dessa forma, a população residente nas proximidades da estrada relata incomodo devido à quantidade de poeira durante a passagem de veículos.

Os outros pontos de poluição pontual por material particulado são as três pedreiras comerciais de calcário existentes próximo ao perímetro urbano de São Desidério (FIGURA 6.139). De acordo com IBRAM (1984), conforme há o beneficiamento do material há a emissão de material particulado podendo até alterar de maneira significativa a qualidade do ar em questão.

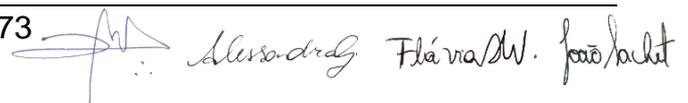
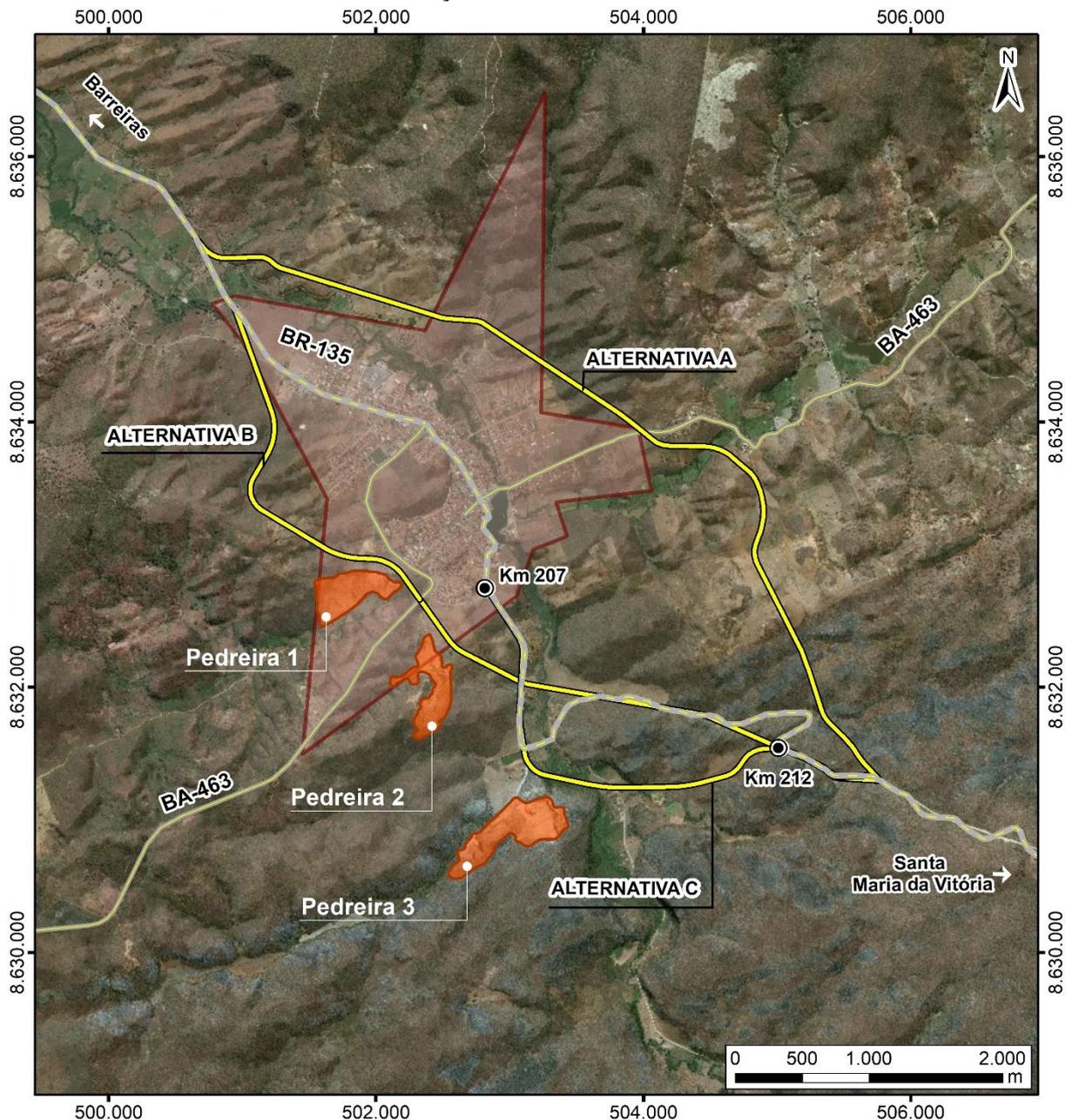
Alexsandro Flávia W. João/collet

FIGURA 6.139 – LOCALIZAÇÃO DAS PEDREIRAS EM SÃO DESIDÉRIO



| LOCALIZAÇÃO  | LEGENDA  | INFORMAÇÕES  |
|--|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Quilometragem</li> <li>— BR-135</li> <li>— Rodovias estaduais</li> <li>— Alternativas locacionais</li> <li>■ Pedreiras em São Desidério</li> <li>■ Perímetro urbano de São Desidério</li> </ul> | <p><b>EXTRAÇÃO MINERAL</b></p> <p> </p>  |
|  |  | <p><b>PROJETO</b><br/>EIA/RIMA - BR-135/BA</p> <p><b>FONTE DE DADOS</b><br/>Alternativas locacionais e perímetro urbano - ITTI, 2018;<br/>Pedreiras - ITTI, 2019;<br/>Rodovias, Quilometragem - DNIT, 2015;<br/>Limites estaduais e Capitais - IBGE, 2015;<br/>BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> <p><b>ESCALA</b><br/>1:50.000   1 cm = 500 m</p> |
| <p><b>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</b></p> <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>Meridiano Central: 45° W</p> |  |  |

Fonte: UFPR/ITTI (2019).

Por meio dos relatórios de automonitoramento de PTS de duas dessas pedreiras, fornecidos pela Secretaria de Meio Ambiente e Turismo da cidade de São Desidério, foram identificados sete pontos de amostragem entre os meses de agosto e setembro de 2017 (TABELA 6.41).

Os dados mostram que em nenhuma das amostragens de 24h o padrão final de 240  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , descrito na Resolução Conama nº 491/2018, foi ultrapassado.

TABELA 6.41 – AMOSTRAGENS DE PTS NAS PEDREIRAS DE SÃO DESIDÉRIO

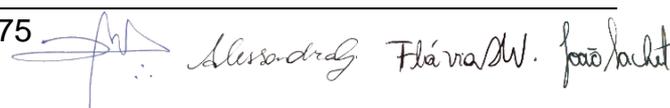
| Pedreira 2 |               |          |   |
|------------|---------------|----------|---|
| Ponto      | Local         | Duração  | Partículas Totais em Suspensão ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |
| 01         | São Desidério | 24 horas | 144,2   |
| 02         | São Desidério | 24 horas | 132,7   |
| 03         | São Desidério | 24 horas | 124,3   |
| 04         | São Desidério | 24 horas | 102,8   |
| 05         | São Desidério | 24 horas | 126,2   |
| Pedreira 3 |               |          |   |
| Ponto      | Local         | Duração  | Partículas Totais em Suspensão ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |
| 01         | São Desidério | 24 horas | 84,56   |
| 02         | São Desidério | 24 horas | 92,89   |

Fonte: Secretaria de Meio Ambiente e Turismo de São Desidério (2019).

#### 6.1.7.4 Metodologia

A área de influência do empreendimento não apresenta indústrias ou empreendimentos que possam apresentar modificações ou efeitos cumulativos de  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{O}_3$ , Fumaça, CO e Pb. Entre os ramos industriais mais poluentes estão a indústria química, petroquímica, metalúrgica, cerâmica e alimentícia, dos quais não há presença na área de influência do subtrecho rodoviário em estudo. Tais ramos industriais são os principais responsáveis pela emissão de monóxido de carbono, dióxido de enxofre e dióxido de nitrogênio. Com relação ao ozônio, atividades industriais são responsáveis indiretamente, uma vez que, o ozônio é formado na atmosfera através da reação entre os compostos orgânicos voláteis (COVs) e óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ) em presença de luz solar.

Em relação ao  $\text{MP}_{10}$  e o PTS, no município de São Desidério há a presença de três pedreiras que contribuem para a emissão dos mesmos, conforme exposto anteriormente. A região ainda conta com o traçado não pavimentado da BR-135/BA que, com a falta de pavimentação, causa a emissão desses poluentes. Portanto, a



 Alexandre Flávia/W. João/Juliet

priori, identificou-se o efeito cumulativo apenas nas emissões de MP<sub>10</sub> e PTS, tendo como fontes a rodovia e as pedreiras comerciais da região.

Com relação aos aspectos físicos da região, foram levantados dados pertinentes as condições de circulação atmosférica que influenciam a Área de Estudo.

Durante muito tempo no Brasil, os sistemas de ensaios de vazão de Amostrador de Grande Volume (AGV) foi conhecido como Calibrador Padrão de Vazão (CPV), sendo utilizado pela ABNT na norma NBR 9547:1997. Isso resultou na utilização do termo “calibração” para os procedimentos de aferimento do CPV e dos AGVs. Recentemente, com a decisão da Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro (CGCRE), passou-se a considerar a acreditação dos AGVs e CPV como “ensaio” e não como “calibração”.

Dessa forma, para os ensaios de MP<sub>10</sub> foram utilizados um Amostrador de Grande Volume (AGV MP<sub>10</sub>) (FIGURA 6.140), acoplado a um separador inercial de partículas, a Cabeça de Separação modelo CABMP10. Para os ensaios de PTS foi utilizado, também, um Amostrador de Grande Volume (AGV PTS) (FIGURA 6.141) com formato tradicional, de teto em duas águas. Ambos os equipamentos originários da empresa Energética Ind. e Com. LTDA.



FIGURA 6.140 – AMOSTRADOR DE GRANDE VOLUME (AGV MP10)



Fonte: Energética (2019).

FIGURA 6.141 – AMOSTRADOR DE GRANDE VOLUME COM FORMATO TRADICIONAL (AGV PTS)



Fonte: Energética (2019).

Com a utilização dos dois equipamentos, as informações das concentrações são determinadas em  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de partículas de até  $10\ \mu\text{m}$  em suspensão no ar ambiente no AGV MP<sub>10</sub>, e de partículas totais com diâmetro equivalente de  $50\ \mu\text{m}$  no AGV PTS.

Esses equipamentos têm grande capacidade de deslocamento de ar, onde AGV MP<sub>10</sub> apresenta vazão de  $1,13\ \text{m}^3/\text{min}$  com desvio menor que 1% em 24 horas. O AGV PTS apresenta vazão de  $1,1\ \text{m}^3/\text{min}$  a  $1,7\ \text{m}^3/\text{min}$  (ENERGÉTICA, 2019).

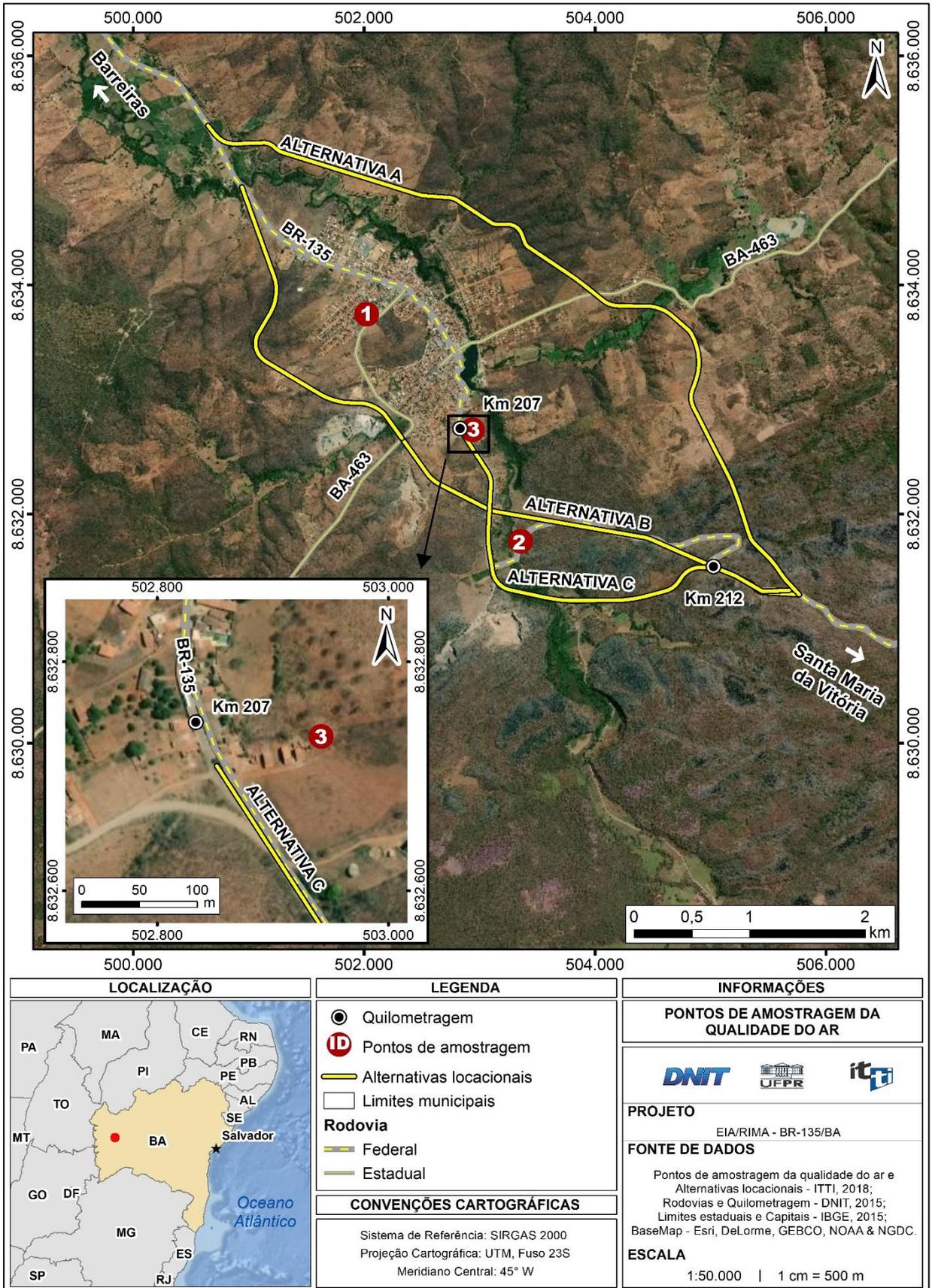
Com base nas especificações da região, que apresenta tensão de 220V, a rotação do AGV MP<sub>10</sub> e AGV PTS foram de 19.976 rpm e 18.800 rpm, respectivamente. Ambos os aparelhos apresentam registro contínuo de vazão e com registro de checagem de eventos, atendendo o preconizado na Resolução Conama nº 491/2018. Ainda, o AGV MP<sub>10</sub> atende as normas ABNT (NBR 13412:1995) e US EPA (40CFR, Parte 50, Ap. J) e o AGV PTS atende as normas ABNT (NBR 9547:1997) e US EPA (40 CFR, Parte 50, Ap. B).

A amostragem de ar para a determinação da concentração de MP<sub>10</sub> e PTS foi realizada em três pontos consistentes com o trecho da rodovia em questão, conforme demonstrado na FIGURA 6.142 e na TABELA 6.42. Ademais, entre a FIGURA 6.143 e a FIGURA 6.145 existe a ilustração dos amostradores de grande volume nos respectivos locais determinados conforme:

  
Alexsandro Flávia/W. João/André

- Ponto Q-01 – São Desidério, dentro do Estádio Ocival Rodrigues de Souza e próximo à Escola Municipal Antônio Pereira da Rocha. O local compreende um campo de futebol localizado no interior da zona residencial da cidade. Os pontos de maior influência compreendem a BA-463 pavimentada, adjacente ao estádio; e três pedreiras localizadas a 1,0 km, 1,7 km e 3,0 km a sul do ponto de medição;
- Ponto Q-02 – São Desidério, em uma propriedade particular adjacente a BR-135/BA, em trecho não pavimentado. O local é caracterizado por vegetação densa, com influência também das três pedreiras locais, sendo uma a 0,8 km a sul e duas a 1,0 km e 1,6 km a oeste do ponto de medição;
- Ponto Q-03 – São Desidério, saída do perímetro urbano em direção à cidade de Correntina/BA, próximo à residência do Sr. Edinei. O local sobre influência da: a) BR-135/BA, não pavimentada, localizada a 300 m do ponto de medição; b) de pedreiras, sendo uma localizada a 1,8 km a sul, e duas a 0,9 m a sudoeste e a oeste do ponto de medição; c) ETA São Desidério, localizada a 100 m a sudeste.

FIGURA 6.142 – PONTOS DE AMOSTRAGEM DO AR



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

TABELA 6.42 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DE AR

| Ponto  | Local         | Data       | Duração  | Coordenadas – UTM (23L) |              |
|--------|---------------|------------|----------|-------------------------|--------------|
|        |               |            |          | X                       | Y            |
| Q – 01 | São Desidério | 06/08/2019 | 24 horas | 502.072,00              | 8.633.775,00 |
| Q – 02 | São Desidério | 07/08/2019 | 24 horas | 503.317,26              | 8.631.758,83 |
| Q – 03 | São Desidério | 09/08/2019 | 24 horas | 502.928,94              | 8.632.711,02 |

Fonte: UFPR/ITTI (2019).

A TABELA 6.43 demonstra as condições climáticas nos dias correntes em que foram realizadas as amostragens de ar na região de São Desidério, demonstrando que não houve incidência de chuvas e a velocidade média dos ventos foi de 2,2 m/s.

TABELA 6.43 – CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DURANTE O PERÍODO DE AMOSTRAGEM DE AR

| Ponto  | Temperatura média | Índice pluviométrico | Velocidade média dos ventos | Direção dos ventos |
|--------|-------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------|
| Q – 01 | 24,6 °C           | 0,0 mm               | 2,7 m/s                     | Noroeste           |
| Q – 02 | 25,1 °C           | 0,0 mm               | 1,8 m/s                     | Oeste              |
| Q – 03 | 24,4 °C           | 0,0 mm               | 2,3 m/s                     | Norte              |

Fonte: UFPR/ITTI (2019).

FIGURA 6.143 – AMOSTRAGEM DE AR – PONTO Q-01



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

FIGURA 6.144 – AMOSTRAGEM DE AR – PONTO Q-02



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

FIGURA 6.145 – AMOSTRAGEM DE AR – PONTO Q-03



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

### 6.1.7.5 Resultados

Devido à falta de pavimentação da BR-135/BA, os aspectos climáticos e a presença de minerações na região, os parâmetros de PTS e MP<sub>10</sub> foram considerados os indicadores prioritários para a caracterização da qualidade do ar na região. Os resultados da amostragem de MP<sub>10</sub> e PTS são apresentados na TABELA 6.44 e na TABELA 6.45, respectivamente. Os laudos dos resultados da amostragem e da calibração dos equipamentos encontram-se no APÊNDICE 1 – FORMULÁRIOS DE AMOSTRAGEM DE MATERIAL PARTICULADO, no APÊNDICE 2 – FORMULÁRIOS DE AMOSTRAGEM DE PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO e no ANEXO C – RELATÓRIO DO ENSAIO DE CALIBRAÇÃO.

TABELA 6.44 – CONCENTRAÇÕES DE MP<sub>10</sub> NOS PONTOS AMOSTRAIS

| Ponto de amostragem do Ar | Concentração medida (µg/m <sup>3</sup> ) | Padrões de qualidade do ar (µg/m <sup>3</sup> )<br>Conama nº 491/2018 |        |        |    |
|---------------------------|--|---|--------|--------|----|
|                           |  | PI - 1  | PI - 2 | PI - 3 | PF |
| Q-01                      | 50,84                                    | 120   | 100    | 75     | 50 |
| Q-02                      | 112,99                                   | 120   | 100    | 75     | 50 |
| Q-03                      | 41,53                                    | 120   | 100    | 75     | 50 |

Fonte: UFPR/ITTI (2019).

Com relação ao MP<sub>10</sub>, o ponto Q-01 está enquadrado no padrão de qualidade intermediário (PI-3), apresentando concentração de 50,84 µg/m<sup>3</sup>.

O ponto Q-02 ficou enquadrado dentro do padrão intermediário PI-1, apresentando concentração de 112,99 µg/m<sup>3</sup>. O objetivo desse limite é prevenir o impacto ambiental e a agressão à saúde humana e do meio afetado.

O ponto Q-03 apresentou concentração de 41,53  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , sendo o ponto com a menor concentração medida e estando abaixo da metade final da Resolução Conama nº 491/2018.

Para os padrões de PTS, a Resolução Conama nº 03/90 estabelece como padrão primário a concentração média de 240  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  em 24 horas e como padrão secundário a concentração média 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de 24 horas. Com a revogação da mesma pela resolução Conama nº 491/2018, ficou definido apenas o valor de 240  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de concentração para o padrão final de PTS. Ainda de acordo com essa resolução, as partículas totais em suspensão são utilizadas em situações específicas, a critério do órgão ambiental competente.

TABELA 6.45 – CONCENTRAÇÕES DE PTS NOS PONTOS AMOSTRAIS

| Ponto de amostragem do Ar | Concentração ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Padrões de qualidade do ar ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |                   |                   |
|---------------------------|---|---|-------------------|-------------------|
|                           |   | Conama nº03   |                   | Conama nº491/2018 |
|                           |   | Padrão Primário   | Padrão Secundário | Padrão Final      |
| Q – 01                    | 99,58                                     | 240   | 150               | 240               |
| Q – 02                    | 299,10                                    | 240   | 150               | 240               |
| Q – 03                    | 66,87                                     | 240   | 150               | 240               |

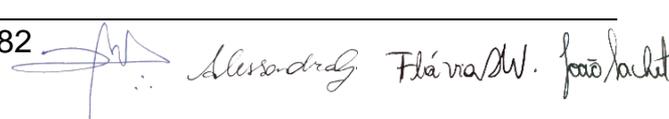
Fonte: UFPR/ITTI (2019).

Dessa maneira pode-se observar que, os pontos de amostragem do ar Q-01 e Q-03, apresentam valores de concentração abaixo do especificado nas duas resoluções Conama, além de apresentarem concentrações inferiores ao padrão secundário de 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dessa maneira, a concentração de PTS está oferecendo pouco risco à saúde humana, flora e fauna da região do empreendimento.

O ponto Q – 02 apresentou concentração igual a 299,10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , estabelecendo uma condição de concentração acima do padrão primário da Resolução Conama nº 03/1990 e do padrão final da Resolução Conama nº 491/2018 (240  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Contudo, a análise dos dados secundários de ensaios realizados pelas pedreiras 2 e 3 indica uma possível interferência na quantidade de PTS na região que abrange o ponto Q – 02.

Através do Programa de Avaliação Instantânea de Dispersão, que considera a Dispersão Gaussiana dos poluentes atmosféricos, foi possível realizar uma modelagem da dispersão de poluentes particulados e demonstrá-los em forma de mapeamento de isoconcentrações, método utilizado por Kawano (2003), Lima *et al.* (2016) e Rendón *et al.* (2015).

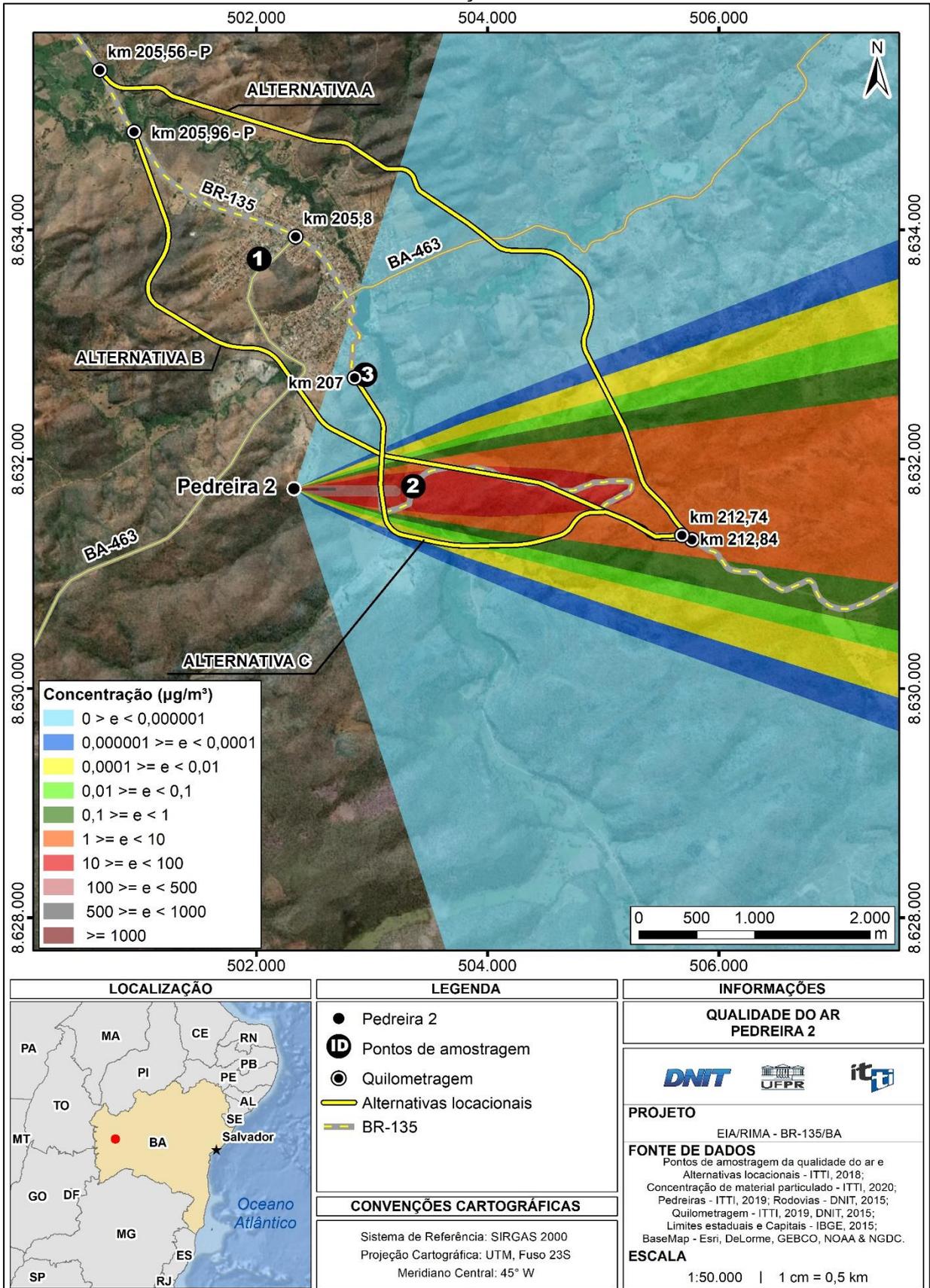


 Alessandro Flávia/W. João/Juliet

Para a elaboração do modelo foram utilizados dados da fonte emissora como coordenadas, altura física, velocidade dos gases e taxa de emissão de poluentes, dados meteorológicos requeridos para prever o transporte, dispersão e depleção dos poluentes e os dados do receptor que englobam a sua localização em coordenadas, elevação e podendo também incluir informações sobre densidade da população.

De maneira geral, são necessários três cálculos para estimar a concentração: elevação da pluma, a dispersão de poluentes entre a fonte e as localizações de interesse (modeladas matematicamente com base nas condições atmosféricas) e a concentração ao nível do solo. Ademais, de acordo com Melo e Mitkiewicz (2002) a concentração de poluentes na atmosfera não está ligada somente às fontes de emissão, mas também com seu grau de permanência e remoção determinado por fatores físicos como a topografia, o perfil da temperatura e a distribuição de pressão que influenciam diretamente a velocidade dos ventos e nível de turbulência, sendo assim responsáveis pelo grau de dispersão do poluente.

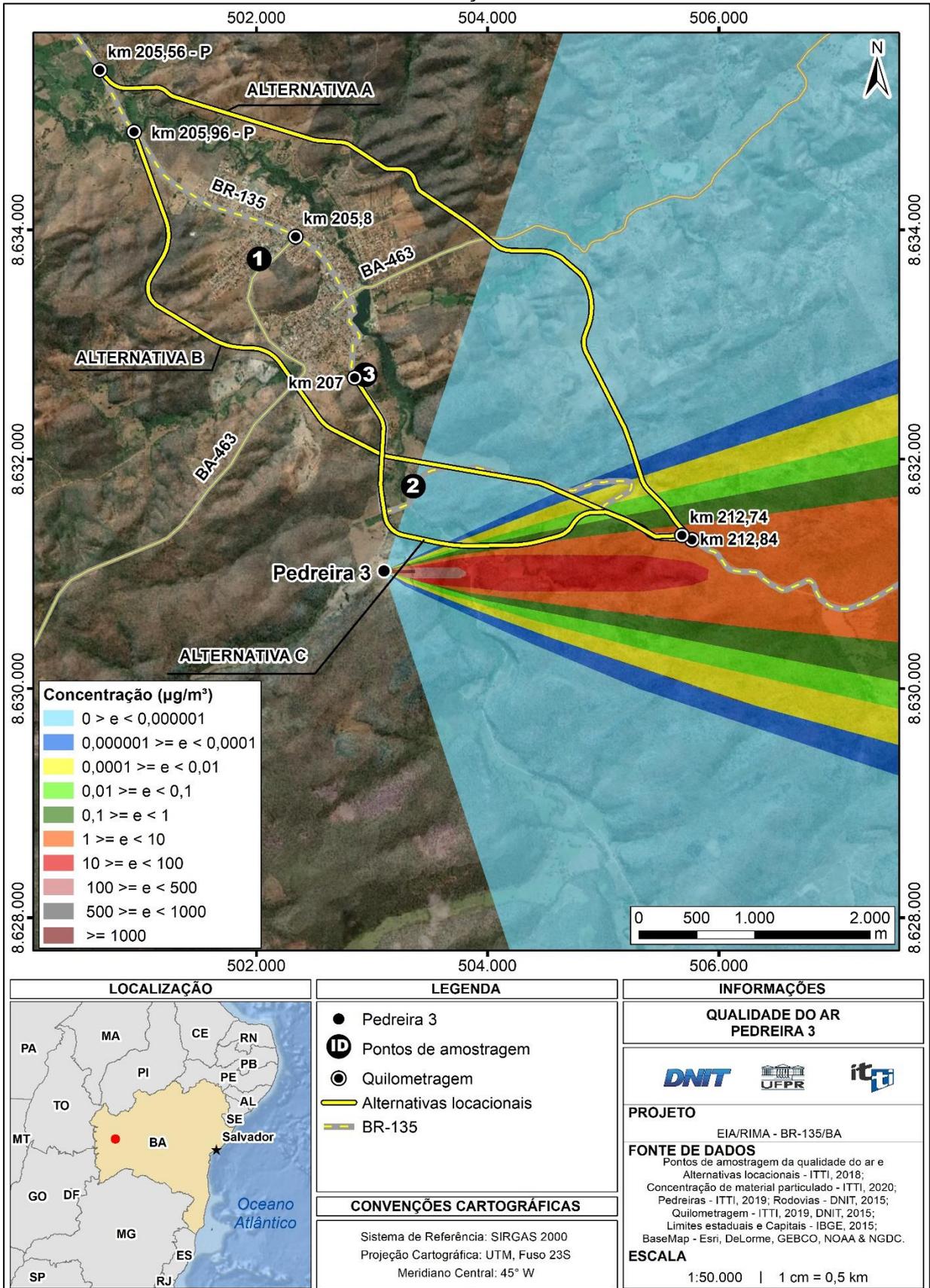
Para a elaboração dos modelos foram utilizados os piores cenários de concentração das pedreiras 2 e 3 como fontes PTS com os valores respectivos de  $144,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $92,89 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (TABELA 6.41). O vento predominante foi orientado conforme o observado no dia da amostragem (TABELA 6.43). Assim, estes valores foram utilizados como uma fonte estacionária e aplicada ao Programa de Avaliação Instantânea de Dispersão. Após a elaboração do modelo foram gerados os gráficos com isoconcentrações e sobrepostos à região conforme demonstrado na FIGURA 6.146 e na FIGURA 6.147 onde é observado uma grande contribuição da pedreira 02 no ponto Q – 02.

FIGURA 6.146 – GRÁFICO DE ISOCONCENTRAÇÕES DE PTS ORIGINÁRIOS DA PEDREIRA 2.



Fonte: UFPR/ITTI, 2020.

FIGURA 6.147 – GRÁFICO DE ISOCONCENTRAÇÕES DE PTS ORIGINÁRIOS DA PEDREIRA 3



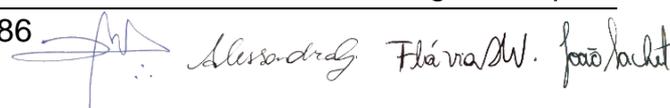
Fonte: UFPR/ITTI, 2020.

Analisando-se a FIGURA 6.146 pode-se observar que as emissões da Pedreira 2 causam incidência de uma concentração aproximada de  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de PTS no ponto Q – 02, o qual apresentou valor de  $299,10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  em 24 h, superior à Resolução Conama nº 491/2018 ( $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Portanto, considerando-se apenas as duas fontes de emissões atmosféricas, a Pedreira 2 e a rodovia BR-135/BA, pode-se afirmar que a rodovia contribuiu com cerca de  $199,10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $299,10 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 100 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 199,10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Este valor corresponde ao restante dos poluentes encontrados na região devido à não pavimentação da rodovia e o tráfego de veículos, estando abaixo do nível estabelecido pela Resolução Conama nº 491/2018 ( $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Considerando as condições meteorológicas durante o período de amostragem do ar na região (período de estiagem e sem precipitação nas últimas 24h), a amostragem do ar ocorreu no período do ano mais propenso a apresentar elevadas concentrações de PTS e  $\text{MP}_{10}$ . Assim, acredita-se que durante o período de chuvas haja diminuição das concentrações desses poluentes atmosféricos devido à maior efetividade na dispersão e solubilização das partículas (efeito *wash-out*).

Durante a fase de construção da rodovia são efetuados serviços de terraplenagem, o que geralmente ocasiona o movimento de grandes volumes de solo. Essa movimentação pode causar o aumento de material particulado e partículas totais em suspensão na atmosfera local e assim, aumentar os efeitos nocivos que estes poluentes podem causar. Contudo, para a prevenção desse tipo de impacto, medidas devem ser tomadas para a diminuição da poeira na fase de construção, como a umectação de caminhos de serviço e locais de tráfego de veículos, umectação dos locais de retirada de material – transportando material úmido – e a redução de velocidade de veículos em áreas propensas à suspensão de poeira e o enlonação das cargas independentemente do DMT.

Portanto, de acordo com agrupamento de informações e material base relacionados a emissão de  $\text{MP}_{10}$  e PTS correlacionados com o trecho não pavimentado da BR-135/BA, é aguardado uma melhora na qualidade do ar atmosférico da região e nas condições de qualidade de vida da população local e residente nas proximidades da rodovia com as obras de adequação e pavimentação do empreendimento rodoviário da BR-135/BA. Ainda, considerando-se vento predominantemente de leste/nordeste, o traçado das alternativas locais e a posição do núcleo urbano de São Desidério, as emissões de  $\text{MP}_{10}$  e PTS geradas pela

Alexsandro Flávia/W. João/André

alternativa locacional B serão as de menor impacto sobre a população, enquanto a alternativa locacional A será potencialmente mais impactante.

#### 6.1.8 Ruídos e Vibração

O ruído é uma vibração no ar detectável pelo ouvido humano, podendo ser de caráter contínuo, flutuante ou de impacto, sendo que esses se diferenciam pela variação em decibéis. Segundo Harris (1979), ruído também pode ser definido como um som, geralmente de natureza aleatória, cujo espectro não exhibe distinção de componentes de frequência.

Na sociedade moderna muitos sons são desagradáveis e indesejáveis e esses são definidos como ruído (GERGES, 1992). Os problemas relacionados ao ruído incluem perda de audição e sono, stress, falta de concentração, baixa produtividade, interferência na conversação, no lazer e nas demais atividades cotidianas (CORDEIRO, 2009).

As avaliações de ruídos são comumente baseadas na portaria MINTER nº 92 de 19 de junho de 1980, na norma NBR 10.151:2000 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, na norma regulamentadora NR-15 do Ministério do Trabalho e Emprego e na Resolução CONATRAM nº 35/1998.

A Portaria MINTER nº 92/80 considera como prejudiciais à saúde, à segurança e ao sossego público ruídos que atinjam, no ambiente exterior do recinto em que tem origem, nível de sons de mais de 10 (dez) decibéis – dB (A) acima do ruído de fundo existente no local de tráfego. Também são considerados como prejudiciais os ruídos que atinjam, no ambiente exterior do recinto em que tem origem, mais de 70 (setenta) decibéis – dB (A), durante o dia, e 60 (sessenta) decibéis – dB (A), durante a noite ou no interior do recinto em que são produzidos.

A NBR 10.151:2000 tem como diretriz fixar as condições exigíveis para a avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidade, além de apresentar métodos para a medição de ruídos e aplicação de correções necessárias, fazendo referência ao nível sonoro equivalente ( $LA_{eq}$ ) em dB (A) (ABNT, 2000).

A Norma Regulamentadora NR-15, a qual versa sobre atividades e operações laborais insalubres, apresenta no Anexo I os limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente. Nessa, o nível de ruído em dB (A) é relacionado a uma máxima



exposição diária permissível. Por exemplo, um trabalhador por estar exposto 8h/dia a 85 dB (A) ou exposto a 115 dB (A) por no máximo 7 minutos.

A Resolução CONTRAN nº 35, de 21 de maio de 1998, estabelece o nível máximo de pressão sonora emitida por buzina ou equipamento similar, excetuando-se os reboques, semi-reboques, máquinas de tração agrícola, máquinas industriais de trabalho e tratores, largamente utilizados na construção civil (BRASIL, 1998).

Assim, o diagnóstico de ruídos tem por objetivo realizar a medição dos níveis de ruído, diurno e noturno, atualmente gerados na região circunvizinha ao trecho do km 207-212 da BR-135/BA e estabelecer uma proposta específica de monitoramento dos ruídos gerados pelo empreendimento. Foram identificados e priorizados pontos críticos para avaliação, como áreas residenciais, hospitais/unidades básicas de saúde, escolas, povoados/comunidades.

#### 6.1.8.1 Diagnóstico dos níveis de ruído

Foram estabelecidos sete pontos de medição de ruídos, no município de São Desidério, os quais incluem os pontos de interesse (escolas, hospitais e povoados locais) e ainda acessos às mineradoras locais, que se caracterizam por serem as principais fontes potenciais de ruído atual. A localização e a descrição dos pontos são listadas no QUADRO 6.14 e ilustrados na FIGURA 6.148.

QUADRO 6.14 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO DE RUÍDOS

| Ponto | Coordenadas UTM (23L) |                  | Local  |
|-------|-----------------------|------------------|--|
|       | Longitude             | Latitude         |  |
| 1     | 502.500,71 m E        | 8.633.131,37 m S | Prefeitura Municipal de São Desidério e Escola estadual Antônio C. Magalhães |
| 2     | 502.396,60 m E        | 8.634.070,58 m S | Hospital e Maternidade N.S. Aparecida  |
| 3     | 502.000,00 m E        | 8.633.033,00 m S | Acesso à Mineração do Oeste e residências                                    |
| 4     | 502.418,41 m E        | 8.632.677,44 m S | Acesso à Mineração Lins e residências  |
| 5     | 503.085,45 m E        | 8.632.006,70 m S | Acesso à Mineração S. Jorge e residências                                    |
| 6     | 516.606,37 m E        | 8.630.099,57 m S | Povoado Sucupira   |
| 7     | 504.153,04 m E        | 8.633.930,13 m S | Povoado Ponte de Terra   |

Fonte: UFPR/ITTI (2019).

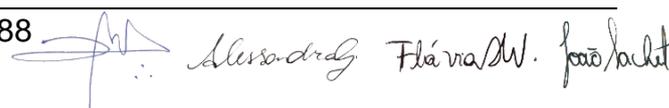
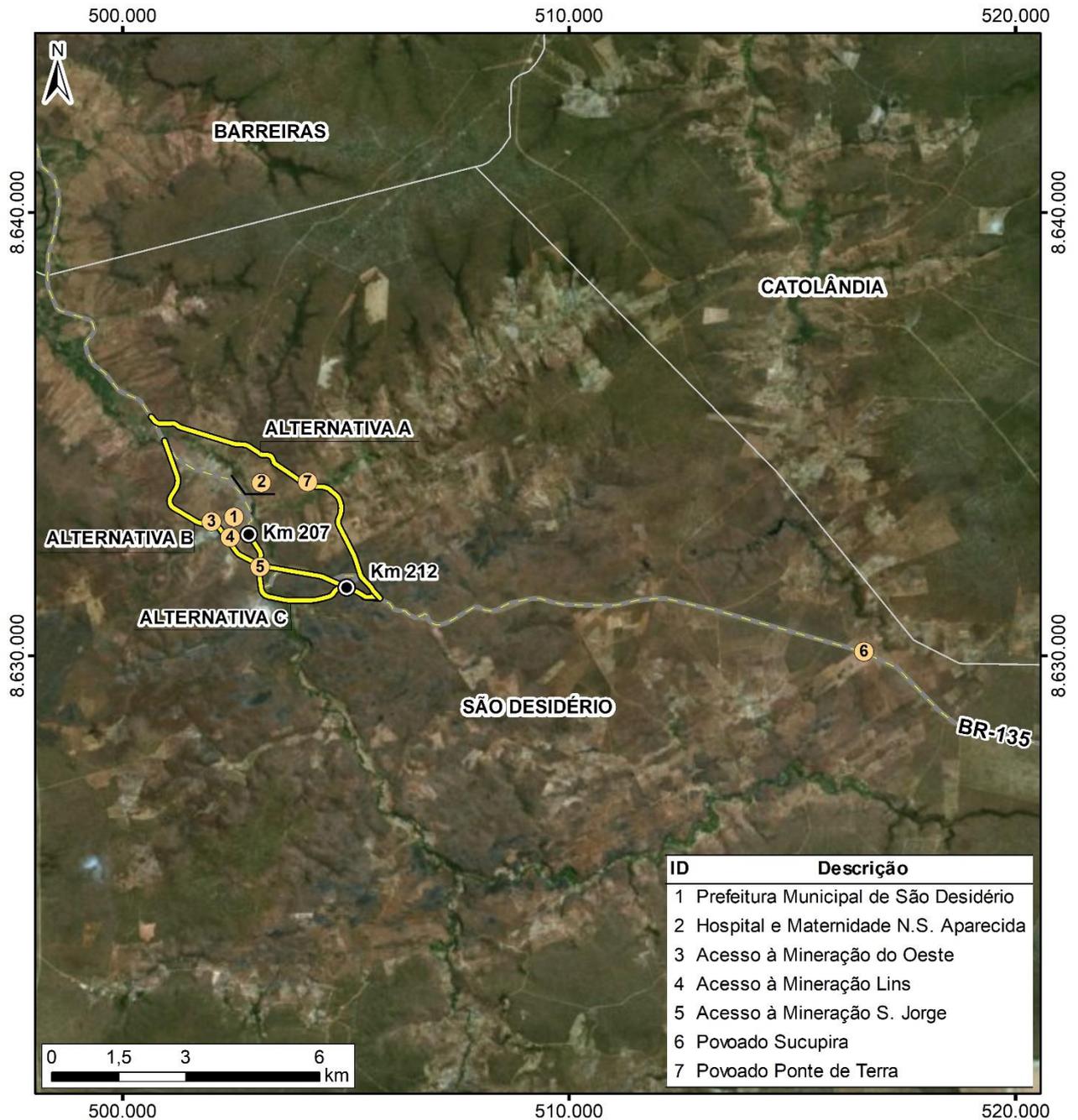



FIGURA 6.148 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO



|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <p><b>LOCALIZAÇÃO</b></p> | <p><b>LEGENDA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Pontos de mensuração de ruídos</li> <li>⊙ Quilometragem</li> <li>— BR-135</li> <li>— Alternativas Locacionais</li> <li>□ Limites municipais</li> </ul> <p><b>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</b></p> <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>         Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>         Meridiano Central: 45° W</p> | <p><b>INFORMAÇÕES</b></p> <p><b>PONTOS DE MENSURAÇÃO DE RUÍDOS</b></p> <p><b>PROJETO</b><br/>EIA/RIMA - BR-135/BA</p> <p><b>FONTE DE DADOS</b><br/>         Alternativas Locacionais - ITTI, 2018;<br/>         Pontos de mensuração de ruídos - ITTI, 2018;<br/>         Rodovias e Quilometragem - DNIT, 2015;<br/>         Limites municipais, estaduais e Capitais - IBGE, 2015<br/>         BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> <p><b>ESCALA</b><br/>1:150.000   1 cm = 1.500 m</p> |
|---------------------------|--|---|

Fonte: UFPR/ITTI (2019).

Entre a FIGURA 6.149 e a FIGURA 6.158 são apresentados os registros fotográficos dos locais amostrados.

FIGURA 6.149 – REGISTRO DE RUÍDO PRÓXIMO À PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO DESIDÉRIO E A ESCOLA ESTADUAL ANTÔNIO C. MAGALHÃES



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

FIGURA 6.150 – REGISTRO DE RUÍDO NAS PROXIMIDADES DA PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO DESIDÉRIO E A ESCOLA ESTADUAL ANTÔNIO C. MAGALHÃES



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

FIGURA 6.151 – REGISTRO DE RUÍDO PRÓXIMO AO HOSPITAL E MATERNIDADE N.S. APARECIDA



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

FIGURA 6.152 – REGISTRO DE RUÍDO NO ACESSO À MINERAÇÃO DO OESTE E PRÓXIMO À RESIDÊNCIAS



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

FIGURA 6.153 – REGISTRO DE RUÍDO NO ACESSO À MINERAÇÃO DO OESTE E PRÓXIMO À RESIDÊNCIAS



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

FIGURA 6.154 – REGISTRO DE RUÍDO NO ACESSO À MINERAÇÃO LINS E PRÓXIMO À RESIDÊNCIAS



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

FIGURA 6.155 – REGISTRO DE RUÍDO NO ACESSO À PEDREIRA SÃO JORGE E PRÓXIMO À RESIDÊNCIAS



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

FIGURA 6.156 – REGISTRO DE RUÍDO NO POVOADO SUCUPIRA



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

FIGURA 6.157 – REGISTRO DE RUÍDO NO POVOADO PONTE DE PEDRA



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

FIGURA 6.158 – REGISTRO DE RUÍDO NO POVOADO PONTE DE PEDRA



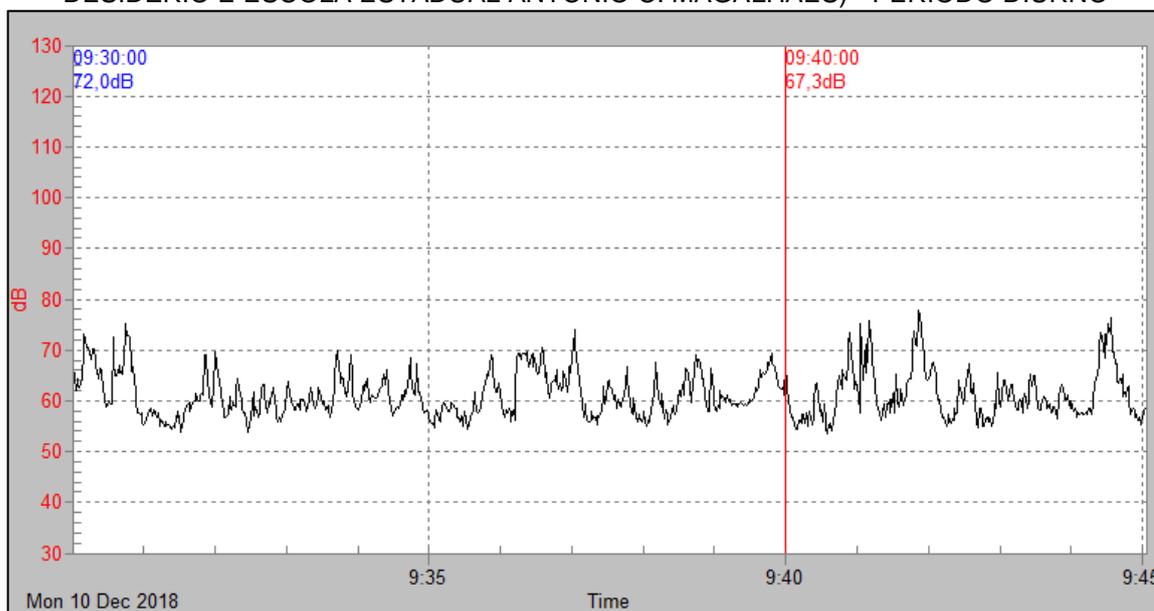
Fonte: UFPR/ITTI (2019).

Conforme citado anteriormente, em cada ponto foram realizadas duas medições, uma no período diurno (das 7:00 às 19:00) e outra no período noturno

(19:00 às 7:00), os quais refletem o hábito da população local. Cada medição foi teve uma duração de 10 minutos ininterruptos.

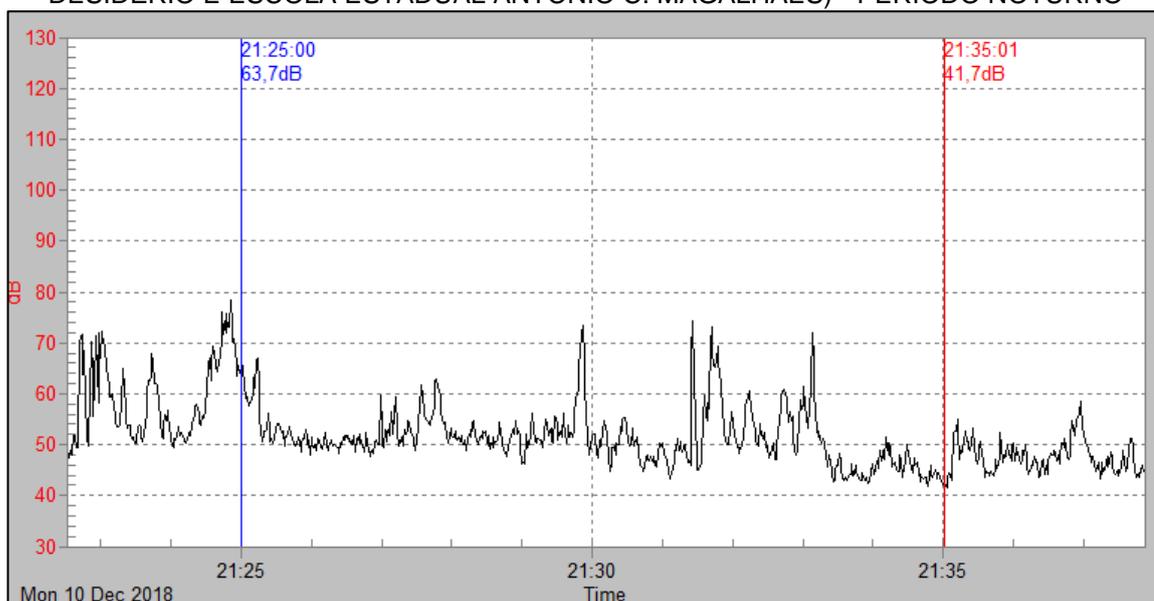
Os resultados para cada ponto amostrado são apresentados separadamente em período diurno e período noturno, entre a FIGURA 6.159 e a FIGURA 6.172. A TABELA 6.46 concatena o local, horário inicial e final das avaliações diurnas e noturnas, os valores mínimos e máximos registrados e o nível sonoro equivalente.

FIGURA 6.159 – MEDIÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 1 (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO DESIDÉRIO E ESCOLA ESTADUAL ANTÔNIO C. MAGALHÃES) - PERÍODO DIURNO



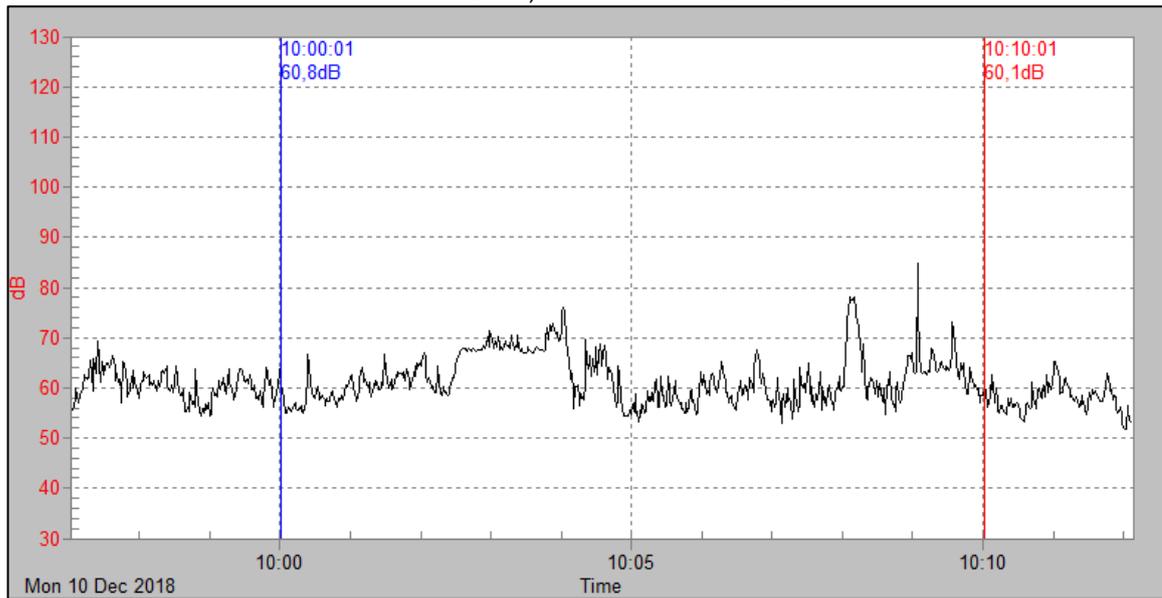
Fonte: UFPR/ITTI (2019).

FIGURA 6.160 – MEDIÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 1 (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO DESIDÉRIO E ESCOLA ESTADUAL ANTÔNIO C. MAGALHÃES) - PERÍODO NOTURNO



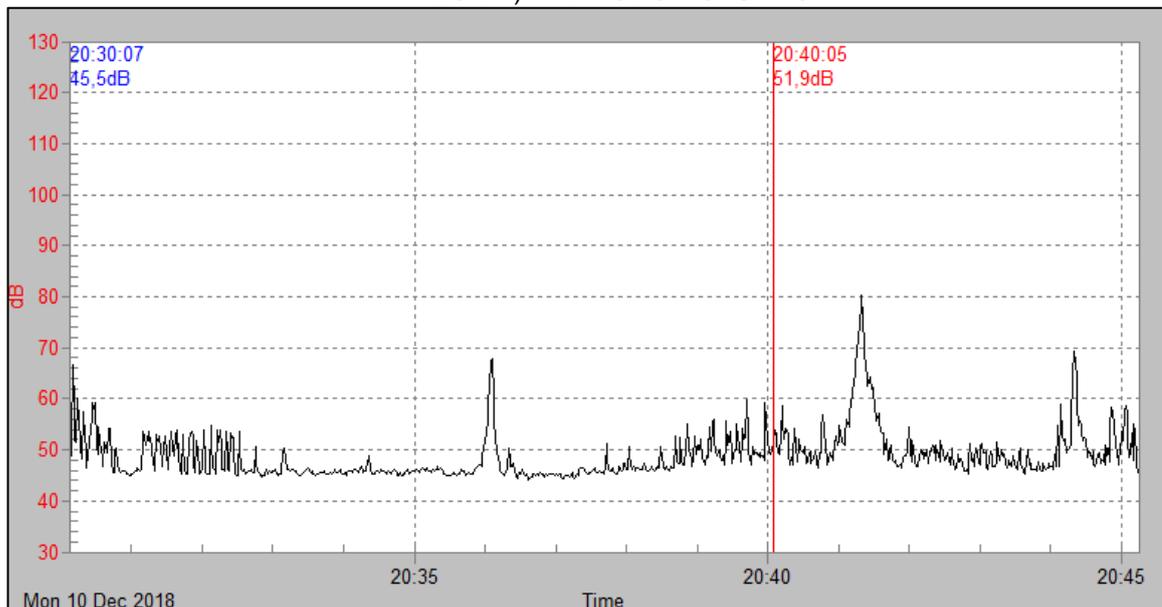
Fonte: UFPR/ITTI (2019).

FIGURA 6.161 – MEDIÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 2 (HOSPITAL E MATERNIDADE N.S. APARECIDA) - PERÍODO DIURNO



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

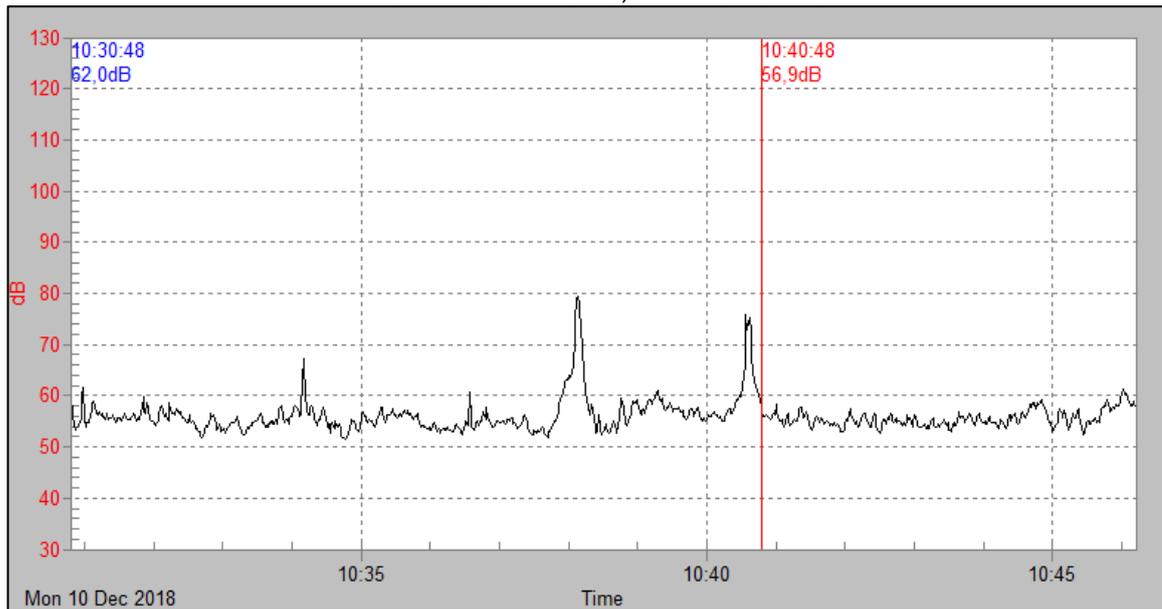
FIGURA 6.162 – MEDIÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 2 (HOSPITAL E MATERNIDADE N.S. APARECIDA) - PERÍODO NOTURNO



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

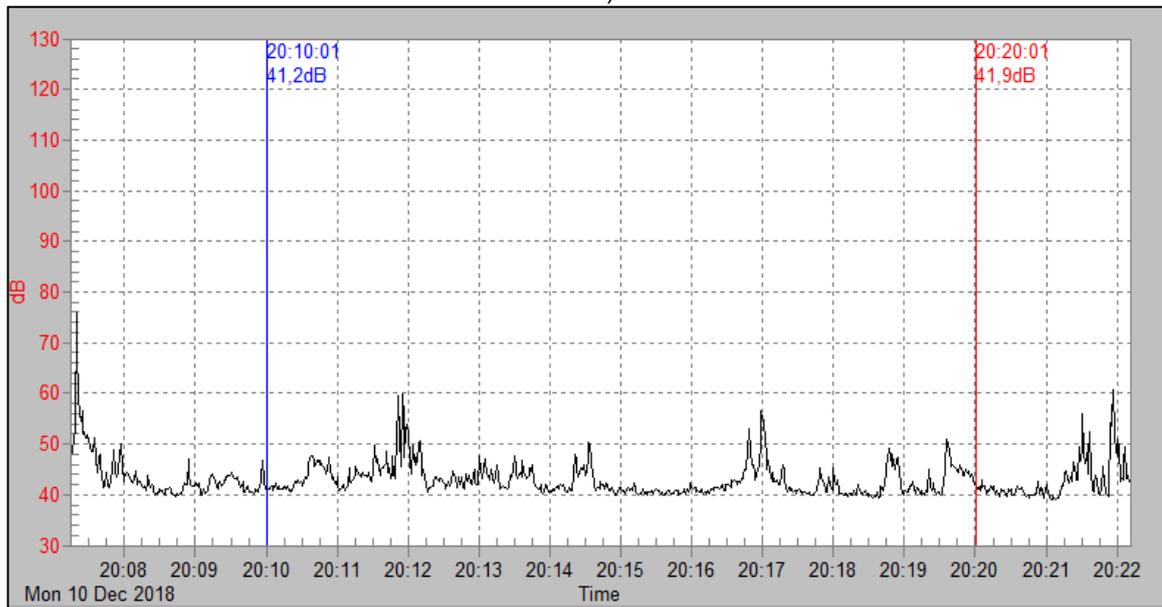
Alexandre Flávia W. Faria/act

FIGURA 6.163 – MEDIÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 3 (ACESSO À MINERAÇÃO DO OESTE E PRÓXIMO A RESIDÊNCIAS) - PERÍODO DIURNO



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

FIGURA 6.164 – MEDIÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 3 (ACESSO À MINERAÇÃO DO OESTE E PRÓXIMO A RESIDÊNCIAS) - PERÍODO NOTURNO

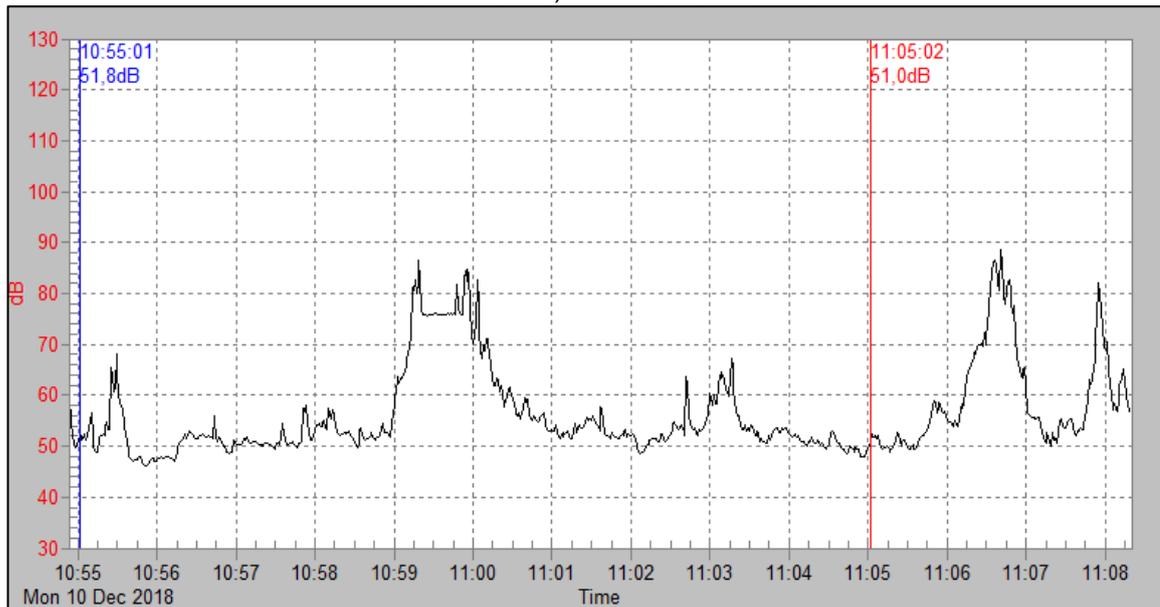


Fonte: UFPR/ITTI (2019).

*[Handwritten signature]*

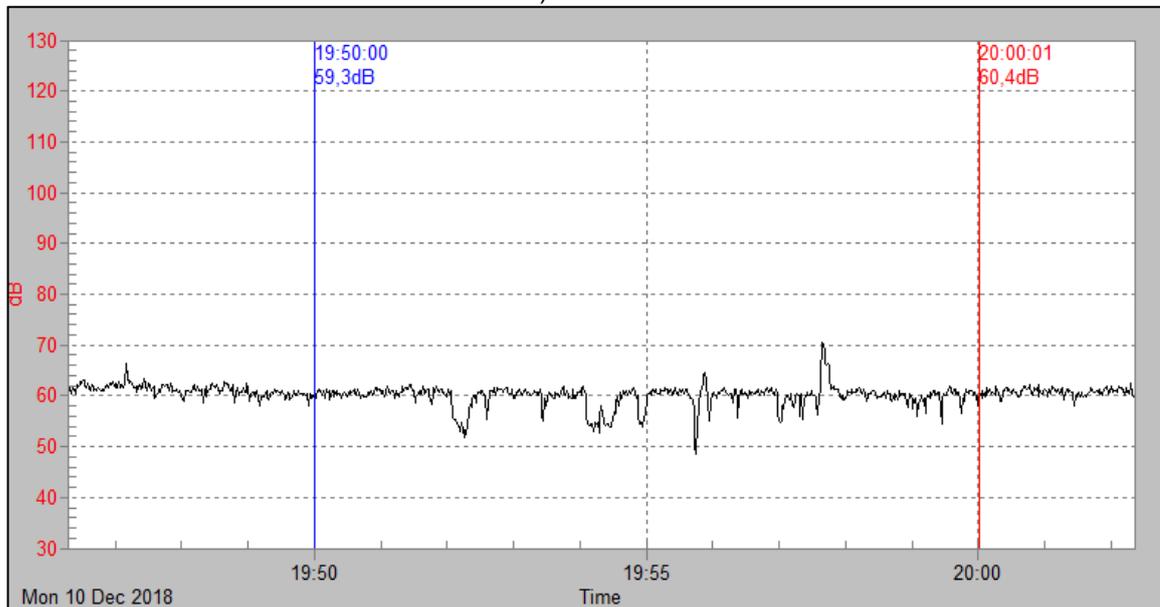
*[Handwritten signature]* Alexandre Flávia W. Faria/ckit

FIGURA 6.165 – MEDIÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 4 (ACESSO À MINERAÇÃO LINS E PRÓXIMO A RESIDÊNCIAS) - PERÍODO DIURNO



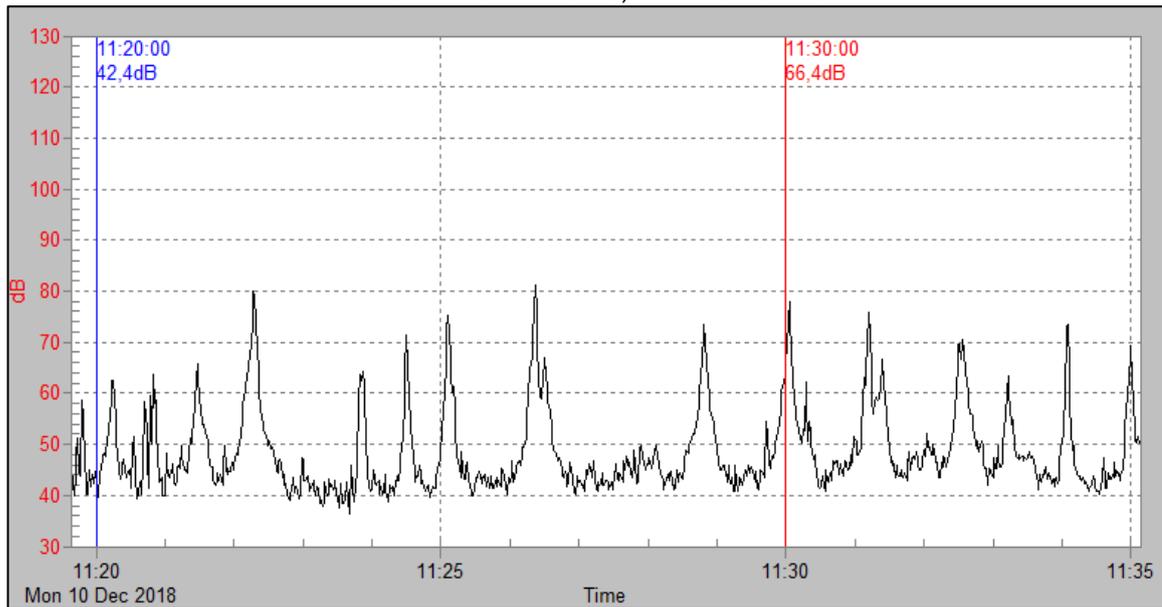
Fonte: UFPR/ITTI (2019).

FIGURA 6.166 – MEDIÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 4 (ACESSO À MINERAÇÃO LINS E PRÓXIMO A RESIDÊNCIAS) - PERÍODO NOTURNO



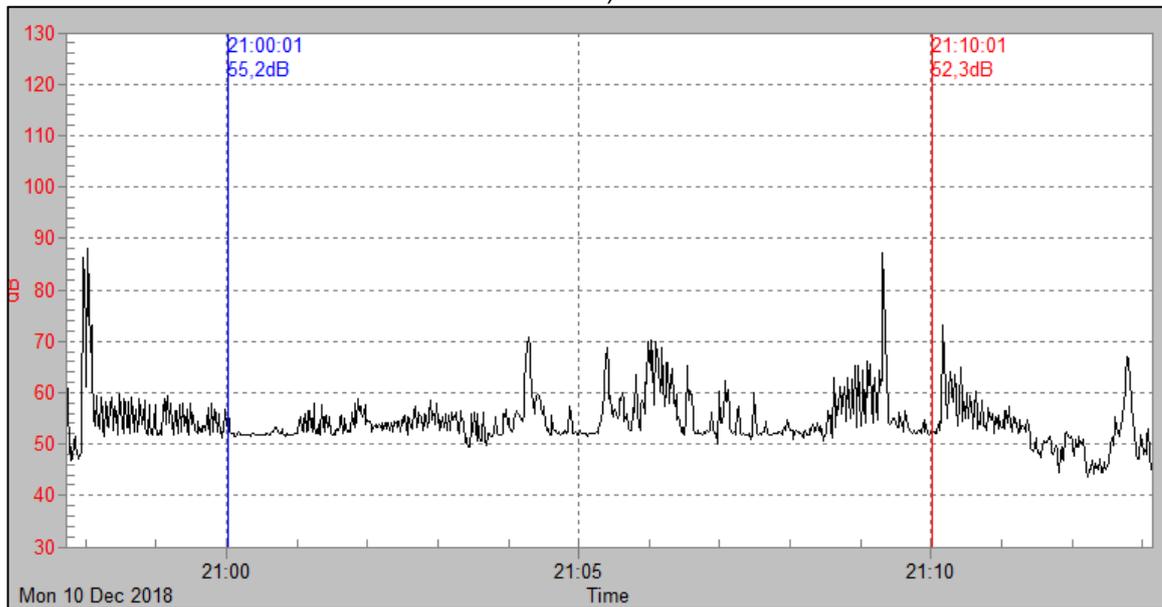
Fonte: UFPR/ITTI (2019).

FIGURA 6.167 – MEDIÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 5 (ACESSO À MINERAÇÃO S. JORGE E PRÓXIMO A RESIDÊNCIAS) - PERÍODO DIURNO



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

FIGURA 6.168 – MEDIÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 5 (ACESSO À MINERAÇÃO S. JORGE E PRÓXIMO A RESIDÊNCIAS) - PERÍODO NOTURNO

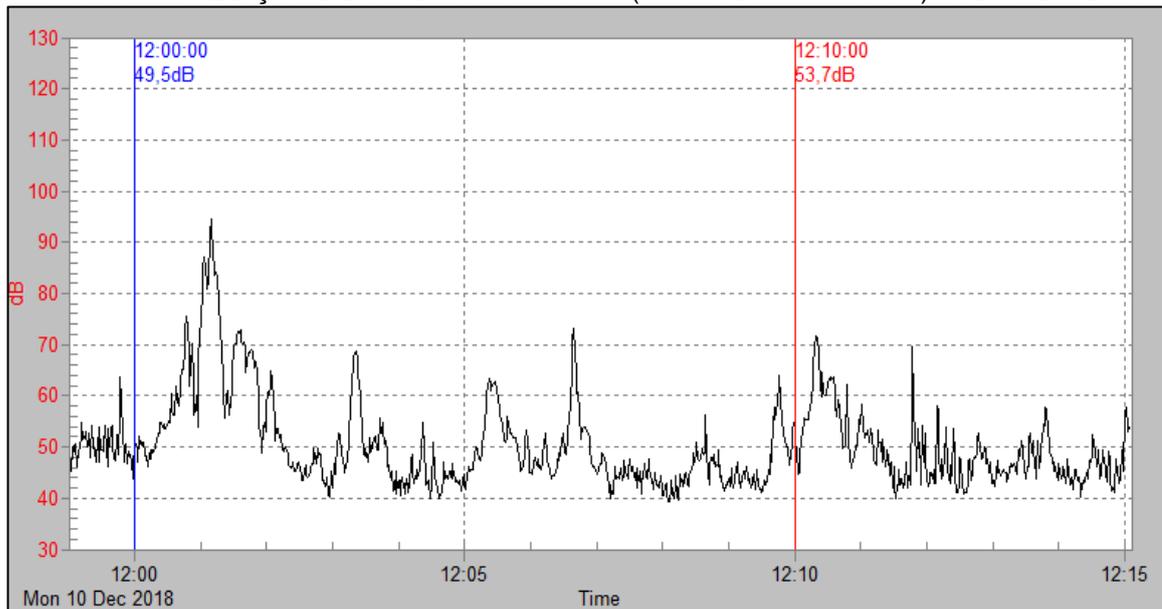


Fonte: UFPR/ITTI (2019).

*[Handwritten signature]*

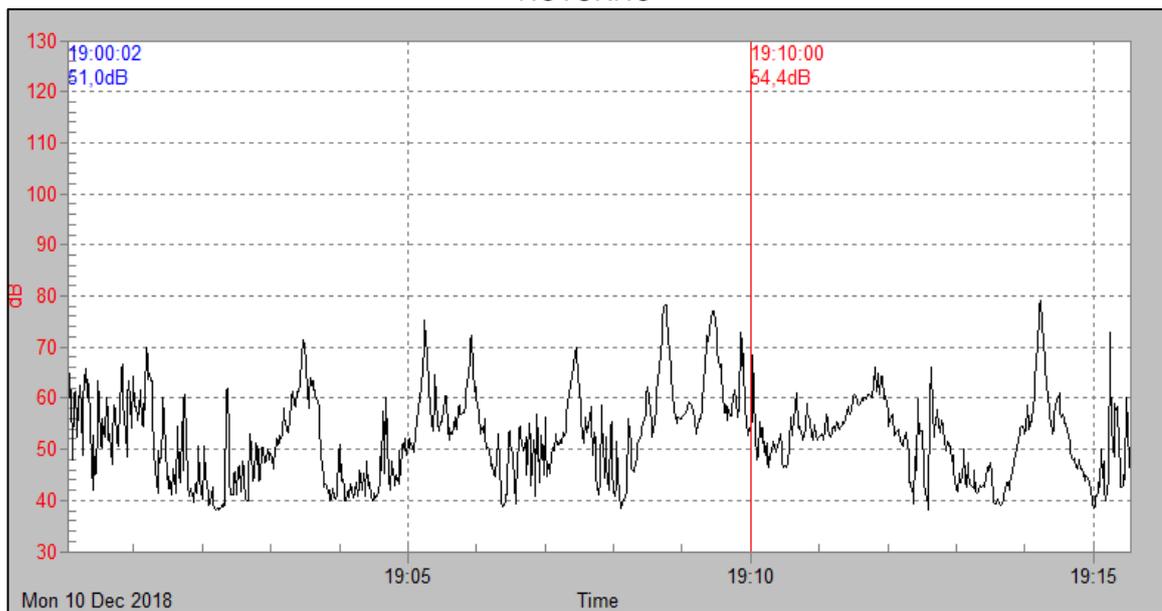
*[Handwritten signature]* Alexandre Flávia W. Faria/ckit

FIGURA 6.169 – MEDIÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 6 (POVOADO SUCUPIRA) - PERÍODO DIURNO



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

FIGURA 6.170 – MEDIÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 6 (POVOADO SUCUPIRA) - PERÍODO NOTURNO

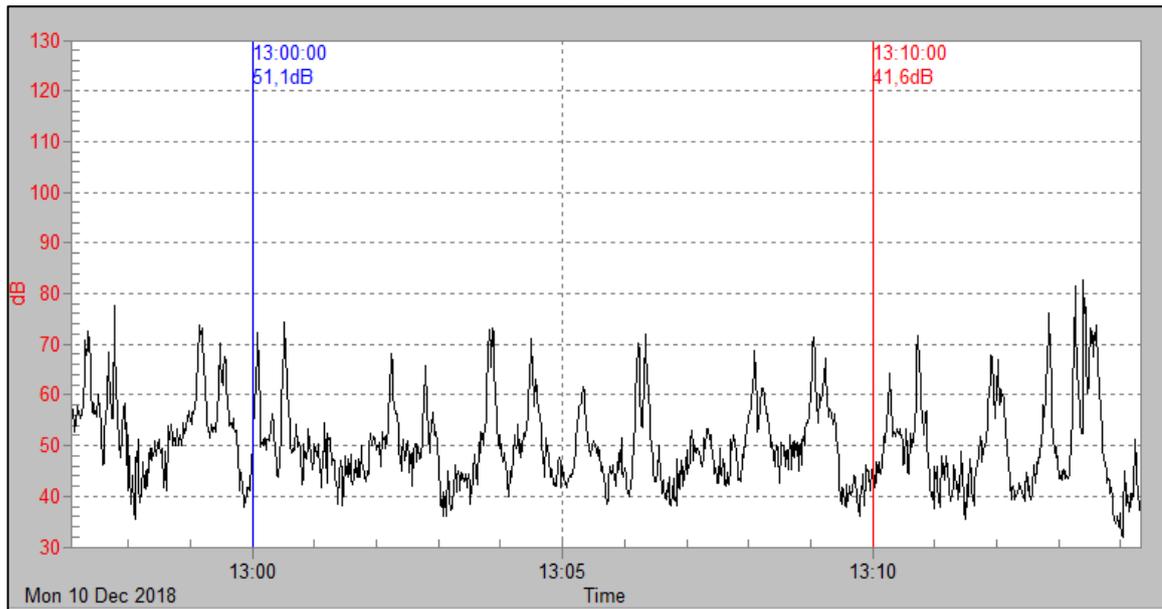


Fonte: UFPR/ITTI (2019).

*[Handwritten signature]*

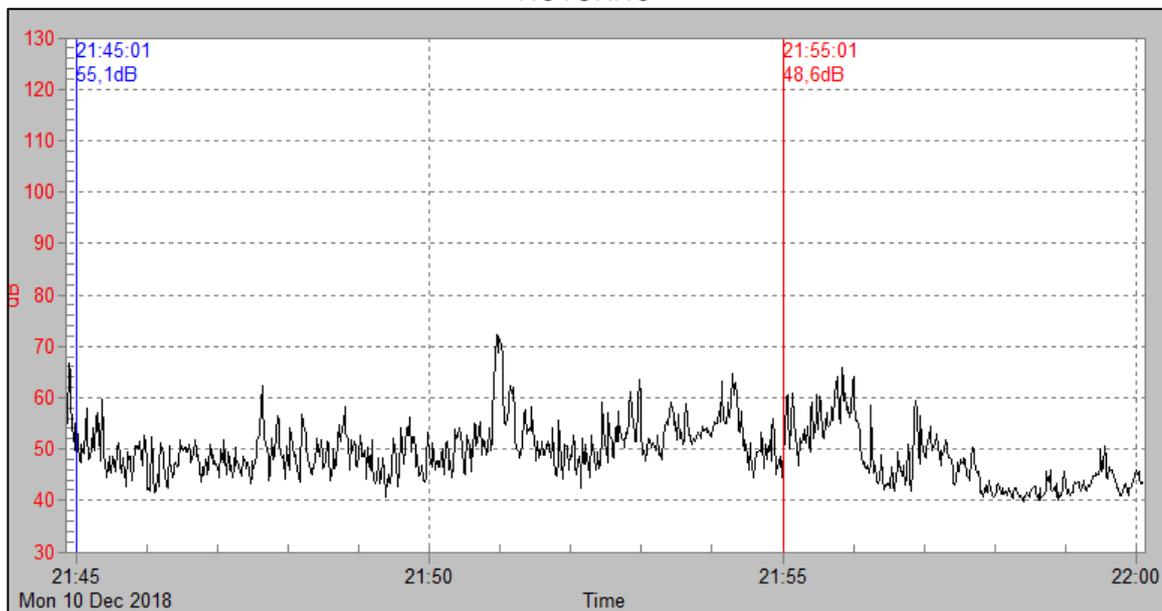
*[Handwritten signature]* Alexandre Flávia W. José/Juliet

FIGURA 6.171 – MEDIÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 7 (POVOADO PONTE DE TERRA) - PERÍODO DIURNO



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

FIGURA 6.172 – MEDIÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 7 (POVOADO PONTE DE TERRA) - PERÍODO NOTURNO



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

TABELA 6.46 – LOCAIS DE MEDIÇÃO, CARACTERÍSTICA E RESULTADO DAS ANÁLISES DE RUÍDO

| Ponto | Data       | Característica Local                  | Diurno          |               |              |              |                  |      | Noturno         |               |              |              |                  |      |
|-------|------------|---------------------------------------|-----------------|---------------|--------------|--------------|------------------|------|-----------------|---------------|--------------|--------------|------------------|------|
|       |            |                                       | Horário inicial | Horário final | dB(A) mínimo | dB(A) máximo | L <sub>Aeq</sub> | NCA* | Horário inicial | Horário final | dB(A) mínimo | dB(A) máximo | L <sub>Aeq</sub> | NCA* |
| 1     | 10/12/2018 | Prefeitura e escola estadual          | 09:30           | 09:40         | 53,7         | 75,1         | 61               | 50   | 21:25           | 21:35         | 41,7         | 74,2         | 51               | 45   |
| 2     | 10/12/2018 | Hospital e maternidade                | 10:00           | 10:10         | 52,9         | 84,7         | 62               | 50   | 20:30           | 20:40         | 44,1         | 67,7         | 48               | 45   |
| 3     | 10/12/2018 | Acesso a mineração e área residencial | 10:30           | 10:40         | 51,4         | 79,5         | 56               | 55   | 20:10           | 20:20         | 39,2         | 59,9         | 43               | 50   |
| 4     | 10/12/2018 | Acesso a mineração e área residencial | 10:55           | 11:05         | 46,1         | 86,4         | 55               | 55   | 19:50           | 20:00         | 48,5         | 70,5         | 60               | 50   |
| 5     | 10/12/2018 | Acesso a mineração e área residencial | 11:20           | 11:30         | 36,4         | 81,1         | 48               | 55   | 21:00           | 21:10         | 49,4         | 87,1         | 55               | 50   |
| 6     | 10/12/2018 | Área residencial mista                | 12:00           | 12:10         | 39,3         | 94,5         | 51               | 55   | 19:00           | 19:10         | 38,2         | 78,3         | 53               | 50   |
| 7     | 10/12/2018 | Área residencial mista                | 13:00           | 13:10         | 36,0         | 74,5         | 50               | 55   | 21:45           | 21:55         | 40,8         | 72,3         | 50               | 50   |

Legenda: \*Nível de Critério de Avaliação (Norma NBR 10.151:2000).

Fonte: UFPR/ITTI (2019).

299  
 Alexandre Flávia W. João/Juliet

Durante o monitoramento foram identificadas diferentes interferências, tanto no período diurno quanto noturno, como motos com escapamento alterados, circulação de veículos pesados, como caminhões caçamba articulados, e carros de som (FIGURA 6.173), os quais emitem sons com intensidade sonora acima dos 70 dB(A). Além disso, não foi verificada nenhuma detonação nas mineradoras locais.

FIGURA 6.173 – CARRO DE SOM, PONTO 1



Fonte: UFPR/ITTI (2019).

#### 6.1.8.1.1 Conclusão

As áreas avaliadas foram enquadradas, conforme Tabela 1 da Norma NBR 10.151:2000, em “área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas” ou “área mista, predominantemente residencial”.

Os Pontos 1 e 2, classificados como áreas estritamente residenciais urbanas ou de hospitais ou de escolas, apresentaram  $L_{Aeq}$  superior ao Nível de Critério de Avaliação (NCA), tanto nas medições diurnas quanto noturnas.

Os Pontos 3 a 7, classificados como áreas mistas, predominantemente residenciais, obtiveram resultados tanto inferiores quanto superiores ao NCA. Quanto as medições em período diurno, apenas um dos cinco pontos analisados superou o NCA. Já para as medições noturnas, três dos cinco pontos analisados superaram o NCA.

Por fim, a NBR 10.151:2000 define o nível de ruído ambiente ( $L_{ra}$ ) como o nível de pressão sonora equivalente ponderado em “A”, no local e horário considerados, na ausência do ruído gerado pela fonte sonora em questão. No item 6.2.4 dessa mesma norma técnica, é expresso que se o nível de ruído ambiente  $L_{ra}$ , for superior ao valor da Tabela 1 para a área e o horário em questão, o NCA assume

o valor do  $L_{ra}$ . Portanto a presente avaliação serve para mostrar que as atividades corriqueiras desempenhadas pela população local geram níveis de ruídos superiores ao NCA recomendado na norma.

Assim, recomenda-se que previamente ao início das obras, o NCA seja reavaliado para todo o traçado do empreendimento afim de redefinir-se o real valor do nível de critério para “área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas” e “área mista, predominantemente residencial”.

#### 6.1.8.2 Modelagem do ruído durante a operação da rodovia

A avaliação do impacto causado pelo ruído durante a operação de uma rodovia pode ser realizada por modelos de previsão. O presente item irá estimar o nível de ruído provocado pelo trafego de veículos nas Alternativas A, B e C, da rodovia BR-135/BA, de maneira a permitir avaliar as mudanças que ocorrerão devido ao empreendimento em trechos urbanos ou terrenos lindeiros à rodovia.

##### 6.1.8.2.1 Metodologia

Com o intuito de avaliar o impacto ambiental do ruído devido ao tráfego de veículos em rodovias, Çelenk et al. (1997) propõem um modelo para previsão do ruído, conforme a equação a seguir.

$$L_{eq} = 10 \cdot \log(Q) + 20 \cdot \log(V) - 10 \log\left(d + \frac{w}{3}\right) + Kc + 14$$

Onde:

$Q$ : fluxo de veículos (veiculos/h);

$V$ : velocidade diretriz da via (km/h);

$d$ : distância entre a fonte sonora e o receptor;

$w$ : largura da rodovia (m);

$Kc$ : fator de correção para o tipo de revestimento (supõe-se  $Kc = 4$  para revestimento asfáltico).

Salienta-se que, de acordo com o trabalho de Melo *et al.* (2010), as estimativas do modelo proposto por Çelenk *et al.* (1997) foram as que mais se aproximaram dos valores de ruído obtidos experimentalmente.

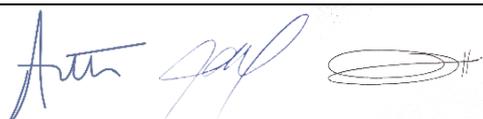
Na contagem do fluxo de veículos, adotou-se os valores referente ao ano de 2021 e 2033, os quais foram apresentados Anteprojeto de Engenharia BR-135/BA (km 179,90 ao Km 205,80) (TABELA 6.47).

TABELA 6.47 – PROJEÇÃO DO VOLUME MÉDIO DIÁRIO

| Ano         | Volume médio diário<br>(veículos/dia) | Veículos médio horário<br>(veículos/hora) |
|-------------|---------------------------------------|---|
| 2017        | 4213                                  | 176                                       |
| 2018        | 4339                                  | 181                                       |
| 2019        | 4469                                  | 186                                       |
| 2020        | 4603                                  | 192                                       |
| <b>2021</b> | <b>4741</b>                           | <b>198</b>                                |
| 2022        | 4883                                  | 203                                       |
| 2023        | 5029                                  | 210                                       |
| 2024        | 5180                                  | 216                                       |
| 2025        | 5335                                  | 222                                       |
| 2026        | 5495                                  | 229                                       |
| 2027        | 5660                                  | 236                                       |
| 2028        | 5830                                  | 243                                       |
| 2029        | 6005                                  | 250                                       |
| 2030        | 6185                                  | 258                                       |
| 2031        | 6371                                  | 265                                       |
| 2032        | 6562                                  | 273                                       |
| <b>2033</b> | <b>6759</b>                           | <b>282</b>                                |

Fonte: UFPR/ITTI,2017.

Os anos de 2021 e 2033 foram escolhidos de modo a fazer uma comparação entre diferentes cenários de operação da rodovia. Os demais parâmetros utilizados foram de acordo com as características técnicas da via, sendo a velocidade diretriz de 60 km/h e largura da rodovia de 12,2 m.



### 6.1.8.2.2 Resultados

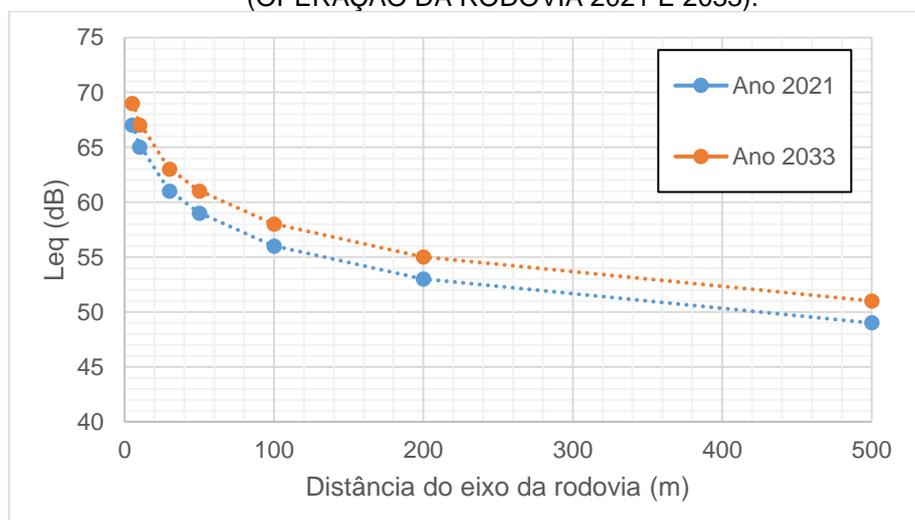
Os resultados da modelagem para os ruídos em função da distância do eixo da rodovia, referente a operação da rodovia nos anos de 2021 e 2033, encontram-se na TABELA 6.48 e FIGURA 6.174.

TABELA 6.48 – NÍVEIS DE RUÍDO EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA DO EIXO DA RODOVIA (OPERAÇÃO DA RODOVIA 2021 E 2033).

| Distância (m) | Nível de ruído $L_{eq}$ (dB) |      |
|---------------|------------------------------|------|
|               | 2021                         | 2033 |
| 5             | 67                           | 69   |
| 10            | 65                           | 67   |
| 30            | 61                           | 63   |
| 50            | 59                           | 61   |
| 100           | 56                           | 58   |
| 200           | 53                           | 55   |
| 500           | 49                           | 51   |

Fonte: UFPR/ITTI, 2020.

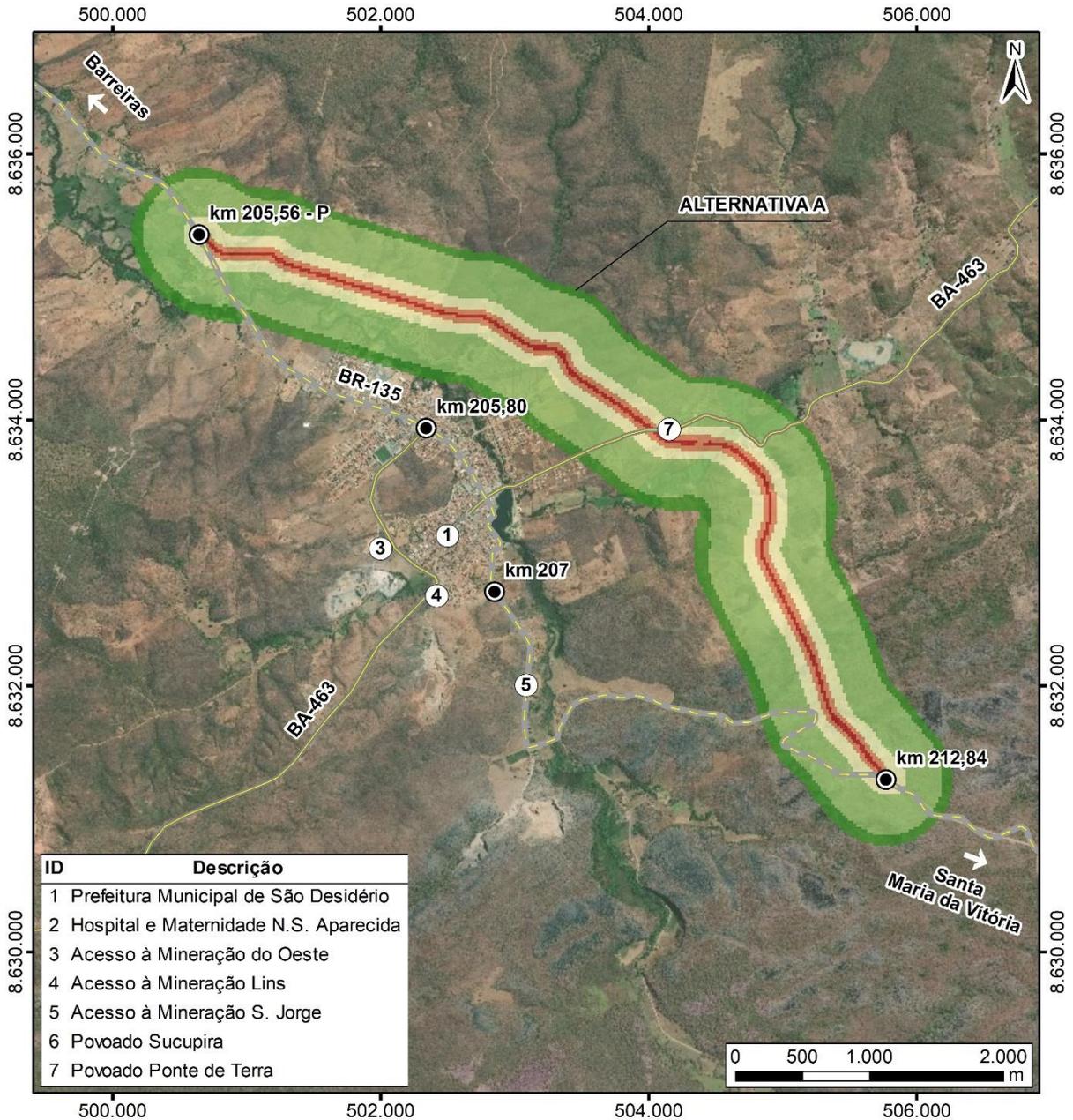
FIGURA 6.174 – NÍVEIS DE RUÍDO EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA DO EIXO DA RODOVIA (OPERAÇÃO DA RODOVIA 2021 E 2033).



Fonte: UFPR/ITTI, 2020.

Para ilustrar os níveis de ruído, considerando a operação da rodovia em 2021, a FIGURA 6.175, FIGURA 6.176 e FIGURA 6.177 apresenta o mapa de ruído referente as alternativas A, B e C, respectivamente. O mapa de ruído representa a distribuição geográfica dos níveis de ruído possibilitando a compreensão da propagação do ruído de maneira espacial e a visualização de possíveis pontos sensíveis.

FIGURA 6.175 – NÍVEIS DE RUÍDO PARA A ALTERNATIVA A (CONSIDERANDO A OPERAÇÃO DA RODOVIA EM 2021).



**LEGENDA**

|   |                                |                                   |
|---|--------------------------------|-----------------------------------|
| ○ | Pontos de mensuração de ruídos | <b>Intensidade de ruídos (dB)</b> |
| ● | Quilometragem                  | <= 49                             |
| — | BR-135                         | 50 a 54                           |
| — | Rodovias estaduais             | 55 a 59                           |
|   |                                | 60 a 64                           |
|   |                                | >= 65                             |

**CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**

Sistema de Referência: SIRGAS 2000  
 Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S  
 Meridiano Central: 45° W

**INFORMAÇÕES**

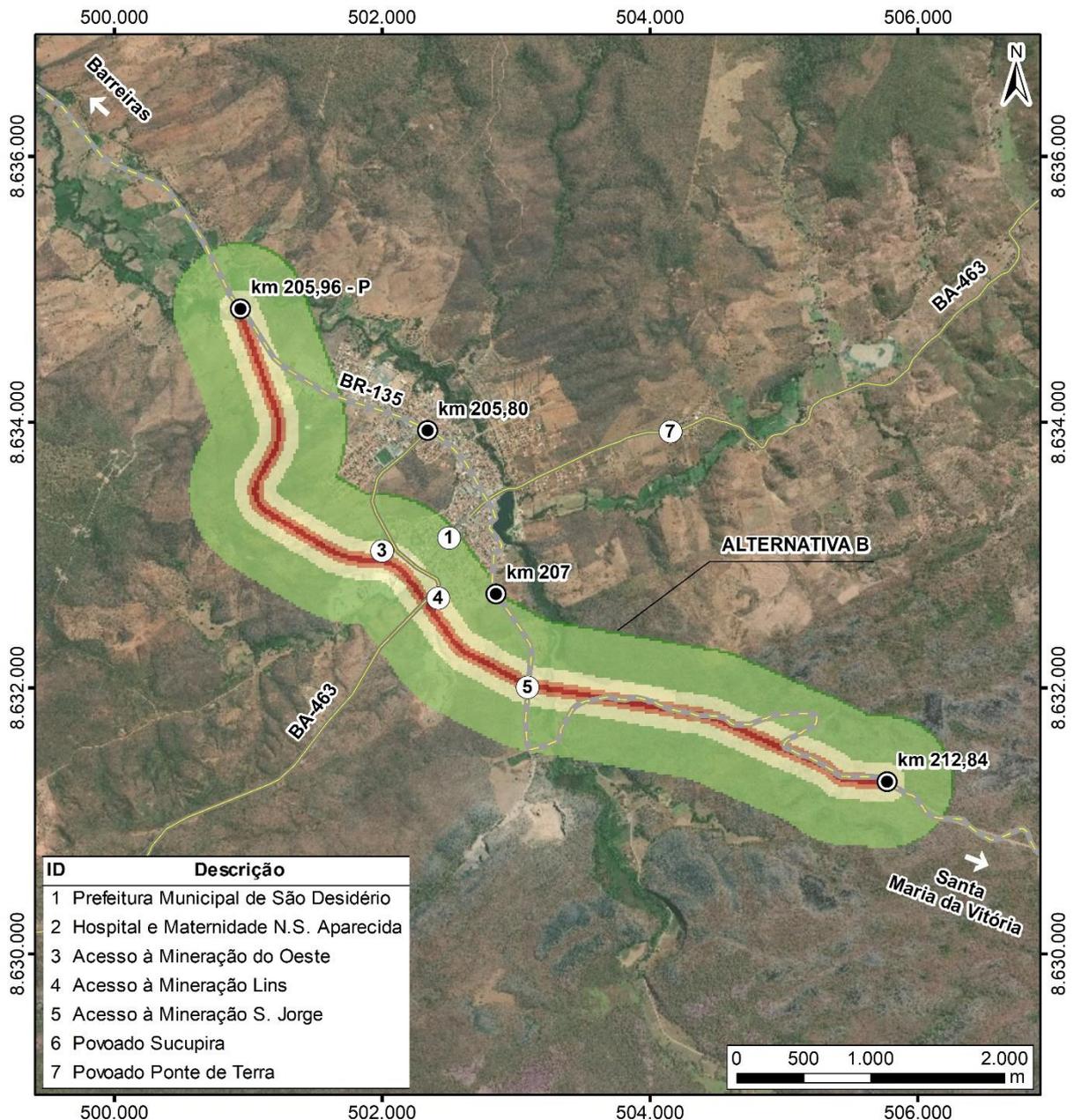
**MODELAGEM DE RUÍDOS - ALTERNATIVA A**

**PROJETO**  
 EIA/RIMA - BR-135/BA

**FONTE DE DADOS**  
 Pontos de mensuração de ruídos - ITTI, 2018;  
 Intensidade de ruídos - ITTI, 2020;  
 Quilometragem - ITTI, 2019, DNIT, 2015;  
 Rodovias - DNIT, 2015;  
 Limites estaduais e Capitais - IBGE, 2015;  
 BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA & NGDC.

**ESCALA**  
 1:50.000 | 1 cm = 500 m

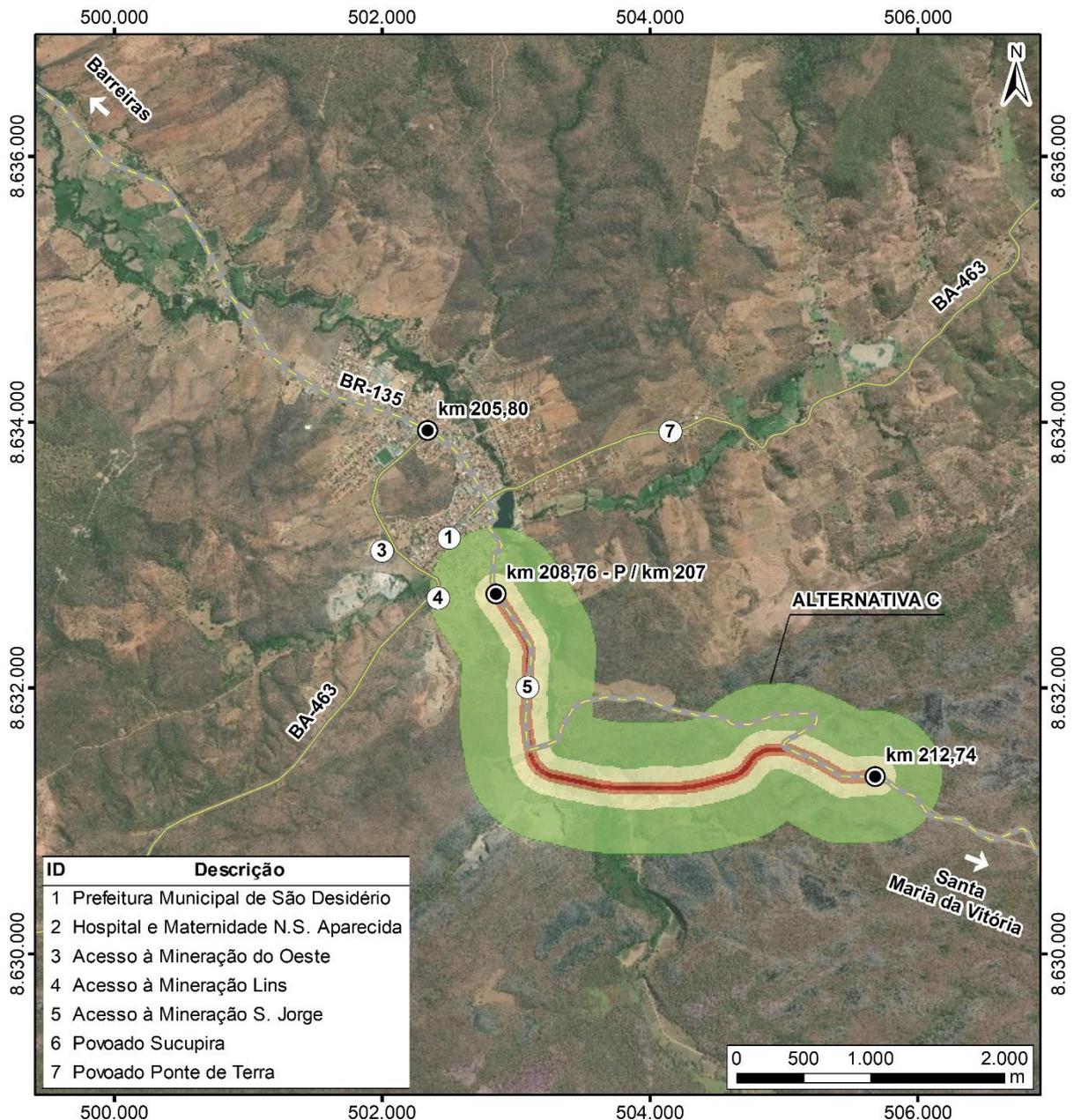
FIGURA 6.176 – NÍVEIS DE RUÍDO PARA A ALTERNATIVA B (CONSIDERANDO A OPERAÇÃO DA RODOVIA EM 2021).



| LEGENDA                              |                                |
|--------------------------------------|--------------------------------|
|                                      | Pontos de mensuração de ruídos |
|                                      | Quilometragem                  |
|                                      | BR-135                         |
|                                      | Rodovias estaduais             |
| CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS             |                                |
| Sistema de Referência: SIRGAS 2000   |                                |
| Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S |                                |
| Meridiano Central: 45° W             |                                |

| INFORMAÇÕES                                  |  |
|--|--|
| <b>MODELAGEM DE RUÍDOS - ALTERNATIVA B</b>   |  |
|  |  |
| <b>PROJETO</b>                               |  |
| EIA/RIMA - BR-135/BA                         |  |
| <b>FONTE DE DADOS</b>                        |  |
| Pontos de mensuração de ruídos - ITTI, 2018; |  |
| Intensidade de ruídos - ITTI, 2020;          |  |
| Quilometragem - ITTI, 2019, DNIT, 2015;      |  |
| Rodovias - DNIT, 2015;                       |  |
| Limites estaduais e Capitais - IBGE, 2015;   |  |
| BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA & NGDC. |  |
| <b>ESCALA</b>                                |  |
| 1:50.000   1 cm = 500 m                      |  |

FIGURA 6.177 – NÍVEIS DE RUÍDO PARA A ALTERNATIVA C (CONSIDERANDO A OPERAÇÃO DA RODOVIA EM 2021).



| LEGENDA                              |                                |
|--------------------------------------|--------------------------------|
|                                      | Pontos de mensuração de ruídos |
|                                      | Quilometragem                  |
|                                      | BR-135                         |
|                                      | Rodovias estaduais             |
| CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS             |                                |
| Sistema de Referência: SIRGAS 2000   |                                |
| Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S |                                |
| Meridiano Central: 45° W             |                                |

| INFORMAÇÕES                                  |  |
|--|--|
| <b>MODELAGEM DE RUÍDOS - ALTERNATIVA C</b>   |  |
|  |  |
| <b>PROJETO</b>                               |  |
| EIA/RIMA - BR-135/BA                         |  |
| <b>FONTE DE DADOS</b>                        |  |
| Pontos de mensuração de ruídos - ITTI, 2018; |  |
| Intensidade de ruídos - ITTI, 2020;          |  |
| Quilometragem - ITTI, 2019, DNIT, 2015;      |  |
| Rodovias - DNIT, 2015;                       |  |
| Limites estaduais e Capitais - IBGE, 2015;   |  |
| BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA & NGDC. |  |
| <b>ESCALA</b>                                |  |
| 1:50.000   1 cm = 500 m                      |  |

*Handwritten signature*

*Handwritten signature: Alessandro Flávio W. João Sobral*

### 6.1.8.2.3 Conclusão

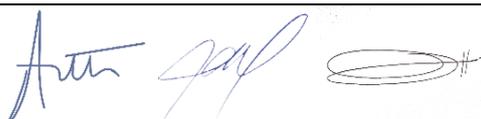
Os valores calculados para a rodovia demonstram que o ruído é equivalente e proporcional ao aumento de fluxo de veículos na via. A modelagem apresentada permitiu averiguar que os níveis de ruído durante a operação da rodovia em 2033 serão maiores do que a operação da rodovia em 2021.

Considerando a operação da rodovia para 2021, os resultados demonstram que o limite de referência de 60 dB (considerando a tipologia da área como sendo “Área mista, com vocação comercial e administrativa”) é ultrapassado em todas as alternativas até a distância de 40 m do eixo da rodovia.

Entretanto, no limite da faixa de domínio da rodovia, definido como 30 m, o ruído será de 61 dB e 63 dB, para os cenários de operação da rodovia em 2021 e 2033, respectivamente. Segundo Cowan (1994), o ruído é perceptível ao ouvido humano em variações sonoras de pelo menos 3 dB, diante disso, parece razoável admitir que os ruídos provenientes da operação da rodovia estão de acordo com os limites de referência a partir de 30 m do eixo da rodovia, ou seja, fora da faixa de domínio.

Sendo assim, alguns problemas ligados a poluição sonora podem existir nas alternativas que englobam algum núcleo urbano dentro de sua faixa de domínio, tais como a alternativa A (em que o traçado atravessa o povoado ponte de terra) e a alternativa C, cuja continuação da rodovia passa pela área urbana de São Desidério. Caso alguma destas alternativas seja a escolhida (A ou C), será necessário o uso de técnicas de engenharia para o controle do ruído, como a utilização de materiais absorventes e/ou refletores, barreiras antirruído, barreiras verdes, etc.

Por fim, do ponto de vista de problemas ligado a poluição sonora em áreas urbanas durante a operação da rodovia, a alternativa B é a que se mostra mais propícia a implantação do empreendimento.



### 6.1.8.3 Controle de ruídos na fase de obras

A geração de ruídos varia gradualmente durante o dia, com baixos níveis de ruídos no período da madrugada e no amanhecer. A medida que as atividades humanas de descolamento e trabalho aumentam, há o aumento nos níveis de ruídos.

No contexto de obras, sobretudo quando há o emprego de maquinário pesado, o ruído gerado pode ser particularmente incômodo, impactando a população local.

A seguir são elencadas algumas medidas de redução e controle de ruídos na fase de implantação de um empreendimento rodoviário, visando minimizar os impactos à população lindeira.

#### ***Atividades de Redução e Controle de Ruídos na Fase de Instalação***

- As atividades e operações ruidosas devem limitar-se estritamente a períodos diurnos dos dias úteis (8h às 18h) ou descritos no Alvará de Funcionamento a ser expedido pela Prefeitura Municipal;
- Nas áreas do canteiro de obras e frentes de serviço próximas a áreas residenciais devem ser instaladas placas de orientação aos operadores para reduzir os ruídos (decorrentes do trânsito de veículos que incluem ruído dos motores, escapamentos, buzinas, sirenes e até o atrito com o pavimento);
- No planejamento da rota de máquinas pesadas deve ser evitado traçados muito íngremes que exijam alta rotatividade do motor;
- Caminhões e equipamentos (escavadeiras, retroescavadeiras, unidades compactadoras, etc.) devem sofrer manutenção periódica (mensal) para inspeção dos dispositivos de controle dos ruídos e integridade dos abafadores de ruídos;
- Devem ser instalados abafadores de som em equipamentos que apresentarem ruídos elevados, tais como britadores e geradores de energia;
- Devem ser disponibilizados EPI's aos funcionários da obra para proteção contra ruídos excessivos.

### **Monitoramento de Ruídos na fase de obras**

O monitoramento de ruídos será utilizado o método de Monitoramento Contínuo de Ruído. Desta forma, em cada ponto de medição o monitoramento ocorrerá de forma contínua durante 15 minutos, na taxa de 01 amostra de ruído por segundo, com ponderação temporal *slow* e curva de ponderação "A". O monitoramento será realizado quinzenalmente.

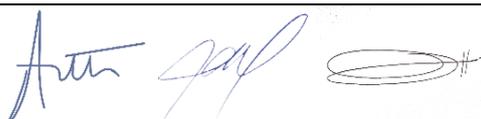
Segundo a NBR 10.151, o medidor de nível de pressão sonora ou o sistema de medição deve atender as especificações da IEC 60651 para tipo 0, tipo 1 ou tipo 2. Recomenda-se que o equipamento possua recursos para medição de nível de pressão sonora equivalente ponderado em "A" ( $L_{Aeq}$ ), conforme a IEC 60804.

Enquanto o decibelímetro grava o nível de ruído do local, a equipe deverá fazer a descrição das atividades que estão sendo desenvolvidas no local, para contextualizar os níveis de ruído em cada ponto amostrado.

O relatório que descreverá as atividades realizadas pelo programa deverá conter as seguintes informações:

- Marca, tipo ou classe e número de série de todos os equipamentos de medição utilizados;
- Data e número do último certificado de calibração de cada equipamento de medição;
- Mapa contendo os pontos da medição;
- Tabela contendo o número do ponto amostrado, data, identificação do local, coordenada geográfica, descrição das principais fontes de ruído durante o período da medição, horário, duração das medições do ruído, valores mínimos e máximo,  $L_{Aeq}$  e NCA;
- Análise sobre o uso de EPI e a instalação de EPC para redução dos níveis de ruídos.

A seguir serão apresentados os procedimentos a serem observados para o monitoramento do ruído em frentes de obras e no entorno do canteiro.



- Monitoramento de ruídos nas frentes de obras

No dia do monitoramento deverão ser identificadas todas as frentes de obras, sendo que em cada frente deverão ser medidos dois pontos nos terços extremos (FIGURA 6.178). Havendo residências em até 50 metros de distância da frente de obras, faz-se uma medição extra junto a residência mais próxima para analisar o impacto na vizinhança. Os pontos de monitoramento deverão acompanhar o avanço das obras.

O monitoramento de ruídos será realizado levando-se em conta a presença ou não de pontos receptores sensíveis próximos as frentes de obra.

FIGURA 6.178 – MONITORAMENTO DE RUÍDO.



Fonte: UFPR/ITTI, 2020.

O equipamento deve ser posicionado junto a cerca delimitadora da faixa de domínio e o posicionamento do microfone em todos os momentos deverá atender as normas de operação do aparelho, bem como as condições exigidas no item 3.1.2 da NBR 10.151: “as medições no ambiente externo devem ser efetuadas a 1,2 m acima do solo, e no mínimo, a 1,5 m de paredes, edifícios e outras superfícies refletoras.”

- Monitoramento de ruído para o entorno dos canteiros de obras

Durante a construção da rodovia será necessário a implantação de um canteiro de obra, que por sua natureza, é emissor de ruídos. Em seu interior, o ruído pode ser composto por dois tipos de fontes, as fontes móveis (por exemplo, caminhões) e as fontes fixas (compressores, bate-estacas, etc.).

A localização do canteiro de obras para as alternativas A, B e C é apresentada pela FIGURA 6.179, FIGURA 6.180 FIGURA 6.181, respectivamente. Salienta-se que a localização do canteiro de obras para a alternativa A e para a alternativa B é mesma.

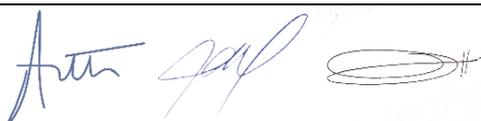
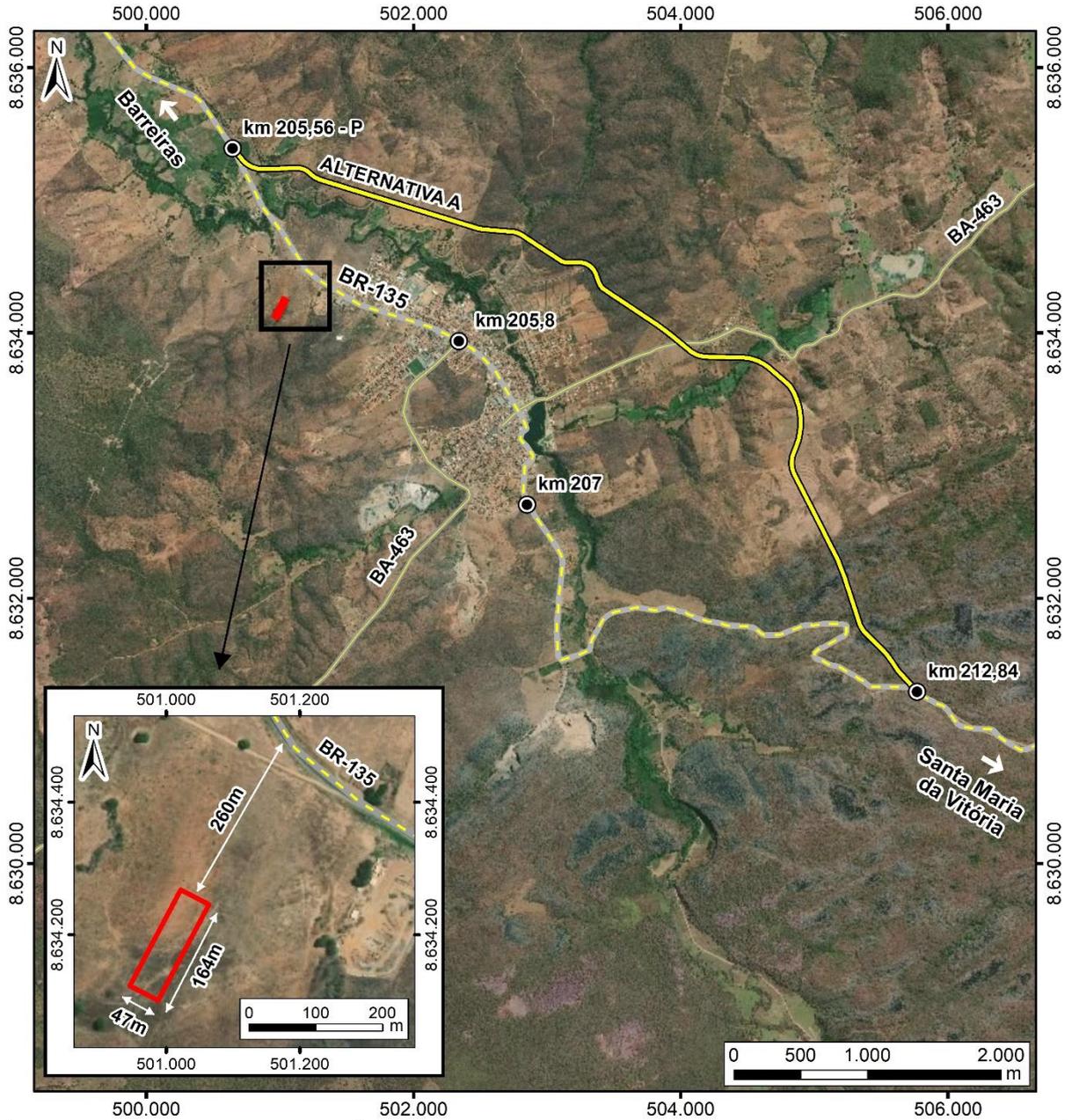


FIGURA 6.179 – CANTEIRO DE OBRAS SELECIONADO PARA A ALTERNATIVA A.

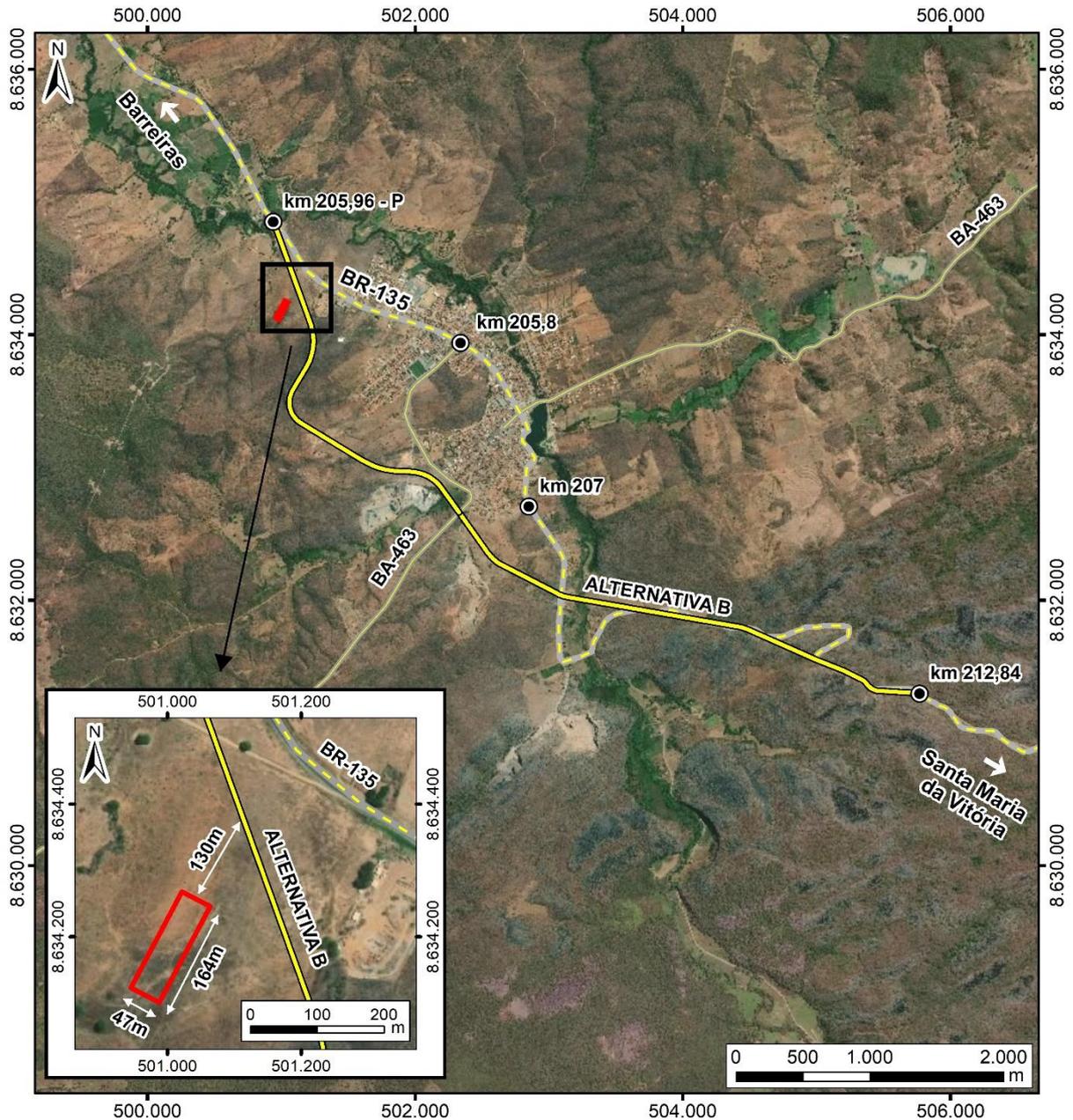


| LOCALIZAÇÃO | LEGENDA   | INFORMAÇÕES   |
|-------------|---|---|
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Quilometragem</li> <li>— Alternativa locacional A</li> <li>— BR-135</li> <li>— Rodovias estaduais</li> <li>▭ Canteiro de obras</li> </ul> <p><b>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</b></p> <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>                     Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>                     Meridiano Central: 45° W</p> | <p><b>CANTEIRO DE OBRAS - ALTERNATIVA A</b></p> <p></p> <p><b>PROJETO</b><br/>EIA/RIMA - BR-135/BA</p> <p><b>FONTE DE DADOS</b><br/>                     Alternativa locacional - ITTI, 2018;<br/>                     Canteiro de obras - ITTI, 2020;<br/>                     Rodovias - DNIT, 2015;<br/>                     Limites estaduais e Capitais - IBGE, 2015;<br/>                     Quilometragem - ITTI, 2019, DNIT, 2015;<br/>                     BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> <p><b>ESCALA</b><br/>                     1:50.000   1 cm = 500 m</p> |

*Aut. [Signature]*

*[Signature]* Alessandro Flávio W. Faria

FIGURA 6.180 – CANTEIRO DE OBRAS SELECIONADO PARA A ALTERNATIVA B.



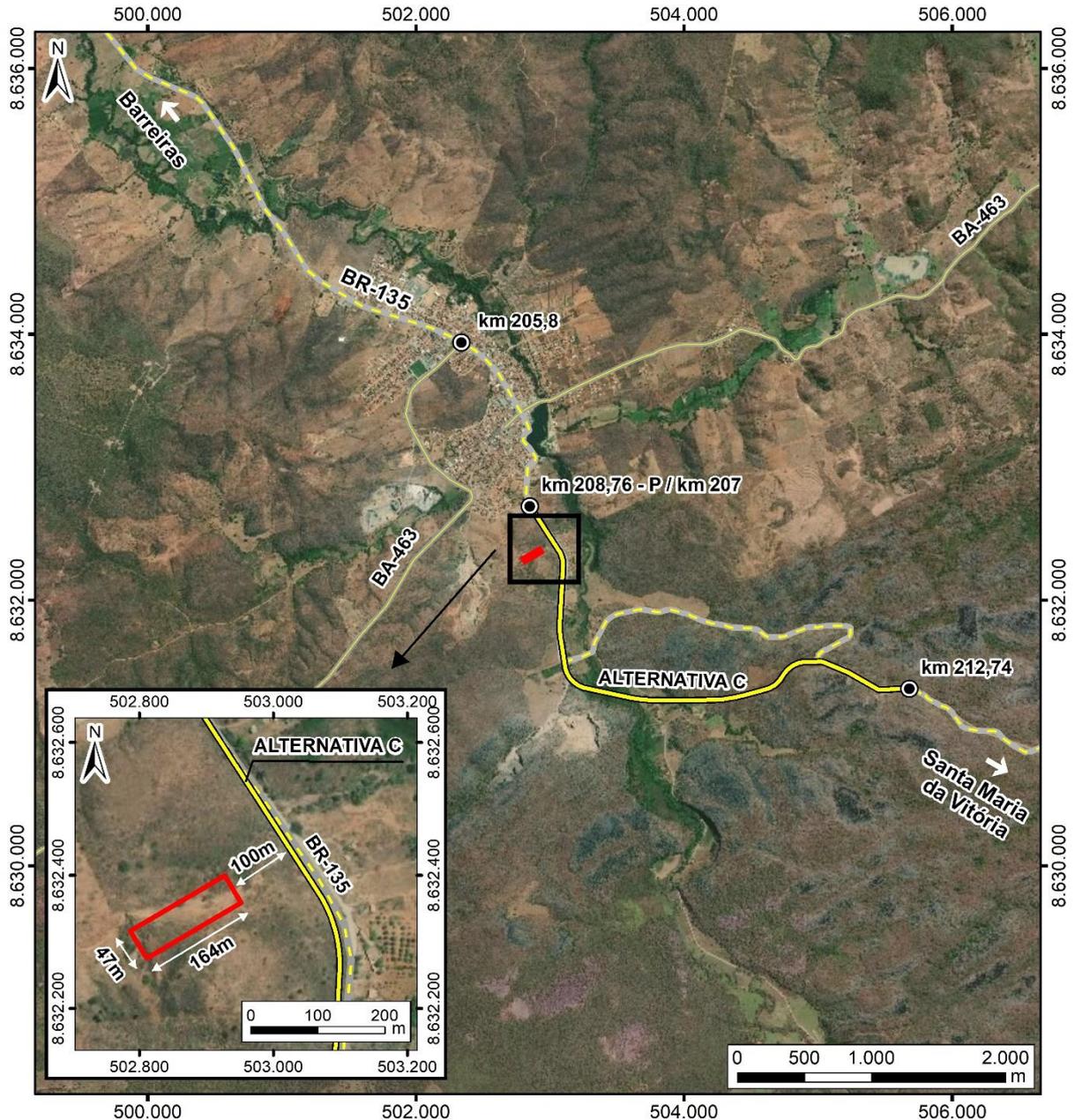
| LEGENDA   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li> Quilometragem</li> <li> Alternativa locacional B</li> <li> BR-135</li> <li> Rodovias estaduais</li> <li> Canteiro de obras</li> </ul> |
| CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS  |
| <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>                 Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>                 Meridiano Central: 45° W</p>                             |

| INFORMAÇÕES  |
|--|
| <p><b>CANTEIRO DE OBRAS - ALTERNATIVA B</b></p>  |
|  |
| <p><b>PROJETO</b><br/>                 EIA/RIMA - BR-135/BA</p>  |
| <p><b>FONTE DE DADOS</b><br/>                 Alternativa locacional - ITTI, 2018;<br/>                 Canteiro de obras - ITTI, 2020;<br/>                 Rodovias - DNIT, 2015;<br/>                 Limites estaduais e Capitais - IBGE, 2015;<br/>                 Quilometragem - ITTI, 2019, DNIT, 2015;<br/>                 BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> |
| <p><b>ESCALA</b><br/>                 1:50.000   1 cm = 500 m</p>  |

*Handwritten signature and stamp*

*Handwritten signature and name: Alessandro Flávio W. Faria*

FIGURA 6.181 – CANTEIRO DE OBRAS SELECIONADO PARA A ALTERNATIVA C.



| LOCALIZAÇÃO |
|-------------|
|             |

| LEGENDA  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● Quilometragem</li> <li>— Alternativa locacional C</li> <li>— BR-135</li> <li>— Rodovias estaduais</li> <li>▭ Canteiro de obras</li> </ul> |
| CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS   |
| <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>                 Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>                 Meridiano Central: 45° W</p>                                  |

| INFORMAÇÕES   |
|---|
| <p><b>CANTEIRO DE OBRAS - ALTERNATIVA C</b></p> <p></p> <p><b>PROJETO</b><br/>EIA/RIMA - BR-135/BA</p> <p><b>FONTE DE DADOS</b><br/>                 Alternativa locacional - ITTI, 2018;<br/>                 Canteiro de obras - ITTI, 2020;<br/>                 Rodovias - DNIT, 2015;<br/>                 Limites estaduais e Capitais - IBGE, 2015;<br/>                 Quilometragem - ITTI, 2019, DNIT, 2015;<br/>                 BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> <p><b>ESCALA</b><br/>                 1:50.000   1 cm = 500 m</p> |

*Handwritten signature and stamp*

*Handwritten signature: Alessandro Flávio W. Faria*

Destaca-se que, para os dois canteiros apresentados, não existe residências nas áreas adjacentes, portanto, a proposta de monitoramento será realizada de maneira verificar o ruído na residência mais próxima ao canteiro.

Para o canteiro de obras das Alternativas A ou B, verificou-se que a casa mais próxima encontra-se a aproximadamente 390 m. Dessa maneira, para a medição de ruído no entorno deste canteiro, o equipamento deverá ser posicionado junto a cerca delimitadora da propriedade, com o posicionamento do microfone na direção do canteiro de obras, conforme indicado pela FIGURA 6.182. Destaca-se apenas que entre o canteiro proposto e a residência mais próxima há um canteiro obras da empresa Engevix, atualmente inativo.

Para o canteiro de obras da Alternativa C, verificou-se que a casa mais próxima encontra-se a aproximadamente 135 m. Para tanto, para a medição de ruído no entorno deste canteiro, o equipamento deverá ser posicionado junto a certa delimitadora da propriedade, com o posicionamento do microfone na direção do canteiro de obras, conforme indicado pela FIGURA 6.183.

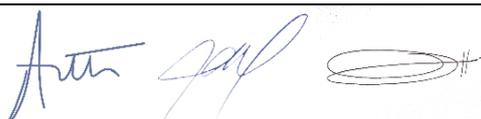
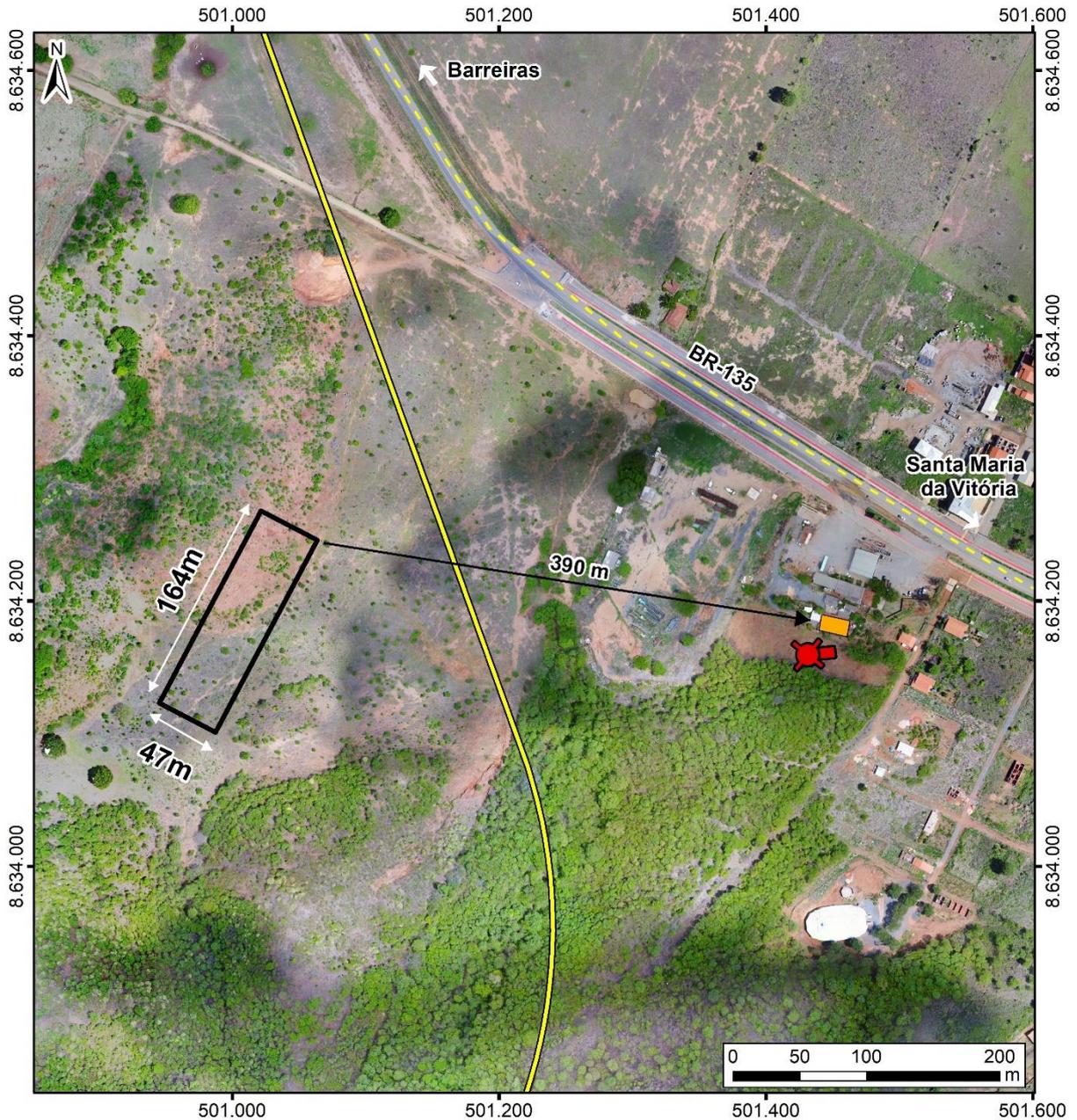
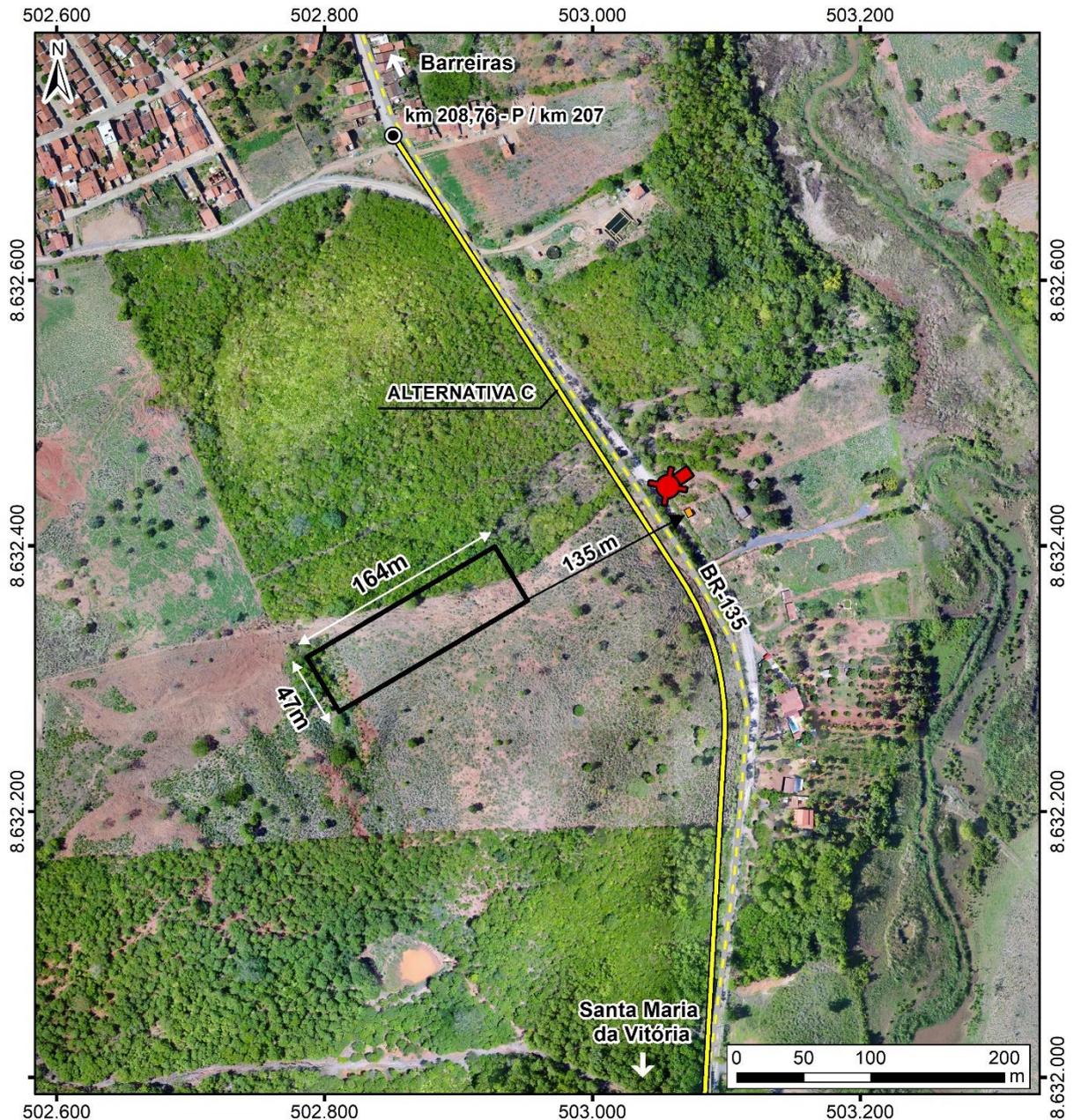
Alexsandro Flávio W. João Pacheco

FIGURA 6.182 – LOCAL DE MONITORAMENTO DE RUÍDO PARA O CANTEIRO DE OBRAS DA ALTERNATIVA A OU B.



| LOCALIZAÇÃO | LEGENDA   | INFORMAÇÕES  |
|-------------|---|--|
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li> Ponto de monitoramento de ruído</li> <li> Alternativa locacional B</li> <li> BR-135</li> <li> Canteiro de obras</li> <li> Residência mais próxima</li> </ul> <p><b>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</b></p> <p>Sistema de Referência: SIRGAS 2000<br/>                     Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S<br/>                     Meridiano Central: 45° W</p> | <p><b>CANTEIRO DE OBRAS ALTERNATIVA A OU B</b></p> <p> </p> <p><b>PROJETO</b><br/>EIA/RIMA - BR-135/BA</p> <p><b>FONTE DE DADOS</b><br/>                     Alternativa locacional B - ITTI, 2018;<br/>                     Canteiro de obras, Ortofoto, Ponto de monitoramento de ruído e Residência mais próxima - ITTI, 2020; Rodovias - DNIT, 2015; Limites estaduais e Capitais - IBGE, 2015; BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA &amp; NGDC.</p> <p><b>ESCALA</b><br/>                     1:5.000   1 cm = 50 m</p> |

FIGURA 6.183 – LOCAL DE MONITORAMENTO DE RÚIDO PARA O CANTEIRO DE OBRAS DA ALTERNATIVA C.



| LEGENDA                         |
|---------------------------------|
| Ponto de monitoramento de ruído |
| Quilometragem                   |
| Alternativa locacional C        |
| BR-135                          |
| Canteiro de obras               |
| Residência mais próxima         |

| CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS             |
|--------------------------------------|
| Sistema de Referência: SIRGAS 2000   |
| Projeção Cartográfica: UTM, Fuso 23S |
| Meridiano Central: 45° W             |

| INFORMAÇÕES   |
|---|
| <b>CANTEIRO DE OBRAS - ALTERNATIVA C</b>  |
|   |
| <b>PROJETO</b><br>EIA/RIMA - BR-135/BA  |
| <b>FONTE DE DADOS</b><br>Alternativa locacional - ITTI, 2018; Canteiro de obras, Ortofoto, Ponto de monitoramento de ruído e Residência mais próxima - ITTI, 2020; Rodovias - DNIT, 2015; Limites estaduais e Capitais - IBGE, 2015; Quilometragem - ITTI, 2019, DNIT, 2015; BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA & NGDC. |
| <b>ESCALA</b><br>1:5.000   1 cm = 50 m  |

### 6.1.9 Espeleologia

A espeleologia, do grego *spêlaion* – caverna, e *logos* – estudo, consiste do estudo de cavernas, sua gênese, evolução e ocupação, sendo uma área que abrange diversas disciplinas como: geologia, biologia, arqueologia, paleontologia, meteorologia e hidrogeologia. A definição mais utilizada para o termo caverna é a de uma abertura natural desenvolvida abaixo da superfície do terreno em um maciço rochoso de dimensões suficiente para a entrada do homem (PILÓ; AULER, 2011).

Essa definição vai ao encontro do Decreto nº 6.640/2008 no qual a cavidade natural subterrânea é definida como: “*todo e qualquer espaço subterrâneo acessível pelo ser humano, com ou sem abertura identificada... formados por processos naturais, independentemente de suas dimensões ou tipo de rocha encaixante.*”.

A **Potencialidade Espeleológica – Produto 1 do Volume IIA**, apresenta as classes de potencialidade espeleológica definida para a área de influência das alternativas locais. O mapa foi desenvolvido para nortear a etapa de campo de prospecção espeleológica em relação a expectativa de encontrar cavidades e definição do caminhamento.

A **prospecção espeleológica** apresentada como **Produto 2 do Volume IIA**, foi embasada no mapa de classes de potencialidade espeleológica, onde foram verificadas *in loco* por caminhamento as características do terreno e identificadas e descritas as cavidades nas áreas de influência direta das alternativas locais.

A análise do **grau de relevância** das cavidades naturais localizadas na AID do empreendimento encontra-se no **Volume IIA – Produto 3**. Ao todo 16 cavidades foram analisadas e quantificadas de acordo com o método estabelecido pela Instrução Normativa/MMA nº 2, de 30 de agosto de 2017, que 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). O grau de relevância foi de: 04 cavidades de baixa, 02 de média, 08 de alta e 02 de máxima relevância.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRO DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Norma Técnica NBR 10.151**. Procedimento para Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro, 2000.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017**: relatório pleni. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: <[http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conj2017\\_rel-1.pdf](http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conj2017_rel-1.pdf)>. Acesso em 05 nov. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **HidroWeb**: sistemas de informações hidrológicas. Disponível em: <<https://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>>. Acesso em: 05 nov. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas**. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/pnqa.aspx>>. Acesso em: 13 ago. 2018.

ALMEIDA, F. F. M. O Cráton do São Francisco. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 7, p. 349-364. 1977.

ALVES, R. G.; SANTANA, R. DE S.; BORGES, E. F.; DOS ANJOS, C. S. **Identificação e quantificação de áreas queimadas no entorno da cidade de Barreiras-BA**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 abr. a 05 mai. de 2011, INPE p.8036.

ALMEIDA, L. F. S.; LEITE, O. D.; DA GUARDA, L. DA C. **Avaliação da qualidade bacteriológica e espécies nitrogenadas das águas subterrâneas de poços da área urbana de Barreiras-BA**. In: XIX Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Campinas, São Paulo. Set. 2016. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28743/18647>>. Acesso em 30 mai. 2020.

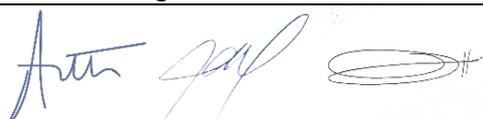
ANDRADE, J. B. M.; CASCAES, O. S. F. (1990). Panorama hidrogeológico do Grupo Bambuí no Oeste da Bahia. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 6, 1990. **Anais...** São Paulo: Revista Águas Subterrâneas, 1990.

ANTUNES, F. Z. Caracterização climática do Estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n.138, p. 9-13, jun. 1986.

AUGUSTO FILHO, O. **Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas**: uma proposta metodológica. Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas-COBRAE, p. 721–733, 1992.

AULER, A. S.; RUBBIOLI, E.; BRANDI, R. **As Grandes Cavernas do Brasil**. Belo Horizonte: Grupo Bambuí. 2001.

BAHIA, Secretaria de Meio Ambiente. **Rio Grande**: regiões de planejamento e gestão das Água. Salvador: SEMA, 2017.



BAHIA. Secretaria de Desenvolvimento Urbano. **Elaboração do plano estadual de manejo de águas pluviais e esgotamento sanitário – PEMAPES**. Volume 8 – RDS 11 – Oeste Baiano. Non., 2010.

BARBOSA, A. S.; SANTOS, G. B.; DIAS, E. S.; SIQUEIRA, E. V.; SILVA, J. R.; BARBOSA, V. D. Principais fatores condicionantes da formação e implicações para uso de Cambissolos em São Desidério, Oeste da Bahia. **Revista Espinhaço**, v. 7, n. 1. p. 2-10. 2018.

BARBOSA, D.V.N. Os Impactos da Seca de 1993 no Semiárido Baiano: Caso de Irecê. Salvador: SEI, 2000. In: BRAGA, C.C; MELO, M.L.D; MELO, E.C.S. BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 6.ed. São Paulo: Ícone, 2008.

BIGARELLA, J. J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. v. 3. Florianópolis: Editora da UFSC, 2003.

BORGES, K. M. R.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; MARTINS, E. S.; GOMES, R. A. T.; GUIMARÃES, R. F. Vulnerabilidade natural: a perda de solo da bacia do rio Carinhanha (MG/BA) usando uma abordagem qualitativa da equação universal de perda de solos. **GEOgraphia**, Niteroi, v. 14, n. 27, p. 101-125. 2012.

BRAGA, C. C. **Análise de Agrupamento Aplicada a Distribuição da Precipitação no Estado da Bahia (1998)**. Disponível em < <http://www.cbmet.org.br/cbm-files/13-fbf55ac7320340c0d272169a627655df.pdf>> Acesso em 07 dez. 2018.

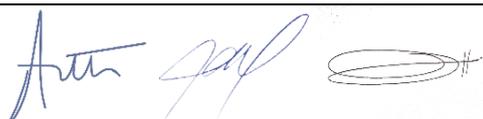
BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J. E. W. A. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais**. São Paulo: Cetesb, 1979.

BRANCO, P. M. **Elementos que caracterizam o clima**. Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Ago 2014. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Canal-Escola/Elementos-Que-Characterizam-o-Clima-1267.html>>. Acesso em: 14 jun. 2018.

BRASIL. Conselho Nacional de Trânsito. **Resolução CONTRAN nº 35 de 21 de maio de 1998**. Estabelece método de ensaio para medição de pressão sonora por buzina ou equipamento similar a que se refere os artigos 103 e 227, V do Código de Trânsito Brasileiro e o artigo 1º da Resolução 14/98 do CONTRAN. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=96383>>. Acesso em: dez. 2019.

BRASIL. **Lei No 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm)>. Acesso em: 14 dez. 2018.

BRASIL. Ministério do Interior. **Portaria MINTER nº 92 de junho de 1980**. Estabelece padrões, critérios e diretrizes relativos à emissão de sons e ruídos. Disponível em: [http://www.mpggo.mp.br/portalweb/hp/9/docs/portaria\\_minter.pdf](http://www.mpggo.mp.br/portalweb/hp/9/docs/portaria_minter.pdf).



Acesso em: dez 2019.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Poluentes Atmosféricos**. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/poluentes-atmosfericos.html#Poluntes\\_climaticos\\_de\\_vida\\_curta](http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/poluentes-atmosfericos.html#Poluntes_climaticos_de_vida_curta)>. Acesso em: 12 dez. 2018.

BRASIL. **Norma Regulamentadora nº 15 de 08 de junho de 1978**. Atividades e operações insalubre. Disponível em: <[https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos\\_SST/SST\\_NR/NR-15.pdf](https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-15.pdf)>. Acesso em: dez. 2019.

CAMPOS, J. E. G.; DARDENNE, M. A. Estratigrafia e sedimentação da Bacia Sanfranciscana: uma revisão. **Revista Brasileira de Geociências**, vol, 27, n. 3, p. 269-282. 1997.

CARVALHO, P. A. S. **Manual de Geotecnia**: Taludes de rodovias - orientação para diagnóstico e soluções de seus problemas. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT)-Departamento de Estradas e Rodagem (DER), 1991. Disponível em: <http://www.der.sp.gov.br/Website/Acessos/Documentos/Geotecnia.aspx>.

CAXITO, F. A. **Evolução tectônica da Faixa Rio Preto, Noroeste da Bahia / Sul do Piauí**. Orientador: Alexandre Uhlein. 2010. 167f. Tese (doutorado) Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Programa de Pós-graduação em Geologia, Belo Horizonte, 2010.

ÇELENK, E. et al. (1997). **Ankara city traffic impact assessment study**. 1997 ESRI International User Conference. California.

CHAVES, H. M. L. Estimativa da erosão Atual e Potencial no vale do São Francisco. **Relatório final de consultoria**. Brasília:CODEVASF. 35 p. 1994.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICO DO RIO SÃO FRANCISCO (CBHSF). **Resumo executivo do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco 2016-2025**. Alagoas, 2016. 300p.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Estudo do comportamento de ozônio na metropolitana de São Paulo**. São Paulo, 2000.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). **Folha Brasília SD 23**. Rio de Janeiro: CPRM, 2004. Escala: 1:1.000.000.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). Serviço Geológico Brasileiro. **Atlas Pluviométrico brasileiro – Isoietas totais anuais:1977-2006**. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Atlas-Pluviometrico-do-Brasil-1351.html>. Acesso em 06 dez 2018.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução CONAMA 03, de 28 de junho de 1990**. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previsto no PRONAR. Diário Oficial da União, p. 15937-15939, 1990.



321



Alexsandro Flávia W. João Suelit

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução CONAMA 05, de 15 de junho de 1989**. Dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar – PRONAR. Diário Oficial da União, p. 14713-14714, 1989.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução CONAMA 18, de 6 de maio de 1986**. Dispõe sobre a criação do Programa de Controle do Ar por veículos Automotores – PROCONVE. Diário Oficial da União, p. 8792-8795, 1986.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução CONAMA 491, de 19 de novembro de 2018**. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. Diário Oficial da União, 2018.

CORDEIRO, E. P. **Avaliação da propagação do ruído industrial na poluição sonora**. 2009. 145 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2009.

COSTA, D. A.; VELÁSQUEZ, L. N. M.; FANTINEL, L. M.; FREITAS, A. M.; PEREIRA, C.; RODRIGUES, P. C. H.; SILVA, S. M. Hidroquímica e características dos Sistemas Aquíferos Cárstico-Fissural e Granular no norte de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 16, 2010. **Anais...** São Paulo: Revista Águas Subterrâneas, 2010.

COSTA, M. T.; BRANCO, J. J. R. Introdução. In: Branco J. J. R. (ed.) Roteiro para a excursão Belo Horizonte – Brasília. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 14. **Anais...** Belo Horizonte, SBG, v. 15, p. 1-119. 1961.

COUTINHO, L. M. et al. O Bioma do Cerrado e o Fogo. **Revista do Instituto de Estudos Avançados da USP**. São Paulo, 2002.

COWAN, J. P. (1994). **Handbook of environmental acoustics**. John Wiley & Sons, Inc.: New York, 283 p..

CRUTZEN, P. J.; ANDREAE, M. O. Biomass burning in the tropics: impact on atmospheric chemistry and biogeochemical cycles. **Science**, n. 250(4988), p. 1669-1678. 1990.

DA SILVA, B. B., ALVES, J. J. A., CAVALVANTI, E. P. 2002. Caracterização do potencial eólico da direção predominante do vento no estado da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12. **Anais...** Foz de Iguaçu-PR, 2002.

DANTAS, R. B.; ALMEIDA, L. F. S.; MORATO, L. Geocronologia do Grupo Bambuí e aspectos da geomorfologia cárstica no Parque Municipal da Lagoa Azul, São Desidério (BA). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA 32. **Anais...** Barreiras: 2013.

DARDENNE, M. A. Síntese sobre a estratigrafia do Grupo Bambuí no Brasil Central. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30. **Anais...** Recife, SBG, p. 597-

322

Alexsandro Flávio W. João Sobral

610. 1978.

DAS, B. M. **Fundamentos da engenharia geotécnica**. 6 ed. São Paulo: Thomson, 2007.

DE NEVERS, N. **Air pollution control engineering**. 2nd ed Boston: McGraw-Hill, c2000. 586 p. Inclui bibliografia. ISBN 0070393672 (enc.).

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de pavimentação**. Rio de Janeiro, 2006.

EGYDIO DA SILVA, M. **O sistema de dobramentos Rio Preto e suas relações com o Cráton do São Francisco**. Orientador: Roland Raymond Trompette. 1987. 141f. Tese (doutorado) – Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

EGYDIO DA SILVA, M.; KARMANN, I.; TROMPETTE, R. Litoestratigrafia do Supergrupo Espinhaço e Grupo Bambuí no noroeste do Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, vol. 19, n. 2, p. 142-152. 1989.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Clima**. Disponível em <<https://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm>> Acesso em 05 dez 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Oxigênio dissolvido**. Disponível em: <<http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/ecoagua/eco/oxigdiss.html>>. Acesso em: 25 ago. 2019.

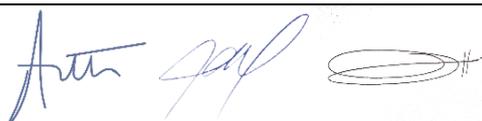
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). In: REUNIÃO TÉCNICA DE LEVANTAMENTO DE SOLOS, 10. 1979, Rio de Janeiro. **Súmula...** Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1979.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.

ENERGÉTICA. AGV MP10 **Amostrador de Grande Volume (Modelo MP10EN – Com Cabeça Energética)**. Disponível em <[https://www.energetica.ind.br/wp-content/uploads/2015/12/agv\\_mp10.pdf](https://www.energetica.ind.br/wp-content/uploads/2015/12/agv_mp10.pdf)> Acesso em: 24 de out. 2019.

EXÉRCITO BRASILEIRO. Departamento de Engenharia e Construção Diretoria de Obras de Cooperação. **Volume 1 - Relatório do Rojeto e Documentos para Concorrência. Rodovia BR – 135/BA, km 179,90 ao km 205,80. Trecho Divisa PI/BA – Divisa BA/MG. Sub-trecho BR-242 (B)/ 430/ BA-455 (Barreiras) - BA-463 (São Desidério)**. 2013.

FERNANDES, A. G. **Temas fitogeográficos...** Fortaleza: Stylus Comunicações, 1990. 116 p.



FLORENZANO, T. G. Introdução à geomorfologia. In: FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 11-30.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS (FUNCEME). **QualiGraf**. Disponível em: <<http://www3.funceme.br/qualigraf/>>. Acesso em: 06 nov. 2019.

GALVÃO, A. L. O.; FERREIRA, C. F.; ROSSATO, R. M.; REINO, J. C. R.; JANSEN, D. C.; VILELA, C. V. Breve descrição do patrimônio espeleológico do município de São Desidério – BA. **Revista Brasileira de Espeleologia**, v. 2, n. 1, p. 13-28. 2012.

GASPAR, M. T. P. **Sistema Aquífero Urucuia**: caracterização regional e propostas de gestão. Orientador: José Eloi Guimarães Campos. 2009. 204f. Tese (doutorado) - Universidade de Brasília, Instituto de Geociências, Brasília, 2006.

GASPAR, M. T. P.; CAMPOS, J. E. G. O Sistema Aquífero Urucuia. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 37, n. 4, p. 216-226, dez. 2007.

GERENTEC ENGENHARIA. Plano Municipal de Saneamento de São Desidério- BA. **Relatório Final do PMSB de São Desidério**. Novembro, 2015.

GERGES, S. N. Y. **Ruído**: fundamentos e controle. Florianópolis: 1992.

GERSCOVICH, D. M. S. **Estabilidade de Taludes**. 2. ed. Oficina de Textos, 2016.

GODINHO, L. P.; PEREIRA, R. G. F. A. Caracterização geomorfológica preliminar do Sistema Cárstico do rio João Rodrigues, São Desidério – BA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 32, 2013, Barreira. **Anais...** Barreira: SBE, 2013.

GODISH, T. **Air Quality**. 4th Editio ed. Washington, D.C.: Boca Raton, FL: Lewis Publishers, c2004., 2004.

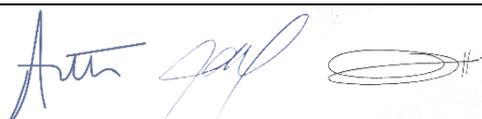
GOLFARI, L.; CASER, R. L.; MOURA, V. P. G. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil**: 2ª aproximação. Belo Horizonte: Centro de Pesquisas Florestais da Região do Cerrado, 1978. 66 p. (PRODEPEF. Série técnica, 11).

GORSEVSKI, P. V.; BOLL, J. GOMEZDEL CAMPO, E. BROOKS, E. S. Dynamic riparian buffer widths from potential non-point source pollution areas in forest watersheds. **Forest Ecology and Management**, v. 256, p. 664-673, 2008.

GROTZINGER, J.; JORDAN, T. **Para entender a Terra**. 6 ed. Tradução: ABREU, I. D. Porto Alegre: Bookman, 2013.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2006.

HACON, S.; ARTAXO, P.; GERAB, F.; YAMASOE, M. A.; CAMPOS, R. C.; CONTI, L. F.; LACERDA, L. D. Atmospheric mercury and trace elements in the region of Alta

Alexandre Flávio W. João Pacheco

Floresta in the Amazon basin. **Water Air Soil Pollut**, v. 80, n. 1-4, p. 273-283. 1995.

HARRIS, C.M. **Handbook of Noise Control**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1979.

HIDROVIA – Hidrogeologia e Meio Ambiente Ltda. **Recursos Hídricos Subterrâneos. Subsídios para delimitação das zonas de contribuição hídrica para o Sistema Cárstico do Rio João Rodrigues – SCJR- São Desidério/ BA**. Instituto Ekos. 2012.

IGLESIAS, M.; UHLEIN, A. Estratigrafia do Grupo Bambuí e coberturas fanerozóicas no vale do Rio São Francisco, norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 39, n. 2, p. 256-266. 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 06 dez. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico de geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidadea@**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>. Acesso em: 06 nov. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (IBRAM). **Mineração e meio ambiente: impactos previsíveis e formas de controle**. 2 ed. rev., Belo Horizonte, 1984.

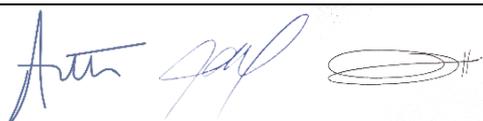
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Portaria Normativa no 348, de 14 de março de 1990**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/PT0371-210599.PDF>>. Acesso em: 12 dez. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Portaria nº 715, de 20 de setembro de 1989**. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/PT0715-200989.pdf>. Acesso em 12 set. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Portaria nº 715, de 20 de setembro de 1989**. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/PT0715-200989.pdf>. Acesso em 12 set. 2019.

INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (INEMA). **Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos**. Disponível em: <<http://monitoramento.seia.ba.gov.br/>>. Acesso em: jul. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET.). **Normas Climatológicas 1961-1990**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/webcdp/climatologia/normais/imagens/normais/textos/metod>>



ologia.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2018.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TRANSPORTES E INFRAESTRUTURA (ITTI). **Rodovia BR-135/BA/MG – São Desidério/BA - Segmento km 207 ao 226**. Curitiba: UFPR/ITTI, 2014. Relatório Técnico de Inspeção.

JAFFE, L. S. Ambient Carbon Monoxide And Its Fate in the Atmosphere. **Journal of the Air Pollution Control Association**, v. 18, p. 534-540 mar. 2012.

JANSEN, D. C; CAVALCANTI, L. F. LAMBLÉM, H. S. Mapa de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil, na escala 1:2.500.000. **Revista Brasileira de Espeleologia**, Brasília, v. 2, n. 1. 2012.

KARMANN, I.; SANCHEZ, L. E. Distribuição das rochas carbonáticas e províncias espeleológicas do Brasil. **Espeleo-Tema**, v. 13, p. 105-167. 1979.

KAWANO M. **Desenvolvimento, Validação e Aplicação de um modelo Matemático para Dispersão de Poluentes Atmosféricos**. Dissertação de Mestrado, 198 f. Florianópolis, 2003.

KEAREY, P.; BROOKS, M.; HILL, I. **Geofísica de exploração**. Tradução: COELHO, M. C. M. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

LACERDA, A. et al. Efeitos ototóxicos da exposição ao monóxido de carbono: uma revisão. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**, Barueri, v. 17, n. 3, p. 403-412, set.-dez. 2005.

LIMA, E. A. P. et al. Estimativa de Concentração de Poluentes Atmosféricos Provenientes de um Distrito Industrial. In: XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 2016 Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2016.

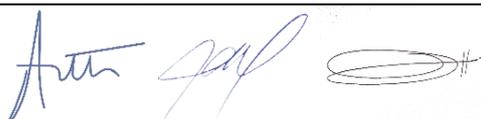
LIMA, R. M. T. **Estudos de movimentos de massa gravitacionais, processos erosivos e áreas sujeitas a inundações na área urbana de Antonina, litoral do Paraná - escala 1:10.000**. Universidade de São Paulo, 2001.

MILLET, I.; SAATY, T. L. **On the relativity of relative measures—accommodating both rank preservation and rank reversals in the AHP**. v. 121, 2000.

MELO, Ricardo; PIMENTEL, Roberto; SILVA, Wekisley e LACERDA, Diego. **Previsão do nível de ruído gerado pelo tráfego de veículos na cidade de João Pessoa, Brasil**. XVI PANAM, 15 a 18 de Julho de 2010 – Lisboa, Portugal.

MELO, G. C. B.; MITKIEWICZ, G. F. M. **Dispersão Atmosférica de poluentes em um complexo industrial siderúrgico**. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, 28., Cancun, México. p. 08. 2002

MLENEK, D. C.; ARENAS, F. C.; FERREIRA, F. J. F.; CANATA, R. E.; MORO, R. C. STEVANATO, R. Modelagem Tridimensional da Caverna Buraco do Inferno na Rodovia BR-135 no Município de São Desidério – BA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 27, 2017, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBC, 2017. p.193-197.

Alexandre Flávio W. João Sobral

MOURA, V. Prospecção espeleológica, topografia e espeleometria de cavernas. In: CECAV - Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas. **III Curso de Espeleologia e Licenciamento Ambiental**. Brasília: CECAV/Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2011. p. 45-71.

NETO, S. F.; MELO, G. K. R. M. M.; LIMA, V. L. A.; NETO, J. D. Áreas de Preservação Permanente: a aplicabilidade da legislação ambiental frente aos recursos hídricos do semiárido brasileiro. **Ciência e Natura**, v. 37 n.42 set-dez. 2015, p. 210 – 219.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 1989 Disponível em <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81099.pdf>> Acesso em 12 dez 2018.

OLIVEIRA, A. M. S; MOTICELI, J. J. **Geologia de Engenharia e Ambiental**. 2 v. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental – ABGE, 2018.

PASSOS, D. P.; CASTRO, K. B.; MARTINS, E. S.; GOMES, M. P.; REATTO, A.; LIMA, L. A. S.; CARVALHO JR., O. A.; GOMES, R. A. T. **Caracterização geomorfológica do município de São Desidério, BA, escala 1:50.000**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2010a.

PASSOS, D. P.; MARTINS, E. S.; GOMES, M. P.; REATTO, A.; CASTRO, K. B.; LIMA, L. A. S.; CARVALHO JR., O. A.; GOMES, R. A. T. **Caracterização geomorfológica do município de Barreiras, Oeste Baiano, escala 1:100.000**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2010b.

PENNEY, D. G. **Chronic carbon monoxide poisoning**. Carbon monoxide toxicity. Boca Raton, Florida: CRC Press, 2000. Cap. 18, p. 394-420.

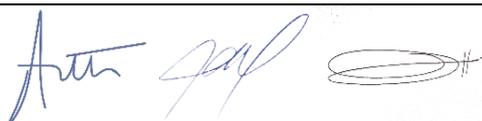
PEREIRA, R. G. F. A.; FIGUEIREDO JR., S. M.; FEITOSA., G. D. S. Geoparque São Desidério, BA: proposta. 2018. **Relatório interno**. Disponível em: <[http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/20724/1/proposta\\_geoparque\\_sao\\_desiderio\\_relatorio.pdf](http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/20724/1/proposta_geoparque_sao_desiderio_relatorio.pdf)>. Acesso em: 23 set. 2019.

PERKINS, Henry C. **Air pollution**. Tokyo: McGraw-Hill, 1974. 407p.

PILÓ, L. B. Geomorfologia Cárstica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 1, n. 1. p. 88-102. 2000.

PILÓ, L. B.; AULER, A. Introdução à espeleologia. In: CECAV - Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas. **III Curso de Espeleologia e Licenciamento Ambiental**. Brasília: CECAV/Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2011. p. 7-23.

PUEYO ANCHUELA, Ó.; LÓPEZ JULIÁN, P.; CASAS SAINZ, A. M.; LIESA, C. L.; POCOVÍ JUAN, A.; RAMAJO CORDERO, J.; PÉREZ BENEDICTO, J. A.. Three dimensional characterization of complexmantled karst structures. **Engineering**



**Geology**, v. 195, p. 158–172, 2015.

RADAMBRASIL - PROJETO RADAMBRASIL. **Folha SD 23 Brasília; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1982.

RENDON A. et al. Temperature Inversion breakup with impacts on air quality in urban valleys influenced by topographic shading. **Journal of Applied Meteorology and climatology**, Boston, v. 54, p. 302-321, 2015.

ROQUE, L. A. **Áreas de risco geológico-geotécnico associadas a movimentos de massas no núcleo urbano de Viçosa-MG**. 2013.

SAATY, T. L.; VARGAS, L. G. **Prediction, projection, and forecasting: applications of the analytic hierarchy process in economics, finance, politics, games, and sports**. Kluwer Aca ed. 1991.

SANTOS, C. A. P. DOS; LEITE, O. D.; VIEIRA, A. D. M.; ALMEIDA, M. C.; GEORGE, L. **Avaliação preliminar de parâmetros físico químicos das águas superficiais e subterrâneas de Barreiras-BA antes da ampliação do saneamento básico**. In: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Bento Gonçalves, RS. Nov. 2013.

SANTOS, C. A. P. DOS. **Macrófitas biondicadoras em trecho urbano do Rio Grande – oeste da Bahia**. In: Caderno de Pesquisa. Santa Cruz do Sul, v. 29, n. 1, p. 25-35, mai./ago. 2017.

SANTOS, C. A. P.; SOUZA, J. S.; SOUZA, A. L. A.; SANTOS, V. C. P.. O papel das políticas pública na conservação dos recursos naturais. **Revista Geografia Acadêmica**, v.10, n. 2. 2016.

SEINFELD, J. H.; SPYROS, N. P. **Atmospheric chemistry and physics of air pollution**. 2 ed New Jersey. 2006. 1225 p.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL (SENAI); Centro Integrado de Manufatura e Tecnologia (CIMATEC). **Atlas Eólico da Bahia**, 2013. Disponível em <[http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas\\_eolico/atlaseolicobahia2013.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas_eolico/atlaseolicobahia2013.pdf)> Acesso em 13 dez. 2018.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). **Sistema de Informação de Águas Subterrâneas (SIAGAS)**. Disponível em: <<http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/>>. Acesso em: 15 set. 2019.

SILVA A. B. **Análise morfoestrutural, hidrogeológica e hidroquímica no estudo do aquífero cárstico do Jaíba, norte de Minas Gerais**. Orientador: Sérgio Estanislau do Amaral. 1984. 190 f. Tese (doutorado) - Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, São Paulo, 1984.

SILVA, A. C. G.; ARENAS, F. C.; LUZ, C. C.; PASSINI, L. B. Influência dos

Alessandro Flávio W. João Sobral

parâmetros de suscetibilidade à erosão nos passivos ambientais rodoviários limítrofes à br-116/MG. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE DA ANPET, 32. **Anais...** Gramado: ANPET. p. 588–599, 2018.

SILVA, M. A. V.; SANTANA, C. C.; SILVA, A. N.; ALMEIDA, R. B.; PASSOS, F. M. Avaliação da precipitação no Oeste da Bahia considerando as mudanças climáticas. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 12. **Anais...** Natal. 2014.

SILVA, T. E.; JESUS, C. A.; LEÃO, F. M. DE S.; MORO, P. DE S.; MORATO, L. **Análise preliminar de qualidade do ar e condições microclimáticas da Lapa do Sufoco, São Desidério (BA)**. In: Anais do 32º Congresso Brasileiro de Espeleologia. Barreiras, Bahia: jun. de 2013.

SOARES NETO, J. P.; BEZERRA, A. R. G.; MOSCON, E. Probabilidade e análise decadal da precipitação pluvial da cidade de Barreiras, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 3, p. 470-477. 2013.

SPERLING, M. V. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3 ed. Belo Horizonte: Desa - Ufmg, 2005. 252p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias; V.1).

STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTE WATER (SMWW). 22 ed. American Public Health Association, Washington, DC, 2012.

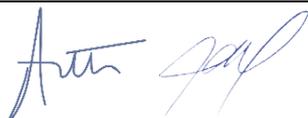
STEVANATO, R.; FERREIRA, F. J. F.; CANATA, R. E.; MLENEK, D. C.; LEITE, A. A.; NASCIMENTO NETO, D. Resistivity and induced polarization applied to “Buraco do Inferno” Cave, São Desidério, State of Bahia, Brazil. In: International Congress of the Brazilian Geophysical Society, 16, 2019, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBGf, 2019.

STEWART, R. D. The Effect of Carbon Monoxide on Humans. **Annual Review of Pharmacology**, Milwaukee, v. 15(1), p. 409-423, 1975.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA (SEI). **Mapa de pluviometria do estado da Bahia**. 2003. Disponível em <[http://www.sei.ba.gov.br/images/bahia\\_sintese/bahia\\_numeros/mapas/pluviometria\\_bs.pdf](http://www.sei.ba.gov.br/images/bahia_sintese/bahia_numeros/mapas/pluviometria_bs.pdf)>. Acesso em 10 dez 2018.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA (SEI). **Tipologia climática Thornthwaite & Matther**. 2014. Disponível em <[http://www.sei.ba.gov.br/site/geoambientais/mapas/pdf/tipologia\\_climatica\\_segundo\\_thornthwaite\\_e\\_matther\\_2014.pdf](http://www.sei.ba.gov.br/site/geoambientais/mapas/pdf/tipologia_climatica_segundo_thornthwaite_e_matther_2014.pdf)>. Acesso em 05 dez. 2018.

TANAJURA, C. A., GENZ, F., ARAÚJO, H. A. DE. **Mudanças climáticas e recursos hídricos na Bahia: validação da simulação do clima presente do hadrm3p e comparação com os cenários a2 e b2 para 2070-2100**. Disponível em <<http://submission.scielo.br/index.php/rbmet/article/view/18230/7513>> Acesso em 12 dez. 2018.



329



Alexsandro Flávio W. João Pacheco

TECHNOBLAST SERVIÇOS DE DETONAÇÃO E SISMOGRAFIA. Monitoramento Sismográfico R-161/17. Curitiba, 2017. **Relatório de monitoramento sismográfico.**

TEIXEIRA NETTO, A. S. Bacias Paleozóicas e Mesozóicas. In: BARBOSA, J. S. F. (Coord.). **Gologia da Bahia**: pesquisa e atualização, 2v. Salvador: CPRM, 2012. p. 223-254.

THE NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (NIOSH). **NIOSH criteria for a recommended standard**: occupational exposure to carbon monoxide. Cincinnati, OH. 1972.

TRAVASSOS, L. E. P.; RODRIGUES, B. D.; TIMO, M. B. **Glossário conciso e ilustrado de termos cársticos e espeleológicos**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2015.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). **Poluição atmosférica e chuva ácida**. 2013. Disponível em <[http://www.usp.br/qambiental/chuva\\_acidafront.html](http://www.usp.br/qambiental/chuva_acidafront.html)> Acesso: 31 out. 2019.

VALEC; MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES; INSTITUTO OIKOS. **Estudo de impacto ambiental das obras de implantação da ferrovia Oeste Leste (EF 334), entre Figueirópolis (TO) e Ilhéus (BA)**. Volume 2B – Meio Físico. Brasília: 2009.

VALLADARES, G. S. **Caracterização dos solos e classes de terra para irrigação do Oeste da Bahia**. Campinas: Embrapa monitoramento por satélite, 2002.

VAREJÃO, M. A. **Meteorologia e climatologia**. Brasília: INMET, Gráfica e Editora Pax, 2001. 532 p.

VENTURA, A. Problemas técnicos da silvicultura paulista. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v. 3, n. 3, p. 61-80, Dez. 1964.

VILLAR, P. C. C. M.; SILVA, C. N.; DOS SANTOS, C. B. **Monitoramento das águas subterrâneas (RIMAS)/SGB-CPRM: Sistema aquífero Urucuia – oeste do estado da Bahia**. XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVIII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/1124>>. Acesso em: abr. 2020.

VILLAR, P. C. C. M.; SILVA, C. N.; SANTOS, C. B. DOS; COSTA, J. M. N.; FRANCISCO, I. O.; BRANDÃO, I.; ALVES, D. S. **Tipos hidroquímicos das águas subterrâneas nas bacias dos Rios de Ondas, Fêmeas e Grande na região oeste da Bahia**. XVIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Campinas, São Paulo. Set. 2016. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/20082>>. Acesso em: abr. 2020.

WALTER, M. T.; WALTER M. F.; BROOKS E. S.; STEENHUIS T. S.; BOLL, J.; WEILER, K. R. Hydrologically Sensitive Areas: Variable Source Area Hydrology Implications for Water Quality Risk Assessment. **Journal of Soil Water Conservation**. v. 55, p. 277-284, 2000.



330



Alexsandro Flávia W. João Sueli

---

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Air pollution. Air pollution and health: Summary.** Disponível em <<https://www.who.int/airpollution/ambient/about/en/>> Acesso em: 24 out. 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Air Quality Guidelines for Europe.** 2nd ed. Copenhagen, Denmark, v. 22, 2000.

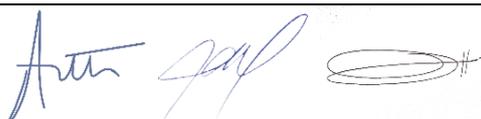
WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Air quality guidelines global update 2005:** particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Copenhagen, Denmark: [s.n.].

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Environmental Health Criteria 213:** Carbon Monoxide. 2nd edition. Genebra, 1999.

ZALÁN, P. V.; SILVA, P. C. R. Bacia do São Francisco. **Boletim de geociências da Petrobrás**, v. 15, n. 2, p. 561-571. 2007.

ZAMPIERI, M. **Estudo geotécnico de tensões e deformações no solo na presença de cavidades subterrâneas ao longo da BR-135/BA, trecho São Desidério a Correntina.** Orientador: Eduardo Ratton. 105f. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

---



---

Antônio José



Alexandre Flávio José

## APÊNDICE 1 – FORMULÁRIOS DE AMOSTRAGEM DE MATERIAL PARTICULADO

### FORMULÁRIO DE AMOSTRAGEM AGV MP10

|                       |                              |                    |            |
|-----------------------|------------------------------|--------------------|------------|
| <b>IDENTIFICAÇÃO:</b> |                              | Ficha Nº: <b>1</b> |            |
| Local:                | Ponto 1                      | Filtro Nº:         | <b>1</b>   |
| Amostrador:           | A - 01                       | Última calibração: | 03/07/2019 |
| Operador:             | João Sachet / Jhonatan Zonta | $T_p$ (K):         | 298        |
| $P_p$ (mmHg):         | 760                          | $T_p$ (°C):        | 25         |

|   |                           |                   |            |
|---|---------------------------|-------------------|------------|
| <b>ANOTAÇÕES DE CAMPO:</b>                                |                           | $P_m$ (mmHg):     | 729        |
| Pressão atmosférica durante a amostragem (mmHg):          |                           | $T_m$ (°C):       | 24,60      |
| Temperatura ambiente média durante amostragem (°C):       |                           | $T_m$ (K)- final: | 297,6      |
| Temperatura ambiente média durante a amostragem (K):      |                           | Final ( $dH_f$ ): | 38,10      |
| Pressão diferencial no filtro (cm H <sub>2</sub> O):      | Inicial ( $dH_f$ ): 36,70 | Data - início:    | 06/08/2019 |
| Período de amostragem:                                    | Data - início: 06/08/2019 | Data - final:     | 07/08/2019 |
|   | Hora - início: 13:49      | Hora - final:     | 13:58      |
| Leitura do horâmetro:                                     | Inicial: 3145,50          | Final:            | 3169,38    |
| Deflexão esperada do registrador contínuo de eventos (D): |                           |                   | -          |

|   |                       |                         |
|---|-----------------------|-------------------------|
| <b>CÁLCULOS NO LABORATÓRIO:</b>   |                       |                         |
| Pressão diferencial média em cm H <sub>2</sub> O ( $dH_f$ ) = $(dH_f + dH_p)/2$ :                       |                       | 37,4                    |
| Pressão diferencial média em mmHg ( $dH_{mmHg}$ ) = $(dH_f) \cdot 1,36$ :                               |                       | 27,50                   |
| Pressão de estagnação ( $P_0$ ) = $P_m - dH_{mmHg}$ :   |                       | 701,50                  |
| Taxa de pressão média = $P_0 / P_m$ :   |                       | 0,9623                  |
| Vazão média nas condições reais em m <sup>3</sup> /min - obtida da tabela de vazão ( $Q_r$ ):           |                       | 1,1092                  |
| Vazão média nas condições padrão em m <sup>3</sup> /min ( $Q_p$ ) = $Q_r (P_m/P_0) (T_p/T_m)$ :         |                       | 1,0654                  |
| Período de amostragem em minutos (t):   |                       | 1.432,8                 |
| Volume nas condições padrão m <sup>3</sup> /min ( $V_p$ ) = $(Q_p) (t)$ :                               |                       | 1.526,44                |
| Peso do filtro (M):   | Final ( $M_f$ ): 2,78 | Inicial ( $M_i$ ): 2,70 |
| Peso líquido de material particulado (MP) - ( $M_l$ ) = $M_f - M_i$ :                                   |                       | 0,0776                  |
| Concentração de material particulado no ar em µg/m <sup>3</sup> ( $C_{MP10}$ ) = $(M_l) (10^6) / V_p$ : |                       | 50,84                   |

|   |           |           |
|---|-----------|-----------|
| <b>CONTROLE DE QUALIDADE</b>                        |           |           |
| $Q_r$ entre 1,05 e 1,21 m <sup>3</sup> /min?        | Sim ( X ) | Não ( )   |
| Amostrador calibrado conforme a programação?        | Sim ( X ) | Não ( )   |
| Registrador de eventos indicou alguma anormalidade? | Sim ( )   | Não ( X ) |
| As condições de sazonalidade foram mantidas?        | Sim ( X ) | Não ( )   |

|   |                            |
|---|----------------------------|
| $P_m$ = pressão atmosférica (média ou sazonal)  | $P_p$ = pressão padrão     |
| $T_m$ = temperatura ambiente (média ou sazonal) | $T_p$ = temperatura padrão |

|                                 |                         |
|---------------------------------|-------------------------|
| Responsável: <u>João Sachet</u> | Data: <u>20/08/2019</u> |
|---------------------------------|-------------------------|

OBSERVAÇÕES:

### FORMULÁRIO DE AMOSTRAGEM AGV MP10

|   |                                   |                                     |               |            |
|---|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------|------------|
| <b>IDENTIFICAÇÃO:</b>   |                                   |                                     |               |            |
| Local:  | Ponto 2                           | Ficha Nº:                           | 2             |            |
| Amostrador:   | A - 01                            | Filtro Nº:                          | 2             |            |
| Operador:   | João Sachet / Jhonatan Zonta      | Última calibração:                  | 03/07/2019    |            |
| P <sub>p</sub> (mmHg):  | 760                               | T <sub>p</sub> (°C):                | 25            |            |
|   |                                   | T <sub>p</sub> (K):                 | 298           |            |
| <b>ANOTAÇÕES DE CAMPO:</b>  |                                   |                                     |               |            |
| Pressão atmosférica durante a amostragem (mmHg):  |                                   | P <sub>m</sub> (mmHg):              | 728,00        |            |
| Temperatura ambiente média durante amostragem (°C):   |                                   | T <sub>m</sub> (°C):                | 25,10         |            |
| Temperatura ambiente média durante a amostragem (K):  |                                   | T <sub>m</sub> (K)- final:          | 298,1         |            |
| Pressão diferencial no filtro (cm H <sub>2</sub> O):  | Inicial (dH <sub>f</sub> ): 35,30 | Final (dH <sub>f</sub> ):           | 38,80         |            |
| Período de amostragem:  | Data - início:                    | 07/08/2019                          | Data - final: | 08/08/2019 |
|   | Hora - início:                    | 17:34                               | Hora - final: | 17:07      |
| Leitura do horâmetro:   | Inicial:                          | 3169,81                             | Final:        | 3193,37    |
| Deflexão esperada do registrador contínuo de eventos (D):   |                                   |                                     |               | -          |
| <b>CÁLCULOS NO LABORATÓRIO:</b>   |                                   |                                     |               |            |
| Pressão diferencial média em cm H <sub>2</sub> O (dH <sub>f</sub> ) = (dH <sub>f1</sub> + dH <sub>f2</sub> ) / 2:   |                                   |                                     |               | 37,05      |
| Pressão diferencial média em mmHg (dH <sub>Hg</sub> ) = (dH <sub>f</sub> ) / 1,36:  |                                   |                                     |               | 27,24      |
| Pressão de estagnação (P <sub>0</sub> ) = P <sub>m</sub> - dH <sub>Hg</sub> :   |                                   |                                     |               | 700,76     |
| Taxa de pressão média = P <sub>0</sub> / P <sub>m</sub> :   |                                   |                                     |               | 0,9626     |
| Vazão média nas condições reais em m <sup>3</sup> /min - obtida da tabela de vazão (Q <sub>r</sub> ):   |                                   |                                     |               | 1,1108     |
| Vazão média nas condições padrão em m <sup>3</sup> /min (Q <sub>p</sub> ) = Q <sub>r</sub> (P <sub>m</sub> /P <sub>0</sub> ) (T <sub>p</sub> /T <sub>m</sub> ): |                                   |                                     |               | 1,0637     |
| Período de amostragem em minutos (t):   |                                   |                                     |               | 1.413,6    |
| Volume nas condições padrão m <sup>3</sup> /min (V <sub>p</sub> ) = (Q <sub>p</sub> ) (t):  |                                   |                                     |               | 1.503,66   |
| Peso do filtro (M):   | Final (M <sub>f</sub> ): 2,88     | Inicial (M <sub>i</sub> ):          |               | 2,71       |
| Peso líquido de material particulado (MP) - (M <sub>l</sub> ) = M <sub>f</sub> - M <sub>i</sub> :   |                                   |                                     |               | 0,1699     |
| Concentração de material particulado no ar em µg/m <sup>3</sup> (C <sub>MP10</sub> ) = (M <sub>l</sub> ) (10 <sup>6</sup> ) / V <sub>p</sub> :                  |                                   |                                     |               | 112,99     |
| <b>CONTROLE DE QUALIDADE</b>  |                                   |                                     |               |            |
| Q <sub>r</sub> entre 1,05 e 1,21 m <sup>3</sup> /min?   | Sim ( X )                         | Não ( )                             |               |            |
| Amostrador calibrado conforme a programação?  | Sim ( X )                         | Não ( )                             |               |            |
| Registrador de eventos indicou alguma anormalidade?   | Sim ( )                           | Não ( X )                           |               |            |
| As condições de sazonalidade foram mantidas?  | Sim ( X )                         | Não ( )                             |               |            |
| P <sub>m</sub> = pressão atmosférica (média ou sazonal)   |                                   | P <sub>0</sub> = pressão padrão     |               |            |
| T <sub>m</sub> = temperatura ambiente (média ou sazonal)  |                                   | T <sub>p</sub> = temperatura padrão |               |            |
| Responsável:  | Data: 20/08/2019                  |                                     |               |            |
| OBSERVAÇÕES:  |                                   |                                     |               |            |

### FORMULÁRIO DE AMOSTRAGEM AGV MP10

|                        |                              |                      |            |
|------------------------|------------------------------|----------------------|------------|
| <b>IDENTIFICAÇÃO:</b>  |                              |                      |            |
| Local:                 | Ponto 3                      | Ficha N°:            | 3          |
| Amostrador:            | A - 01                       | Filtro N°:           | 3          |
| Operador:              | João Sachet / Jhonatan Zonta | Última calibração:   | 03/07/2019 |
| P <sub>0</sub> (mmHg): | 760                          | T <sub>p</sub> (°C): | 25         |
|                        |                              | T <sub>p</sub> (K):  | 298        |

|   |                             |                            |                           |            |
|---|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|------------|
| <b>ANOTAÇÕES DE CAMPO:</b>                                |                             |                            |                           |            |
| Pressão atmosférica durante a amostragem (mmHg):          |                             | P <sub>m</sub> (mmHg):     | 728                       |            |
| Temperatura ambiente média durante amostragem (°C):       |                             | T <sub>m</sub> (°C):       | 24,40                     |            |
| Temperatura ambiente média durante a amostragem (K):      |                             | T <sub>m</sub> (K)- final: | 297,4                     |            |
| Pressão diferencial no filtro (cm H <sub>2</sub> O):      | Inicial (dH <sub>f</sub> ): | 36,50                      | Final (dH <sub>f</sub> ): | 37,00      |
| Período de amostragem:                                    | Data - início:              | 08/08/2019                 | Data - final:             | 09/08/2019 |
|   | Hora - início:              | 19:05                      | Hora - final:             | 19:10      |
| Leitura do horâmetro:                                     | Inicial:                    | 3193,53                    | Final:                    | 3217,48    |
| Deflexão esperada do registrador contínuo de eventos (D): |                             |                            |                           | -          |

|   |                            |          |
|---|----------------------------|----------|
| <b>CÁLCULOS NO LABORATÓRIO:</b>   |                            |          |
| Pressão diferencial média em cm H <sub>2</sub> O (dH <sub>f</sub> ) = (dH <sub>s</sub> + dH <sub>n</sub> ) / 2:   |                            | 36,75    |
| Pressão diferencial média em mmHg (dH <sub>mmHg</sub> ) = (dH <sub>f</sub> ) / 1,36:  |                            | 27,02    |
| Pressão de estagnação (P <sub>s</sub> ) = P <sub>m</sub> - dH <sub>mmHg</sub> :   |                            | 700,98   |
| Taxa de pressão média = P <sub>0</sub> / P <sub>m</sub> :   |                            | 0,9629   |
| Vazão média nas condições reais em m <sup>3</sup> /min - obtida da tabela de vazão (Q <sub>r</sub> ):   |                            | 1,1103   |
| Vazão média nas condições padrão em m <sup>3</sup> /min (Q <sub>p</sub> ) = Q <sub>r</sub> (P <sub>m</sub> /P <sub>0</sub> ) (T <sub>p</sub> /T <sub>m</sub> ): |                            | 1,0657   |
| Período de amostragem em minutos (t):   |                            | 1.437,0  |
| Volume nas condições padrão m <sup>3</sup> /min (V <sub>p</sub> ) = (Q <sub>p</sub> ) (t):  |                            | 1.531,37 |
| Peso do filtro (M):   | Final (M <sub>f</sub> ):   | 2,75     |
|   | Inicial (M <sub>i</sub> ): | 2,69     |
| Peso líquido de material particulado (MP) - (M <sub>l</sub> ) = M <sub>f</sub> - M <sub>i</sub> :   |                            | 0,0636   |
| Concentração de material particulado no ar em µg/m <sup>3</sup> (C <sub>MP10</sub> ) = (M <sub>l</sub> ) (10 <sup>6</sup> ) / V <sub>p</sub> :                  |                            | 41,53    |

|   |           |           |
|---|-----------|-----------|
| <b>CONTROLE DE QUALIDADE</b>                          |           |           |
| Q <sub>r</sub> entre 1,05 e 1,21 m <sup>3</sup> /min? | Sim ( X ) | Não ( )   |
| Amostrador calibrado conforme a programação?          | Sim ( X ) | Não ( )   |
| Registrador de eventos indicou alguma anormalidade?   | Sim ( )   | Não ( X ) |
| As condições de sazonalidade foram mantidas?          | Sim ( X ) | Não ( )   |

P<sub>m</sub> = pressão atmosférica (média ou sazonal)      P<sub>0</sub> = pressão padrão  
T<sub>m</sub> = temperatura ambiente (média ou sazonal)      T<sub>p</sub> = temperatura padrão

Responsável: João Sachet      Data: 20/08/2019

OBSERVAÇÕES:

---

Artur

Alexandre

Alexandre Flávio José

## APÊNDICE 2 – FORMULÁRIOS DE AMOSTRAGEM DE PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO

### Planilha de Amostragem - AGV PTS

| Dados da Amostragem  |                    |                               |                        |                               |                 |
|--|--------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Nº da Amostragem:  | PTS 1              | Período:                      | 06/08/19               | a                             | 07/08/19        |
| Nº do Amostrador:  | 0                  | Hora:                         | 13:49:00               | a                             | 13:58:00        |
| Local:   | Ponto 1            | Duração:                      | 24,15 horas (nominal)  |                               |                 |
| Nº Filtro:   | 1                  | Tipo:                         | Fibra de vidro         |                               |                 |
| Dados da Calibração do AGV PTS   |                    |                               |                        |                               |                 |
| Calibrado c/ CPV N°:   | CPV-0386           | Última calibração do AGV PTS: | 03/07/19               |                               |                 |
| Inclinação (a <sub>2</sub> ):  | 1,4741             | Intecepto (b <sub>2</sub> ):  | 0,0992                 | Correlação (r <sub>2</sub> ): | 0,9987          |
| ANOTAÇÕES DE CAMPO   |                    |                               |                        |                               |                 |
| Temperatura ambiente média (T <sub>3</sub> ):  | 24,60 °C           | 297,6 K                       | T <sub>p</sub> = 298 K |                               |                 |
| Pressão barométrica média (P <sub>3</sub> ):   | 729,00 mm Hg       | P <sub>p</sub> = 760 mmHg     |                        |                               |                 |
| Leitura inicial horâmetro:   | 3.199,98 horas     | Leitura final horâmetro:      | 3.224,13 horas         |                               |                 |
| Diferença de leituras do horâmetro:  | 24,15 horas        | Diferença em minutos:         | 1.449,0 minutos        |                               |                 |
| Dados do Volume  |                    |                               |                        |                               |                 |
| Número Intervalo   | Deflexão           | Vazão (m <sup>3</sup> /min)   | Intervalo (min)        | Volume (m <sup>3</sup> )      |                 |
| 1  | 6,30               | 1,6014                        | 121                    | 193,37                        |                 |
| 2  | 6,60               | 1,6407                        | 121                    | 198,11                        |                 |
| 3  | 6,50               | 1,6277                        | 121                    | 196,54                        |                 |
| 4  | 6,30               | 1,6014                        | 121                    | 193,37                        |                 |
| 5  | 6,40               | 1,6146                        | 121                    | 194,96                        |                 |
| 6  | 6,30               | 1,6014                        | 121                    | 193,37                        |                 |
| 7  | 6,40               | 1,6146                        | 121                    | 194,96                        |                 |
| 8  | 6,50               | 1,6277                        | 121                    | 196,54                        |                 |
| 9  | 6,00               | 1,5612                        | 121                    | 188,51                        |                 |
| 10   | 6,00               | 1,5612                        | 121                    | 188,51                        |                 |
| 11   | 6,00               | 1,5612                        | 121                    | 188,51                        |                 |
| 12   | 5,90               | 1,5476                        | 121                    | 186,87                        |                 |
| Volume total de ar em condições padrão =   |                    |                               |                        | 2.313,65                      | m <sup>3</sup>  |
| $Q_p = \frac{1}{a_2} \left( D \left( \frac{P_3}{760} \right) \left( \frac{298}{T_3} \right) - b_2 \right)$ |                    |                               |                        |                               |                 |
| Dados da Pesagem   |                    |                               |                        |                               |                 |
| Peso inicial (M <sub>i</sub> ):  | 2,6895             | g                             |                        |                               |                 |
| Peso final (M <sub>f</sub> ):  | 2,9199             | g                             |                        |                               |                 |
| Peso líquido (M <sub>l</sub> ):  | 0,2304             | g                             |                        |                               |                 |
| Dados da Concentração de Partículas Totas em Suspensão (PTS)   |                    |                               |                        |                               |                 |
| Concentração (PTS):  | 99,58              | µg/m <sup>3</sup>             |                        |                               |                 |
| $PTS = \left( \frac{M_l}{V_p} \right) 10^6$  |                    |                               |                        |                               |                 |
| OBSERVAÇÕES (anormalidades durante a amostragem)   |                    |                               |                        |                               |                 |
|  |                    |                               |                        |                               |                 |
| Responsável:   | <u>João Avelar</u> |                               |                        | Data:                         | <u>20/08/19</u> |

*Aut. João Avelar*

*Alexsandro Flávio W. João Avelar*

## Planilha de Amostragem - AGV PTS

| Dados da Amostragem  |                |                               |                        |                               |                |
|--|----------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|----------------|
| N° da Amostragem:  | PTS 2          | Período:                      | 07/08/19               | a                             | 08/08/19       |
| N° do Amostrador:  | 0              | Hora:                         | 17:34:00               | a                             | 17:07:00       |
| Local:   | Ponto 2        | Duração:                      | 23,46 horas (nominal)  |                               |                |
| N° Filtro:   | 2              | Tipo:                         | Fibra de vidro         |                               |                |
| Dados da Calibração do AGV PTS   |                |                               |                        |                               |                |
| Calibrado c/ CPV N°:   | CPV-0386       | Última calibração do AGV PTS: |                        |                               |                |
| Inclinação (a <sub>2</sub> ):  | 1,6989         | Intecepto (b <sub>2</sub> ):  | -0,2083                | Correlação (r <sub>2</sub> ): | 0,9927         |
| ANOTAÇÕES DE CAMPO   |                |                               |                        |                               |                |
| Temperatura ambiente média (T <sub>2</sub> ):  | 25,10 °C       | 298,1 K                       | T <sub>p</sub> = 298 K |                               |                |
| Pressão barométrica média (P <sub>2</sub> ):   | 728,00 mm Hg   | P <sub>p</sub> = 760 mmHg     |                        |                               |                |
| Leitura inicial horâmetro:   | 3.224,46 horas | Leitura final horâmetro:      | 3.247,92 horas         |                               |                |
| Diferença de leituras do horâmetro:  | 23,46 horas    | Diferença em minutos:         | 1.407,6 minutos        |                               |                |
| Dados do Volume  |                |                               |                        |                               |                |
| Número Intervalo   | Deflexão       | Vazão (m <sup>3</sup> /min)   | Intervalo (min)        | Volume (m <sup>3</sup> )      |                |
| 1  | 6,30           | 1,5684                        | 117                    | 183,97                        |                |
| 2  | 6,60           | 1,6024                        | 117                    | 187,96                        |                |
| 3  | 6,50           | 1,5911                        | 117                    | 186,64                        |                |
| 4  | 6,30           | 1,5684                        | 117                    | 183,97                        |                |
| 5  | 6,40           | 1,5798                        | 117                    | 185,31                        |                |
| 6  | 6,30           | 1,5684                        | 117                    | 183,97                        |                |
| 7  | 6,40           | 1,5798                        | 117                    | 185,31                        |                |
| 8  | 6,50           | 1,5911                        | 117                    | 186,64                        |                |
| 9  | 6,00           | 1,5335                        | 117                    | 179,88                        |                |
| 10   | 6,00           | 1,5335                        | 117                    | 179,88                        |                |
| 11   | 6,00           | 1,5335                        | 117                    | 179,88                        |                |
| 12   | 5,90           | 1,5217                        | 117                    | 178,50                        |                |
| Volume total de ar em condições padrão =   |                |                               |                        | 2.201,92                      | m <sup>3</sup> |
| $Q_p = \frac{1}{a_2} \left( D \left( \frac{P_2}{760} \right) \left( \frac{298}{T_2} \right) - b_2 \right)$ |                |                               |                        |                               |                |
| Dados da Pesagem   |                |                               |                        |                               |                |
| Peso inicial (M <sub>i</sub> ):  | 2,6853         | g                             |                        |                               |                |
| Peso final (M <sub>f</sub> ):  | 3,3439         | g                             |                        |                               |                |
| Peso líquido (M <sub>l</sub> ):  | 0,6586         | g                             |                        |                               |                |
| Dados da Concentração de Partículas Totas em Suspensão (PTS)   |                |                               |                        |                               |                |
| Concentração (PTS):  | 299,10         | µg/m <sup>3</sup>             |                        |                               |                |
| $PTS = \left( \frac{M_l}{V_p} \right) 10^6$  |                |                               |                        |                               |                |
| OBSERVAÇÕES (anormalidades durante a amostragem)   |                |                               |                        |                               |                |
|  |                |                               |                        |                               |                |
| Responsável:   |                |                               |                        | Data:                         | 20/08/19       |

## Planilha de Amostragem - AGV PTS

| Dados da Amostragem   |                |                               |                        |                               |                |
|---|----------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|----------------|
| N° da Amostragem:   | PTS 3          | Período:                      | 08/08/19               | a                             | 09/08/19       |
| N° do Amostrador:   | 0              | Hora:                         | 19:05:00               | a                             | 19:10:00       |
| Local:  | Ponto 3        | Duração:                      | 24,08 horas (nominal)  |                               |                |
| N° Filtro:  | 3              | Tipo:                         | Fibra de vidro         |                               |                |
| Dados da Calibração do AGV PTS  |                |                               |                        |                               |                |
| Calibrado c/ CPV N°:  | CPV-0386       | Última calibração do AGV PTS: |                        |                               |                |
| Inclinação (a <sub>2</sub> ):   | 1,4449         | Intecepto (b <sub>2</sub> ):  | 0,1595                 | Correlação (r <sub>2</sub> ): | 0,9995         |
| ANOTAÇÕES DE CAMPO  |                |                               |                        |                               |                |
| Temperatura ambiente média (T <sub>3</sub> ):   | 24,40 °C       | 297,4 K                       | T <sub>p</sub> = 298 K |                               |                |
| Pressão barométrica média (P <sub>3</sub> ):  | 728,00 mm Hg   | P <sub>p</sub> = 760 mmHg     |                        |                               |                |
| Leitura inicial horâmetro:  | 3.248,29 horas | Leitura final horâmetro:      | 3.272,37 horas         |                               |                |
| Diferença de leituras do horâmetro:   | 24,08 horas    | Diferença em minutos:         | 1.444,8 minutos        |                               |                |
| Dados do Volume   |                |                               |                        |                               |                |
| Número Intervalo  | Deflexão       | Vazão (m <sup>3</sup> /min)   | Intervalo (min)        | Volume (m <sup>3</sup> )      |                |
| 1   | 6,30           | 1,5915                        | 120                    | 191,62                        |                |
| 2   | 6,60           | 1,6315                        | 120                    | 196,44                        |                |
| 3   | 6,50           | 1,6183                        | 120                    | 194,84                        |                |
| 4   | 6,30           | 1,5915                        | 120                    | 191,62                        |                |
| 5   | 6,40           | 1,6049                        | 120                    | 193,24                        |                |
| 6   | 6,30           | 1,5915                        | 120                    | 191,62                        |                |
| 7   | 6,40           | 1,6049                        | 120                    | 193,24                        |                |
| 8   | 6,50           | 1,6183                        | 120                    | 194,84                        |                |
| 9   | 6,00           | 1,5505                        | 120                    | 186,68                        |                |
| 10  | 6,00           | 1,5505                        | 120                    | 186,68                        |                |
| 11  | 6,00           | 1,5505                        | 120                    | 186,68                        |                |
| 12  | 5,90           | 1,5366                        | 120                    | 185,00                        |                |
| Volume total de ar em condições padrão =  |                |                               |                        | 2.292,48                      | m <sup>3</sup> |
| $Q_p = \frac{1}{a_2} \left( \sqrt{D \left( \frac{P_3}{760} \right) \left( \frac{298}{T_3} \right)} - b_2 \right)$ |                |                               |                        |                               |                |
| Dados da Pesagem  |                |                               |                        |                               |                |
| Peso inicial (M <sub>i</sub> ):   | 2,6839         | g                             |                        |                               |                |
| Peso final (M <sub>f</sub> ):   | 2,8372         | g                             |                        |                               |                |
| Peso líquido (M <sub>l</sub> ):   | 0,1533         | g                             |                        |                               |                |
| Dados da Concentração de Partículas Totas em Suspensão (PTS)  |                |                               |                        |                               |                |
| Concentração (PTS):   |                | 66,87                         | µg/m <sup>3</sup>      |                               |                |
| $PTS = \left( \frac{M_l}{V_p} \right) 10^6$   |                |                               |                        |                               |                |
| OBSERVAÇÕES (anormalidades durante a amostragem)  |                |                               |                        |                               |                |
|   |                |                               |                        |                               |                |
| Responsável:  |                |                               | Data: 20/09/19         |                               |                |

---

Antônio José



Alexandre Flávio J. J. J. J.

## TERMO DE ENCERRAMENTO DO VOLUME II DO EIA/RIMA

O **Volume II** ora apresentado se encerra na presente página, contendo os seguintes itens solicitados pelo Termo de Referência do EIA/RIMA<sup>7</sup>:

## 6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

## 6.1 MEIO FÍSICO

- 6.1.1 Metodologia Aplicada
- 6.1.2 Clima
- 6.1.3 Geomorfologia
- 6.1.4 Geologia e Geotecnia
- 6.1.5 Solos
- 6.1.6 Recursos hídricos
- 6.1.7 Qualidade do Ar
- 6.1.8 Ruídos e Vibração
- 6.1.9 Espeleologia

## REFERÊNCIAS

APÊNDICE 1 – FORMULÁRIOS DE AMOSTRAGEM DE MATERIAL PARTICULADO

APÊNDICE 2 – FORMULÁRIOS DE AMOSTRAGEM DE PARTICULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO

Os conteúdos apresentados neste volume compõem 340 páginas, devidamente rubricadas pelos coordenadores responsáveis.

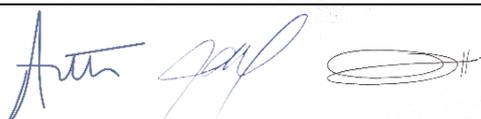
O restante dos documentos acrescidos a este volume é referente aos anexos devidamente referenciados ao longo do relatório, a saber:

ANEXO A – CERTIFICADO DE ANÁLISE Nº 2014-1014

ANEXO B – RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO E MÓDULO ESTÁTICO

ANEXO C – RELATÓRIO DE ENSAIO DE CALIBRAÇÃO

<sup>7</sup> Termo de Referência elaborado pelo Ibama, encaminhado à Coordenação Geral de Meio Ambiente do DNIT por meio do Ofício nº 512/2018/COTRA/CGLIN/DILIC-IBAMA. Processo Nº 02001.005969/2005-13. SEI/IBAMA – 3802170. SEI/DNIT – 2170237.

Alexsandro Flávia W. João Suelit

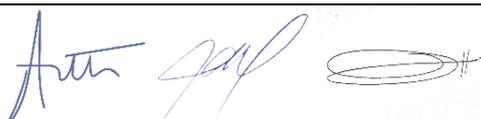
---

ANEXO D – LAUDOS DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICO-BIOLÓGICO DAS AMOSTRAS DE ÁGUA

A continuidade deste EIA/RIMA se apresenta pelos seguintes volumes encaminhados em conjunto:

- Volume II - A - Diagnóstico Ambiental do Meio Físico – Espeleologia;
- Volume III - Diagnóstico Ambiental do Meio Biótico;
- Volume IV - Diagnóstico Ambiental do Meio Socioeconômico;
- Volume V – Impactos, Alternativas Locacionais e Prognóstico Ambiental;  
RIMA - Relatório de Impacto Ambiental

---



**ANEXO A – CERTIFICADO DE ANÁLISE Nº 2014-1014**

|  |  |   |       |
|--|--|---|-------|
| <br><b>UFPR</b>   | UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ<br>SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA<br>DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA | <br><b>LAMIR</b> |       |
| <b>LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE MINERAIS E ROCHAS</b>   |  |   |       |
| Caixa Postal 19062 • 81.531-980 • Curitiba – PR • Tel. (41) 3361-3281 • Fax (41) 3361-3671 • www.lamir.ufpr.br • lamir@ufpr.br   |  |   |       |
| <b><u>CERTIFICADO DE ANÁLISE</u></b><br>Nº. 2014-1014  |  |   |       |
| 1. SOLICITANTE<br><b>Instituto Tecnológico de Transportes e Infraestrutura – UFPR</b>  |  |   |       |
| 2. DATA DE EMISSÃO<br><b>25/08/2014</b>  |  |   |       |
| 3. TIPO DE ENSAIO<br><b>Análise petrográfica</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Caracterização mesoscópica de rocha complementada por análise microscópica;</li> <li>- Análise microscópica de seção delgada por luz transmitida;</li> <li>- Microscópio petrográfico Carl Zeiss, modelo AXIO Imager.A2m;</li> <li>- Porcentagem mineralógica obtida por estimativa visual;</li> <li>- Sistema de captura e tratamento de imagem – <i>AxioVision</i>.</li> </ul> |  |   |       |
| 4. IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA<br><b>Pelo solicitante</b><br>Amostra 05 (Pedra do Pescoço) Itacarambi – Manga<br>508269 E 8631049 S Altitude: 627 M   |  | <b>Nº. LAMIR</b><br>422/14  |       |
| 4.1. <b>Tipo de material:</b> Amostra de mão.  |  |   |       |
| 5. CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS  |  |   |       |
| Rocha cinza escuro, de granulação muito fina a fina, constituída essencialmente por cristais de carbonato dispostos em níveis milimétricos, com diferença de granulação. Reage com HCl diluído. Possui textura granoblástica com discreta laminação não penetrativa. Não é observada alteração superficial.  |  |   |       |
| 6. CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS   |  |   |       |
| 6.1. <b>Mineralogia (total):</b>   |  |   |       |
|  | %  |   | %     |
| Carbonato - Calcita  | 95 – 100   | Minerais opacos   | 2 – 3 |
| <b>PÁGINA 1 de 3</b><br><i>OS RESULTADOS ANALÍTICOS REFEREM-SE APENAS ÀS AMOSTRAS ANALISADAS PELO LAMIR. REPRODUÇÕES DEVEM SER TOTAIS, REFERENCIANDO O NÚMERO DO CERTIFICADO. ESTA VIA ORIGINAL SÓ TEM VALIDADE QUANDO ACOMPANHADA DA CHANCELA DO LAMIR E RUBRICAS DO RESPONSÁVEL TÉCNICO E DO COORDENADOR DO LABORATÓRIO.</i>   |  |   |       |
| Responsável Técnico:   |  | Coordenador:  |       |
| Profa. Dra. Anelize Bahniuk  |  | Profa. Dra. Eleonora Maria Gouvêa Vasconcellos  |       |



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
 SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA  
 DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA



**LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE MINERAIS E ROCHAS**

Caixa Postal 19062 • 81.531-980 • Curitiba – PR • Tel. (41) 3361-3281 • Fax (41) 3361-3671 • www.lamir.ufpr.br • lamir@ufpr.br

**CERTIFICADO DE ANÁLISE**

Nº. 2014-1014

Rocha constituída predominantemente por cristais de carbonato, provavelmente calcita, de granulação muito fina. Possui discreta laminação definida pela intercalação de níveis carbonáticos de diferentes granulações e presença de estilólitos (Fig. A e B). Ocorrência de oncóides sem orientação preferencial, dispersos em matriz micritica (Fig. C) Em pequena porcentagem ocorrem minerais opacos, de granulação fina, intersticiais aos cristais de carbonato.

6.2. **Textura:** Granoblástica.

6.3. **Estrutura:** Discreta laminação definida pela intercalação de níveis carbonáticos com diferença de granulação.

6.4. **Granulação:** Muito fina (< 0,5 mm).

6.5. **Estado de alteração:** Inexistente.

6.6. **Microfissuração:** Incipiente.

7. FOTOMICROGRAFIA



**A (aumento 50X/ luz polarizada)** – Diferença de granulação fina a muito fina definindo discreta laminação e presença de estilólitos.



**B (aumento 50X/ luz polarizada)** – Detalhe dos cristais de carbonato nos níveis de granulação fina, exibindo contato irregular entre as faces. Presença de estilólitos.

PÁGINA 2 de 3

*OS RESULTADOS ANALÍTICOS REFEREM-SE APENAS ÀS AMOSTRAS ANALISADAS PELO LAMIR. REPRODUÇÕES DEVEM SER TOTAIS, REFERENCIANDO O NÚMERO DO CERTIFICADO. ESTA VIA ORIGINAL SÓ TEM VALIDADE QUANDO ACOMPANHADA DA CHANCELA DO LAMIR E RUBRICAS DO RESPONSÁVEL TÉCNICO E DO COORDENADOR DO LABORATÓRIO.*

Responsável Técnico:

Profa. Dra. Anelize Bahniuk

Coordenador:

Profa. Dra. Eleonora Maria Gouvêa Vasconcellos



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

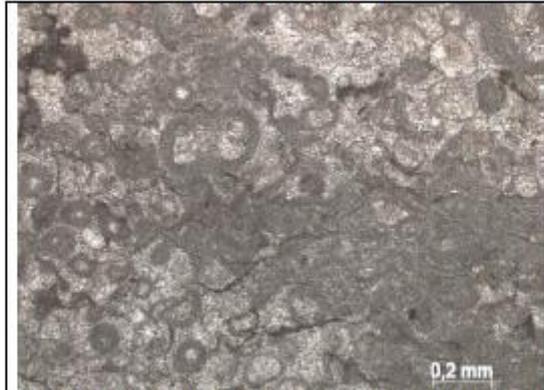


**LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE MINERAIS E ROCHAS**

Caixa Postal 19062 • 81.531-980 • Curitiba – PR • Tel. (41) 3361-3281 • Fax (41) 3361-3671 • www.lamir.ufpr.br • lamir@ufpr.br

**CERTIFICADO DE ANÁLISE**

Nº. 2014-1014



C (aumento 100X/ (A) luz natural) – Ocorrência de fantasmas de oncóides dispersos em matriz micrítica.

8. CLASSIFICAÇÃO DA ROCHA

8.1. **Tipo:** Rocha metamórfica.

8.2. **Nome:** Metacalcário.

**OBSERVAÇÃO:** A descrição petrográfica possui certo caráter subjetivo e interpretativo quanto a cor e a quantificação mineralógica. O resultado petroográfico apresentado restringe-se à amostra analisada.

Seção delgada fornecida pelo solicitante.

- FINAL DO CERTIFICADO -

PÁGINA 3 de 3

*OS RESULTADOS ANALÍTICOS REFEREM-SE APENAS ÀS AMOSTRAS ANALISADAS PELO LAMIR. REPRODUÇÕES DEVEM SER TOTAIS, REFERENCIANDO O NÚMERO DO CERTIFICADO. ESTA VIA ORIGINAL SÓ TEM VALIDADE QUANDO ACOMPANHADA DA CHANCELA DO LAMIR E RUBRICAS DO RESPONSÁVEL TÉCNICO E DO COORDENADOR DO LABORATÓRIO.*

Responsável Técnico:

Profa. Dra. Anelize Bahniuk

Coordenador:

Profa. Dra. Eleonora Maria Gouvêa Vasconcelos

## ANEXO B – RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO E MÓDULO ESTÁTICO



### Relatório REL DVPE 2794/2014-R1

Página 1 de 13  
Emissão: 30/09/14

|  |  |
|--|--|
| <b>Título:</b>   | RELATÓRIO DE ENSAIOS   |
| <b>Objetivo:</b>   | Ensaio para determinação da resistência a compressão e módulo estático em amostra de rocha.  |
| <b>Orçamento:</b>  | ORÇ DVPE 8007/2014   |
| <b>Solicitante:</b>  | <b>Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná - FUPEF</b><br>Endereço: Av. Lothario Meissener, 900<br>Bairro: Jardins das Americas<br>Cidade: Curitiba/PR<br>CEP: 80210-170<br>CNPJ: 75.045.104/0001-11<br>Fone: 41-3361-3371<br>Contato: Durval Nascimento Neto<br>E-mail: <a href="mailto:sabrina@itti.org.br">sabrina@itti.org.br</a><br><a href="mailto:fupef_licita@ufpr.br">fupef_licita@ufpr.br</a><br><a href="mailto:durvalnneto@bol.com.br">durvalnneto@bol.com.br</a> |
| <b>Amostra:</b>  | Matacos de Rocha   |
| <b>Executante:</b>   | <b>Institutos Lactec</b><br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813   Jardim das Americas<br>Caixa Postal 19067   CEP 81531-980   Curitiba – Paraná – Brasil<br>Jeferson Luiz Bronholo - <a href="mailto:jeferson.luz@lactec.org.br">jeferson.luz@lactec.org.br</a><br>Departamento de Estruturas Cíveis T + 55 (41) 3361-6320   F + 3361-6141  |
| <b>Equipe técnica:</b>   | <b>Revisão:</b>  |
| Jeferson Luiz Bronholo<br>DVPE/Departamento de Estruturas Cíveis | <br>Betina Lepretti Medeiros<br>Gerente de divisão<br>DVPE/Departamento de Estruturas Cíveis   |
| Bruno Endo Ribeiro<br>DVPE/Departamento de Estruturas Cíveis     | <b>Aprovação:</b>  |
| Débora de Moraes<br>DVPE/Departamento de Estruturas Cíveis       | <br>Luiz Alkimin de Lacerda<br>Gerente de departamento<br>Departamento de Estruturas Cíveis  |

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.  
ESTE DOCUMENTO CANCELA E SUBSTITUI O REL DVPE 2794/2014

Relatório  
REL DVPE 2794/2014-R1

*As considerações e resultados contidos neste relatório têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio.*

*O relatório de ensaios enviado por e-mail é fornecido unicamente para o conhecimento do cliente dos resultados obtidos, tendo validade somente a cópia original devidamente assinada.*

**1: AMOSTRAS**

As amostras foram entregues nos INSTITUTOS LACTEC/DPEC pelo solicitante na data de 18.08.2014, onde foram registradas conforme quadro 01.

Quadro 1 - Identificação das amostras

| Registro INSTITUTOS LACTEC | Descrição dos materiais | Origem |
|----------------------------|-------------------------|--------|
| 1.1007.14                  | Mataco de rocha         | 1      |
| 1.1008.14                  | Mataco de rocha         | 3      |
| 1.1009.14                  | Mataco de rocha         | 4      |
| 1.1010.14                  | Mataco de rocha         | 5      |

*Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.  
ESTE DOCUMENTO CANCELA E SUBSTITUI O REL DVPE 2794/2014*



**institutos lactec**  
 CEPAR LAC LANE LEME

**Relatório**  
**REL DVPE 2794/2014-R1**

Página 3 de 13  
 Emissão: 30/09/14

**SUMÁRIO**

|   |   |
|---|---|
| 1. AMOSTRAS.....  | 2 |
| 2. PROCEDIMENTOS DE ENSAIO .....  | 4 |
| 3. RESULTADOS OBTIDOS .....   | 4 |
| 3.1. ROCHAS DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO UNIAXIAL .....                 | 4 |
| 3.2. DETERMINAÇÃO DO MÓDULO DE ELASTICIDADE ESTÁTICO E COEFICIENTE DE POISSON ..... | 5 |

**LISTA DE QUADROS**

|  |   |
|--|---|
| QUADRO 1 - IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS .....                            | 2 |
| QUADRO 02 – RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO UNIAXIAL – AMOSTRA 1.1007.14..... | 4 |
| QUADRO 03 – RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO UNIAXIAL – AMOSTRA 1.1008.14..... | 4 |
| QUADRO 04 – RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO UNIAXIAL – AMOSTRA 1.1009.14..... | 5 |
| QUADRO 05 – RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO UNIAXIAL – AMOSTRA 1.1010.14..... | 5 |
| QUADRO 06 – MÓDULO E COEFICIENTE DE POISSON AMOSTRA 1.1007.14.....     | 6 |
| QUADRO 07 – MÓDULO E COEFICIENTE DE POISSON AMOSTRA 1.1008.14.....     | 7 |
| QUADRO 08 – MÓDULO E COEFICIENTE DE POISSON AMOSTRA 1.1009.14.....     | 8 |
| QUADRO 09 – MÓDULO E COEFICIENTE DE POISSON AMOSTRA 1.1010.14.....     | 9 |

*Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.  
 ESTE DOCUMENTO CANCELA E SUBSTITUI O REL DVPE 2794/2014*

Relatório  
REL DVPE 2794/2014-R1

## 2. PROCEDIMENTOS DE ENSAIO

- ✓ ABNT NBR 15845:2010 – Rochas para revestimento – Determinação da resistência a compressão uniaxial;
- ✓ ABNT NBR 10341:2006 - Agregado graúdo para concreto - Determinação do módulo de deformação estático e do diagrama tensão-deformação em rocha matriz - Método de ensaio.

## 3. RESULTADOS OBTIDOS

## 3.1. Rochas - Determinação da resistência à compressão uniaxial

Foram extraídos corpos de prova (sondagem rotativa) de matacos de rocha entregues ao laboratório, para a realização dos ensaios de compressão uniaxial e módulo de elasticidade estático. Os ensaios para a determinação da resistência à compressão uniaxial foram realizados segundo as diretrizes da NBR 15845 (ABNT, 2010), sendo os resultados apresentados nos quadros 02 à 05.

Quadro 02 – Resistência a compressão uniaxial – Amostra 1.1007.14

|                                |         |
|--------------------------------|---------|
| Corpo de Prova                 | 1       |
| Relação diâmetro/base : altura | 1:1     |
| Área (mm <sup>2</sup> ):       | 2062,90 |
| Carga de Ruptura (N):          | 128.068 |
| Tensão de Ruptura (MPa):       | 62,08   |

Quadro 03 – Resistência a compressão uniaxial – Amostra 1.1008.14

|                                |         |
|--------------------------------|---------|
| Corpo de Prova                 | 1       |
| Relação diâmetro/base : altura | 1:1     |
| Área (mm <sup>2</sup> ):       | 2058,88 |
| Carga de Ruptura (N):          | 180.637 |
| Tensão de Ruptura (MPa):       | 87,74   |

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.  
ESTE DOCUMENTO CANCELA E SUBSTITUI O REL DVPE 2794/2014

Relatório  
REL DVPE 2794/2014-R1

Quadro 04 – Resistência a compressão uniaxial – Amostra 1.1009.14

|                                |         |
|--------------------------------|---------|
| Corpo de Prova                 | 1       |
| Relação diâmetro/base : altura | 1:1     |
| Área (mm <sup>2</sup> ):       | 2064,92 |
| Carga de Ruptura (N):          | 152.761 |
| Tensão de Ruptura (MPa):       | 73,98   |

Quadro 05 – Resistência a compressão uniaxial – Amostra 1.1010.14

|                                |         |
|--------------------------------|---------|
| Corpo de Prova                 | 1       |
| Relação diâmetro/base : altura | 1:1     |
| Área (mm <sup>2</sup> ):       | 2060,89 |
| Carga de Ruptura (N):          | 194.056 |
| Tensão de Ruptura (MPa):       | 94,16   |

### 3.2. Determinação do módulo de elasticidade estático e coeficiente de Poisson

Os ensaios para a determinação do módulo de elasticidade estático e do coeficiente de Poisson em amostras de rocha foram realizados segundo as diretrizes da NBR 10341 (ABNT, 2006), sendo os resultados apresentados nos quadros de 06 à 09.

**Relatório**  
REL DVPE 2794/2014-R1

**Quadro 06 – Módulo e coeficiente de Poisson Amostra 1.1007.14**

| Dados           |   |                          |   | Extensômetro Strain-gage                               |                                    |                                |
|-----------------|---|--------------------------|---|--|------------------------------------|--------------------------------|
| Registro:       | 1.1007.14   | Data do ensaio:          | 05/09/2014  |  | Comprimento (mm):                  | 9,00                           |
| Corpo de prova: | 1   | Umidade (seca/saturada): | natural   |  | Fator do gage:                     | 1,99                           |
| Diâmetro:       | 51  | mm                       | Carga de ruptura Obtida:                                | 6.443  | kgf                                | Tensão prevista (MPa):<br>62,1 |
| Altura:         | 93  | mm                       | Tensão obtida :   | 30,6   | MPa                                |                                |
| Carregamento    | Força kgf   | Tensão MPa               | Deformação Específica Longitudinal ( $\times 10^{-6}$ ) | Deformação Específica Transversal ( $\times 10^{-6}$ ) | Módulo de deformação Secante (GPa) | Coeficiente de Poisson         |
| 0,5 MPa         | 105   | 0,5                      | 17,1  | 5,0  | -                                  | -                              |
| 0,1 fc          | 1.309   | 6,2                      | 103,0   | 34,2   | 66,3                               | 0,33                           |
| 0,2 fc          | 2.618   | 12,4                     | 180,9   | 65,8   | 72,6                               | 0,36                           |
| 0,3 fc          | 3.927   | 18,6                     | 258,8   | 95,5   | 74,9                               | 0,37                           |
| 0,4 fc          | 5.235   | 24,8                     | 336,7   | 125,1  | 76,0                               | 0,37                           |
| 0,5 fc          | 6.544   | 31,1                     |   |  |                                    |                                |
| 0,6 fc          | 7.853   | 37,3                     |   |  |                                    |                                |
| 0,7 fc          | 9.162   | 43,5                     |   |  |                                    |                                |
| 0,8 fc          | 10.471  | 49,7                     |   |  |                                    |                                |
| Observações:    | Não foi possível a determinação de todos os patamares de módulo de elasticidade e coeficiente de Poisson, pois a amostra rompeu com a aplicação de 0,4fc. |                          |   |  |                                    |                                |

**Módulo de Deformação Estático**

O gráfico mostra a relação entre a tensão aplicada e a deformação específica. O eixo Y representa a Tensão em MPa, variando de 0,0 a 30,0. O eixo X representa a Deformação específica em  $\times 10^{-6}$ , variando de 0,00 a 6,00. Uma linha linear é traçada através dos pontos de dados, com os seguintes valores anotados: (1,0, 0,5), (2,0, 6,2), (3,0, 12,4), (4,0, 18,6) e (5,0, 24,8).

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.  
ESTE DOCUMENTO CANCELA E SUBSTITUI O REL DVPE 2794/2014



Relatório  
REL DVPE 2794/2014-R1

Quadro 07 – Módulo e coeficiente de Poisson Amostra 1.1008.14

| Dados           |  |                          |   | Extensômetro Strain-gage                               |                                    |                         |
|-----------------|--|--------------------------|---|--|------------------------------------|-------------------------|
| Registro:       | 1.1008.14  | Data do ensaio:          | 05/09/2014  | Comprimento (mm):                                      | 9,00                               |                         |
| Corpo de prova: | 1  | Umidade (seca/saturada): | natural   | Fator do gage:   | 1,99                               |                         |
| Diâmetro:       | 51   | mm                       | Carga de ruptura Obtida:                                | 23.548   | kgf                                | Tensão prevista (MPa):  |
| Altura:         | 108  | mm                       | Tensão obtida :   | 112,6  | MPa                                | 87,74                   |
| Carregamento    | Força kgf  | Tensão MPa               | Deformação Específica Longitudinal ( $\times 10^{-6}$ ) | Deformação Específica Transversal ( $\times 10^{-6}$ ) | Módulo de deformação Secante (GPa) | Coefficiente de Poisson |
| 0,5 MPa         | 105  | 0,5                      | 9,5   | 15,1   | -                                  | -                       |
| 0,1 fc          | 1.835  | 8,8                      | 139,7   | 27,1   | 63,8                               | 0,19                    |
| 0,2 fc          | 3.670  | 17,5                     | 271,9   | 65,3   | 64,8                               | 0,24                    |
| 0,3 fc          | 5.505  | 28,3                     | 404,0   | 104,0  | 65,4                               | 0,26                    |
| 0,4 fc          | 7.340  | 35,1                     | 537,7   | 141,2  | 65,5                               | 0,26                    |
| 0,5 fc          | 9.174  | 43,9                     | 669,3   | 182,9  | 65,8                               | 0,27                    |
| 0,6 fc          | 11.009   | 52,6                     |   |  |                                    |                         |
| 0,7 fc          | 12.844   | 61,4                     |   |  |                                    |                         |
| 0,8 fc          | 14.679   | 70,2                     |   |  |                                    |                         |
| Observações:    | Não foi possível a determinação de todos os patamares de módulo de elasticidade e coeficiente de Poisson, pois a amostra iniciou o processo de ruptura com a aplicação de 0,5fc. |                          |   |  |                                    |                         |

**Módulo de Deformação Estático**

O gráfico mostra a relação entre a tensão aplicada e a deformação específica. O eixo Y representa a Tensão (MPa) variando de 0,0 a 50,0. O eixo X representa a Deformação específica ( $\times 10^{-6}$ ) variando de 0,00 a 7,00. Uma linha linear é traçada através dos pontos de dados, com os seguintes valores anotados: (0,5, 0,5), (8,8, 17,5), (26,3, 35,1) e (43,9, 65,8).

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.  
ESTE DOCUMENTO CANCELA E SUBSTITUI O REL DVPE 2794/2014

Relatório  
REL DVPE 2794/2014-R1

Página 8 de 13  
Emissão: 30/09/14

Quadro 08 – Módulo e coeficiente de Poisson Amostra 1.1009.14

| Dados  |  |                          |   | Extensômetro Strain-gage                               |                                    |                        |       |
|--|--|--------------------------|---|--|------------------------------------|------------------------|-------|
| Registro:  | 1.1009.14  | Data do ensaio:          | 05/09/2014  | Comprimento (mm):                                      | 9,00                               |                        |       |
| Corpo de prova:  | 1  | Umidade (seca/saturada): | natural   | Fator do gage:   | 1,99                               |                        |       |
| Diâmetro:  | 51   | mm                       | Carga de ruptura Obtida:                                | 9.307  | kgf                                | Tensão prevista (MPa): | 73,98 |
| Altura:  | 108  | mm                       | Tensão obtida :   | 44,3   | MPa                                |                        |       |
| Carregamento   | Força kgf  | Tensão MPa               | Deformação Especifica Longitudinal ( $\times 10^{-6}$ ) | Deformação Especifica Transversal ( $\times 10^{-6}$ ) | Módulo de deformação Secante (GPa) | Coeficiente de Poisson |       |
| 0,5 MPa  | 105  | 0,5                      | 3,0   | 3,0  | -                                  | -                      |       |
| 0,1 fc   | 1.553  | 7,4                      | 86,9  | 26,6   | 82,2                               | 0,31                   |       |
| 0,2 fc   | 3.106  | 14,8                     | 237,2   | 55,8   | 61,1                               | 0,24                   |       |
| 0,3 fc   | 4.660  | 22,2                     | 489,4   | 93,0   | 44,6                               | 0,19                   |       |
| 0,4 fc   | 6.213  | 29,6                     |   |  |                                    |                        |       |
| 0,5 fc   | 7.766  | 37,0                     |   |  |                                    |                        |       |
| 0,6 fc   | 9.319  | 44,4                     |   |  |                                    |                        |       |
| 0,7 fc   | 10.872   | 51,8                     |   |  |                                    |                        |       |
| 0,8 fc   | 12.426   | 59,2                     |   |  |                                    |                        |       |
| Observações:   | Não foi possível a determinação de todos os patamares de módulo de elasticidade e coeficiente de Poisson, pois a amostra iniciou o processo de ruptura com a aplicação de 0,3fc. |                          |   |  |                                    |                        |       |
| <p style="text-align: center;"><b>Módulo de Deformação Estático</b></p> <p style="text-align: center;">Tensão (MPa)</p> <p style="text-align: center;">Deformação específica (<math>\times 10^{-6}</math>)</p> |  |                          |   |  |                                    |                        |       |

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos institutos Lactec.  
ESTE DOCUMENTO CANCELA E SUBSTITUI O REL DVPE 2794/2014



Relatório  
REL DVPE 2794/2014-R1

Quadro 09 – Módulo e coeficiente de Poisson Amostra 1.1010.14

| Dados           |  |                          |   | Extensômetro Strain-gage                               |                                    |                                 |
|-----------------|--|--------------------------|---|--|------------------------------------|---------------------------------|
| Registro:       | 1.1010.14  | Data do ensaio:          | 05/09/2014  | Comprimento (mm):                                      | 9,00                               |                                 |
| Corpo de prova: | 1  | Umidade (seca/saturada): | natural   | Fator do gage:   | 1,99                               |                                 |
| Diâmetro:       | 51   | mm                       | Carga de ruptura Obtida:                                | 15.168   | kgf                                | Tensão prevista (MPa):<br>94,16 |
| Altura:         | 104  | mm                       | Tensão obtida :   | 72,0   | MPa                                |                                 |
| Carregamento    | Força kgf  | Tensão MPa               | Deformação Específica Longitudinal ( $\times 10^{-6}$ ) | Deformação Específica Transversal ( $\times 10^{-6}$ ) | Módulo de deformação Secante (GPa) | Coefficiente de Poisson         |
| 0,5 MPa         | 105  | 0,5                      | 17,1  | 8,5  | -                                  | -                               |
| 0,1 fc          | 1.985  | 9,4                      | 117,1   | 33,2   | 89,0                               | 0,28                            |
| 0,2 fc          | 3.969  | 18,8                     | 280,9   | 67,8   | 69,4                               | 0,24                            |
| 0,3 fc          | 5.954  | 28,2                     | 381,9   | 123,1  | 75,9                               | 0,32                            |
| 0,4 fc          | 7.938  | 37,7                     | 564,3   | 66,8   | 68,0                               | 0,12                            |
| 0,5 fc          | 9.923  | 47,1                     |   |  |                                    |                                 |
| 0,6 fc          | 11.908   | 56,5                     |   |  |                                    |                                 |
| 0,7 fc          | 13.892   | 65,9                     |   |  |                                    |                                 |
| 0,8 fc          | 15.877   | 75,3                     |   |  |                                    |                                 |
| Observações:    | Não foi possível a determinação de todos os patamares de módulo de elasticidade e coeficiente de Poisson, pois a amostra iniciou o processo de ruptura com a aplicação de 0,4fc. |                          |   |  |                                    |                                 |

**Módulo de Deformação Estático**

O gráfico mostra a relação entre a tensão aplicada e a deformação específica durante o ensaio. O eixo vertical representa a Tensão em MPa, variando de 0,0 a 40,0. O eixo horizontal representa a Deformação específica em  $\times 10^{-6}$ , variando de 0,00 a 6,00. Uma linha linear é traçada através dos pontos de dados, com os seguintes valores: (1,00, 0,5), (2,00, 9,4), (3,00, 18,8), (4,00, 28,2) e (5,00, 37,7).

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.  
ESTE DOCUMENTO CANCELA E SUBSTITUI O REL DVPE 2794/2014



Relatório  
REL DVPE 2794/2014-R1

## REGISTROS FOTOGRÁFICOS

*Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelas Institutos Lactec.  
ESTE DOCUMENTO CANCELA E SUBSTITUI O REL DVPE 2794/2014*



**Relatório**  
**REL DVPE 2794/2014-R1**



Foto 01 – Amostra 1.1007.14 antes do ensaio de compressão uniaxial.



Foto 02 – Amostra 1.1007.14 após o ensaio de compressão uniaxial.



Foto 03 – Amostra 1.1008.14 antes do ensaio de compressão uniaxial.

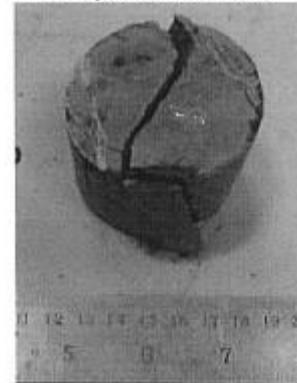


Foto 04 – Amostra 1.1008.14 após o ensaio de compressão uniaxial.

*Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.  
ESTE DOCUMENTO CANCELA E SUBSTITUI O REL DVPE 2794/2014*



**Relatório**  
REL DVPE 2794/2014-R1



Foto 05 – Amostra 1.1009.14 antes do ensaio de compressão uniaxial.



Foto 06 – Amostra 1.1009.14 após o ensaio de compressão uniaxial.



Foto 07 – Amostra 1.1010.14 antes do ensaio de compressão uniaxial.



Foto 08 – Amostra 1.1010.14 após o ensaio de compressão uniaxial.

*Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.  
ESTE DOCUMENTO CANCELA E SUBSTITUI O REL DVPE 2794/2014*

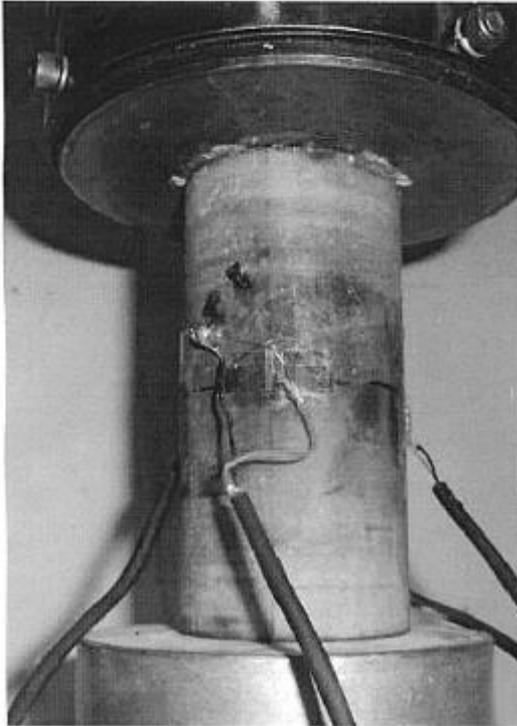
Relatório  
REL DVPE 2794/2014-R1Página 13 de 13  
Emissão: 30/09/14

Foto 09 – Corpo de prova posicionado na máquina de ensaios para o ensaio de módulo de elasticidade.

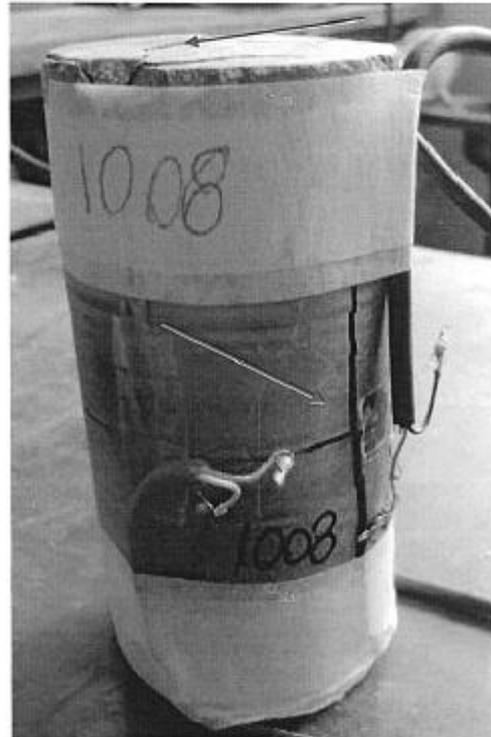


Foto 10 – Corpo de prova após o ensaio de módulo de elasticidade.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.  
ESTE DOCUMENTO CANCELA E SUBSTITUI O REL DVPE 2794/2014

## ANEXO C – RELATÓRIO DO ENSAIO DE CALIBRAÇÃO

Energética (Cadastro) e Comércio Ltda - Laboratório de Métodos de Energética S.A.S.  
Rua Coronel Prates, 88 - Jacaré - CEP: 21715-030 - Rio de Janeiro  
Telefone: (21) 2171-8888 - Fax: (21) 2247-1384  
E-mail: energ@energética.com.br

### RELATÓRIO DE ENSAIO DO PADRÃO DE TRANSFERÊNCIA DE VAZÃO

|                                    |                             |                                       |
|------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| Número do relatório: PTV-GV-063/19 | Data de emissão: 03/07/2019 | Número da TAG / AS: (ISO Interno) 179 |
|------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|

| TABELA 1 - VALORES MEDIDOS |                               |                                      |           |                                  | EQUAÇÕES   |  |
|----------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|-----------|----------------------------------|--|--|
| Tensão (volts)             | Tempo (t <sub>i</sub> ) (min) | ΔH <sub>i</sub> (cmH <sub>2</sub> O) | ΔP (mmHg) | V <sub>m</sub> (m <sup>3</sup> ) | $Q_r = \frac{V_m}{t_i} \times \left( \frac{P_1 - \Delta P}{P_1} \right)$ | $Q_r = \frac{V_m}{t_i} \times \left( \frac{P_1 - \Delta P}{760} \right) \times \left( \frac{298}{T_i} \right)$ |
| 45                         | 3,53                          | 10,8                                 | 6,2       | 4,0                              |  |  |
| 50                         | 3,36                          | 12,5                                 | 7,3       | 4,0                              |  |  |
| 55                         | 3,13                          | 14,3                                 | 8,3       | 4,0                              |  |  |
| 65                         | 2,75                          | 18,4                                 | 10,7      | 4,0                              |  |  |
| 75                         | 2,49                          | 22,1                                 | 13,0      | 4,0                              |  |  |
| 88                         | 2,22                          | 27,7                                 | 16,3      | 4,0                              |  |  |

| TABELA 2 - VALORES CALCULADOS |   |   |  |   |   |
|-------------------------------|---|---|--|---|---|
| Tensão (volts)                | Condições Reais   |   |  | Condições Padrão  |   |
|                               | Eixo X<br>Vazão (Q <sub>r</sub> ) (m <sup>3</sup> /min) | Eixo Y<br>ΔH <sub>cor</sub> (cmH <sub>2</sub> O) <sup>1/2</sup> |  | Eixo X<br>Vazão (Q <sub>p</sub> ) (m <sup>3</sup> /min) | Eixo Y<br>ΔH <sub>cor</sub> (cmH <sub>2</sub> O) <sup>1/2</sup> |
| 45                            | 1,102   | 2,069   |  | 1,087   | 3,259   |
| 50                            | 1,187   | 2,228   |  | 1,171   | 3,507   |
| 55                            | 1,273   | 2,384   |  | 1,256   | 3,757   |
| 65                            | 1,442   | 2,702   |  | 1,423   | 4,258   |
| 75                            | 1,584   | 2,984   |  | 1,583   | 4,670   |
| 88                            | 1,773   | 3,319   |  | 1,749   | 5,229   |

| TABELA 3 - RELAÇÃO DE ENSAIO (Regressão linear: Y = a <sub>1</sub> X + b <sub>1</sub> ) |  |  |
|---|--|--|
|   | Condições Reais  | Condições Padrão   |
| Equação utilizada   | $\sqrt{\Delta H_c} \times \left( \frac{T_1}{P_1} \right) = a_1(Q_r) + b_1$ | $\sqrt{\Delta H_c} \times \left( \frac{P_1}{760} \right) \times \left( \frac{298}{T_1} \right) = a_1(Q_p) + b_1$ |
| Inclinação (a <sub>1</sub> )  | 1,853 ± 0,009 (k=2,87; V=104)  | 2,875 ± 0,014 (k=2,87; V=104)  |
| Intercepto (b <sub>1</sub> )  | 0,016 ± 0,013 (k=2,87; V=104)  | 0,025 ± 0,020 (k=2,87; V=104)  |
| Correlação (r <sub>1</sub> )  | 0,999  | 0,999  |

| TABELA 4 - TESTE DE CONFORMIDADE DA RETA OBTIDA |  |                      |  |  |                      |  |
|---|--|----------------------|--|--|----------------------|--|
| Tensão (volts)                                  | Vazão Q <sub>r</sub> (m <sup>3</sup> /min) |                      |  | Vazão Q <sub>p</sub> (m <sup>3</sup> /min) |                      |  |
|   | Experimental (valores lidos)               | Da reta (calculados) | Diferença (< 0,02 m <sup>3</sup> /min) | Experimental (valores lidos)               | Da reta (calculados) | Diferença (< 0,02 m <sup>3</sup> /min) |
| 45  | 1,102                                      | 1,102                | 0,001                                  | 1,087                                      | 1,087                | 0,001                                  |
| 50  | 1,187                                      | 1,187                | 0,000                                  | 1,171                                      | 1,171                | 0,000                                  |
| 55  | 1,273                                      | 1,272                | 0,001                                  | 1,256                                      | 1,255                | 0,001                                  |
| 65  | 1,442                                      | 1,442                | 0,001                                  | 1,423                                      | 1,423                | 0,001                                  |
| 75  | 1,584                                      | 1,583                | 0,001                                  | 1,583                                      | 1,582                | 0,001                                  |
| 88  | 1,773                                      | 1,773                | 0,001                                  | 1,749                                      | 1,750                | 0,001                                  |

REALIZADO POR:

Camilla Batista

APROVADO POR:

Rosângela Rita Serpa Rajoy  
Ger. do Laboratório - CRQ RJ-03250900

Planilha: CÁLCULO-PTV rev03 - vigência 19/01/2017

Página 2 de 2



Energética Indústria e Comércio Ltda - Laboratório de Microbiologia do Ambiente (LMI)  
 Rua Aristides 1748 - Jardim - CEP: 81530-900 - Rio de Janeiro  
 Telefone: (21) 3797-0000 - Fax: (21) 2241-1204  
 site: www.energetica.net.br



### RELATÓRIO DE ENSAIO DO PADRÃO DE TRANSFERÊNCIA DE VAZÃO

|                      |               |                  |            |                                    |     |
|----------------------|---------------|------------------|------------|------------------------------------|-----|
| Número do relatório: | PTV-GV-063/19 | Data de emissão: | 03/07/2019 | Número da TAG / AS: (uso interno): | 179 |
|----------------------|---------------|------------------|------------|------------------------------------|-----|

#### DADOS DO CLIENTE

|              |   |
|--------------|---|
| Solicitante: | Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná  |
| Endereço:    | Av Coronel Francisco Heráclito do Santos, 100 - Jardim das Américas, Curitiba - PR CEP: 81530-900 |
| Serviço:     | Ensaio do Padrão de Transferência de Vazão (PTV) na faixa de 1,0 a 1,8 m <sup>3</sup> /min        |

#### CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA A ENSAIAR

|                |  |
|----------------|--|
| Equipamento:   | Padrão de Transferência de Vazão, do tipo orifício, para Amostradores de Grande Volume (AGV) |
| Modelo:        | PTV-GV   |
| Identificação: | CPV-0386   |

#### DADOS E CONDIÇÕES AMBIENTAIS DO ENSAIO

|                      |                  |              |                              |
|----------------------|------------------|--------------|------------------------------|
| Data de recebimento: | 19/06/2019       | Temperatura: | 25,6 °C (T <sub>1</sub> )    |
| Data do ensaio:      | 03/07/2019       | Pressão:     | 754,4 mmHg (P <sub>1</sub> ) |
| Local do ensaio:     | LME / Energética | Umidade:     | 56 %                         |

#### NORMAS E PROCEDIMENTOS

- Método externo: ABNT NBR 8547:1997 - Material particulado em suspensão no ar ambiente - Determinação da concentração total pelo método do amostrador de grande volume, parágrafo 4.8.
- Método interno: IT-010 - Ensaio do padrão de transferência de vazão, do tipo orifício, para médio e grande volume, revisão 02.

#### EQUIPAMENTOS E PADRÕES UTILIZADOS

| Código   | Padrão                     | Calibração | Vencimento | Laboratório | Certificado | Rastreabilidade |
|----------|----------------------------|------------|------------|-------------|-------------|-----------------|
| MDRT-001 | Medidor Rotas              | 08/12/17   | 08/12/19   | IPT         | 162 924-101 | RBC - CAL 0162  |
| TH-005   | Termohigrômetro Digital    | 03/04/18   | 02/10/19   | CTJ         | H-0388/18   | RBC - CAL 0477  |
| BAR-002  | Barômetro                  | 21/05/18   | 19/11/19   | CTJ         | P-2034/18   | RBC - CAL 0477  |
| CRO-010  | Cronômetro                 | 08/11/18   | 08/11/19   | CTJ         | C-0757/18   | RBC - CAL 0477  |
| MANJ-007 | Manômetro de coluna tipo U | 08/02/18   | 08/02/20   | Skiltech    | BKP18020056 | RBC - CAL 0400  |
| MANJ-003 | Manômetro de coluna tipo U | 08/02/18   | 08/02/20   | Skiltech    | BKP18020054 | RBC - CAL 0400  |

#### NOTAS

- Este relatório atende aos requisitos de acreditação da Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro), que avaliou a competência do Laboratório.
- Nas Tabelas 2 e 3, o número após o símbolo ± é o valor numérico da incerteza expandida U, declarada como a incerteza de medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para uma distribuição t com V<sub>av</sub> graus de liberdade efetivos, corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%.
- As incertezas padrão de medição foram determinadas de acordo com a Norma n° NIT-DICLA-021 - Expressão da Incerteza de Medição por Laboratórios de Calibração - Inmetro, revisão 09 de março/2013.
- Este relatório é válido somente para o item ensaiado e só pode ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do laboratório.
- As condições padrão, conforme Resolução 3 do Conama, são aquelas para 25 °C / 298 K (T<sub>p</sub>) e 760 mmHg (P<sub>p</sub>).
- Conama: Conselho Nacional do Meio Ambiente.
- Com os dados da Tabela 2, o usuário pode construir a relação de ensaio em papel milimetrado para condições reais e padrão, plotando os valores de vazão no eixo dos X (abscissa) e o valores de ΔH<sub>av</sub> no eixo dos Y (ordenada). Entretanto, o usuário tem a opção de utilizar a equação de uma reta como aproximação de relação de ensaio, como é apresentado na Tabela 3.
- AGV PTS: Amostrador de Grande Volume para Partículas Totais em Suspensão (cálculos em condições padrão)
- AGV MP10: Amostrador de Grande Volume para Partículas Inaláveis (cálculos em condições reais).

#### REQUISITOS DA NBR 9547:1997 e NBR 13412:1995

- Para o AGV PTS: Um gráfico de certificação deve permitir leitura com aproximação de 0,02 m<sup>3</sup>/min nas condições padrão.
- Para o AGV MP10: A relação com o padrão primário deve apresentar exatidão de 2% dentro da faixa de condições reais de temperatura e pressão nas quais o padrão de transferência de vazão deve ser utilizado.

#### INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Nenhuma.

Revista: CÁLCULO-PTV rev03 - vigência 19/01/2017

## ANEXO D – LAUDOS DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICO-BIOLÓGICO DAS AMOSTRAS DE ÁGUA

TECNOLOGIA EM SANEAMENTO S.S. LTDA.

| RELATÓRIO DE ENSAIO NÚMERO 13468/2015 - 0  |            |   |        |   |                  |                 |
|--|------------|---|--------|---|------------------|-----------------|
| AMOSTRA NÚMERO:12195/2015  |            |   |        |   |                  |                 |
| Dados do Cliente   |            |   |        |   |                  |                 |
| Cliente: FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANA<br>Município: Curitiba-PR<br>Endereço: Avenida Prof. Lothario Meissner, 900 Campus III, Jardim Botânico. |            |   |        |   |                  |                 |
| Dados da Amostra   |            |   |        |   |                  |                 |
| Material: Água in natura<br>Ponto de Coleta: Porto 01.   |            | Temp. amb.no local °C: 26,0<br>Temp.amostra no local °C: 26,0<br>Chuvas: ---<br>Coletor da Amostra: Interessado |        | Data da Coleta: 13/05/15 18:30<br>Data entrada laboratório: 15/05/15 18:38<br>Data da elaboração do relatório: 26/05/15 14:21 |                  |                 |
| Parâmetros   | Resultados | Unidade   | LQ     | Resolução CONAMA 357  | Método           | Data de Análise |
| Nitrato  | 0,3        | mg NO <sub>3</sub> -N /L  | 0,1    | até 10,0mg/L N  | EPA 300.1        | 21/05/15        |
| Nitrogênio orgânico  | 3,06       | mgNorg/L  | ---    | ---   | SMWW 4500-Norg B | 25/05/15        |
| Óleos e graxas totais  | 0,70       | mg óleos e graxas/L   | 0,10   | ---   | SMWW 5520F       | 21/05/15        |
| pH   | 7,2        | NA  | 1 a 13 | entre 6 e 9   | SMWW 4500-H+ B   | 18/05/15        |

As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

**OBSERVAÇÕES**

1 - Amostra coletada, transportada e enviada pelo interessado.

2 - De acordo com a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, pode-se afirmar que: O(s) parâmetro(s) satisfazem os limites permitidos.

**Plano de Amostragem:**  
Plano de amostragem de responsabilidade do interessado.

**Declaração da Incerteza de Medição**  
Nos arquivos da Gerência de Qualidade constam a incerteza expandida (U), que é baseada na incerteza padrão combinada, com um nível de confiança de 95% (k=2), que será disponibilizada sempre que solicitado pelo cliente.

**Legenda:**  
LQ: Limite de quantificação do método;  
VIA: Virtualmente ausente;  
\*\*Análises realizadas em laboratório terceirizados.

**Responsabilidade Técnica:**  
Os ensaios foram realizados sob a responsabilidade técnica do profissional Wanderlei Elias Perez, CRF/GO nº 1250

|   |                                      |                          |
|---|--------------------------------------|--------------------------|
| <b>Revisores:</b><br>Cassiano Pacheco da Silva<br>Jean Luiz Mendes dos Santos<br>Lee Anderson Gomes Viana | <br><b>Cassiano Pacheco da Silva</b> | GOIÂNIA - GO: 26/05/2015 |
|---|--------------------------------------|--------------------------|

PROIBIDA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA - OS RESULTADOS REFEREM-SE EXCLUSIVAMENTE ÀS AMOSTRAS ANALISADAS

FR 001 - Versão 00  
RE 13468/2015 - 0

Página: 1 de 1

Rua 203, Qd. I, Lt. 35, Setor Leste Universitário - Fone/Fax: (62) 3218-5810 - Fone: (62) 3218-6245 / 3218-6774 - CEP: 74603-060 - Goiânia - GO



**RELATÓRIO DE ENSAIO NÚMERO 13468/2015 - 0**

**AMOSTRA NÚMERO:12195/2015**

**Dados do Cliente**

Cliente: FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ

Município: Curitiba-PR

Endereço: Avenida Prof. Lothario Meissner, 900 Campus III, Jardim Botânico.

**Dados da Amostra**

Material: Água in natura  
Ponto de Coleta: Ponto 01.

Temp.amb.no local °C: 26,0  
Temp.amostra no local °C: 25,0  
Chuvvas: ---  
Coletor da Amostra: interessado

Data de Coleta: 13/05/15 18:30  
Data entrada laboratório: 15/05/15 18:38  
Data da elaboração do relatório: 20/05/15 14:21

| Parâmetros  | Resultados | Unidade    | LQ   | Resolução CONAMA 357  | Método           | Data de Análise |
|---|------------|------------|------|---|------------------|-----------------|
| Condutividade                                     | 267,0      | µS/cm      | 0,1  | ---   | SMWW 2510B       | 18/05/15        |
| Cor verdadeira                                    | 13,8       | mgPt-Co/L  | 1,0  | até 75 mg Pt-Co/L   | SMWW 2120C       | 18/05/15        |
| Demanda bioquímica de oxigênio (DBO5 dias a 20°C) | < 2,0      | mgO2/L     | 2,00 | até 5 mg/LO2  | SMWW 5210B       | 16/05/15        |
| Fósforo total                                     | 2,64       | mgP/L      | 0,01 | ambiente<br>lítico 0,030<br>mg/L; ambiente<br>intermediário 0,050<br>mg/L; ambiente<br>lítico 0,1 mg/L    | SMWW 4500-P E    | 18/05/15        |
| Nitrato   | <0,01      | mg NO2-N/L | 0,01 | até 1,0mg/L N   | SMWW 4500-NO2- B | 18/05/15        |
| Nitrogênio amoniacal                              | <0,6       | mgNH3-N/L  | 0,6  | 3,7mg/L pH <7,6;<br>2,0 mg/L: pH entre<br>7,6 e 8,0; 1,0 mg/L:<br>pH entre 8,1 e 8,5;<br>0,5 mg/L: pH>8,5 | SMWW 4500-NH3 F  | 21/05/15        |
| Oxigênio dissolvido                               | 6,28       | mgO2/L     | 0,05 | não inferior a<br>5,0mg/L O2  | SMWW 4500-O C    | 20/05/15        |
| Sólidos suspensos totais                          | 6,0        | mg/L       | 2,5  | ---   | SMWW 2540D       | 22/05/15        |
| Turbidez  | 15,1       | NTU        | 0,1  | até 100 NTU   | SMWW 2130B       | 18/05/15        |
| Coliformes termotolerantes                        | Ausente    | NMP/100 mL | 1,8  | até<br>1.000NMP/100mL   | SMWW 9221E       | 16/05/15        |

As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo de acreditação deste laboratório.

**OBSERVAÇÕES**

- Amostra coletada, transportada e enviada pelo interessado.
- De acordo com a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, pode-se afirmar que: O(s) parâmetro(s) satisfazem os limites permitidos.

Plano de Amostragem:  
Plano de amostragem de responsabilidade do interessado.

Legenda:  
LQ: Limite de quantificação do método;  
VA: Virtualmente ausente;  
\*\*Análises realizadas em laboratórios terceirizados.

Declaração da Incerteza de Medição  
Nas análises da Gerência de Qualidade constam a incerteza expandida (U), que é baseada na incerteza padrão combinada, com um nível de confiança de 95% (k=2), que será disponibilizada sempre que solicitado pelo cliente.

Responsabilidade Técnica:  
Os ensaios foram realizados sob a responsabilidade técnica do profissional Wanderlei Elias Perez, CRF/GO nº 1250.

Revisores:  
Cassiano Pacheco da Silva  
Jean Luiz Mendes dos Santos  
Lee Anderson Gomes Viana

**Cassiano Pacheco da Silva**

GOIÂNIA - GO: 20/05/2015

PROIBIDA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTES - OS RESULTADOS REFEREM-SE EXCLUSIVAMENTE ÀS AMOSTRAS ANALISADAS



**RELATÓRIO DE ENSAIO NÚMERO 13469/2015 - 0**

**AMOSTRA NÚMERO:12197/2015**

**Dados do Cliente**

Cliente: FUNDACAO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANA  
 Município: Curitiba-PR  
 Endereço: Avenida Prof. Lothario Meisner, 900 Campus III, Jardim Botânico.

**Dados da Amostra**

Material: Água in natura  
 Ponto de Coleta: Ponto 02.  
 Temp.amb.no local °C: 26,0  
 Temp.amostra no local °C: 26,0  
 Chuvas: ---  
 Coletor da Amostra: Interessado  
 Data da Coleta: 13/05/15 18:10  
 Data entrada laboratório: 15/05/15 16:39  
 Data da elaboração do relatório: 26/05/15 14:23

| Parâmetros            | Resultados | Unidade                  | LQ     | Resolução CONAMA 357 | Método           | Data de Análise |
|-----------------------|------------|--------------------------|--------|----------------------|------------------|-----------------|
| Nitrato               | 0,3        | mg NO <sub>3</sub> -N /L | 0,1    | até 10,0mg/L N       | EPA 300.1        | 21/05/15        |
| Nitrogênio orgânico   | 1,48       | mgNorg/L                 | ---    | ---                  | SMWW 4500-Norg B | 25/05/15        |
| Óleos e graxas totais | < 0,1      | mg óleos e graxas/L      | 0,10   | ---                  | SMWW 5520F       | 21/05/15        |
| pH                    | 7,3        | NA                       | 1 a 13 | entre 6 e 9.         | SMWW 4500-H+ B   | 18/05/15        |

As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

**OBSERVAÇÕES**

- 1- Amostra coletada, transportada e enviada pelo interessado.
- 2- De acordo com a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, pode-se afirmar que: O(s) parâmetro(s) satisfazem os limites permitidos.

Plano de Amostragem:  
 Plano de amostragem de responsabilidade do interessado.

Declaração da Incerteza de Medição  
 Nos arquivos da Garantia da Qualidade constam a incerteza expandida (U), que é baseada na incerteza padrão combinada, com um nível de confiança de 95% (k=2), que será disponibilizada sempre que solicitado pelo cliente.

Legenda:  
 LQ: Limite de quantificação do método;  
 VA: Virtualmente ausente.  
 \*\*Análises realizadas em laboratórios terceirizados.

Responsabilidade Técnica:  
 Os ensaios foram realizados sob a responsabilidade técnica do profissional Wanderlei Elias Perez, CRF/GO nº 1250

Revisores:  
 Cassiano Pacheco da Silva  
 Jean Luiz Mendes dos Santos  
 Lee Anderson Gomes Viana

  
 \_\_\_\_\_  
 Cassiano Pacheco da Silva

GOIÂNIA - GO: 26/05/2015

PROIBIDA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA - OS RESULTADOS REFEREM-SE EXCLUSIVAMENTE ÀS AMOSTRAS ANALISADAS



**RELATÓRIO DE ENSAIO NÚMERO 13469/2015 - 0**

**AMOSTRA NÚMERO:12197/2015**

**Dados do Cliente**

Cliente: FUNDACAO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANA

Município: Curitiba-PR

Endereço: Avenida Prof. Lothario Meissner, 900 Campus III, Jardim Botânico.

**Dados da Amostra**

Material: Água in natura  
Ponto de Coleta: Ponto 02.

Temp.amb.no local °C: 26,0  
Temp.amostra no local °C: 26,0  
Chuvvas: ---  
Coletor da Amostra: Interessado

Data da Coleta: 13/05/15 18:10  
Data entrada laboratório: 15/05/15 16:39  
Data da elaboração do relatório: 28/05/15 14:23.

| Parâmetros  | Resultados            | Unidade     | LQ   | Resolução CONAMA 357  | Método           | Data de Análise |
|---|-----------------------|-------------|------|---|------------------|-----------------|
| Condutividade                                     | 264,0                 | µS/cm       | 0,1  | ---   | SMWW 2510B       | 18/05/15        |
| Cor verdadeira                                    | 13,5                  | mgPt-Co/L   | 1,0  | até 75 mg Pt-Co/L   | SMWW 2120C       | 18/05/15        |
| Demanda bioquímica de oxigênio (DBO5 dias @ 20°C) | 2,00                  | mgO2/L      | 2,00 | até 5 mg/L O2   | SMWW 5210B       | 18/05/15        |
| Fósforo total                                     | 0,10                  | mgP/L       | 0,01 | ambiente lúteo 0,030 mg/L ambiente intermediário 0,060 mg/L ambiente lúteo 0,1 mg/L           | SMWW 4500-P E    | 18/05/15        |
| Nitro   | <0,01                 | mg NO2-N /L | 0,01 | até 1,0mg/L N   | SMWW 4500-NO2- B | 18/05/15        |
| Nitrogênio amoniacal                              | <0,6                  | mgNH3-N/L   | 0,6  | 3,7mg/L pH <7,8; 2,0 mg/L: pH entre 7,8 e 8,0; 1,0 mg/L: pH entre 8,1 e 8,5; 0,5 mg/L: pH>8,5 | SMWW 4500-NH3 F  | 21/05/15        |
| Oxigênio dissolvido                               | 6,62                  | mgO2/L      | 0,05 | não inferior a 5,0mg/L O2   | SMWW 4500-O C    | 20/05/15        |
| Sólidos suspensos totais                          | <2,5                  | mg/L        | 2,5  | ---   | SMWW 2540D       | 22/05/15        |
| Turbidez  | 14,2                  | NTU         | 0,1  | até 100 NTU   | SMWW 2130B       | 18/05/15        |
| Coliformes termotolerantes                        | 4,5 x 10 <sup>2</sup> | NMP/100 mL  | 1,8  | até 1.000NMP/100mL  | SMWW 0221E       | 18/05/15        |

As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

**OBSERVAÇÕES**

- 1 - Amostra coletada, transportada e enviada pelo interessado.
- 2 - De acordo com a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, pode-se afirmar que: O(s) parâmetro(s) satisfazem os limites permitidos.

Plano de Amostragem:  
Plano de amostragem de responsabilidade do interessado.

Declaração da Incerteza de Medição  
Nos arquivos da Gerência da Qualidade constam a incerteza expandida (U), que é baseada na incerteza padrão combinada, com um nível de confiança de 95% (k=2), que será disponibilizada sempre que solicitado pelo cliente.

Legenda:  
LQ: Limite de quantificação do método;  
VA: Virtualmente ausente.  
\*\*Análises realizadas em laboratórios terceirizados.

Responsabilidade Técnica:  
Os ensaios foram realizados sob a responsabilidade técnica do profissional Wanderlei Elias Perez, CRF/GO nº 1250.

Revisores:  
Castiano Pacheco da Silva  
Jean Luis Mendes dos Santos  
Lee Anderson Gomes Viana

**Castiano Pacheco da Silva**

GOIÂNIA - GO: 26/05/2015

PROIBIDA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTES - OS RESULTADOS REFEREM-SE EXCLUSIVAMENTE ÀS AMOSTRAS ANALISADAS



**RELATÓRIO DE ENSAIO NÚMERO 13470/2015 - 0**

**AMOSTRA NÚMERO:12198/2015**

**Dados do Cliente**

Cliente: FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ  
 Município: Curitiba-PR  
 Endereço: Avenida Prof. Lothario Meissner, 900 Campus III, Jardim Botânico.

**Dados da Amostra**

|                           |                                 |   |
|---------------------------|---------------------------------|---|
| Material: Água in natura  | Temp.amb.no local °C: 27,0      | Data da Coleta: 13/05/15 17:20                  |
| Ponto de Coleta: Ponto 03 | Temp.amostra no local °C: 25,0  | Data entrada laboratório: 15/05/15 16:40        |
|                           | Chuvvas: ---                    | Data da elaboração do relatório: 26/05/15 14:25 |
|                           | Coletor da Amostra: Interessado |   |

| Parâmetros            | Resultados | Unidade                  | LQ     | Resolução CONAMA 357 | Método           | Data de Análise |
|-----------------------|------------|--------------------------|--------|----------------------|------------------|-----------------|
| Nitrato               | 0,2        | mg NO <sub>3</sub> -N /L | 0,1    | até 10,0mg/L N       | EPA 300.1        | 21/05/15        |
| Nitrogênio orgânico   | 1,02       | mgNorg/L                 | ---    | ---                  | SMWW 4500-Norg B | 25/05/15        |
| Óleos e graxas totais | < 0,1      | mg óleos e graxas/L      | 0,10   | ---                  | SMWW 5520F       | 21/05/15        |
| pH                    | 7,8        | NA                       | 1 a 13 | entre 6 e 9          | SMWW 4500-H+ B   | 19/05/15        |

As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

**OBSERVAÇÕES**

- 1 - Amostra coletada, transportada e enviada pelo Interessado.
- 2 - De acordo com a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, pode-se afirmar que: O(s) parâmetro(s) satisfazem os limites permitidos.

**Plano de Amostragem:**  
 Plano de amostragem de responsabilidade do interessado.

**Legenda:**  
 LQ: Limite de quantificação do método;  
 VA: Virtualmente ausente;  
 \*\*Análises realizadas em laboratórios terceirizados.

**Declaração da Incerteza de Medição**  
 Nos arquivos da Gerência de Qualidade constam a incerteza expandida (U), que é baseada na incerteza padrão combinada, com um nível de confiança de 95% (k=2), que será disponibilizada sempre que solicitado pelo cliente.

**Responsabilidade Técnica:**  
 Os ensaios foram realizados sob a responsabilidade técnica do profissional Wanderlei Elias Perez, CRF/GO nº 1250

**Revisores:**  
 Cassiano Pacheco da Silva  
 Jean Luiz Mendes dos Santos  
 Lee Anderson Gomes Viana

  
 \_\_\_\_\_  
 Cassiano Pacheco da Silva

GOIÂNIA - GO: 26/05/2015

PROIBIDA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTES - OS RESULTADOS REFEREM-SE EXCLUSIVAMENTE ÀS AMOSTRAS ANALISADAS



**RELATÓRIO DE ENSAIO NÚMERO 13470/2015 - 0**

**AMOSTRA NÚMERO:12198/2015**

**Dados do Cliente**

Cliente: FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ

Município: Curitiba-PR

Endereço: Avenida Prof. Lothario Meissner, 900 Campus III, Jardim Botânico.

**Dados da Amostra**

Materia: Água in natura  
Ponto de Coleta: Ponto 03.

Temp.amb.no local °C: 27,0  
Temp.amostra no local °C: 25,0  
Chuvvas: ---  
Coletor da Amostra: Interessado

Data da Coleta: 13/05/15 17:20  
Data entrada laboratório: 15/05/15 16:40  
Data da elaboração do relatório: 26/05/15 14:25

| Parâmetros  | Resultados            | Unidade     | LQ   | Resolução CONAMA 357  | Método           | Data de Análise |
|---|-----------------------|-------------|------|---|------------------|-----------------|
| Condutividade                                     | 299,0                 | µS/cm       | 0,1  | ---   | SMWW 2510B       | 18/05/15        |
| Cor verdadeira                                    | 15,8                  | mgPt-Co/L   | 1,0  | até 75 mg Pt-Co/L   | SMWW 2120C       | 18/05/15        |
| Demanda bioquímica de oxigênio (DBO5 dias a 20°C) | < 2,0                 | mgO2/L      | 2,00 | até 5 mgLO2   | SMWW 5210B       | 16/05/15        |
| Fósforo total                                     | 0,14                  | mgP/L       | 0,01 | ambiente<br>lítico 0,030<br>mg/L; ambiente<br>intermediário 0,050<br>mg/L; ambiente<br>lítico 0,1 mg/L    | SMWW 4500-P E    | 18/05/15        |
| Nitrato   | <0,01                 | mg NO2-N /L | 0,01 | até 1,0mg/L N   | SMWW 4500-NO2- B | 18/05/15        |
| Nitrogênio amoniacal                              | <0,6                  | mgNH3-N/L   | 0,6  | 3,7mg/L pH <7,8;<br>2,0 mg/L: pH entre<br>7,8 e 8,0; 1,0 mg/L:<br>pH entre 8,1 e 8,5;<br>0,5 mg/L: pH>8,5 | SMWW 4500-NH3 F  | 21/05/15        |
| Oxigênio dissolvido                               | 6,72                  | mgO2/L      | 0,05 | não inferior a<br>5,0mg/L O2  | SMWW 4500-O C    | 20/05/15        |
| Sólidos suspensos totais                          | 12,0                  | mg/L        | 2,5  | ---   | SMWW 2540D       | 22/05/15        |
| Turbidez  | 28,8                  | NTU         | 0,1  | até 100 NTU   | SMWW 2130B       | 18/05/15        |
| Coliformes termotolerantes                        | 2,2 x 10 <sup>2</sup> | NMP/100 mL  | 1,8  | até<br>1.000NMP/100mL   | SMWW 9221E       | 18/05/15        |

As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

**OBSERVAÇÕES**

- 1 - Amostra coletada, transportada e enviada pelo interessado.
- 2 - De acordo com a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, pode-se afirmar que: O(s) parâmetro(s) satisfazem os limites permitidos.

Plano de Amostragem:  
Plano de amostragem de responsabilidade do interessado.

Declaração da Incerteza de Medição  
Nos arquivos da Gerência da Qualidade constam a incerteza expandida (U), que é baseada na incerteza padrão combinada, com um nível de confiança de 95% (k=2), que será disponibilizada sempre que solicitado pelo cliente.

Legenda:  
LQ: Limite de quantificação do método;  
VA: Virtualmente ausente.  
\*\*Análises realizadas em laboratórios terceirizados.

Responsabilidade Técnica:  
Os ensaios foram realizados sob a responsabilidade técnica do profissional Wanderlei Elias Perez, CRFGO nº 1250.

Revisores:  
Cassiano Pacheco da Silva  
Jean Luiz Mendes dos Santos  
Lee Anderson Gomes Viana

Cassiano Pacheco da Silva

GOIÂNIA - GO: 26/05/2015

PROIBIDA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTES - OS RESULTADOS REFEREM-SE EXCLUSIVAMENTE ÀS AMOSTRAS ANALISADAS



**RELATÓRIO DE ENSAIO NÚMERO 13471/2015 - 0**

**AMOSTRA NÚMERO:12199/2015**

**Dados do Cliente**

Cliente: FUNDACAO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANA  
 Município: Curitiba-PR  
 Endereço: Avenida Prof. Lothario Meissner, 900 Campus III, Jardim Botânico.

**Dados da Amostra**

|                            |                                 |   |
|----------------------------|---------------------------------|---|
| Material: Água in natura   | Temp.amb.no local °C: 27,0      | Data da Coleta: 13/05/15 00:00                  |
| Ponto de Coleta: Ponto 04. | Temp.amostra no local °C: 27,0  | Data entrada laboratório: 15/05/15 18:41        |
|                            | Chuvvas: ---                    | Data da elaboração do relatório: 26/05/15 14:29 |
|                            | Coletor da Amostra: Interessado |   |

| Parâmetros            | Resultados | Unidade             | LQ     | Resolução CONAMA 357 | Método           | Data de Análise |
|-----------------------|------------|---------------------|--------|----------------------|------------------|-----------------|
| Nitrato               | 0,2        | mg NOS-N /L         | 0,1    | até 10,0mg/L N       | EPA 300 1        | 21/05/15        |
| Nitrogênio orgânico   | 0,82       | mgNorg/L            | ---    | ---                  | SMWW 4500-Norg B | 25/06/15        |
| Óleos e graxas totais | < 0,1      | mg óleos e graxas/L | 0,10   | ---                  | SMWW 5520F       | 21/05/15        |
| pH                    | 7,5        | NA                  | 1 a 13 | entre 6 e 9.         | SMWW 4500-H+ B   | 18/05/15        |

As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

**OBSERVAÇÕES**

- 1 - Amostra coletada, transportada e enviada pelo interessado.
- 2 - De acordo com a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, pode-se afirmar que: O(s) parâmetro(s) satisfazem os limites permitidos.

Plano de Amostragem:  
 Plano de amostragem de responsabilidade do interessado.

Declaração da Incerteza de Medição  
 Nos arquivos da Gerência da Qualidade constam a incerteza expandida (U), que é baseada na incerteza padrão combinada, com um nível de confiança de 95% (k=2), que será disponibilizada sempre que solicitado pelo cliente.

**Legenda:**  
 LQ: Limite de quantificação do método;  
 VA: Virtualmente ausente.  
 \*\*Análises realizadas em laboratórios terceirizados.

**Responsabilidade Técnica:**  
 Os ensaios foram realizados sob a responsabilidade técnica do profissional Wanderlei Elias Perez, CRF/GO nº 1250

Revisores:  
 Cassiano Pacheco da Silva  
 Jean Luiz Mendes dos Santos  
 Lee Anderson Gomes Viana

Cassiano Pacheco da Silva

GOIÂNIA - GO: 26/05/2015

PROIBIDA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA - OS RESULTADOS REFEREM-SE EXCLUSIVAMENTE ÀS AMOSTRAS ANALISADAS



**RELATÓRIO DE ENSAIO NÚMERO 13471/2015 - 0**

**AMOSTRA NÚMERO:12199/2015**

**Dados do Cliente**

Cliente: FUNDACAO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANA

Município: Curitiba-PR

Endereço: Avenida Prof. Lothario Meissner, 900 Campus III, Jardim Botânico.

**Dados da Amostra**

Material: Água in natura  
Ponto de Coleta: Ponto 04.

Temp.amb.no local °C: 27,0  
Temp.amostra no local °C: 27,0  
Chuvas: ---  
Coletor da Amostra: Interessado

Data de Coleta: 13/05/15 00:00  
Data entrada laboratório: 15/05/15 16:41  
Data da elaboração do relatório: 26/05/15 14:26

| Parâmetros  | Resultados | Unidade     | LQ   | Resolução CONAMA 357  | Método           | Data de Análise |
|---|------------|-------------|------|---|------------------|-----------------|
| Condutividade                                     | 439,0      | µS/cm       | 0,1  | ---   | SMWW 2510B       | 16/05/15        |
| Cor verdadeira                                    | 9,6        | mgPt-Co/L   | 1,0  | até 75 mg Pt-Co/L   | SMWW 2120C       | 16/05/15        |
| Demanda bioquímica de oxigênio (DBO5 dias a 20°C) | 2,30       | mgO2/L      | 2,00 | até 5 mg/L O2   | SMWW 5210B       | 16/05/15        |
| Fósforo total                                     | 0,05       | mgP/L       | 0,01 | ambiente<br>lútrico 0,030<br>mg/L ambiente<br>intermediário 0,050<br>mg/L ambiente<br>lútrico 0,1 mg/L    | SMWW 4500-P E    | 16/05/15        |
| Nitrato   | <0,01      | mg NO2-N /L | 0,01 | até 1,0mg/L N   | SMWW 4500-NO2- B | 16/05/15        |
| Nitrogênio amoniacal                              | <0,6       | mgNH3-N/L   | 0,6  | 3,7mg/L pH <7,6;<br>2,0 mg/L: pH entre<br>7,6 e 8,0; 1,0 mg/L:<br>pH entre 8,1 e 8,5;<br>0,5 mg/L: pH>8,5 | SMWW 4500-NH3 F  | 21/05/15        |
| Oxigênio dissolvido                               | 6,35       | mgO2/L      | 0,05 | não inferior a<br>5,0mg/L O2  | SMWW 4500-O C    | 20/05/15        |
| Sólidos suspensos totais                          | <2,5       | mg/L        | 2,5  | ---   | SMWW 2540D       | 22/05/15        |
| Turbidez  | 1,5        | NTU         | 0,1  | até 100 NTU   | SMWW 2130B       | 16/05/15        |
| Coliformes termotolerantes                        | Ausente    | NMP/100 mL  | 1,8  | até<br>1.000NMP/100mL   | SMWW 9221E       | 16/05/15        |

As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

**OBSERVAÇÕES**

- 1 - Amostra coletada, transportada e enviada pelo interessado.
- 2 - De acordo com a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, pode-se afirmar que: O(s) parâmetro(s) satisfazem os limites permitidos.

**Plano de Amostragem:**  
Plano de amostragem de responsabilidade do interessado.

**Legenda:**  
LQ Limite de quantificação do método;  
VA Virtualmente ausente.  
\*\*Análise realizada em laboratório teracertizado.

**Declaração da Incerteza de Medição**  
Nos arquivos da Gerência da Qualidade constam a incerteza expandida (U), que é baseada na incerteza padrão combinada, com um nível de confiança de 95% (k=2), que será disponibilizada sempre que solicitado pelo cliente.

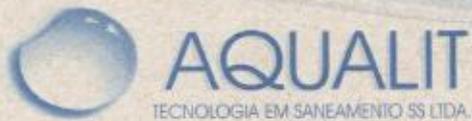
**Responsabilidade Técnica:**  
Os ensaios foram realizados sob a responsabilidade técnica do profissional Wandaniel Elias Perez, CRF/GO nº 1256

**Revisores:**  
Cassiano Pacheco da Silva  
Jean Luiz Mendes dos Santos  
Lee Anderson Gomes Viana

**Cassiano Pacheco da Silva**

GOIÂNIA - GO: 28/05/2015

PROIBIDA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTES - OS RESULTADOS REFEREM-SE EXCLUSIVAMENTE ÀS AMOSTRAS ANALISADAS



**RELATÓRIO DE ENSAIO NÚMERO 13472/2015 - 0**

**AMOSTRA NÚMERO:12200/2015**

**Dados do Cliente**

Cliente: FUNDACAO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANA

Município: Curitiba-PR

Endereço: Avenida Prof. Lothario Meissner, 900 Campus III, Jardim Botânico.

**Dados da Amostra**

Material: Água in natura  
Ponto de Coleta: Ponto 05.

Temp. amb.no local °C: 27,0  
Temp.amostra no local °C: 27,0  
Chuvas: ---  
Coletor da Amostra: Interessado

Data da Coleta: 13/05/15 14:30  
Data entrada laboratório: 15/05/15 16:41  
Data da elaboração do relatório: 28/05/15 14:28

| Parâmetros            | Resultados | Unidade                  | LQ     | Resolução CONAMA 357 | Método           | Data de Análise |
|-----------------------|------------|--------------------------|--------|----------------------|------------------|-----------------|
| Nitrato               | 0,1        | mg NO <sub>3</sub> -N /L | 0,1    | até 10,0mg/L N       | EPA 300.1        | 21/05/15        |
| Nitrogênio orgânico   | 0,92       | mgNorg/L                 | ---    | ---                  | SMWW 4500-Norg B | 25/05/15        |
| Óleos e graxas totais | < 0,1      | mg óleos e graxas/L      | 0,10   | ---                  | SMWW 5520F       | 21/05/15        |
| pH                    | 7,7        | NA                       | 1 a 13 | entre 6 e 9.         | SMWW 4500-H+ B   | 18/05/15        |

As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

**OBSERVAÇÕES**

- 1 - Amostra coletada, transportada e enviada pelo interessado.
- 2 - De acordo com a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, pode-se afirmar que: O(s) parâmetro(s) Demanda bioquímica de oxigênio (DBO5 dias a 20°C) ultrapassam os limites máximos permitidos.

Plano de Amostragem:  
Plano de amostragem de responsabilidade do interessado.

**Legenda:**  
LQ: Limite de quantificação do método;  
VA: Virtualmente ausente.  
\*\*Análises realizadas em laboratórios terceirizados.

**Declaração da Incerteza de Medição**  
Nos arquivos da Gerência da Qualidade constam a incerteza expandida (U), que é baseada na incerteza padrão combinada, com um nível de confiança de 95% (k=2), que será disponibilizada sempre que solicitado pelo cliente.

**Responsabilidade Técnica:**  
Os ensaios foram realizados sob a responsabilidade técnica do profissional Wanderlei Elias Peres, CRF/GO nº 1250

Revisores:  
Cassiano Pacheco da Silva  
Jean Luiz Mendes dos Santos  
Lee Anderson Gomes Viana

Cassiano Pacheco da Silva

GOIÂNIA - GO: 28/05/2015

PROIBIDA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTES - OS RESULTADOS REFEREM-SE EXCLUSIVAMENTE ÀS AMOSTRAS ANALISADAS



**RELATÓRIO DE ENSAIO NÚMERO 13472/2015 - 0**

**AMOSTRA NÚMERO:12200/2015**

**Dados do Cliente**

Cliente: FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ  
 Município: Curitiba-PR  
 Endereço: Avenida Prof. Lothário Meissner, 900 Campus III, Jardim Botânico.

**Dados da Amostra**

|   |   |   |
|---|---|---|
| Material: Água in natura<br>Ponto de Coleta: Ponto 05 | Temp.amb.no local °C: 27,0<br>Temp.amostra no local °C: 27,0<br>Chuvvas: ---<br>Coletor da Amostra: Interessado | Data da Coleta: 13/05/15 14:30<br>Data entrada laboratório: 15/05/15 16:41<br>Data da elaboração do relatório: 26/05/15 14:26 |
|---|---|---|

| Parâmetros  | Resultados | Unidade     | LQ   | Resolução CONAMA 357   | Método           | Data de Análise |
|---|------------|-------------|------|--|------------------|-----------------|
| Condutividade                                     | 443,0      | µS/cm       | 0,1  | ---  | SMWW 2510B       | 18/05/15        |
| Cor verdadeira                                    | 14,2       | mgPt-Co/L   | 1,0  | até 75 mg Pt-Co/L  | SMWW 2120C       | 18/05/15        |
| Demanda bioquímica de oxigênio (DBO5 dias a 20°C) | 5,30       | mgO2/L      | 2,00 | até 5 mgLO2  | SMWW 5210B       | 18/05/15        |
| Fósforo total                                     | 0,01       | mgP/L       | 0,01 | ambiente iônico:0,030 mg/L;ambiente intermediário 0,050 mg/L;ambiente iônico 0,1 mg/L      | SMWW 4500-P E    | 18/05/15        |
| Nitrato   | <0,01      | mg NO2-N /L | 0,01 | até 1,0mg/L N  | SMWW 4500-NO2- B | 18/05/15        |
| Nitrogênio amoniacal                              | <0,6       | mgNH3-N/L   | 0,6  | 3,7mg/L pH <7,8; 2,0 mg/L pH entre 7,8 e 8,0; 1,0 mg/L pH entre 8,1 e 8,5; 0,5 mg/L pH>8,5 | SMWW 4500-NH3 F  | 21/05/15        |
| Oxigênio dissolvido                               | 6,28       | mgO2/L      | 0,05 | não inferior a 5,0mg/L O2  | SMWW 4500-O C    | 20/05/15        |
| Sólidos suspensos totais                          | 6,0        | mg/L        | 2,5  | ---  | SMWW 2540D       | 22/05/15        |
| Turbidez  | 4,5        | NTU         | 0,1  | até 100 NTU  | SMWW 2130B       | 18/05/15        |
| Coliformes termotolerantes                        | Ausente    | NMP/100 mL  | 1,8  | até 1.000NMP/100mL   | SMWW 9221E       | 18/05/15        |

As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

**OBSERVAÇÕES**

- Amostra coletada, transportada e enviada pelo interessado.
- De acordo com a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, pode-se afirmar que: O(s) parâmetro(s) Demanda bioquímica de oxigênio (DBO5 dias a 20°C) ultrapassam os limites máximos permitidos.

**Plano de Amostragem:**  
Plano de amostragem de responsabilidade do interessado.

**Legenda:**  
LQ: Limite de quantificação do método;  
VA: Virtualmente ausente;  
\*\*Análises realizadas em laboratórios terceirizados.

**Declaração da Incerteza de Medição**  
Nos arquivos da Gerência de Qualidade constam a Incerteza expandida (U), que é baseada na incerteza padrão combinada, com um nível de confiança de 95% (k=2), que será disponibilizada sempre que solicitado pelo cliente.

**Responsabilidade Técnica:**  
Os ensaios foram realizados sob a responsabilidade técnica do profissional Wanderlei Elias Peres, CRF/GO nº 1250

**Revisores:**  
Cassiano Pacheco da Silva  
Jean Luiz Mendes dos Santos  
Lee Anderson Gomes Viana

Cassiano Pacheco da Silva

GOIÂNIA - GO: 28/05/2015

PROIBIDA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA - OS RESULTADOS REFEREM-SE EXCLUSIVAMENTE ÀS AMOSTRAS ANALISADAS



**RELATÓRIO DE ENSAIO NÚMERO 13473/2015 - 0**

**AMOSTRA NÚMERO:12202/2015**

*Dados do Cliente*

Cliente: FUNDACAO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANA

Município: Curitiba-PR

Endereço: Avenida Prof. Lothario Meissner, 900 Campus III, Jardim Botânico.

*Dados da Amostra*

Material: Água in natura  
Ponto de Coleta: Ponto 08.

Temp.amb.no local °C: 26,0  
Temp.amostra no local °C: 24,0  
Chuvvas: ---  
Coletor da Amostra: interessado

Data da Coleta: 13/05/15 11:48  
Data entrada laboratório: 15/05/15 16:42  
Data da elaboração do relatório: 26/05/15 14:30

| Parâmetros            | Resultados | Unidade                  | LQ     | Resolução CONAMA 357 | Método           | Data de Análise |
|-----------------------|------------|--------------------------|--------|----------------------|------------------|-----------------|
| Nitrato               | 0,3        | mg NO <sub>3</sub> -N /L | 0,1    | até 10,0mg/L N       | EPA 300.1        | 21/05/15        |
| Nitrogênio orgânico   | 1,28       | mgNorg/L                 | ---    | ---                  | SMWW 4500-Norg B | 25/05/15        |
| Óleos e graxas totais | < 0,1      | mg óleos e graxas/L      | 0,10   | ---                  | SMWW 5520F       | 21/05/15        |
| pH                    | 7,8        | NA                       | 1 a 13 | entre 6 e 9          | SMWW 4500-H+ B   | 18/05/15        |

As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

**OBSERVAÇÕES**

- 1 - Amostra coletada, transportada e enviada pelo interessado.
- 2 - De acordo com a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, pode-se afirmar que: O(s) parâmetro(s) satisfazem os limites permitidos.

Plano de Amostragem: Plano de amostragem de responsabilidade do interessado.

**Legenda:**  
LQ: Limite de quantificação do método;  
VA: Visualmente aquosa.  
\*\*Análises realizadas em laboratórios terceirizados.

**Declaração da Incerteza de Medição**  
Nos arquivos da Gerência de Qualidade constam a incerteza expandida (U), que é baseada na incerteza padrão combinada, com um nível de confiança de 95% (k=2), que será disponibilizada sempre que solicitado pelo cliente.

**Responsabilidade Técnica:**  
Os ensaios foram realizados sob a responsabilidade técnica do profissional Wanderson Elias Perez, CRF/GO nº 1250

Revisores:  
Cassiano Pecheco da Silva  
Jean Luiz Mendes dos Santos  
Lee Anderson Gomes Viana

\_\_\_\_\_  
 Cassiano Pecheco da Silva

GOIÂNIA - GO: 28/05/2015

PROIBIDA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTES - OS RESULTADOS REFEREM-SE EXCLUSIVAMENTE ÀS AMOSTRAS ANALISADAS



**RELATÓRIO DE ENSAIO NÚMERO 13473/2015 - 0**

**AMOSTRA NÚMERO:12202/2015**

**Dados do Cliente**

Cliente: FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANA

Município: Curitiba-PR

Endereço: Avenida Prof. Lothario Meissner, 900 Campus III, Jardim Botânico.

**Dados da Amostra**

Material: Água in natura  
Ponto de Coleta: Ponto 06.

Temp.amb.no local °C: 26,0  
Temp.amostra no local °C: 24,0  
Chuvvas: ---  
Coletor da Amostra: Interessado

Data da Coleta: 13/05/15 11:48  
Data entrada laboratório: 15/05/15 16:42  
Data de elaboração do relatório: 26/05/15 14:30

| Parâmetros  | Resultados            | Unidade     | LQ   | Resolução CONAMA 357  | Método           | Data de Análise |
|---|-----------------------|-------------|------|---|------------------|-----------------|
| Condutividade                                     | 450,0                 | µS/cm       | 0,1  | ---   | SMWW 2510B       | 18/05/15        |
| Cor verdadeira                                    | 15,4                  | mgPt-Co/L   | 1,0  | até 75 mg Pt-Co/L   | SMWW 2120C       | 18/05/15        |
| Demanda bioquímica de oxigênio (DBO5 dias a 20°C) | 3,60                  | mgO2/L      | 2,00 | até 5 mg/LO2  | SMWW 5210B       | 16/05/15        |
| Fósforo total                                     | 0,03                  | mgP/L       | 0,01 | ambiente<br>lítico 0,030<br>mg/L; ambiente<br>intermediário 0,050<br>mg/L; ambiente<br>lótico 0,1 mg/L    | SMWW 4500-P E    | 18/05/15        |
| Nitrato   | <0,01                 | mg NO2-N /L | 0,01 | até 1,0mg/L N   | SMWW 4500-NO2- B | 18/05/15        |
| Nitrogênio amoniacal                              | <0,6                  | mgNH3-N/L   | 0,6  | 3,7mg/L pH <7,6;<br>2,0 mg/L: pH entre<br>7,6 e 8,0; 1,0 mg/L:<br>pH entre 8,1 e 8,5;<br>0,5 mg/L: pH>8,5 | SMWW 4500-NH3 F  | 21/05/15        |
| Oxigênio dissolvido                               | 6,62                  | mgO2/L      | 0,05 | não inferior a<br>5,0mg/L O2  | SMWW 4500-O C    | 20/05/15        |
| Sólidos suspensos totais                          | 4,0                   | mg/L        | 2,5  | ---   | SMWW 2540D       | 22/05/15        |
| Turbidez  | 1,7                   | NTU         | 0,1  | até 100 NTU   | SMWW 2130B       | 18/05/15        |
| Coliformes termotolerantes                        | 4,5 x 10 <sup>1</sup> | NMP/100 mL  | 1,6  | até<br>1.000NMP/100mL   | SMWW 9221E       | 16/05/15        |

As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

**OBSERVAÇÕES**

- Amostra coletada, transportada e enviada pelo interessado.
- De acordo com a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, pode-se afirmar que: O(s) parâmetro(s) satisfazem os limites permitidos.

Plano de Amostragem:  
Plano de amostragem de responsabilidade do interessado.

Legenda:  
LQ: Limite de quantificação do método;  
VA: Virtualmente ausente.  
\*\*Análises realizadas em laboratórios terceirizados.

Declaração da Incerteza de Medição  
Nos arquivos da Certificação da Qualidade constam a incerteza expandida (U), que é baseada na incerteza padrão combinada, com um nível de confiança de 95% (k=2), que será disponibilizada sempre que solicitado pelo cliente.

Responsabilidade Técnica:  
Os ensaios foram realizados sob a responsabilidade técnica do profissional Wanderlei Elias Perez, CRI/GO nº 1250

Revisores:  
Cassiano Pacheco da Silva  
Jean Luiz Mendes dos Santos  
Lee Anderson Gomes Viana

**Cassiano Pacheco da Silva**

GOIÂNIA - GO: 26/05/2015

PROIBIDA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA - OS RESULTADOS REFEREM-SE EXCLUSIVAMENTE ÀS AMOSTRAS ANALISADAS



**RELATÓRIO DE ENSAIO NÚMERO 13474/2015 - 0**

**AMOSTRA NÚMERO:12203/2015**

**Dados do Cliente**

Cliente: FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ

Município: Curitiba-PR

Endereço: Avenida Prof. Lothario Meissner, 900 Campus III, Jardim Botânico.

**Dados da Amostra**

Material: Água in natura  
Ponto de Coleta: Ponto 07.

Temp.amb.no local \*C: 28,0  
Temp.amostra no local \*C: 26,0  
Chuvvas: ---  
Coletor da Amostra: Interessado

Data da Coleta: 13/05/15 10:42  
Data entrada laboratório: 15/05/15 16:43  
Data da elaboração do relatório: 26/05/15 14:31

| Parâmetros            | Resultados | Unidade             | LQ     | Resolução CONAMA 357 | Método           | Data de Análise |
|-----------------------|------------|---------------------|--------|----------------------|------------------|-----------------|
| Nitrato               | 0,5        | mg NO3-N /L         | 0,1    | até 10,0mg/L N       | EPA 300.1        | 21/05/15        |
| Nitrogênio orgânico   | 1,48       | mgNorg/L            | ---    | ---                  | SMWW 4500-Norg B | 25/05/15        |
| Óleos e graxas totais | < 0,1      | mg óleos e graxas/L | 0,10   | ---                  | SMWW 5520F       | 21/05/15        |
| pH                    | 7,5        | NA                  | 1 a 13 | entre 6 e 9.         | SMWW 4500-H+ B   | 18/05/15        |

As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

**OBSERVAÇÕES**

- 1 - Amostra coletada, transportada e enviada pelo interessado.
- 2 - De acordo com a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, pode-se afirmar que: O(s) parâmetro(s) Coliformes termotolerantes ultrapassam os limites máximos permitidos.

Plano de Amostragem:  
Plano de amostragem de responsabilidade do interessado.

Declaração de Incerteza de Medição  
Nos arquivos de Gerência da Qualidade constam a incerteza expandida (U), que é baseada na incerteza padrão combinada, com um nível de confiança de 95% (k=2), que será disponibilizada sempre que solicitado pelo cliente.

**Legenda:**  
LQ: Limite de quantificação do método;  
VA: Virtualmente ausente  
\*\*Análises realizadas em laboratórios terceirizados.

**Responsabilidade Técnica:**  
Os ensaios foram realizados sob a responsabilidade técnica do profissional Wanderlei Elias Perez, CRF/GO nº 1250

Revisores:  
Cassiano Pacheco da Silva  
Jean Luiz Mendes dos Santos  
Lee Anderson Gomes Viana

Cassiano Pacheco da Silva

GOIÂNIA - GO: 26/05/2015

PROIBIDA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTES - OS RESULTADOS REFEREM-SE EXCLUSIVAMENTE ÀS AMOSTRAS ANALISADAS



**RELATÓRIO DE ENSAIO NÚMERO 13474/2015 - 0**

**AMOSTRA NÚMERO:12203/2015**

**Dados do Cliente**

Cliente: FUNDACAO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANA

Município: Curitiba-PR

Endereço: Avenida Prof. Lothário Meissner, 900 Campus III, Jardim Botânico.

**Dados da Amostra**

Material: Água in natura  
Ponto de Coleta: Ponto 07.

Temp.amb.no local °C: 28,0  
Temp.amostra no local °C: 25,0  
Chuvvas: ---  
Coletor da Amostra: Interessado

Data da Coleta: 13/05/15 10:42  
Data entrada laboratório: 15/05/15 16:43  
Data da elaboração do relatório: 25/05/15 14:31

| Parâmetros  | Resultados            | Unidade    | LQ   | Resolução CONAMA 357   | Método           | Data de Análise |
|---|-----------------------|------------|------|--|------------------|-----------------|
| Condutividade                                     | 466,0                 | µS/cm      | 0,1  | ---  | SMWW 2510B       | 18/05/15        |
| Cor verdadeira                                    | 11,7                  | mgPt-Co/L  | 1,0  | até 75 mg Pt-Co/L  | SMWW 2120C       | 18/05/15        |
| Demanda bioquímica de oxigênio (DBO5 dias a 20°C) | 2,00                  | mgO2/L     | 2,00 | até 5 mg/LO2   | SMWW 5210B       | 18/05/15        |
| Fósforo total                                     | 0,19                  | mgP/L      | 0,01 | ambiente láctico:0,030 mg/L,ambiente intermediário 0,050 mg/L,ambiente láctico 0,1 mg/L        | SMWW 4500-P E    | 18/05/15        |
| Nitrato   | <0,01                 | mg NO2-N/L | 0,01 | até 1,0mg/L N  | SMWW 4500-NO2- B | 18/05/15        |
| Nitrogênio amoniacal                              | <0,6                  | mgNH3-N/L  | 0,6  | 3,7mg/L: pH <7,6; 2,0 mg/L: pH entre 7,6 e 8,0; 1,0 mg/L: pH entre 8,1 e 8,5; 0,5 mg/L: pH>8,5 | SMWW 4500-NH3 F  | 21/05/15        |
| Oxigênio dissolvido                               | 6,62                  | mgO2/L     | 0,05 | não inferior a 5,0mg/L O2  | SMWW 4500-O C    | 20/05/15        |
| Sólidos suspensos totais                          | 4,0                   | mg/L       | 2,5  | ---  | SMWW 2540D       | 22/05/15        |
| Turbidez  | 0,7                   | NTU        | 0,1  | até 100 NTU  | SMWW 2130B       | 18/05/15        |
| Coliformes termotolerantes                        | 3,6 x 10 <sup>3</sup> | NMP/100 mL | 1,8  | até 1.000NMP/100mL   | SMWW 9221E       | 16/05/15        |

As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

**OBSERVAÇÕES**

- 1 - Amostra coletada, transportada e enviada pelo interessado.
- 2 - De acordo com a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, pode-se afirmar que: O(s) parâmetro(s) Coliformes termotolerantes ultrapassam os limites máximos permitidos.

Plano de Amostragem:  
Plano de amostragem de responsabilidade do interessado.

**Legenda:**  
LQ: Limite de quantificação do método;  
VA: Virtualmente ausente.  
\*\*Análises realizadas em laboratório terceirizado.

**Declaração da Incerteza de Medição**  
Nos arquivos de Gerência de Qualidade constam a incerteza expandida (U), que é baseada na incerteza padrão combinada, com um nível de confiança de 95% (k=2), que será disponibilizada sempre que solicitado pelo cliente.

**Responsabilidade Técnica:**  
Os ensaios foram realizados sob a responsabilidade técnica do profissional Wanderlei Elias Perez, CRF/GO nº 1250

**Revisores:**  
Cassiano Pacheco da Silva  
Jean Luiz Mendes dos Santos  
Lee Anderson Gomes Viana

**Cassiano Pacheco da Silva**

GOIÂNIA - GO: 26/05/2015

PROIBIDA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTES - OS RESULTADOS REFEREM-SE EXCLUSIVAMENTE ÀS AMOSTRAS ANALISADAS