

SUMÁRIO

6.1	DIAGNÓSTICO MEIO FÍSICO.....	6.1-1
6.1.1	Metodologia Aplicada	6.1-1
6.1.1.1	Clima	6.1-1
6.1.1.2	Geomorfologia	6.1-3
6.1.1.3	Geologia e Geotecnia	6.1-5
6.1.1.4	Solos.....	6.1-11
6.1.1.5	Recursos Hídricos.....	6.1-12
6.1.1.6	Qualidade do Ar	6.1-21
6.1.1.7	Ruído e Vibração	6.1-23
6.1.2	Clima	6.1-28
6.1.2.1	Padrões Climáticos Locais.....	6.1-28
6.1.2.2	Série Histórica de Normais Climatológicas.....	6.1-29
6.1.3	Geomorfologia	6.1-40
6.1.3.1	Geomorfologia do Estado de Minas Gerais.....	6.1-41
6.1.4	Geologia e Geotecnia	6.1-80
6.1.4.1	Geologia Regional	6.1-80
6.1.4.2	Geologia Minas Gerais.....	6.1-82
6.1.5	Solos	6.1-172
6.1.5.1	Solos Minas Gerais.....	6.1-173
6.1.6	Recursos Hídricos	6.1-201
6.1.6.1	Hidrologia e Hidrogeologia	6.1-201
6.1.6.2	Qualidade da Água	6.1-243
6.1.7	Qualidade do Ar.....	6.1-277
6.1.7.1	Partículas Totais em Suspensão.....	6.1-278
6.1.7.2	Monóxido de Carbono (CO)	6.1-279
6.1.7.3	Ozônio (O ₃)	6.1-279

6.1.7.4	Dióxido de nitrogênio (NO ₂)	6.1-279
6.1.7.5	Qualidade do Ar na Área do Empreendimento	6.1-280
6.1.8	Ruídos e Vibrações	6.1-309
6.1.8.1	Pontos de Medição	6.1-309
6.1.8.2	Condições Climáticas e Ambientais	6.1-311
6.1.8.3	Tráfego de Veículos	6.1-312
6.1.8.4	Ruídos	6.1-314
6.1.8.5	Vibrações.....	6.1-319
6.1.9	ANEXOS.....	6.1-335

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Títulos Minerários.....	6.1-136
Tabela 2 – Localização das cavernas concernentes ao empreendimento, com coordenadas UTM (Datum SIRGAS 2000), município e distância da BR-116/MG. Em vermelho, as cavernas que se encontram a menos de 290 m da rodovia.	6.1-159
Tabela 3 – Localização das cavernas próximas ao empreendimento, com coordenadas UTM (Datum SIRGAS 2000) e distância da rodovia BR-116/MG.	6.1-172
Tabela 4 - Cursos d'água interceptados.	6.1-210
Tabela 5 – Coordenadas e distâncias estimadas da ADA das nascentes.....	6.1-215
Tabela 6 - localização dos mananciais de abastecimento.....	6.1-236
Tabela 7 - Usos preponderantes das águas segundo critérios da Resolução CONAMA nº 357/2005. .	6.1-244
Tabela 8 - Corpos hídricos amostrados da área de estudo – BR-116/MG.	6.1-245
Tabela 9 - Parâmetros, métodos e limites - Qualidade da água.....	6.1-257
Tabela 10 - Resultados da temperatura.....	6.1-261
Tabela 11 - Resultados turbidez.....	6.1-262
Tabela 12 - Resultados Sólidos totais dissolvidos.....	6.1-263
Tabela 13 - Resultados da Condutividade elétrica.....	6.1-264
Tabela 14- Resultados óleos e graxas.....	6.1-265
Tabela 15 - Resultados do pH.....	6.1-267
Tabela 16 - Resultados do nitrogênio total.....	6.1-268
Tabela 17 - Resultados do oxigênio dissolvido.....	6.1-270
Tabela 18 - Resultados da DBO.....	6.1-271
Tabela 19 - Resultados do fósforo total.....	6.1-272
Tabela 20 - Resultados dos coliformes termotolerantes (<i>E.coli</i>).....	6.1-273
Tabela 21 - Resultados do IQA.....	6.1-275
Tabela 22 - Padrões PRONAR.....	6.1-278
Tabela 23 - Critérios para Episódios Agudos de Poluição do Ar.....	6.1-280
Tabela 24 - Referências legais de qualidade do ar.....	6.1-280

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-116/MG

Tabela 25 - Agentes e Fontes Poluidoras	6.1-306
Tabela 26 - Pontos de medição de ruídos e vibrações	6.1-310
Tabela 27 - Dados ambientais no período diurno.	6.1-311
Tabela 28 - Dados ambientais no período noturno.	6.1-312
Tabela 29 - Classificação e contagem de veículos nos períodos diurno e noturno.....	6.1-313
Tabela 30 - Equipamentos utilizados durante a medição.	6.1-314
Tabela 31 - Tabela de calibração	6.1-314
Tabela 32 - Ruído da fonte período diurno.	6.1-316
Tabela 33 - Ruído da fonte período noturno.	6.1-317
Tabela 34 - Tabela de limites de acordo com a norma NBR 101.51/2000	6.1-318
Tabela 35 - Resultados das medições de ruídos	6.1-318
Tabela 36 - Configuração do equipamento	6.1-319
Tabela 37- Configuração do medidor acelerômetro	6.1-320
Tabela 38 - Resultados das medições no período diurno	6.1-320
Tabela 39 - Resultados das medições no período noturno.....	6.1-325
Tabela 40 - Reprodução da norma ISO 2631-1	6.1-329
Tabela 41 - Avaliação da vibração nos períodos diurno e noturno.....	6.1-330
Tabela 42- Avaliação da vibração de pico no eixo vertical nos períodos diurno e noturno.	6.1-332

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – A) Um dos veículos utilizados no deslocamento das equipes. B) Espeleólogo em trabalho de prospecção a pé. C) Entrevista a moradores da região. D) Uso de equipamentos de proteção individual.	6.1-9
Figura 2 - Modelo de Ficha de Coleta	6.1-19
Figura 3 - – Equipamento de medição	6.1-24
Figura 4 - Equipamentos de Medição de Vibração. 1- HVM-100 e 2- 3093M8	6.1-26
Figura 5 - Zoneamento climático do Brasil	6.1-29
Figura 6 - Temperatura média compensada anual	6.1-31
Figura 7 - Evaporação total média anual.....	6.1-32
Figura 8 - Gráfico da Média da Precipitação Acumulada	6.1-34
Figura 9 – Precipitação acumulada anual.	6.1-34
Figura 10 - Gráfico termopluviométrico da estação de Caratinga/MG.....	6.1-35
Figura 11 - Gráfico termopluviométrico da estação de Governador Valadares/MG.	6.1-36
Figura 12 - Gráfico termopluviométrico da estação de Pedra Azul/MG.....	6.1-36
Figura 13 - Gráfico termopluviométrico da estação	6.1-37
Figura 14 - Insolação total.	6.1-38
Figura 15 - Direção e velocidade do vento.....	6.1-40
Figura 16 – Imagem Landsat com o relevo do Estado de Minas Gerais (fonte: site EMBRAPA 2015). 6.1-41	
Figura 17 - Mapa Geomorfológico adaptado do sul do Estado de Minas Gerais. Autor: Rafael Rangel Giovanni - 2006.	6.1-46
Figura 18 – Ilustração da distribuição espacial da Serra do Espinhaço.	6.1-51
Figura 19 – Adaptação do Mapa de Conjuntos Geomorfológicos de Ferreira (2010).	6.1-54
Figura 20 - Compartimentação geomorfológica do estado de Minas Gerais em Domínios Geomorfológicos. Fonte: alterado de CPRM Geodiversidade de Minas Gerais - 2010.....	6.1-59
Figura 21 - Linhas de Cumeadas alinhadas.....	6.1-61
Figura 22 - Linhas de cumeadas alinhadas e relevo sustentado pelo substrato rochoso.	6.1-61
Figura 23 - Vales encaixados na linhas de falhas	6.1-62

Figura 24 - Picos caracterizam o relevo como fortemente ondulado	6.1-62
Figura 25 - Relevo fortemente ondulado com feições estruturais	6.1-63
Figura 26 - Visão geral do relevo ondulado a fortemente ondulado	6.1-63
Figura 27 - Linha de cumeada	6.1-64
Figura 28 - Feições presentes nessa Unidade conhecidas como “Pão de Açúcar”.	6.1-64
Figura 29 – Feição característica da Unidade com morros de topos mais arredondados e vales amplos de base achatada.	6.1-65
Figura 30 – Relevo sustentado pelo substrato rochoso com grandes blocos de rochas metamórficas espalhadas pela paisagem.	6.1-66
Figura 31 – Relevo sem grandes elevações.	6.1-66
Figura 32 – Feição característica da Unidade, morros baixos com topos arredondados.	6.1-67
Figura 33 - Feição característica da Unidade, morros baixos com topos arredondados.	6.1-67
Figura 34 – Vale do rio Pomba.	6.1-68
Figura 35 – Planaltos característicos com morros de topos arredondados e vales de base chata	6.1-69
Figura 36 – Morro com o topo arredondado sustentando o relevo.	6.1-69
Figura 37 – Feições características dos Planaltos.	6.1-70
Figura 38 – Predomínio de morros baixos com topos arredondados e vales amplos.	6.1-70
Figura 39 – Feição característica a presença de grandes chapadas.	6.1-71
Figura 40 – Entre os morros ocorrem vales amplos de fundo e topografia monótona.	6.1-72
Figura 41 – Contato entre a Unidade de Planaltos e a Depressão.	6.1-72
Figura 42 – Exemplo de Planície Fluvial observada em campo na bacia do rio Pomba.	6.1-73
Figura 43 – Exemplo de Planície Aluvial observada em campo.	6.1-74
Figura 44 – Exemplo de Terraços Aluviais observados em campo.	6.1-74
Figura 45 – Exemplo de Terraço Aluvial.	6.1-75
Figura 46 – Exemplo de relevo com feição fortemente ondulado.	6.1-76
Figura 47 – Exemplo de padrão de relevo suavemente ondulado com morros testemunhos.	6.1-76
Figura 48 – Padrão de relevo ondulado com vales de fundo chato.	6.1-77

Figura 49 – Feição de relevo característica com grandes áreas planas a suavemente onduladas.	6.1-78
Figura 50 - Feição de relevo característica com grandes áreas planas a suavemente onduladas.	6.1-78
Figura 51- Feição de relevo característica com grandes áreas planas a suavemente onduladas.	6.1-79
Figura 52- Feição de relevo característica com grandes áreas planas a suavemente onduladas.	6.1-79
Figura 53 – Províncias Estruturais Brasileiras. Fonte: Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil – CPRM 2003. (Adaptado).	6.1-81
Figura 54 – Representação esquemática adaptada das Províncias Estruturais no Estado de Minas Gerais. Fonte: Mapa Geológico de Minas Gerais 2003.	6.1-82
Figura 55 - Cobertura fanerozóica: 1 - Bacia do Paraná. Província Tocantins: 2 - Faixa Brasília. Província Mantiqueira: 3 - Faixa Apiaí; 6 - faixas Ribeira e Araçuaí. Embasamento pré-1,7 Ga: 5 - Cinturão Mineiro; 7 - Maciço de Joinville. Coberturas do Cr.....	6.1-84
Figura 56 – Localização do Orógeno Araçuaí e Faixa Congo Ocidental em relação aos crátons do São Francisco e Congo, e Orógeno Ribeira (modificado de Alkimim <i>et. al.</i> , 2006 <i>in</i> : Vieira, 2007).	6.1-86
Figura 57: Adaptação do Mapa geológico e Seção estrutural do Orógeno Araçuaí. Segundo de Pedrosa Soares <i>et al.</i> (2007).	6.1-90
Figura 58: Perfil esquemático do Batólito de Muriaé no contato com a unidade supracrustal. Legenda: 1 unidade supracrustal; 2 Batólito de Muriaé. (fonte: Figueiredo, 2009).	6.1-94
Figura 59 – Mapa geológico modificado da região de ocorrência do Grupo Rio Doce, alterado de Silva <i>et. al.</i> 2004.	6.1-101
Figura 60 – Amostra de gnaiss pertencente ao Complexo Paraíba do Sul.	6.1-102
Figura 61 - Amostra de gnaiss pertencente ao Complexo Paraíba do Sul.	6.1-103
Figura 62- Amostra de gnaiss pertencente ao Complexo Paraíba do Sul.	6.1-103
Figura 63- Amostra de migmatito pertencente ao Complexo Paraíba do Sul.	6.1-104
Figura 64- Amostra de gnaiss pertencente à Suíte Quirino.	6.1-105
Figura 65- Amostra de gnaiss pertencente à Suíte Quirino.	6.1-105
Figura 66- Amostra de gnaiss pertencente à Suíte Quirino.	6.1-106
Figura 67 – Charnockito pertencente à Suíte Leopoldina.	6.1-106
Figura 68– Charnockito pertencente à Suíte Leopoldina.	6.1-107
Figura 69 – Charnockito pertencente à Suíte Leopoldina.	6.1-107
Figura 70 – Granitóide leucocrático pertencente à Suíte Murié (Batólito Muriaé).	6.1-108

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-116/MG

Figura 71– Granitóide leucocrático pertencente à Suíte Murié (Batólito Muriaé).	6.1-108
Figura 72– Granitóide leucocrático pertencente à Suíte Murié (Batólito Muriaé).	6.1-109
Figura 73 – Amostra pertencente ao Complexo Juiz de Fora.....	6.1-110
Figura 74– Amostra pertencente ao Complexo Juiz de Fora.....	6.1-110
Figura 75– Amostra pertencente ao Complexo Juiz de Fora.....	6.1-111
Figura 76– Amostra pertencente ao Complexo Juiz de Fora.....	6.1-111
Figura 77– Amostra pertencente ao Complexo Juiz de Fora.....	6.1-112
Figura 78 – Amostra de Tonalito.	6.1-113
Figura 79– Amostra de Tonalito.	6.1-113
Figura 80– Amostra de Tonalito.	6.1-114
Figura 81– Amostra de gnaiss.	6.1-114
Figura 82 – Gnaiss da Formação Tumiritinga.	6.1-115
Figura 83– Gnaiss da Formação Tumiritinga.	6.1-116
Figura 84– Gnaiss da Formação Tumiritinga.	6.1-116
Figura 85 – Tonalito São Vítor.....	6.1-117
Figura 86– Tonalito São Vítor.....	6.1-118
Figura 87– Tonalito São Vítor.....	6.1-118
Figura 88 – Leucogranito Faísca.....	6.1-119
Figura 89– Leucogranito Faísca.....	6.1-120
Figura 90– Leucogranito Faísca.....	6.1-120
Figura 91 – Leucogranito Itaipé.....	6.1-121
Figura 92– Leucogranito Itaipé.....	6.1-122
Figura 93– Leucogranito Itaipé.....	6.1-122
Figura 94 – Matacão observado nas margens da rodovia BR - 116.....	6.1-123
Figura 95 – Amostra do Granito Medina, próximo a cidade homônima.....	6.1-124
Figura 96 – Amostra do Granito Água Boa.....	6.1-124
Figura 97 – Amostra do Granito Caladão.....	6.1-125

Figura 98 – Amostra do Granito Pajeú.	6.1-125
Figura 99 - Cobertura Laterítica	6.1-126
Figura 100- Cobertura Laterítica	6.1-127
Figura 101 – Cobertura Laterítica.....	6.1-127
Figura 102 – Mapa de Suscetibilidade à erosão. ZEE – MG. 2014.	6.1-128
Figura 103 – Início de processo erosivo principalmente laminar devido à baixa declividade.....	6.1-130
Figura 104 Início de processo erosivo principalmente laminar devido à baixa declividade.....	6.1-131
Figura 105 – Processo erosivo na base do talude devido à falta de cobertura vegetal.	6.1-131
Figura 106 - Processo erosivo na base do talude devido à falta de cobertura vegetal.	6.1-132
Figura 107 Processo erosivo na base do talude devido à falta de cobertura vegetal.	6.1-132
Figura 108 – Talude sem cobertura vegetal ou bermas e com deslocamento de massa.	6.1-133
Figura 109 – Talude sem cobertura vegetal e com deslocamento de massa.....	6.1-133
Figura 110 - Talude sem cobertura vegetal e com deslocamento de massa.	6.1-134
Figura 111 – Talude desagregando devido à falta de cobertura vegetal, bermas e calhas para escoamento das águas meteóricas.....	6.1-134
Figura 112 – Início do processo de desestabilização do talude, processo causado pela falta de cobertura vegetal, bermas e calhas para condução das águas meteóricas.	6.1-135
Figura 113 – Talude devidamente protegido com bermas, cobertura vegetal e calhas para condução das águas meteóricas.	6.1-135
Figura 114 – Empresa POLIMIX próxima a cidade de Muriaé com condições de atender a demanda das obras.....	6.1-141
Figura 115 – Britador próximo a cidade de Governador Valadares.....	6.1-142
Figura 116 – Talude com exploração de Latossolo para material de emprego imediato na construção civil. Ponto localizado próximo a cidade de Caratinga.	6.1-143
Figura 117 – Área com possibilidade de aproveitamento para jazida de solos, próxima a Governador Valadares.....	6.1-143
Figura 118 – Mapa de localização da BR-116/MG, abrangendo 39 municípios mineiros (dados de divisão política, IBGE 2010).....	6.1-149
Figura 119 – A) Entrada da caverna Gruta Boa Vista. B) Localização da Gruta Boa Vista (seta vermelha) a partir da Rodovia BR-116/MG.	6.1-156

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-116/MG

- Figura 120 - A) Vista da área de entorno da PEA-0592, com vegetação exótica. B) Entrada da caverna PEA-0592, com espeleólogo em destaque.....6.1-161
- Figura 121 - A) Vista interna da entrada da PEA-0592. B) Porção posterior da caverna, em teto baixo...6.1-161
- Figura 122 - A) Coraloides no teto da caverna. B) Detalhe do espeleotema.....6.1-162
- Figura 123 - A) Cachoeira localizada na entrada da PEA-0592. B) Curso d'água que aflora no interior da caverna.6.1-163
- Figura 124 - A e B) Resíduos sólidos (lixo). C e D) Fogueira presente no interior da caverna.6.1-163
- Figura 125 - A) Entrada da PEA-0593 recoberta parcialmente pela vegetação. B) Rodovia BR-116 vista a partir da PEA-0593.6.1-164
- Figura 126 - A) Amplitude do primeiro salão da PEA-0593. B) Material terrígeno alóctone sobre piso...6.1-165
- Figura 127 - A) Formação em tálus da caverna PEA-0593. B) Curso d'água no interior da caverna. .6.1-166
- Figura 128 – A e B) Acúmulo de material orgânicos (galhos e folhas) e resíduos sólidos transportados pelo curso d'água para o interior da caverna.6.1-166
- Figura 129 - A) Córrego Vieira, localizado na área de influência da caverna. B) Curso d'água presente no interior da caverna Lapa do Córrego Vieira.....6.1-167
- Figura 130 – A) Opilião da espécie *Mitogoniella mucuri*. B) Aranha do gênero *Enoploctenus* sp. C) Rã do gênero *Adenomera* sp. D) Morcego de espécie não identificada.6.1-168
- Figura 131 - A) Entrada da PEA-0594 encoberta pela vegetação. B) Vista interna da entrada.....6.1-169
- Figura 132 - A) Exploração do nível superior da PEA-0594. B) Acesso ao nível inferior desta caverna. ..6.1-170
- Figura 133 - A e B) Gruta formada entre blocos graníticos erodidos. Representa uma típica caverna de tálus.6.1-170
- Figura 134 - A e B) Espeleotemas formados por meio da exsudação, classificados de Coraloides....6.1-171
- Figura 135 - A) Opilião da espécie *Mitogoniella mucuri*. B) Aranha do gênero *Enoploctenus* sp.6.1-171
- Figura 136 – Adaptação do Mapa de Distribuição de Solos no estado de Minas Gerais. Fonte: ZEE/MG 2014.....6.1-175
- Figura 137 – Mosaico do Mapa de Solos de Minas Gerais – 2010. (Adaptado).....6.1-176
- Figura 138 – Relevo suave ondulado a ondulado, onde predominam os Latossolos.6.1-189
- Figura 139 – Perfil de Latossolo Vermelho, homogêneo com cristais de quartzo remanescentes.6.1-190

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-116/MG

Figura 140 - Perfil de Latossolo Vermelho, homogêneo com cristais de quartzo remanescentes.	6.1-190
Figura 141 – Latossolo com micas remanescentes ao processo de lixiviação.....	6.1-191
Figura 142 – Latossolo Vermelho com amostras do substrato rochoso ainda existentes.	6.1-191
Figura 143 – Latossolo com gretas de contração, mostrando ser mais argiloso.....	6.1-192
Figura 144 – Latossolo com cristais de quartzo remanescentes.	6.1-192
Figura 145 – Latossolo, formando torrões no teste com água, sendo predominante a fração argila. ...	6.1-193
Figura 146 – Terreno “mais movimentado” característico da ocorrência dos Argissolos.	6.1-194
Figura 147 – Perfil de Argissolo Vermelho.	6.1-194
Figura 148 – Argissolo com também com grãos de quartzo remanescentes.	6.1-195
Figura 149 – Perfil de Argissolo Vermelho – Amarelo.	6.1-195
Figura 150 – Argissolo com cristal de quartzo remanescente, no geral apareceram em menor quantidade que os Latossolos observados.	6.1-196
Figura 151 – Argissolo com greta de contração apresentando predominância da fração argila.	6.1-196
Figura 152 – Argissolo formando torrões quando molhados mostrando que predomina a fração argila. ..	6.1-197
Figura 153 – Perfil de Cambissolo.	6.1-198
Figura 154 – Perfil de Cambissolo observado com coloração acinzentada e mal drenado.	6.1-199
Figura 155 – Mudança na fitofisionomia indicando mudança no tipo de solo, passa a ser arbustiva. .	6.1-199
Figura 156 – Cambissolo acinzentado sem cristais remanescentes.	6.1-200
Figura 157 – Cambissolo com fase cascalhenta.....	6.1-200
Figura 158 – Região Hidrográfica do Atlântico Leste e localização da rodovia.	6.1-202
Figura 159 – Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste e localização da rodovia.....	6.1-205
Figura 160 - Disponibilidade hídrica superficial na área de estudo da BR-116/MG	6.1-208
Figura 161 - Disponibilidade hídrica subterrânea na área de estudo da BR-116/MG	6.1-209
Figura 162 - Distribuição das províncias hidrogeológicas do Brasil. Fonte: BORGHETTI <i>et al.</i> (2004), adaptado de MMA(2003) MAPA 2.1 – Representação esquemática das províncias hidrogeológicas do Brasil fonte: Adaptado de ONPMI/CPRM (1983), citado em MMA (2003).....	6.1-238
Figura 163- Sistemas aquíferos do Estado de Minas Gerais, adaptado do trabalho “Disponibilidades hídricas subterrâneas no Estado de Minas Gerais, 1995” in: ZEE - MG.	6.1-242

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-116/MG

Figura 164 - Gráfico de temperatura a montante e jusante dos pontos de coleta da BR-116/MG.....	6.1-262
Figura 165- Gráfico da Turbidez.....	6.1-263
Figura 166 - Gráfico dos sólidos dissolvidos totais	6.1-264
Figura 167 – Gráfico condutividade elétrica	6.1-265
Figura 168 - Gráfico do parâmetro Óleos e Graxas	6.1-266
Figura 169 - Gráfico do parâmetro pH.....	6.1-268
Figura 170 – Gráfico do Nitrogênio total.....	6.1-269
Figura 171 - Gráfico do oxigênio dissolvido	6.1-270
Figura 172 - Gráfico da DBO.....	6.1-271
Figura 173 - Gráfico do fósforo total.....	6.1-272
Figura 174 – Gráfico dos coliformes termotolerantes	6.1-273
Figura 175- Gráfico do IQA	6.1-276
Figura 176 - Comportamento do monóxido de carbono ao logo da BR-116/MG.....	6.1-282
Figura 177 - Comportamento do monóxido de carbono em Além Paraíba/MG.....	6.1-283
Figura 178 - Concentração de monóxido de carbono em Muriaé/MG.....	6.1-284
Figura 179 - Concentração de monóxido de carbono em Caratinga/MG.....	6.1-285
Figura 180 - Concentração de monóxido de carbono em Governador Valadares/MG.....	6.1-286
Figura 181 - Concentração de monóxido de carbono em Teófilo Otoni/MG.....	6.1-287
Figura 182 - Comportamento do Material Particulado ao logo da BR-116/MG.....	6.1-288
Figura 183 - Comportamento do material particulado em Além Paraíba/MG.....	6.1-289
Figura 184 - Concentração do material particulado em Muriaé/MG.....	6.1-290
Figura 185 - Concentração do material particulado em Caratinga/MG.....	6.1-291
Figura 186 - Concentração do material particulado Valadares/MG.....	6.1-292
Figura 187 - Concentração do material particulado em Teófilo Otoni/MG.....	6.1-293
Figura 188 - Comportamento dos óxidos de nitrogênio ao longo da BR-116MG.....	6.1-294
Figura 189 - Concentração dos óxidos de nitrogênio em Além Paraíba/MG.....	6.1-295
Figura 190 - Concentração dos óxidos de nitrogênio em Muriaé/MG.....	6.1-296

Figura 191 - Concentração dos óxidos de nitrogênio em Caratinga/MG.	6.1-297
Figura 192 - Concentração dos óxidos de nitrogênio em Governador Valadares/MG.	6.1-298
Figura 193 - Concentração dos óxidos de nitrogênio em Teófilo Otoni/MG.	6.1-299
Figura 194 - Comportamento do Ozônio ao longo da BR-116/MG.....	6.1-300
Figura 195 - Concentração de do material particulado em Além Paraíba/MG.	6.1-301
Figura 196 - Concentração de do material particulado em Muriaé/MG.	6.1-302
Figura 197 - Concentração de do material particulado em Caratinga/MG.....	6.1-303
Figura 198 - Concentração de do material particulado em Governador Valadares/MG.....	6.1-304
Figura 199 - Concentração de do material particulado em Teófilo Otoni/MG.....	6.1-305

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Estações meteorológicas utilizadas para obtenção de dados	6.1-1
Quadro 2 - Estações Pluviométricas da Agência Nacional de Águas – ANA, que se encontram localizadas em um raio de 10 km do eixo da rodovia.	6.1-3
Quadro 3 - Classes de água.....	6.1-15
Quadro 4 - Usos preponderantes das águas segundo critérios da resolução CONAMA nº 357.....	6.1-16
Quadro 5 - Corpos hídricos da área de estudo a serem amostrados – BR-116/MG	6.1-18
Quadro 6 - Pesos relativos para cálculo do IQA.	6.1-20
Quadro 7 - Classificação do IQA.	6.1-21
Quadro 8 - Referências legais de qualidade do ar	6.1-22
Quadro 9- Temperatura média mensal e anual	6.1-30
Quadro 10- Evaporação média mensal e anual.....	6.1-32
Quadro 11 -Precipitação acumulada média mensal e anual em milímetros.....	6.1-33
Quadro 12 - Insolação média – horas	6.1-37
Quadro 13- Direção Predominante dos Ventos	6.1-39
Quadro 14 – Velocidade média dos Ventos.....	6.1-39
Quadro 15 – Áreas das Bacias e Sub-bacias Hidrográficas da área de estudo.	6.1-203
Quadro 16 - Vazões Q_m e Q_{95} nas unidades hidrográficas da área de estudo.....	6.1-204
Quadro 17- Vazão de regularização, vazão com 95% de permanência e a disponibilidade hídrica.	6.1-204
Quadro 18- Áreas de drenagem das bacias estudadas.....	6.1-206
Quadro 19 - Disponibilidade de recursos hídricos na Região Hidrográfica Atlântico Sudeste	6.1-206
Quadro 20- Vazões máximas médias, mínimas médias e máxima das bacias estudadas	6.1-207

6.1 DIAGNÓSTICO MEIO FÍSICO

6.1.1 Metodologia Aplicada

6.1.1.1 Clima

Os dados referentes ao clima, por se tratarem de um conjunto de séries históricas, foram adquiridos a partir de consultas a órgãos oficiais brasileiros responsáveis pelo seu estudo e catalogação, bem como produção científica relativa à área de estudo. A classificação climática adotada nesse Diagnóstico foi a de Köppen-Geiger.

As duas instituições que têm como objetivo o estudo das condições meteorológicas brasileiras são o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), que se encontra atualmente vinculado ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) e o Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), órgão vinculado ao Ministério de Ciência e Tecnologia.

Para dados sobre chuvas e eventos extremos de pluviosidade foram consultadas informações das estações de monitoramento da ANA – Agência Nacional de Águas.

- 1ª. Etapa

A primeira etapa consistiu no levantamento das estações meteorológicas na área de estudo que possuíam dados disponíveis de séries históricas para uma caracterização do clima da região.

Em consulta a rede de amostragem do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET foram levantadas quatro estações meteorológicas localizadas a uma distância de 1km da rodovia em municípios interceptados pelo empreendimento, sendo estas localizadas nos municípios de Caratinga/MG, Governador Valadares/MG, Pedra Azul/MG e Teófilo Otoni/MG (Quadro 1). Para a ilustração dos índices em relação à rodovia foi consultada a página virtual do INMET em sua sessão “Normais Climatológicas do Brasil”, que contempla a série de Normais Climatológicas do período de 1961 a 1990. As normais são apresentadas em cartogramas que ilustram os valores médios no referido período de tempo.

Nome da Estação	Código	Localização (Lat/Long)
Caratinga	83592	-19,73/- 42,13
Governador Valadares	83543	-18.83/- 41.97
Pedra Azul	83393	-16,00/- 41,28
Teófilo Otoni	83492	-17.89/- 41.51

Quadro 1 - Estações Meteorológicas Utilizadas para Obtenção de Dados
Fonte: INMET, 2015b

Dessas estações, os dados dos elementos do clima (temperatura, evaporação, insolação, direção predominante e velocidade média dos ventos) foram requeridos no período de 01/01/1983 a

01/02/2015, período relativo à série histórica e a sazonalidade dos elementos climáticos solicitados no Termo de Referência para a Elaboração do Estudo de Impacto Ambiental da BR-116/MG do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. - IBAMA. Os dados históricos foram obtidos por meio do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa - BDMEP – do INMET.

Em complementação, para os índices pluviométricos da área de estudo, foram levantadas 38 estações pluviométricas da Agência Nacional de Águas - ANA que se localizam em um raio de 10 km do eixo da rodovia. Das 38 (trinta e oito) estações, 17 (dezesete) não apresentação dados disponíveis para consulta. Os dados disponíveis das 21 (vinte e uma) estações restantes foram adquiridos e trabalhados. O Quadro 2 lista as estações pluviométricas supracitadas.

Código	Nome	Município	Lat.	Long.
1541016	Cachoeira Do Pageú*	Cachoeira do Pageú/MG	-15,58	-41,29
1541019	Divisa Alegre*	Divisa Alegre/MG	-15,73	-41,43
1641001	Itaobim	Itaobim/MG	-16,34	-41,30
1641007	São João Grande	Itaobim/MG	-16,41	-41,29
1641011	Medina	Medina/MG	-16,14	-41,28
1641015	Itaobim*	Itaobim/MG	-16,33	-41,30
1641018	Ponto Dos Volantes*	Ponto dos Volantes/MG	-16,45	-41,30
1641019	Medina*	Medina/MG	-16,13	-41,28
1741001	Mucuri	Teófilo Otoni/MG	-17,35	-41,29
1741012	Teófilo Otoni	Teófilo Otoni/MG	-17,51	-41,31
1741013	Padre Paraíso	Padre Paraíso/MG	-17,40	-41,28
1741018	Teófilo Otoni / Cidade Alta*	Teófilo Otoni/MG	-17,51	-41,30
1741021	SE Teófilo Otoni*	Teófilo Otoni/MG	-17,52	-41,31
1841001	Vila Matias-Montante	Matias Lobato/MG	-18,34	-41,55
1841003	Campanário	Campanário/MH	-18,14	-41,44
1841014	Itambacuri	Itambacuri/MG	-18,01	-41,42
1841015	Governador Valadares	Governador Valadares/MG	-18,51	-41,56
1841020	Governador Valadares	Governador Valadares/MG	-18,52	-41,57
1841022	Alpercata*	Alpercata/MG	-18,56	-41,56
1841023	Itambacuri*	Itambacuri/MG	-18,20	-41,35
1841029	SE Governador Valadares*	Governador Valadares/MG	-18,51	-41,57
1942008	Dom Cavati	Dom Cavati/MG	-19,22	-42,60
1942021	Caratinga	Caratinga/MG	-19,44	-42,80
1942037	São João do Oriente*	São João Do Oriente/MG	-19,2	-42,90
1942038	Inhapim*	Inhapim/MG	-19,33	-42,70
1942040	Caratinga*	Caratinga/MG	-19,46	-42,80
1942047	Sobrália*	Sobrália/MG	-19,14	-42,50
1942048	Santa Rita de Minas	Stª Rita de Minas/MG	-19,52	-42,70

Código	Nome	Município	Lat.	Long.
2042014	Bicuiba	São Francisco do Glória/MG	-20,46	-42,18
2042041	PCH Carangola Divino*	Divino/MG	-20,37	-42,80
2142009	Jussara	Miradouro/MG	-20,54	-42,2
2142014	Paquequer	Carmo/RJ	-21,52	-42,38
2142053	Carmo	Carmo/RJ	-21,56	-42,37
2142055	Muriaé	Muriaé/MG	-21,80	-42,20
2142065	Barragem Ilha Dos Pombos	Volta Grande/MG	-21,51	-42,36
2142069	PCH João Camilo Penna - Jusante*	Muriaé/MG	-20,70	-42,24
2142070	PCH Túlio Cordeiro de Mello - Montante*	Patrocínio do Muriaé/MG	-20,10	-42,22
2142077	Vale do Pomba	Leopoldina/MG	-21,26	-42,32

* Estações sem dados disponíveis.

Quadro 2 - Estações Pluviométricas da Agência Nacional de Águas – ANA, que se Encontram Localizadas em um Raio de 10 km do Eixo da Rodovia.

- 2ª. Etapa

A partir do levantamento dos dados disponíveis, foi efetuada a caracterização climática da região em estudo. Os parâmetros analisados foram: temperatura, evaporação, insolação, direção predominante e velocidade dos ventos e índices pluviométricos, considerados importantes para a caracterização climática da região em estudo.

Foi considerada a sazonalidade dos dados e das séries históricas disponíveis, tais como médias anuais dos parâmetros analisados. Os dados de temperatura, evaporação e precipitação foram apresentados por meio de gráficos termopluiométricos, constando temperaturas médias mensais, precipitação e evaporação total de cada mês.

6.1.1.2 Geomorfologia

Para o estudo da geomorfologia foi considerada a proposta de divisão oficial das Unidades Geomorfológicas para o Estado de Minas Gerais utilizando - para isso os Mapas Geomorfológicos.

Os trabalhos foram divididos em duas etapas, assim consideradas etapa de escritório (1ª. etapa) e etapa de campo (2ª. etapa).

1ª. Etapa

Para a caracterização da Área de Estudo do empreendimento foi realizado inicialmente um levantamento de informações bibliográficas, cartográficas e de estudos relacionados à caracterização geomorfológica do estado de Minas Gerais. Nessa etapa foram utilizadas

principalmente informações oficiais tendo em vista a diversidade de propostas e estudos para as Unidades Geomorfológicas existentes nas áreas afetadas.

A apresentação das Unidades abrangeu as descrições dos seguintes táxons, conforme sugerido por Valter Casseti (CASSETI, 2005) para a elaboração de mapeamentos geomorfológicos:

- 1º táxon: unidades morfoestruturais que correspondem às grandes macroestruturas, como os escudos antigos, as faixas de dobramentos proterozóicos, as bacias paleomesozóicas e os dobramentos modernos.
- 2º táxon: unidades morfoesculturais, que correspondem aos compartimentos gerados pela ação climática ao longo do tempo geológico, com intervenção dos processos tectogenéticos. As unidades morfoesculturais são caracterizadas pelos planaltos, planícies e depressões, que estão inseridas numa unidade morfoestrutural;
- 3º táxon: unidades morfológicas, correspondentes ao agrupamento de formas relativas aos modelados, que são distinguidas em função das diferenças da rugosidade topográfica ou do índice de dissecação do relevo, bem como pelo formato dos topos, vertentes e vales de cada padrão.

Complementando o levantamento de dados secundários existentes, estes foram consultados, para o Estado Minas Gerais nos seguintes materiais:

- Produtos do Programa de Geodiversidade do Serviço Geológico Brasileiro – CPRM;
- Zoneamento Ecológico Econômico para o Estado de Minas Gerais.
- Consulta aos respectivos mapas geomorfológicos disponíveis de cada uma das regiões abrangidas pelo empreendimento.

Para o diagnóstico do Meio Físico, em relação à geomorfologia, não foram utilizadas imagens aerofotogramétricas, devido ao tamanho das áreas estudadas. Foram utilizadas apenas para esclarecimento, posicionamento ou discussão, algumas imagens coletadas pelo Google Earth®, devidamente identificadas.

Essa primeira etapa teve como objetivo principal identificar quais as Unidades Geomorfológicas poderão ser afetadas pelo empreendimento e, com isso, orientar a 2ª etapa: a de campo.

- 2ª. Etapa

Nessa etapa foi realizado um levantamento de campo que possibilitou a correta caracterização geomorfológica das regiões que poderão ser afetadas, o que possibilitou correlacionar os

aspectos de implantação do empreendimento com a evolução, caracterização e vulnerabilidades apresentadas pelas Unidades Geomorfológicas existentes nas áreas de estudos.

As campanhas de campo foram realizadas em dois períodos sendo o primeiro iniciado dia 23 de setembro de 2013 com duração de 6 dias e o segundo com início no dia 23 janeiro de 2014 com duração de 5 dias. Durante as etapas de campo foram realizadas vistorias quase que contínuas, pois foram realizados caminhamentos em pontos relevantes da rodovia escolhidos conforme variações de feições geomorfológicas, características litológicas e tipologia de solos.

O mapeamento geomorfológico é basicamente composto por observações de relevo, e agrupamento dessas feições em Unidades Geomorfológicas correlacionáveis a partir da geologia, grau de intemperismo e tipos de solo. Esse mapeamento foi realizado ao longo de todo o percurso da BR-116/MG, objeto de licenciamento ambiental. O agrupamento de feições é realizado basicamente por observações do relevo, identificando feições semelhantes tais como: topos dos morros, tipos de vales, inclinação dos taludes e densidade de drenagens.

A partir dessa classificação foram criados os mapas temáticos para a geomorfologia do Estado de Minas Gerais. Esses mapas temáticos contêm as áreas consideradas mais sensíveis à implantação do empreendimento, considerando principalmente a ocorrência de processos erosivos e movimentos de massa.

6.1.1.3 Geologia e Geotecnia

A metodologia empregada para a caracterização desses componentes do meio físico foi composta inicialmente por levantamentos bibliográficos e posteriormente de visitas a campo para identificação do tipo de geologia predominante na região estudada, utilizando - para isso, amostras de campo e correlações entre Formações.

- 1ª. Etapa

A primeira etapa dos estudos compreendeu o levantamento de dados secundários, com o objetivo de reunir, cadastrar e sistematizar as informações geológicas da região, realizando levantamentos bibliográficos e cartográficos que embasaram as argumentações e análises integradas do Meio Físico.

O levantamento de dados para o Diagnóstico do Meio Físico para o item geologia foi realizado previamente em uma conferência dos mapas geológicos das regiões abrangidas pelo empreendimento, nos quais são consultadas as Unidades Geológicas relevantes. A partir dessa identificação, foram pesquisadas suas características mais marcantes e litologias predominantes adotando diversos autores e estudiosos, mas sempre dando preferência aos estudos e

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-116/MG

nomenclatura adotados pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM (Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais).

- 2ª. Etapa

A segunda etapa consistiu na execução das tarefas de mapeamento geológico, onde foram realizados levantamentos e avaliações da área de estudo do empreendimento, com o objetivo de caracterizar geologicamente a área estudada.

A caracterização da área envolveu inicialmente o levantamento e determinação de suas coordenadas geográficas através do uso de Global Positioning System® (GPS) e conferência desses pontos com os estudos e levantamentos técnicos já realizados na região. A partir desse georreferenciamento, coleta e caracterização das amostras de coletadas em campo e uso dos Mapas Geológicos oficiais do Estado de Minas Gerais foi possível identificar de quais Unidades Geológicas as amostras coletadas pertencem e, com isso, avaliar as implicações que poderão advir com a implantação do empreendimento.

As áreas de lavra da região, previamente levantadas junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, através do programa SIGMINE (disponível via web), foram visitadas e georreferenciadas no Diagnóstico do Meio Físico. Essa etapa visa principalmente identificar áreas de interesse para o empreendedor tais, como áreas com possibilidade de tornarem-se jazidas de materiais de emprego imediato na construção.

Durante as etapas de campo (executadas em conjunto com as etapas de campo para estudo da Geologia e Geotecnia) para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental – EIA foi realizada uma avaliação visual das condições geotécnicas das áreas com prioridade para regiões com possíveis movimentos de massa, processos erosivos ou rolamento de blocos já conhecidos. Essas regiões foram indicadas cartograficamente, necessitando – no entanto, de avaliações diretas durante a execução das obras do empreendimento. Nessa etapa do trabalho não foram realizadas sondagens à percussão ou mistas para determinação das características geotécnicas das áreas, apenas uma correlação entre geologia, declividade do terreno, condições geomorfológicas, vegetação e tipos de solos. A partir da análise dessas correlações, foi possível identificar áreas com riscos geotécnicos, em função de tratarem-se de áreas com declividades acentuadas, solos colapsíveis, sem cobertura vegetal e/ou com regime pluviométrico intenso, sendo, portanto, propensas a movimentos de massas. Essas áreas foram indicadas em mapa como sendo de risco geotécnico elevado. A caracterização Geológica/Geotécnica foi acompanhada pela representação cartográficas em escala compatível.

A representação cartográfica da Geologia da Área de Estudo foi baseada nos mapas oficiais do Estado de Minas Gerais e em correlações de campo. Os mapas foram apresentados em escala cartográfica compatível.

6.1.1.3.1 Cavernas Naturais

Para o levantamento de cavernas naturais, a primeira etapa consiste no levantamento das principais informações em caráter regional pertinentes ao empreendimento. São avaliadas informações acerca da geologia, da forma do relevo, do comportamento hídrico superficial e da existência de cavernas próximas ao empreendimento e os resultados de trabalhos anteriores. As principais fontes utilizadas nesta consulta são os bancos de dados de órgãos governamentais (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio, Serviço Geológico do Brasil - CPRM, Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM e Secretaria Estadual de Meio Ambiente), acervos de associações técnico-científicas de cunho espeleológico (Sociedade Brasileira de Espeleologia), análise de relatórios de outros estudos ambientais que interceptem o empreendimento e pesquisa em publicações especializadas em espeleologia.

Para o Inventário Espeleológico do projeto de duplicação BR-116/MG, foram utilizadas informações geológicas provenientes da base de dados GeoBank do Serviço Geológico do Brasil, em bases vetoriais de escala 1:1.000.000 (CPRM, 2008). A forma do relevo e as estradas de acesso foram levantadas a partir de imagens de satélite do software Google Earth™. Para análise de proximidade a cavernas naturais subterrâneas conhecidas, foi utilizada a base de dados do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas - CECAV, disponibilizada em maio de 2014, com dados atualizados em 20 de maio de 2014.

Estas informações permitiram a elaboração do mapa de potencial espeleológico da área de estudo e, também, a identificação dos pontos de interesse a serem averiguados in situ. Em um segundo momento, as informações e dados de campos foram tratados, analisados e consolidados em relatórios.

As atividades em campo englobam as ações necessárias à formação de conhecimento sobre a existência de cavernas nos terrenos interceptados pela rodovia. O esforço prospectivo é diretamente influenciado pelo potencial de ocorrência de cavernas determinado para cada área, cada qual com estratégia prospectiva proporcional ao seu respectivo potencial.

Em terrenos classificados como de alto potencial para a ocorrência de cavernas, busca-se a verificação detalhada por meio de caminhamentos intensivos. Em áreas de médio e baixo potencial são enfatizados pontos preferenciais de amostragem, como abatimentos, afloramentos, vertentes de drenagens, grotas e paredões. Nas áreas de potencial espeleológico improvável, o

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-116/MG

esforço prospectivo é ainda mais direcionado, realizando-se entrevistas a moradores e trabalhadores locais – detentores de informações privilegiadas sobre a região, onde rotineiramente fazem uso –, com breves incursões a pontos indicados ou que apontassem qualquer possibilidade de formação de cavernas. A estas se somam os dados das verificações dos pontos de interesse pré-selecionados em gabinete, devido à presença de feições conhecidas (por meio de cadastros, imagens ou relatos em sítios eletrônicos, entre outros) e os pontos de relevo selecionados, ambos para verificação amostral in loco.

Ressalta-se que, em gabinete, por vezes é preventivamente adotada uma valoração superestimada dos potenciais, podendo ser descaracterizados após vistoria de campo.

O serviço de campo foi realizado entre os dias 12 e 17 de maio de 2014 por três equipes autônomas compostas por dois espeleólogos cada, realizando prospecções (de carro e a pé) e entrevistas ao longo de toda a extensão do trajeto (Figura 1A, B e C).

Para demarcação dos trajetos percorridos e localização geográfica dos pontos de interesse, foram utilizados GPS individuais, modelos Garmin® GPSMap 60CSX e e-Trex 20 em modo de registro contínuo. Pontos de interesse e entrevistas foram documentados fotograficamente, sempre georeferenciados por meio de sincronização com o aparelho GPS. O datum utilizado em todas as informações geográficas apresentadas neste relatório é o SIRGAS 2000.

O caminhamento registrado foi tratado em gabinete com o uso de programas específicos para leitura de dados provenientes de GPS, sendo consolidado no mapa de esforço prospectivo, que evidencia todos os caminhamentos realizados durante a etapa de campo.

A linguagem utilizada nas entrevistas não estruturadas foi compatível à realidade dos entrevistados, utilizando-se de sinônimos regionais para palavra “caverna” (como lapa, gruta, furna, loca, toca, buraco, entre outros). Os pontos essenciais dos diálogos foram transcritos imediatamente em ficha específica de entrevista e, sempre que autorizado pelo entrevistado, foi realizado o registro fotográfico durante a entrevista.

O mapeamento espeleológico foi realizado com uso de bússola úmida Suunto® modelo KB 14/360R, calibrada para zona 3, com erro de $\pm 0,25^\circ$, clinômetro Suunto® modelo PM-5/360PC, com erro de $\pm 0,25^\circ$ e trena a laser Bosch® DLE 50 Professional com erro de $\pm 1,5\text{mm}$. Foi utilizado o método de bases topográficas flutuantes, sendo a precisão topográfica aplicada aos mapas finais 2B UIS, melhorados com leitura instrumental dos elementos de distância e de orientação preferencial das galerias.

As novas cavernas identificadas receberam plaquetas de identificação cadastral, em PVC, contendo nomenclatura e dados do responsável pela identificação. Quando detentoras de nome popular ou nome de registro em cadastros estes prevalecem, recebendo, também, nome de

identificação interno no cadastro da Panorama Ambiental, no formato (PEA – número de identificação).

Para uma investigação segura, foram adotados todos os equipamentos de proteção individual (EPIs – botas, luvas, chapéus, repelente de insetos, protetor solar, e outros), além de equipamentos específicos à exploração espeleológica (capacetes, lanternas de cabeça, macacões, máscaras) (Figura 1D).

Para a confirmação de presença de rochas carbonáticas (solúveis) em campo, foi utilizada solução de ácido clorídrico (HCl) com concentração a 10%.



Figura 1 – A) Um dos veículos utilizados no deslocamento das equipes. B) Espeleólogo em trabalho de prospecção a pé. C) Entrevista a moradores da região. D) Uso de equipamentos de proteção individual.

Avaliação do Potencial Espeleológico

A elaboração do Mapa de Potencialidade Espeleológica utilizou por base o “Mapa final de Potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil, na escala de 1:2.500.000” (Jansen et al., 2012), adotado como referência inicial para o planejamento da prospecção espeleológica do empreendimento. Este divide o território nacional em áreas de muito alto potencial, alto potencial, médio potencial, baixo potencial espeleológico e ocorrência improvável. Leva em consideração para a classificação do potencial as variações litológicas, as aproximações do potencial

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-116/MG

espeleológico (2005, 2008, 2009 e 2011), a localização das províncias espeleológicas brasileiras e a localização de 10.257 cavidades existentes na base de dados do Centro Nacional de Estudos, Proteção e Manejo de Cavernas - CECAV em 01/06/2012 (Jansen et al., 2012).

Para a revisão desta cartografia e seu enquadramento no contexto do empreendimento, foram confrontadas informações tidas como fundamentais para a compreensão do processo de formação e preservação de cavidades naturais subterrâneas. Os fatores responsáveis pela gênese e manutenção de cavernas podem ser delimitados, de maneira simplificada, pela interação de componentes geomorfológicos, hídricos e geológicos. Para efeito de revisão do potencial espeleológico da área de estudo, os dados de hidrografia foram tratados em conjunto com os dados geomorfológicos.

Estes dados foram obtidos no levantamento bibliográfico da área de estudo, com ênfase em mapas geológicos, levantamento geomorfológico/hidrológicos da área, informações das cavidades naturais conhecidas – com atualização em 31/10/2014 –, informações de cavidades não cadastradas no Centro Nacional de Estudos, Proteção e Manejo de Cavernas - CECAV, indicações e observação de imagens de satélite.

Os resultados foram discutidos e consolidados na revisão do Mapa de Potencial Espeleológico (ANEXO XV), que serviu de referência para a alocação dos esforços de campo durante este estudo. Em função destes elementos, portanto, as áreas a serem inventariadas foram divididas em quatro diferentes potenciais:

- *Alto potencial espeleológico* - Quando tanto a geologia quanto a forma do relevo mostrarem-se favoráveis. Como exemplo desta situação, têm-se corpos carbonáticos (rocha muito propícia à formação de cavernas) associados a regiões escarpadas; neste contexto, a formação de cavidades e a exposição de seus acessos são muito prováveis;
- *Médio potencial espeleológico* - Quando a geologia for favorável, mas a forma do relevo não for propícia. Sendo possível a exposição de entradas de cavernas em dolinas presentes, mesmo em ambientes de relevo arrasado;
- *Baixo potencial espeleológico* - Quando a geologia não for favorável, mas a forma do relevo for propícia. Há registros de cavernas formadas em litologias não convenientes, associadas a relevos que proporcionem a erosão e manutenção de abrigos e cavernas;
- *Potencial espeleológico improvável* - Quando nem a geologia, nem a forma do relevo forem favoráveis.

6.1.1.4 Solos

A caracterização dos tipos de solos afetados pelo empreendimento teve como objetivo principal avaliar como cada tipologia “responderá” à implantação e operação da duplicação da BR-116/MG.

A caracterização dos tipos de solos foi realizada em duas etapas, com base na classificação proposta pela EMBRAPA – 2009, até o 2º nível categórico, ou seja, subordem.

- 1ª. Etapa

Inicialmente, para o levantamento dos dados secundários, foram utilizados os mapas de solos do Estado de Minas Gerais, nos quais foram identificados os tipos de solos existentes nas áreas atingidas pela implantação do empreendimento.

Após a identificação dos tipos de solo que foram afetados pelo empreendimento, foi iniciada uma pesquisa mais aprofundada desses solos, buscando estudos que detalhem melhor as características de cada um deles. Complementando essas informações, foram utilizados estudos científicos sobre os solos já identificados nessas regiões. Citam-se como exemplos:

- MATA (2007) – *Apostila de Classificação de Solos – Univ. de Maringá – PR.*
- Boletins de Pesquisa e Desenvolvimento da EMBRAPA.
- Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos – EMBRAPA – 2013.
- Estudos sobre a Geodiversidade elaborados pela CPRM.
- Solos do Projeto Radambrasil.

- 2ª. Etapa

A segunda etapa dos estudos compreendeu a coleta de dados em campo envolvendo a observação de perfis das áreas diretamente afetadas pelo empreendimento. A etapa de campo visou principalmente confrontar as informações disponíveis nas bibliografias especializadas, com as encontradas na área de estudo, identificando as manchas de solo presentes.

Para a descrição da textura, estrutura, plasticidade e profundidade dos horizontes, conforme solicitado no Termo de Referência do IBAMA, foram utilizados cortes e taludes ao longo da rodovia BR-116/MG. Foi utilizada a proposta do pesquisador Prof. José de Deus Viana da Mata (Univ. Estadual de Maringá – PR): *“Preliminarmente é importante dizer que quando saímos a campo não, necessariamente, estamos classificando os solos. A menos que tenhamos muito conhecimento pedológico e trate-se de uma nova classe de solo. Parece que o **mais adequado** seria dizer que estamos tentando reconhecer ou identificar as classes de solos que ocorrem numa*

determinada paisagem, região ou propriedade agrícola. A maioria das classes de solos já está classificada, assim como a maioria das pragas que atacam as nossas lavouras. O que realmente fazemos é, em primeira instância, descrever um perfil no local, amostrá-lo, analisá-lo corretamente e comparar os resultados encontrados com o que está padronizado no SiBCS (EMBRAPA, 2006)”.

Os pontos foram escolhidos pela sua representatividade da tipologia pedológica, utilizando diversos cortes de estrada existentes, alguns com mais de 15m de espessura.

Durante as etapas de campo as amostras de solo foram descritas conforme a morfologia dos perfis observados nas áreas de estudos; suas espessuras estimadas; cor aparente; texturas aparentes; porosidade aparente e a consistência aparente. Utilizou-se uma técnica descrita como Classificação Tátil-Visual de solos que é um sistema baseado no tato e na visão onde esfrega-se o solo na mão para sentir sua aspereza e, assim, pode definir a textura (areias são mais ásperas que as argilas); tenta-se moldar pequenos cilindros de solo úmido para definir sua plasticidade (argilas são moldáveis e silte e areias não). Em campo, para identificar a caracterização do solo, a resistência é identificada fazendo-se torrões solo seco das amostras de solo seco, sendo os torrões de argilas bem resistentes, os de silte pouco resistentes as areias que, de tão pouco resistentes, nem formam torrões. Outro fator para a identificação foi a dispersão em água, onde argilas sedimentam-se mais lentamente que silte e, evidentemente, bem mais do que as areias.

A partir dessas técnicas de campo foi possível realizar o enquadramento das classes de solos já identificadas nos mapas pedológicos das regiões afetadas.

A determinação do tipo de solo presente em cada um dos trechos da BR-116/MG possibilitou que sejam definidas áreas onde as características dos solos, sua interação com a geologia, tipologia do relevo e vegetação, impliquem em cuidados determinados para contenção de possíveis erosões laminares, desmoronamentos de taludes e carreamento de material para os cursos d'água, gerando assoreamentos.

6.1.1.5 Recursos Hídricos

6.1.1.5.1 Hidrogeologia

A etapa de caracterização hidrogeológica abordou os aquíferos que poderão sofrer algum tipo de interferência com a implantação do empreendimento, sendo este o objetivo dessa caracterização.

A divisão em duas etapas deve-se a necessidade de uma caracterização prévia dos tipos de aquíferos que serão afetados e relacioná-los aos aspectos de implantação e operação da rodovia.

- 1ª. Etapa

Para a hidrogeologia foi efetuado levantamento bibliográfico prévio sobre os aquíferos localizados na área de estudo pela implantação do empreendimento, onde foram levantadas informações sobre as áreas sensíveis, características dos aquíferos na área de estudo e possíveis pontos de recarga. Para o levantamento das informações referentes aos aquíferos existentes no Estado de Minas Gerais, localizados na área de estudo pelo empreendimento, foram utilizadas as informações disponibilizadas pelas Agências Reguladoras Estaduais e pela Agência Nacional de Águas – ANA. Complementando as informações, foi utilizado o Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS e o Mapa de Domínios e Subdomínios elaborados pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM, analisado em conjunto com teses universitárias e artigos relacionados ao tema.

- 2ª. Etapa

A segunda etapa serviu para o levantamento em campo dos possíveis pontos de contaminação dos aquíferos observados na área de estudo do diagnóstico.

O grau de vulnerabilidade dos aquíferos é definido através das correlações entre o tipo de aquífero (que é definido pela geologia); suas zonas de recarga (que são identificadas através da correlação entre geologia/relevo), tipos de solo e o grau de ocupação antrópica que é o principal fator de risco para as águas subterrâneas. Através dessa análise foi possível identificar áreas onde os aquíferos são mais vulneráveis à implantação e operação do empreendimento.

6.1.1.5.2 Hidrologia

- Caracterização Hidrológica das Bacias Hidrográficas da Área de Estudo e Localização dos Corpos D'água Interceptados pelo Empreendimento

Para a caracterização hidrológica das bacias hidrográficas a primeira etapa consistiu no levantamento, por meio de bases cartográficas conhecidas, das bacias hidrográficas interceptadas pela região de estudo. Após essa etapa foi realizado o levantamento bibliográfico junto às bases de dados de órgãos federais e estaduais a fim de se levantar informações hidrológicas sobre essas bacias. Esse levantamento teve como objetivo caracterizar os regimes hidrológicos das bacias da área de estudo referente ao projeto de Regularização/Duplicação da Rodovia BR-116/MG.

A caracterização do regime hidrológico das bacias, vazões históricas e recorrências foram realizadas a partir das séries históricas do banco de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH, dados disponibilizados pelas estações fluviométricas da ANA –

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-116/MG

Agência Nacional de Águas, dados levantados pelos Comitês de Bacias (quando existirem) bem como a produção científica já realizada na Área de Estudo. A rede hidrográfica da região foi apresentada cartograficamente, em escala adequada.

Para a localização dos cursos d'água interceptados pelo empreendimento, foram utilizadas bases cartográficas de hidrologia e malha rodoviária para obter o cruzamento dos cursos d'água com os eixos rodoviários. Por fim foram produzidos mapas com os produtos e ambos foram trabalhados no programa ArcGis®.

- Mapeamento das nascentes e áreas hidrologicamente sensíveis;

A primeira etapa para o mapeamento das nascentes e áreas hidrologicamente sensíveis constituiu-se na análise da área margeante ao traçado de 5 km de largura. Para se realizar tal procedimento foram utilizadas imagens de satélite LandSat 8® para identificação prévia de possíveis nascentes e áreas hidrologicamente sensíveis. Para confirmação das áreas observadas nas imagens, durante o campo de coleta de amostras de água foram observados os locais previamente escolhidos e confirmada ou não a hipótese.

- Descrição, localização e identificação dos principais mananciais de abastecimento público;

Para a descrição, localização e identificação dos principais mananciais de abastecimento público, foi consultado o sítio virtual da Agência Nacional de Águas – ANA – que realiza a compilação das informações a respeito dos mananciais por municípios. Também foram visitados os sítios virtuais das concessionárias do estado de Minas Gerais, com o objetivo de agregar maiores informações. A descrição dos principais mananciais de abastecimento público foi realizada por município da área de estudo.

- Identificação e justificativa da necessidade do rebaixamento do lençol freático.

Caso seja identificada a necessidade do rebaixamento do lençol freático pelas intervenções do empreendimento, estas serão identificadas e justificadas com base em atributos técnicos do projeto.

6.1.1.5.3 Qualidade da Água

- Enquadramento dos rios analisados nas classes de uso de água doce (CONAMA 357/2005)

Este item apresenta os enquadramentos dos cursos hídricos objetos deste estudo de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 e demais legislações estaduais que por ventura venham a ser relevantes.

No Brasil, a classificação das águas superficiais foi definida pela Resolução nº 357/2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece uma classificação para as águas, em função dos seus usos. Os mananciais são enquadrados em classes, definindo-se, para cada uma, os usos a que se destina e os requisitos a serem observados.

A Resolução CONAMA 357/2005 estabeleceu “Classes de Águas”, sendo cinco de águas doces (com salinidade igual ou inferior a 0,5%), quatro de águas salobras (salinidade entre 0,5 e 30%), e quatro de águas salinas (salinidade igual ou superior a 30%).

Águas Doces	Classe Especial
	Classe 1
	Classe 2
	Classe 3
	Classe 4
Águas Salinas	Classe Especial
	Classe 1
	Classe 2
	Classe 3
Águas Salobras	Classe Especial
	Classe 1
	Classe 2
	Classe 3

Quadro 3 - Classes de Água

No Quadro 4 a seguir são apresentados os usos preponderantes das Águas, segundo os critérios da Resolução CONAMA nº 357/2005.

Uso Preponderante da Água	Classificação				
	Classe Especial	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Abastecimento doméstico, sem prévia ou com simples desinfecção.					
Abastecimento doméstico, após tratamento simplificado.					
Abastecimento doméstico, após tratamento convencional.					
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas					
Proteção das comunidades aquáticas					
Recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho).					
Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película					
Irrigação de hortaliças e plantas frutíferas					
Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras.					
Criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana					
Dessedentação de animais					
Navegação					
Harmonia paisagística					
Usos menos exigentes					

Quadro 4 - Usos Preponderantes das Águas Segundo Critérios da Resolução CONAMA nº 357.
Fonte: Resolução CONAMA nº 357/2005.

O enquadramento dos corpos d'água em classes é de responsabilidade do Estado que o administra (ou da União em caso de rios federais) e requer um conhecimento da qualidade das águas e das influências ambientais e antrópicas capazes de alterá-la. No Estado de Minas Gerais, por exemplo, as águas doces são classificadas segundo seus usos preponderantes, em quatro classes (Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008).

Assim, é possível adequar a utilização atual do corpo hídrico com as normas de qualidade das águas, garantindo os padrões para os usos múltiplos desejados pela comunidade, preservando os aspectos qualitativos para a vida aquática e demais usos.

O objetivo de se classificar os rios pelo seu uso é alcançar um padrão de qualidade, garantindo assim o uso responsável das águas superficiais. O enquadramento de um corpo hídrico em determinada Classe não significa que este já tenha atingido um padrão de qualidade compatível

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-116/MG

com sua classificação e sim quais metas de qualidade e potabilidade da água que se deseja alcançar, pois seu enquadramento visa um padrão de qualidade em relação ao tipo de uso estipulado a ele.

Os produtos resultantes deste levantamento foram apresentados sob a forma de elementos gráficos, consistentes com os parâmetros e variáveis consideradas no estudo, bem como ressaltadas as possíveis alterações nos corpos hídricos em função do empreendimento.

- Seleção dos Pontos de Amostragem:

A primeira etapa do trabalho foi selecionar os cursos d'água perenes interceptados pelo empreendimento utilizando a ferramenta geoprocessamento (malha cartográfica do IBGE, escala 1:250.000 - hidrografia e rodovia). A escolha de apenas diagnosticar os cursos d'água perenes se justifica para possibilitar a coleta e análise de amostras d'água em qualquer estação do ano.

A partir desse levantamento, foram selecionados outros cursos, levando-se em consideração a importância regional dos corpos hídricos e possíveis mananciais de abastecimento público na área de estudo.

Assim, foram selecionados 29 possíveis pontos para amostragem conforme a Quadro 5 a seguir:

Ponto	Corpo d'água	X	Y	Região Hidrográfica
1	Rio Paraíba do Sul	740960	7579578	Paraíba do Sul
2	Rio Pirapetinga III	736453	7604639	Paraíba do Sul
3	Rio Pomba	760088	7632179	Paraíba do Sul
4	Rio Muriaé	771697	7661403	Paraíba do Sul
5	Rio Glória	774357	7673838	Paraíba do Sul
6	Ribeirão Conceição	778679	7692208	Paraíba do Sul
7	Córrego Bom Jesus	790897	7719383	Paraíba do Sul
8	Rio Providência	791008	7724354	Paraíba do Sul
9	Rio Manhuaçu	797933	7753775	Bacia do Rio Doce
10	Córrego Vista Alegre	794664	7770163	Bacia do Rio Doce
11	Córrego Sacramento	799916	7810386	Bacia do Rio Doce
12	Rio Caratinga	802846	7828786	Bacia do Rio Doce
13	Córrego Alegre	801002	7845205	Bacia do Rio Doce
14	Córrego das Pedras	810517	7874428	Bacia do Rio Doce
15	Córrego Caixa Larga	810540	7874424	Bacia do Rio Doce
16	Rio Doce	189126	7909433	Bacia do Rio Doce
17	Rio Suaçuí	192551	7943864	Bacia do Rio Doce
18	Córrego Água Preta	201050	7960105	Bacia do Rio Doce

Ponto	Corpo d'água	X	Y	Região Hidrográfica
19	Rio Itambacuri	214855	7993256	São Mateus
20	Córrego Todos os Santos	233283	8022647	São Mateus
21	Rio Mucuri	235561	8052737	São Mateus
22	Rio Preto	232976	8072392	São Mateus
23	Ribeirão Santa Cruz	232473	8085472	São Mateus
24	Ribeirão São João	235553	8085472	Bacia do Rio Jequitinhonha
25	Ribeirão Comprido	237693	8125940	Bacia do Rio Jequitinhonha
26	Rio São Joanico	235945	8132591	Bacia do Rio Jequitinhonha
27	Rio Jequitinhonha	232649	8166160	Bacia do Rio Jequitinhonha
28	Ribeirão São Roque	740960	7579578	Bacia do Rio Jequitinhonha

Quadro 5 - Corpos Hídricos da Área de Estudo a Serem Amostrados – BR-116/MG

- Análise das Amostras de Água

As análises das amostras foram feitas *in loco* dos parâmetros turbidez, pH, condutividade elétrica e temperatura. As amostras foram enviadas para laboratório, para a análise dos demais parâmetros analisados.

Os parâmetros Condutividade, Sólidos Totais Dissolvidos, PH, Temperatura e Turbidez foram analisados em campo, na coleta de amostras, por meio de dois aparelhos e de duas sondas:

- Turbidímetro Portátil (Modelo 2100Q; Marca HACH);
- Medidor Multiparâmetro Digital Mono Canal Completo (Modelo HQ30D, Marca HACH);
- Eletrodo de Condutividade Intellical (Marca HACH);
- Eletrodo de PH Digital Intellical (Marca HACH).

Os demais parâmetros foram analisados pelo Laboratório ControlTech que emitiu laudos laboratoriais para análise dos resultados.

- Coleta das Amostras

As coletas e preservação das amostras foram baseadas na metodologia e roteiro do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, que contém informações sobre a forma adequada do acondicionamento das amostras, armazenamento e tempo máximo permitido entre a coleta e a análise, de maneira a não comprometer a integridade da amostra e, conseqüentemente, os resultados das análises.

Para caracterização dos pontos de amostragem, foram preenchidas fichas de coletas, conforme apresentado na Figura 2. As amostras foram coletadas a montante e a jusante de cada ponto,

com o intuito de caracterizar a possível influência do empreendimento e das obras de arte especiais nos corpos hídricos analisados. Todos os pontos foram georreferenciados com o auxílio de GPS de navegação GARMIN® Oregon 300, com precisão de 3 metros, no sistema de coordenadas UTM, Datum SIRGAS/2000.

FICHA DE CAMPO - DADOS REFERENTES À AMOSTRA				
Identificação (n° da Amostra)				
Coordenadas:	W:	S:	Sist. Coord.: Graus Decimais	
Bacia:			Data:	Hora:
Amostra	Chuva nas últimas 24 Horas:			
Coletor:	Data da Coleta:			
Fotos:			Rio/Igarapé:	
Temperatura Amb.:				
TIPO DE AMOSTRA				
<input type="checkbox"/> Bruta <input type="checkbox"/> Poço <input type="checkbox"/> Canal <input type="checkbox"/> Outros: <input type="checkbox"/> Tratada <input type="checkbox"/> Rio/Córrego <input type="checkbox"/> Represa <input type="checkbox"/> Manancial <input type="checkbox"/> Lagoa <input type="checkbox"/> Igarapé				
SONDA MULTIPARÂMETRO				
Temperatura			Sólidos Totais	
pH			Oxigênio Dissolvido	
DBO			Fósforo Total	
Turbidez			Nitrogênio Total	
ASPECTOS FÍSICOS, MORFOLÓGICOS E LIMNOLÓGICOS				
Vegetação Aquática: <input type="checkbox"/> em todo espelho d'água <input type="checkbox"/> parcialmente <input type="checkbox"/> ausência Presença de: <input type="checkbox"/> materiais flutuantes <input type="checkbox"/> óleos e graxas <input type="checkbox"/> Substâncias que comuniquem odor ou gosto <input type="checkbox"/> corantes provenientes de fontes antrópicas <input type="checkbox"/> resíduos sólidos objetáveis				
ASPECTOS FISIAGRÁFICOS DA ÁREA DE DRENAGEM				
Vegetação Predominante: <input type="checkbox"/> primária <input type="checkbox"/> secundária (capoeira) <input type="checkbox"/> lavoura/pastagem <input type="checkbox"/> solo exposto Integridade da mata ripária original: <input type="checkbox"/> conservada <input type="checkbox"/> alterada parcialmente <input type="checkbox"/> ausente Principais usos da terra: <input type="checkbox"/> pecuária <input type="checkbox"/> agricultura <input type="checkbox"/> outros: Principais fontes de poluição: <input type="checkbox"/> poluição urbana difusa <input type="checkbox"/> resíduos sólidos <input type="checkbox"/> esgotos domésticos <input type="checkbox"/> efluentes industriais <input type="checkbox"/> águas de drenagem pluvial <input type="checkbox"/> cultura com uso potencial de agrotóxicos e fertilizantes <input type="checkbox"/> dessedentação animal com desposição de fezes <input type="checkbox"/> obras na rodovia <input type="checkbox"/> outros:				
USOS PREDOMINANTES DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS				
<input type="checkbox"/> Irrigação <input type="checkbox"/> Recreação com contato primário <input type="checkbox"/> Abastecimento Humano <input type="checkbox"/> Dessedentação Animal <input type="checkbox"/> Lavagem de roupas e utensílios domésticos <input type="checkbox"/> Pesca, extrativismo, aquicultura <input type="checkbox"/> Diluição de efluentes <input type="checkbox"/> Captação para uso nas obras rodoviárias <input type="checkbox"/> Outros:				
OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES				

Figura 2 - Modelo de Ficha de Coleta

- Campanha de Coleta de Amostras de Água

Foi realizada uma campanha de coleta de amostras para análise da qualidade da água: os dados dessa coleta serviram de controle para o Programa de Monitoramento da Qualidade da Água, a ser executado na implantação do empreendimento. A campanha de coleta foi realizada entre agosto/setembro de 2013, contando com a participação de 2 profissionais.

- Cálculo do Índice de Qualidade da Água - IQA.

Essencialmente, os indicadores propostos neste diagnóstico correspondem ao Índice de Qualidade de Água (IQA) proposto para o diagnóstico das águas dos recursos hídricos seccionados pela rodovia. O principal objetivo do IQA é facilitar o entendimento a respeito das condições físico-químicas do estado do corpo d'água. O IQA é a combinação por meio de formulação matemática dos parâmetros de qualidade da água medidos.

A criação do IQA baseou-se numa pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade de águas, que indicaram as variáveis a serem avaliadas, o peso relativo e a condição com que se apresentam cada parâmetro, segundo uma escala de valores "rating". Das 35 variáveis indicadoras de qualidade da água inicialmente propostas, somente nove foram selecionados. Para estes, a critério de cada profissional, foram estabelecidas curvas de variação da qualidade das águas de acordo com o estado ou a condição de cada parâmetro. Estas curvas de variação, sintetizadas em um conjunto de curvas médias para cada parâmetro, bem como seu peso relativo correspondente, são apresentados no Quadro 6, a seguir.

Parâmetros	Pesos Relativos
1. Oxigênio Dissolvido	0,17
2. Coliformes Termotolerantes	0,15
3. PH	0,12
4. Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	0,10
5. Fosfato Total	0,10
6. Temperatura	0,10
7. Nitrogênio Total	0,10
8. Turbidez	0,08
9. Sólidos Totais	0,08

Quadro 6 - Pesos Relativos para Cálculo do IQA.

A formulação matemática mais comumente usada (*National Sanitation Foundation-NSF*) é o somatório do produto do valor do índice na curva de qualidade para o parâmetro pelo peso do parâmetro. Posteriormente o valor encontrado é enquadrado em uma das classes de qualidade. Para isto utiliza-se a fórmula:

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

n = número de parâmetros

qi = valor do índice na curva de qualidade para o parâmetro i

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-116/MG

w_i = peso do parâmetro i .

O índice varia de 0 a 100 e a água é enquadrada, segundo a classificação proposta por Ramech, em seis classes distintas conforme a qualidade.

Classificação do IQA		
	Ótima	79,1 a 100
	Boa	51,1 a 79,0
	Regular	36,1 a 51,0
	Ruim	19,1 a 36,0
	Muito Ruim	0 a 19,0

Quadro 7 - Classificação do IQA.

A classificação por cores é uma ferramenta utilizada para facilitar a identificação visual do nível de qualidade da água que cada ponto amostrado se encontra, conforme metodologia utilizada pela CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, e amplamente utilizada no País.

Diante dos resultados, que foram fornecidos pelos laboratórios, o IQA foi calculado para cada corpo hídrico amostrado. Os parâmetros analisados irão embasar o enquadramento dos corpos hídricos, assim como nortear as atividades de instalação do empreendimento.

6.1.1.6 Qualidade do Ar

O estudo da qualidade do ar na área do empreendimento compreendeu, a princípio, a pesquisa da legislação vigente sobre o tema, com a indicação dos principais poluentes considerados como indicadores da qualidade do ar, bem como suas características, origens e seus efeitos no meio ambiente, além dos respectivos índices limites de emissões de cada substância. A legislação ambiental estadual sobre tal temática também foi levantada, assim como os parâmetros e diretrizes determinadas pela Resolução CONAMA 03/1990, e complementada pela Resolução CONAMA 08/1990.

Atualmente, as principais referências legais no estudo da qualidade do ar são descritas a seguir.

Instrumento	Ano	Conteúdo	Jurisdição
Res. CONAMA 05	1989	Cria o PRONAR; fixa parâmetros para emissão de poluentes gasosos e materiais particulados por fontes fixas.	Federal

Instrumento	Ano	Conteúdo	Jurisdição
Res. CONAMA 03	1990	Padrões de qualidade do ar; define padrões de qualidade do e concentrações de poluentes atmosféricos.	Federal
Res. CONAMA 08	1990	Limites máximos de emissão de poluente no ar em combustão externa de fontes de poluição.	Federal
Res. CONAMA 382	2006	Limites máximos de poluentes atmosféricos para fontes fixas; fixação de limites específicos de emissão de para tipos de fontes e combustíveis.	Federal
Res. CONAMA 436	2011	Limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas; restringe emissões, e determina limites e prazos.	Federal
Deliberação Normativa COPAM 01	1981	Fixa normas e padrões de Qualidade do Ar.	Estadual (MG)

Quadro 8 - Referências Legais de Qualidade do Ar

A avaliação da qualidade do ar para o diagnóstico, foi realizada através de dados secundários, com o levantamento de bibliografia (publicações científicas) e rede de monitoramento da qualidade do ar.

- Caracterização das Possíveis Fontes de Poluição Geradas Durante as Atividades Construtivas e Formas de Minimização dos Impactos.

- 1ª. Etapa.

Consistiu no levantamento da legislação ambiental vinculada ao tema (federal, estadual e municipal), levantamento das estações de monitoramento presentes na área de estudo e representação cartográfica das estações escolhidas.

- 2ª. Etapa.

Levantamento e análise dos dados das estações de monitoramento selecionadas e confecção do Diagnóstico. Além disso, foi realizada a caracterização, em linhas gerais, das fontes de poluição

geradas nas atividades construtivas, através de experiências e estudos já realizados em obras similares, com a indicação de formas de minimização dos impactos¹.

6.1.1.7 Ruído e Vibração

6.1.1.7.1 Ruído

Primeiramente foram escolhidos os pontos de monitoramento de ruídos e vibrações, priorizando pontos críticos como áreas residenciais, hospitais/unidades básicas de saúde, escolas, povoados/comunidades, entre outros. Após a aprovação dos pontos amostrais, foi determinado o campo para as medições.

Para a medição dos níveis de ruído viário existentes nos períodos diurno e noturno, tomaram-se como base as seguintes Normas:

- NBR 10151: Acústica - Avaliação em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade.
- Procedimento;
- NBR 10152: Níveis de ruído para conforto acústico.

Os equipamentos utilizados nas medições de ruídos ambientais foram o Medidor de nível sonoro tipo 1, modelo 831, e o calibrador de nível sonoro, modelo CAL200, com certificado de calibração emitido pela Rede Brasileira de Calibração RBC, sendo ambos da marca Larson Davis.

Basicamente os aparelhos atendem as normas ANSI SI.4-85, (R01), SI.43-97 (R02), S1.25-91 (RO2), S1.1-04; IEC 61672-02, 60651-01, 60804-00, 61260-01, 61252-02 e aprovados pela Comunidade Europeia - CE. Tais equipamentos foram desenvolvidos para aplicações ambientais, estação fixas e semi-fixas.

Para manter o decibelímetro na altura especificada pela norma NBR-10.151, foi utilizado tripé segundo os modelos mostrados na norma e representados abaixo. Com a utilização do tripé minimizam-se as reflexões, causando menor alteração na medição de ruídos, proporcionando resultados mais precisos.

¹ Este detalhamento somente poderá ser dado pelas projetistas, após a finalização do Projeto Básico de Engenharia.



Figura 3 - Equipamento de Medição

Fonte: Campanha de Campo de Medição BR-116/MG Diagnóstico Meio Físico.

- Procedimentos de Medição

Para a execução da medição dos níveis de ruído, é importante observar os seguintes passos:

1º passo – As seguintes condições devem ser garantidas:

- Medidor de nível sonoro (MNS) calibrado de acordo com as recomendações do fabricante;
- Ajuste do MNS para sua operação no circuito de ponderação (A), na condição de resposta rápida (*Fast*);
- Dispositivo de proteção contra o vento;
- Posicionamento do equipamento de acordo com a norma NBR 10151: MNS a 1,5 m do limite da via, a uma distância vertical de 1,2 m do solo e a um afastamento de 20m de cruzamentos e semáforos.

2º passo - A medição do nível de ruído equivalente – Leq, sendo que cada medição feita com tempo de até 15 minutos de duração como especificado pela norma;

3º passo – Os níveis de ruídos coletados foram anotados, em planilha, com as seguintes informações: coordenadas geográficas do ponto, ponto de referência, largura da via, número de pistas, distância do microfone ao meio fio, contagem dos veículos, e registro fotográfico. Na contagem de veículos, consideraram-se as seguintes classificações:

- Carros - carros de passeio, caminhonetes, utilitários e vans;
- Caminhões Leves - caminhões e ônibus de dois eixos;
- Caminhões Pesados - caminhões, carretas e veículos de grande porte com mais de dois eixos;
- Ônibus Rodoviário - ônibus grandes, com 3 eixos ou mais;
- Motocicletas.

Os pontos de medições foram pré-selecionados durante os trabalhos de campo dos meios físico e socioeconômico. As coletas ocorreram em período diurno e noturno, priorizando pontos críticos, tais como áreas residenciais, hospitais/unidades de saúde, escolas, povoados/comunidades, entre outros a serem identificados na área de estudo.

6.1.1.7.2 Vibração

Para a medição dos níveis de vibração viária existentes nos períodos diurno e noturno, tomou-se como base as seguintes Normas:

- ISO 4866:2009 Mechanical Vibration and Shock — Vibration of Fixed Structures — Guidelines for the Measurement of Vibrations and Evaluation of Their Effects on Structures;
- ISO 2.631 Guide for Evaluation of Human Exposure to Whole-Body Vibration.

Os equipamentos para esse tipo de medição são o acelerômetro 3093M8, da marca Dytran e o medidor de vibração HVM-100, da marca Larson Davis, utilizados para medir os percentuais, a média e o valor máximo dos níveis vibração.

Esses níveis de vibração são medidos simultaneamente em espaços de tempo pré-determinados, em três eixos (x, y e z), por um acelerômetro acoplado ao medidor. A unidade é designada para medir os níveis de vibração em solos e pisos, ponderada de acordo com características humanas a vibração.



Figura 4 - Equipamentos de Medição de Vibração. 1- HVM-100 e 2- 3093M8
Fonte: Larson Davis, 2015.

- Procedimentos de Medição

O acelerômetro (Vibration Pickup – PV-83B) do equipamento Vibration Level Meter VM-52, estando conectado ao aparelho medidor, deve ser posicionado primeiramente a 5 metros do eixo central da via. Nesse ponto são medidos os níveis de vibração direta, no asfalto (níveis esses medidos no plano vertical, ou eixo Z, do acelerômetro).

Após essa medição, são realizadas as coletas dos níveis de propagação, no plano horizontal do solo, que são medidos no eixo Y² do acelerômetro, a 10 metros do eixo principal da via. As medições também devem ser realizadas a 12 metros do eixo.

Para a execução da medição dos níveis de vibração, é importante ressaltar os seguintes passos:

1º passo - Observar sequência de procedimentos a que devem ser obedecidos antes da execução da medição: certificar-se que o medidor de vibrações (VM), esteja calibrado de acordo com as

² Eixo y: tomado perpendicular a via, sendo o eixo x aquele paralelo.

recomendações do fabricante (*Measurement Law and the Japanese Industry Standard for Vibration*). Dessa forma ajusta-se o VM para que opere no eixo de medição desejado;

2º passo – Com o equipamento ajustado para que opere no eixo de medição desejado, inicia-se a medição do nível de vibração equivalente – Leq; sendo cada medição é feita com tempo de 15 minutos como especificado pela Norma;

3º passo – o nível de vibração é coletado e anotado em planilha, juntamente com as seguintes informações: coordenada geográfica do ponto, ponto de referência, largura da via, número de pistas, contagem dos veículos, sentido do fluxo de veículos e seu registro fotográfico.

Os pontos de medições foram os mesmos selecionados para ruídos, que foram pré-selecionados durante os trabalhos de campo dos meios físico e socioeconômico. As medições foram realizadas no período diurno e noturno, priorizando pontos críticos, tais como áreas residenciais, hospitais/unidades de saúde, escolas, povoados/comunidades, entre outros a serem identificados na área de estudo.

Dados sobre o aumento de tráfego, utilizando os já existentes para a Rodovia e projeções/estudos para empreendimentos similares, foram levantados a fim de descrever as possíveis interferências do projeto e mudanças dos padrões dos níveis de pressão e ruídos atuais.

6.1.2 Clima

6.1.2.1 Padrões Climáticos Locais

6.1.2.1.1 Classificação Climática da Região

O clima é o estudo médio do tempo para o determinado período ou mês em certa localidade. Pode ser referido ainda como às características da atmosfera inseridas das observações contínuas durante dado período. O clima abrange maior número de dados e eventos possíveis das condições de tempo para uma determinada localidade ou região. Abrange considerações sobre os desvios em relação às médias, variabilidade climática, condições extremas e frequências de eventos que ocorrem em determinada condição do tempo (INMET,2015a).

As metodologias de classificações climáticas adotadas no mundo levam em consideração, principalmente, as variações dos elementos do clima como umidade, temperatura e pressão atmosférica. Para o Diagnóstico do Meio Físico foi adotada a classificação climática de Köppen-Geiger, que é o sistema de classificação global dos tipos climáticos mais utilizados. A classificação é baseada no pressuposto de que a vegetação natural de cada grande região da Terra, é essencialmente uma expressão do clima nela prevalecente, ou seja, a distribuição global dos tipos climáticos e a distribuição dos biomas, apresentam elevada correlação. Nessa classificação são considerados a sazonalidade e os valores médios anuais e mensais da temperatura do ar e da precipitação.

No estado de Minas Gerais, de acordo com Sá Júnior (2009), conforme Figura 5, o padrão climático do estado tem como maior classe climática a classe Aw (Clima tropical de savana com estação seca de inverno), e com cerca de 67% da área total do estado, seguido das classes Cwa (Clima temperado úmido com inverno seco e verão quente), com 21% e Cwb (Clima temperado úmido com inverno seco e verão moderadamente quente), com 11%.

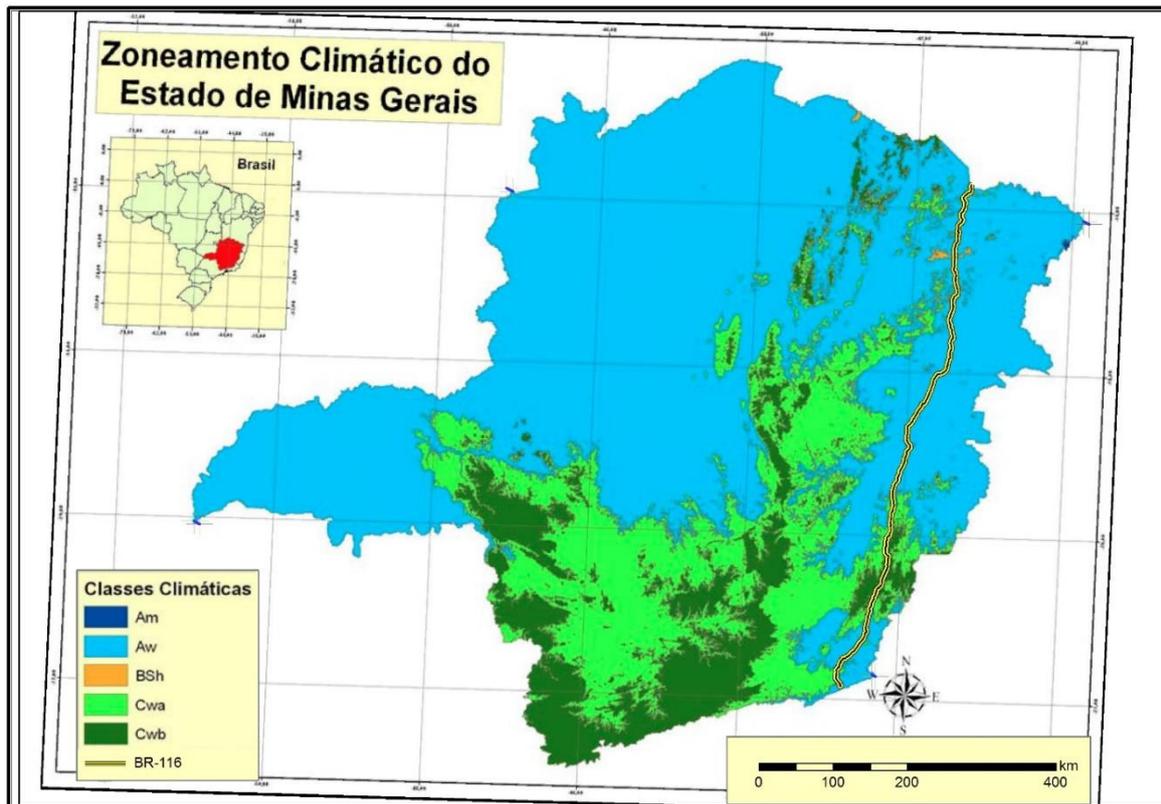


Figura 5 - Zoneamento Climático de Minas Gerais.
Fonte: Adaptado de Sá Júnior (2009).

6.1.2.2 Série Histórica de Normais Climatológicas

As séries descritas a seguir, foram baseadas em dados obtidos pelo bando de dados da rede de monitoramento do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) no período compreendido de 01/01/1983 a 01/02/2015 para as tabelas de dados (BDMEP) e entre 1961 a 1990 para os cartogramas.

A seguir, são apresentados os quadros com as informações de: código da estação, nome da estação, os resultados mensais e o resultado médio anual. Após os quadros, tem-se a figura que ilustra o comportamento das normais climatológicas.

6.1.2.2.1 Temperatura Média

A temperatura média anual do período histórico de 1983 a 2015, nas estações do estado de Minas Gerais foi de 21,2°C, 23,9°C, 22,3°C e 22,9°C para as estações de Caratinga, Governador Valadares, Pedra Azul e Teófilo Otoni, respectivamente (Quadro 9). De acordo com o cartograma

(Figura 6), a temperatura média variou de 20°C a 24°C sendo a parte norte do trecho estudado a com maior temperatura média.

TEMPERATURA MÉDIA (°C)				
Nome da Estação/ Código	Caratinga / 83592	Governador Valadares / 83543	Pedra Azul / 83393	Teófilo Otoni / 83492
Mês				
Janeiro	23,2	26,1	23,9	25,2
Fevereiro	23,6	26,4	24,2	25,3
Março	23,1	26,3	23,9	25
Abril	21,4	24,4	22,9	23,6
Maio	19,4	22,3	21,4	21,6
Junho	18,1	21,1	20,1	19,9
Julho	17,8	20,7	19,5	19,4
Agosto	19,1	22	20,4	20,5
Setembro	20,5	23,2	21,5	22,1
Outubro	22,1	24,3	22,6	23,5
Novembro	22,8	24,9	23,1	24
Dezembro	22,9	25,4	23,4	24,5
Ano	21,2	23,9	22,3	22,9

Quadro 9- Temperatura Média Mensal e Anual
Fonte: INMET, 2015c.

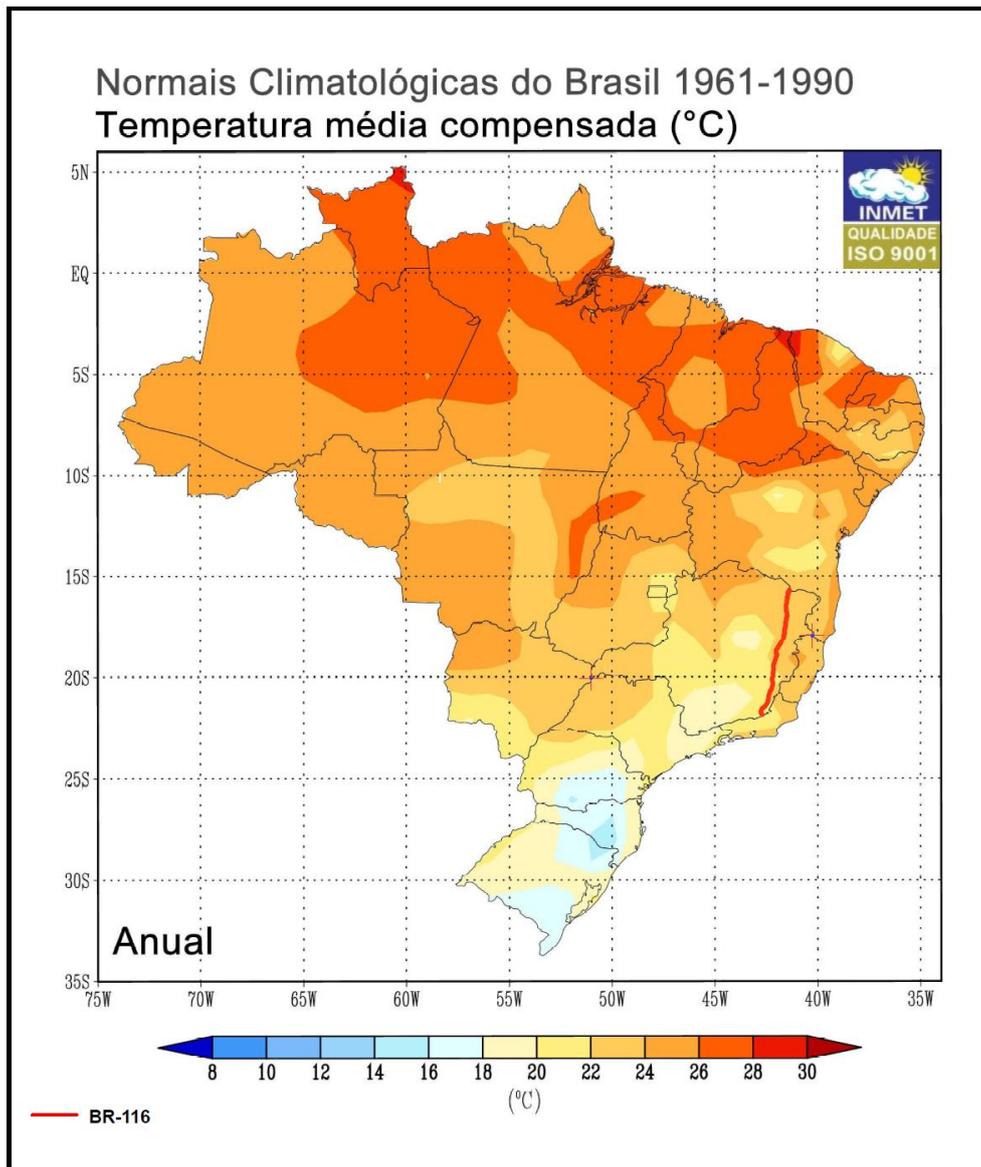


Figura 6 - Temperatura Média Compensada Anual
Fonte: Adaptado INMET, 2015b.

6.1.2.2.2 Evaporação Total e Média e Anual

A evaporação média anual no período histórico de 1983 a 2015 foi de 84,4 mm, 76,6 mm, 119,32 mm e 73,5 mm para as estações de Caratinga, Governador Valadares, Pedra Azul e Teófilo Otoni, respectivamente (Quadro 11). A evaporação total média anual na área de estudo variou de 400 mm a 2000 mm no período de 1961 a 1990, onde a faixa de 800 mm a 1200 mm foi a média de maior ocorrência no trecho, como ilustra a Figura 7.

EVAPORAÇÃO MÉDIA - Evaporímetro de Piché (mm)				
Nome da Estação/ Código	Caratinga / 83592	Governador Valadares / 83543	Pedra Azul / 83393	Teófilo Otoni / 83492
Mês				
Janeiro	82,1	79,2	141,6	72,9
Fevereiro	81,9	77,6	138,8	71,3
Março	89,8	83	122,9	80,1
Abril	64,7	73,3	102,4	68,7
Maio	63,6	62,4	98,6	63,6
Junho	70,9	58,9	95,7	59,2
Julho	83,4	68	103,2	59,9
Agosto	105,5	85,5	135,1	76,9
Setembro	110,7	90,8	142	86,5
Outubro	101,5	86,6	137,4	89,3
Novembro	83,7	77,2	121,4	76,9
Dezembro	80	77,1	92,78	76,7
Ano	84,8	76,6	119,32	73,5

Quadro 10- Evaporação Média Mensal e Anual
Fonte: INMET, 2015c.

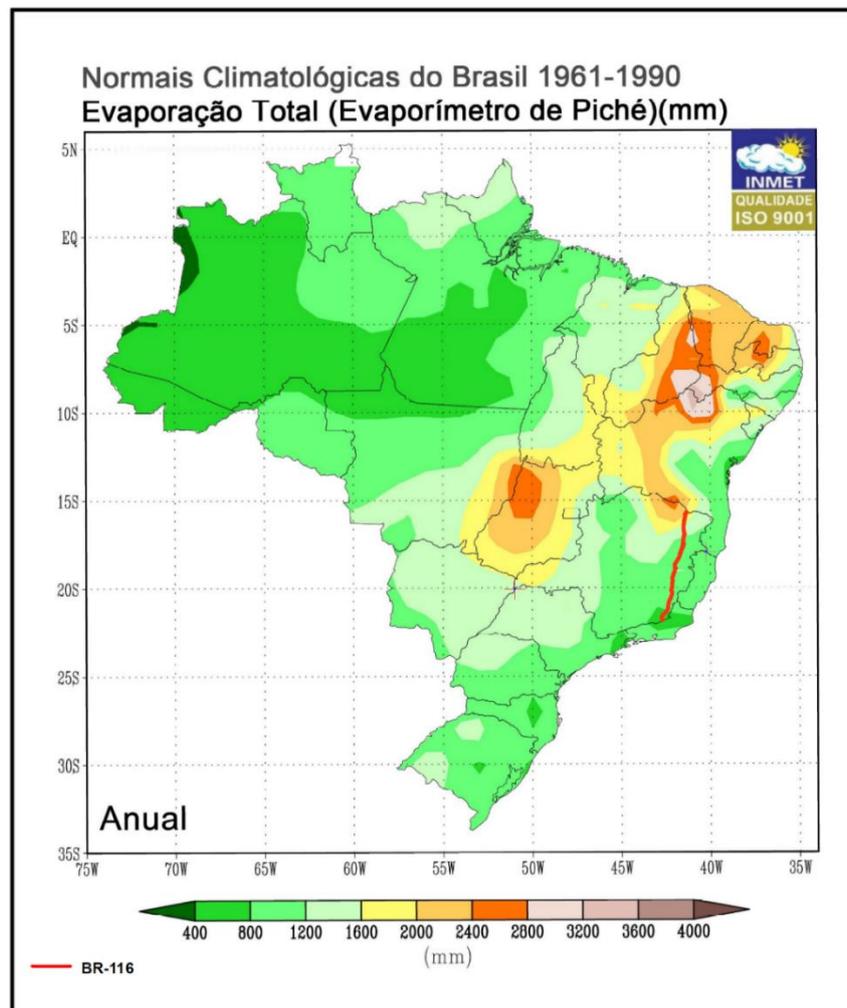


Figura 7 - Evaporação Total Média Anual
Fonte: Adaptado INMET, 2015b.

6.1.2.2.3 Índices Pluviométricos

A precipitação medida pelas estações da Agência Nacional de Águas - ANA (Quadro 11) demonstra que os maiores valores medidos foram durante os meses de outubro a março e os menores valores nos meses de maio a agosto. Esse fato caracteriza as estações da chuva e seca sendo ilustrada pela Figura 8 a média e o acumulado da precipitação nas estações abrangentes à área de estudo.

Código	Nome	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1641001	Itaobim	126,15	62,56	81,52	30,26	13,33	6,08	6,80	5,51	17,62	63,95	135,38	157,89
1641007	São João Grande	124,62	75,60	82,77	39,04	19,15	3,43	6,81	6,83	12,86	64,52	123,73	151,45
1641011	Medina	154,66	75,62	110,84	44,67	24,69	9,13	10,19	9,25	20,66	83,49	154,30	182,76
1741001	Mucuri	156,61	96,45	121,14	65,58	33,38	24,46	30,22	23,77	34,47	97,46	190,67	185,82
1741012	Teófilo Otoni	165,78	112,69	126,52	87,12	37,07	22,55	28,32	20,17	31,22	91,36	190,39	224,60
1741013	Padre Paraíso	159,93	84,87	126,43	65,71	31,79	24,11	30,48	22,60	33,55	87,81	181,14	197,46
1841001	Vila Matias-Montante	189,75	101,61	125,24	66,06	23,98	14,52	14,36	12,03	30,75	90,64	181,54	240,39
1841003	Campanário	169,17	87,51	112,14	56,12	29,72	16,29	15,03	13,11	27,60	85,12	175,36	194,97
1841014	Itambacuri	155,46	87,29	110,22	77,13	27,99	23,74	21,44	12,08	22,91	91,47	180,14	234,04
1841015	Governador Valadares	213,33	107,73	106,00	60,98	27,03	13,42	10,74	12,99	36,41	99,97	189,46	208,19
1841020	Governador Valadares	153,33	87,93	108,48	36,85	28,15	14,05	8,64	13,20	30,72	70,91	180,15	245,79
1942008	Dom Cavati	201,20	102,97	136,55	70,92	33,25	11,37	7,55	12,20	34,04	93,81	211,95	255,23
1942021	Caratinga	225,65	106,79	132,29	70,23	24,76	13,78	11,20	13,75	32,75	91,84	192,49	248,70
1942048	Santa Rita de Minas	147,19	61,07	152,39	75,65	45,24	16,34	4,86	11,05	38,16	98,06	198,14	323,19
2042014	Bicuíba	228,69	130,19	170,27	80,09	39,81	18,64	20,13	22,48	59,62	124,20	201,10	251,57
2142009	Jussara	217,37	130,46	167,67	80,96	38,30	15,55	19,20	20,61	59,08	120,84	191,21	263,53
2142014	Paqueta	197,33	123,76	122,04	50,58	37,85	17,48	17,45	16,57	43,88	92,37	165,74	220,69
2142053	Carmo	83,38	30,83	55,79	31,50	15,97	9,86	8,74	8,00	19,91	35,00	45,07	44,84
2142055	Muriaé	293,59	191,12	162,67	113,93	51,04	20,77	21,09	23,85	84,54	152,81	239,96	265,92
2142065	Barragem Ilha Dos Pombos	259,71	113,52	123,15	42,80	33,88	10,41	16,09	18,60	44,62	200,79	198,79	230,33
2142077	Vale do Pomba	289,73	92,55	177,63	84,43	37,30	18,60	17,50	21,12	42,57	116,73	246,21	352,93
	Média Anual	186,31	98,24	124,37	63,36	31,13	15,46	15,56	15,23	36,09	97,77	179,66	222,87
	Precipitação Acumulada	3912,61	2063,12	2611,74	1330,59	653,67	324,59	326,85	319,78	757,95	2053,14	3772,91	4680,29

Quadro 11 - Precipitação acumulada média mensal e anual em milímetros

Fonte: ANA, 2015.

De acordo com dados do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, no período de 1961 a 1990, a precipitação total anual na área de estudo variou de 850 mm a 1850 mm (Figura 9).

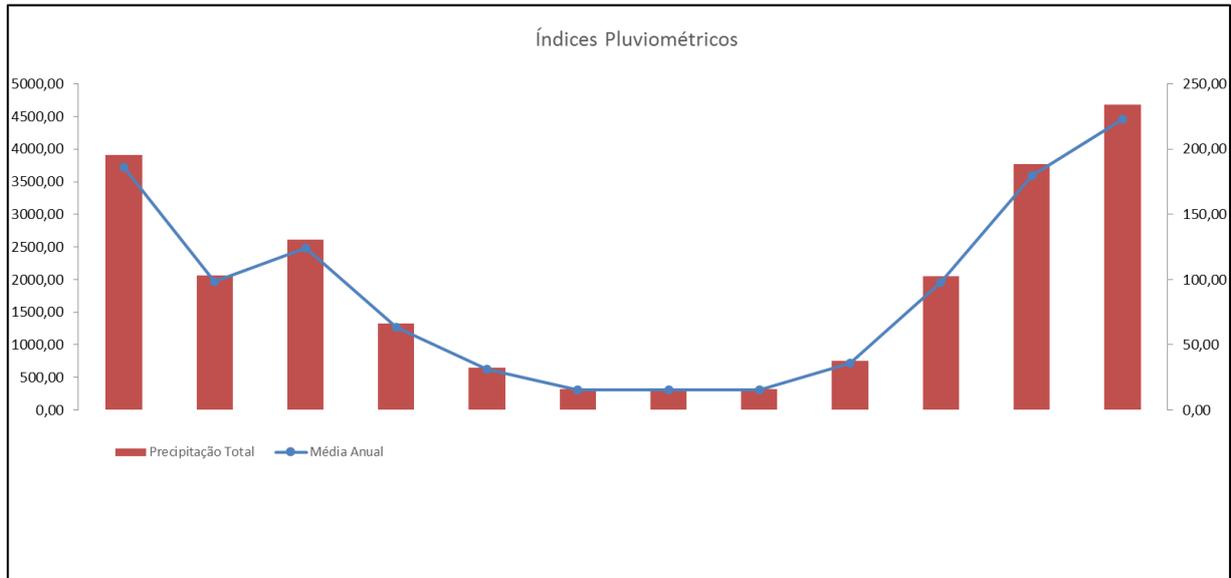


Figura 8 - Gráfico da Média da Precipitação Acumulada

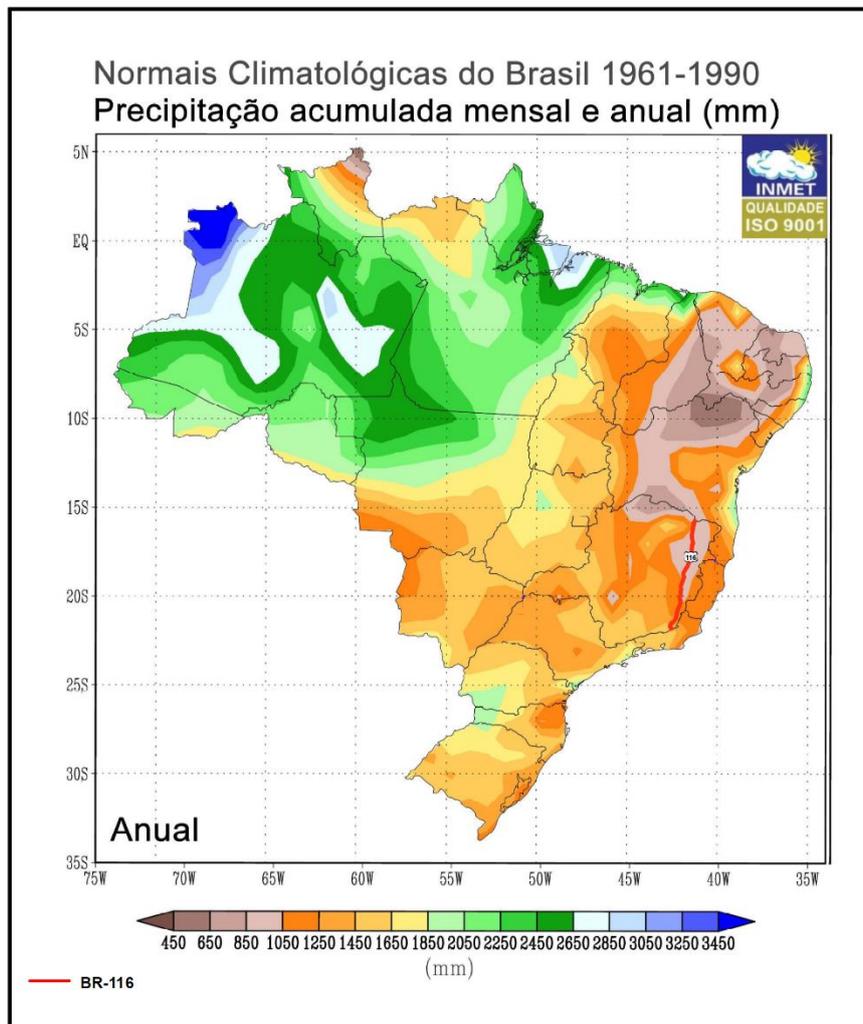


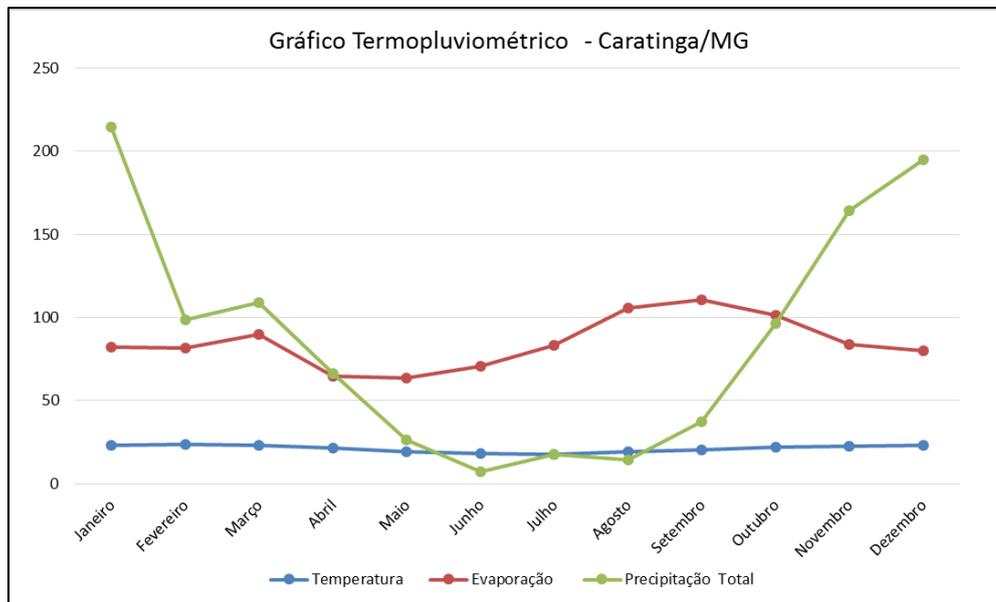
Figura 9 – Precipitação acumulada anual.
Fonte: Adaptado INMET, 2015b.

6.1.2.2.4 Gráficos Termopluviométricos

Os dados de temperatura, evaporação e precipitação total são demonstrados a seguir em um gráfico termopluviométrico. O gráfico foi gerado a partir dos dados obtidos das estações de Caratinga/MG (83592), Governador Valadares/MG (83543), Pedra Azul/MG (83393) e Teófilo Otoni/MG (83492).

O gráfico contempla toda a série história disponível das estações supracitadas e estão ilustrados na Figura 10, Figura 11 e Figura 12 e Figura 13 referentes as estações de Caratinga/MG, Governador Valadares/MG, Pedra Azul/MG e Teófilo Otoni/MG, respectivamente.

De acordo com os gráficos é possível perceber que nos meses de maio a setembro ocorre um decaimento da precipitação e uma elevação da evaporação, que nos meses de outubro a abril se invertem.



**Figura 10 - Gráfico termopluviométrico da estação de Caratinga/MG.
Fonte: INMET adaptado, 2015b.**

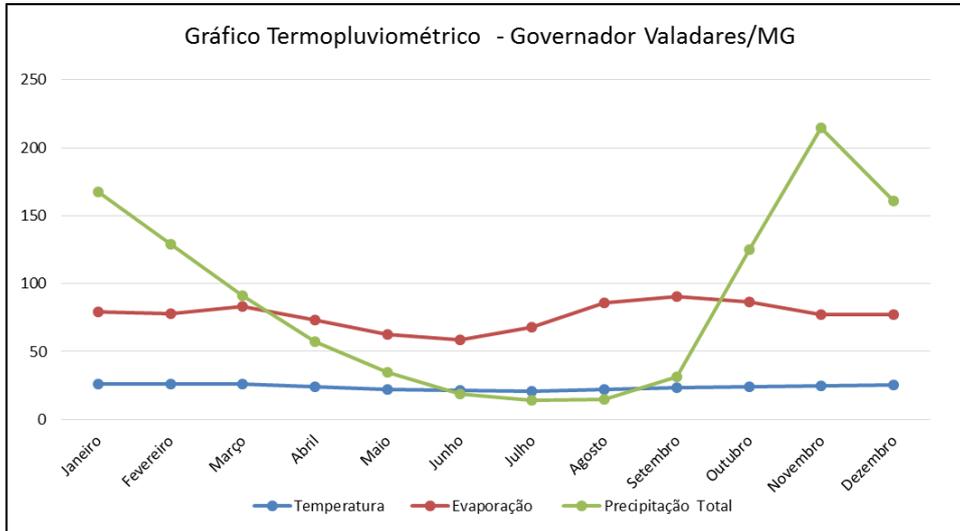


Figura 11 - Gráfico Termopluviométrico da Estação de Governador Valadares/MG.
Fonte: INMET Adaptado, 2015b.

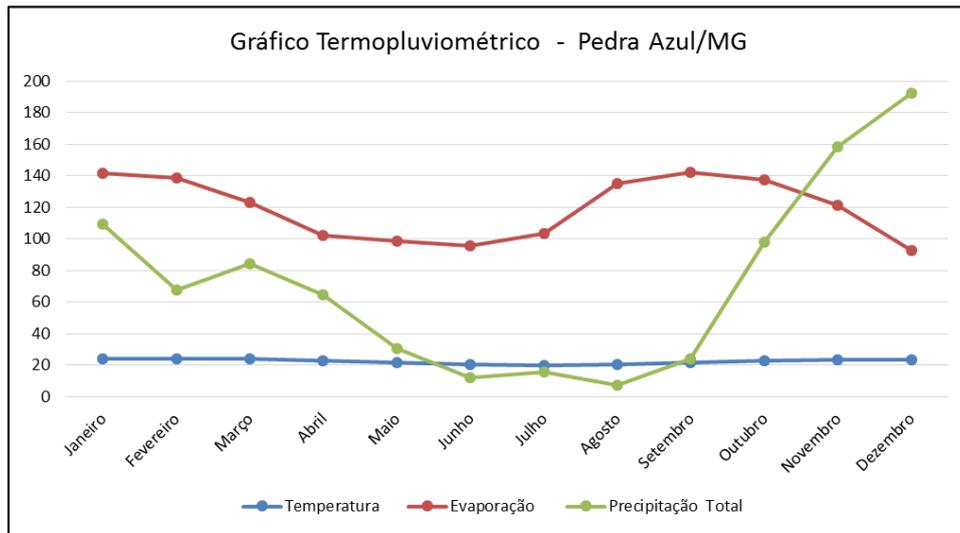


Figura 12 - Gráfico Termopluviométrico da estação de Pedra Azul/MG.
Fonte: INMET adaptado, 2015b.

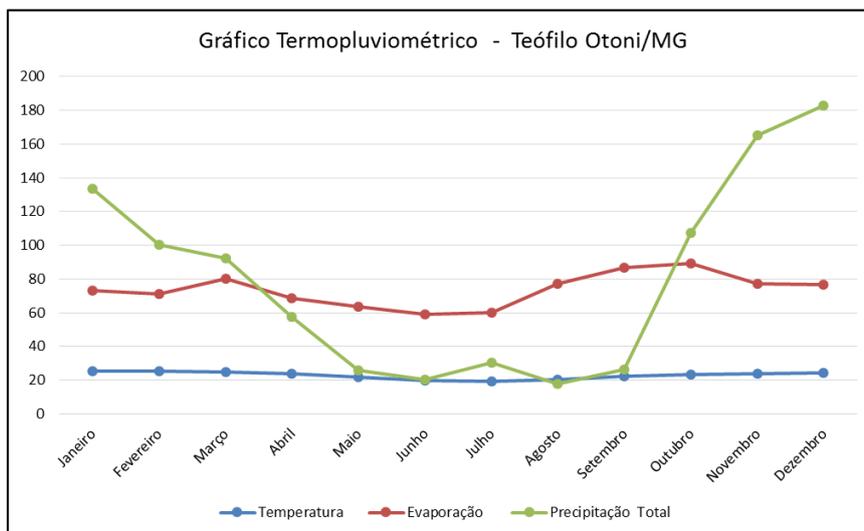


Figura 13 - Gráfico Termopluviométrico da Estação
Fonte: INMET adaptado, 2015b.

6.1.2.2.5 Insolação Média

A insolação média medida nas estações de Caratinga/MG, Governador Valadares/MG, Pedra Azul/MG e Teófilo Otoni/MG foi de 191,3 horas, 168,6 horas, 195,3 horas e 166,6 horas, respectivamente. O Quadro 12 lista os valores médios e a média anual e a Figura 14 ilustra, no período de 1961 a 1990, a precipitação total anual na área de estudo, que variou de

INSOLAÇÃO MÉDIA (horas)				
Nome da Estação/ Código	Caratinga / 83592	Governador Valadares / 83543	Pedra Azul / 83393	Teófilo Otoni / 83492
Mês				
Janeiro	205,7	191,8	239,4	200,4
Fevereiro	215,1	189,9	216,3	191
Março	211,6	204,4	225,6	192,6
Abril	197,3	182,1	196,1	174,8
Maio	203,1	182,3	199	175,6
Junho	189,8	168,7	185,8	153,5
Julho	200	172,4	192,9	162,9
Agosto	202,2	188,1	207,5	170,6
Setembro	190,8	135,3	179,4	148,5
Outubro	161	118,7	170,9	140,4
Novembro	156	129,9	154,3	136,9
Dezembro	162,4	159,1	176,9	153,5
Ano	191,3	168,6	195,3	166,7

Quadro 12 - Insolação Média – Horas
Fonte: INMET, 2015c.

De acordo com a Figura 14, a insolação total anual na área de estudo, variou de 1800 horas a 2400 horas no período de 1961 a 1990.

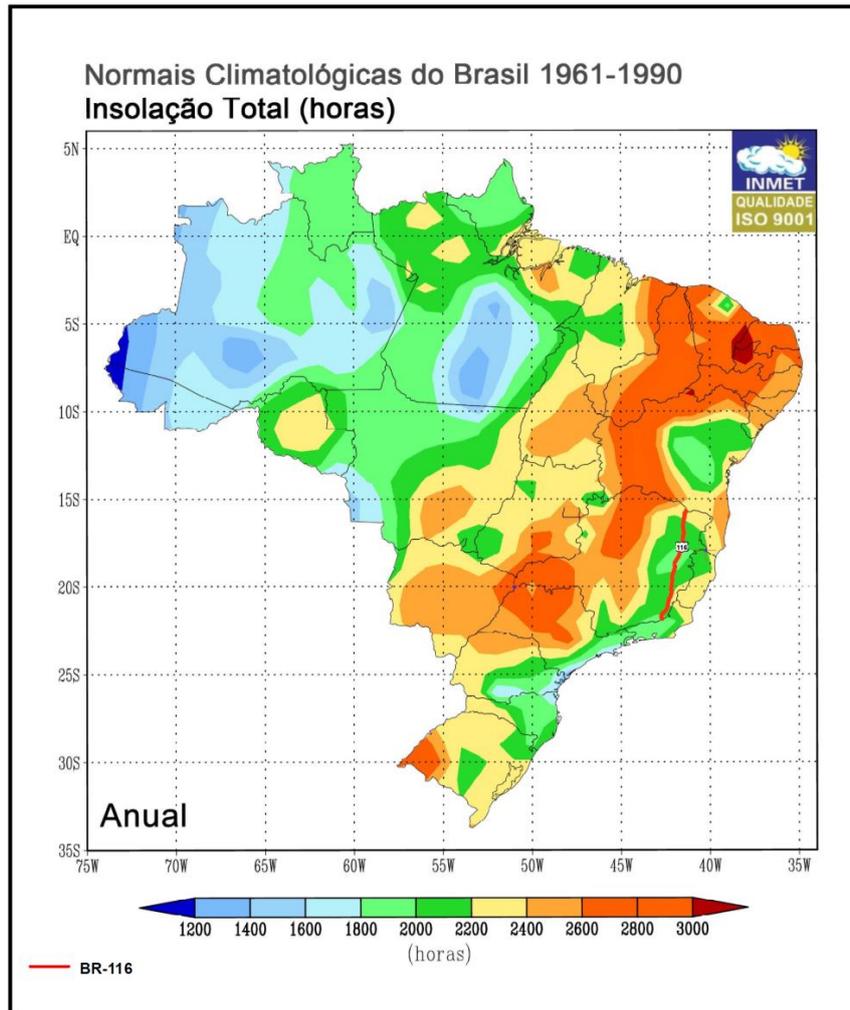


Figura 14 - Insolação Total.
Fonte: Adaptado INMET, 2015b.

6.1.2.2.6 Direção Predominante e Velocidade Média dos ventos

A direção predominante e a velocidade média dos ventos nas estações de Caratinga/MG, Governador Valadares/MG, Pedra Azul/MG e Teófilo Otoni/MG foi calmo a $1,37 \text{ m.s}^{-1}$, calmo a $1,28 \text{ m.s}^{-1}$, sudeste a $2,15 \text{ m.s}^{-1}$ e calmo a $0,74 \text{ m.s}^{-1}$, respectivamente. O Quadro 13 lista a direção predominante e o Quadro 14 a velocidade média dos ventos.

DIREÇÃO PREDOMINANTE DOS VENTOS				
Nome da Estação/ Código	Caratinga / 83592	Governador Valadares / 83543	Pedra Azul / 83393	Teófilo Otoni / 83492
Mês				
Janeiro	Calmo	Calmo	SE	Calmo
Fevereiro	Calmo	Calmo	SE	Calmo
Março	Calmo	Calmo	SE	Calmo
Abril	Calmo	Calmo	SE	Calmo
Maio	Calmo	Calmo	SE	Calmo
Junho	Calmo	Calmo	SE	Calmo
Julho	Calmo	Calmo	SE	Calmo
Agosto	Calmo	Calmo	SE	Calmo
Setembro	Calmo	NE	SE	Calmo
Outubro	Calmo	NE	SE	Calmo
Novembro	N	Calmo	SE	Calmo
Dezembro	Calmo	Calmo	SE	Calmo
Ano	Calmo	Calmo	SE	Calmo

Quadro 13- Direção Predominante dos Ventos
Fonte: INMET, 2015c.

VELOCIDADE MÉDIA DOS VENTOS				
Nome da Estação/ Código	Caratinga / 83592	Governador Valadares / 83543	Pedra Azul / 83393	Teófilo Otoni / 83492
Mês				
Janeiro	1,32	1,34	2,17	0,81
Fevereiro	1,41	1,23	2,29	0,86
Março	1,3	1,09	2,08	0,68
Abril	1	0,97	2,06	0,68
Maio	1,02	0,82	1,98	0,62
Junho	1,05	0,87	2	0,63
Julho	1,25	1,13	2,17	0,64
Agosto	1,49	1,31	2,33	0,73
Setembro	1,79	1,72	2,51	0,88
Outubro	1,62	1,73	2,25	0,83
Novembro	1,63	1,63	2,06	0,81
Dezembro	1,52	1,55	1,89	0,74
Ano	1,37	1,28	2,15	0,74

Quadro 14 – Velocidade média dos Ventos
Fonte: INMET, 2015c.

De acordo com os dados das Normais Climatológicas do INMET, a intensidade e direção dos ventos anual na área de estudo variou de $0,5 \text{ m.s}^{-1}$ a $2,5 \text{ m.s}^{-1}$, no período de 1961 a 1990 (Figura 15).

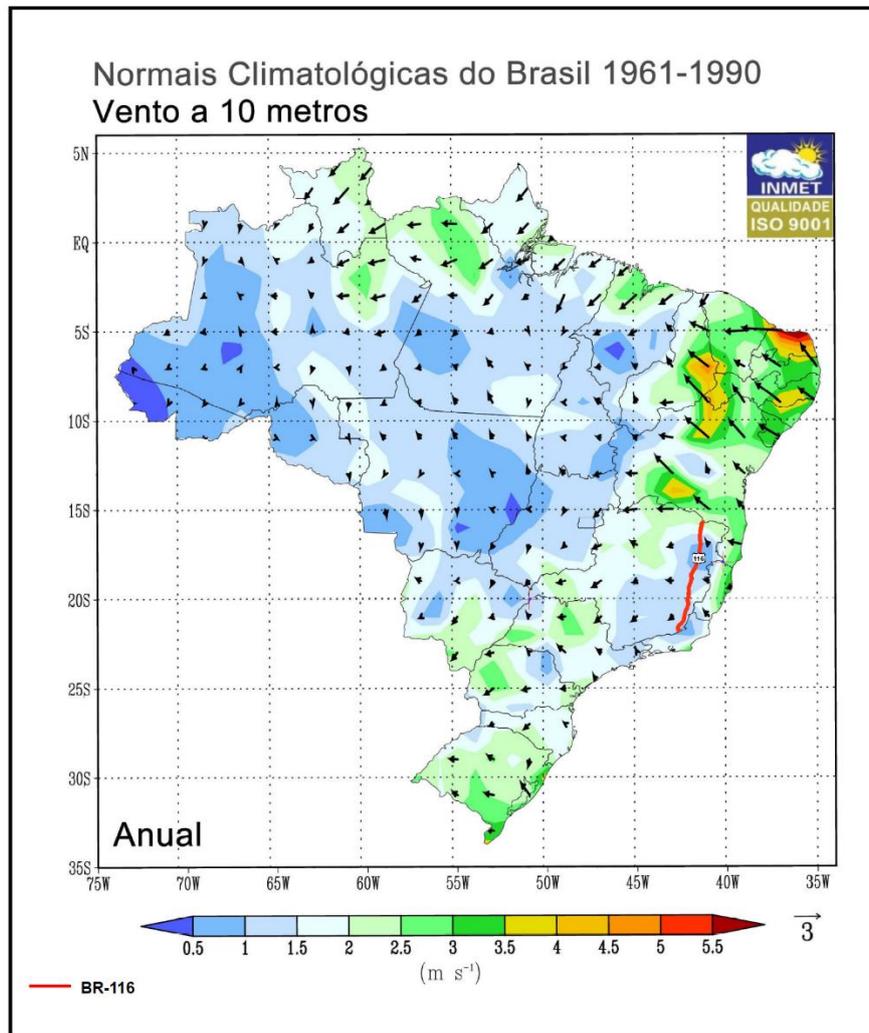
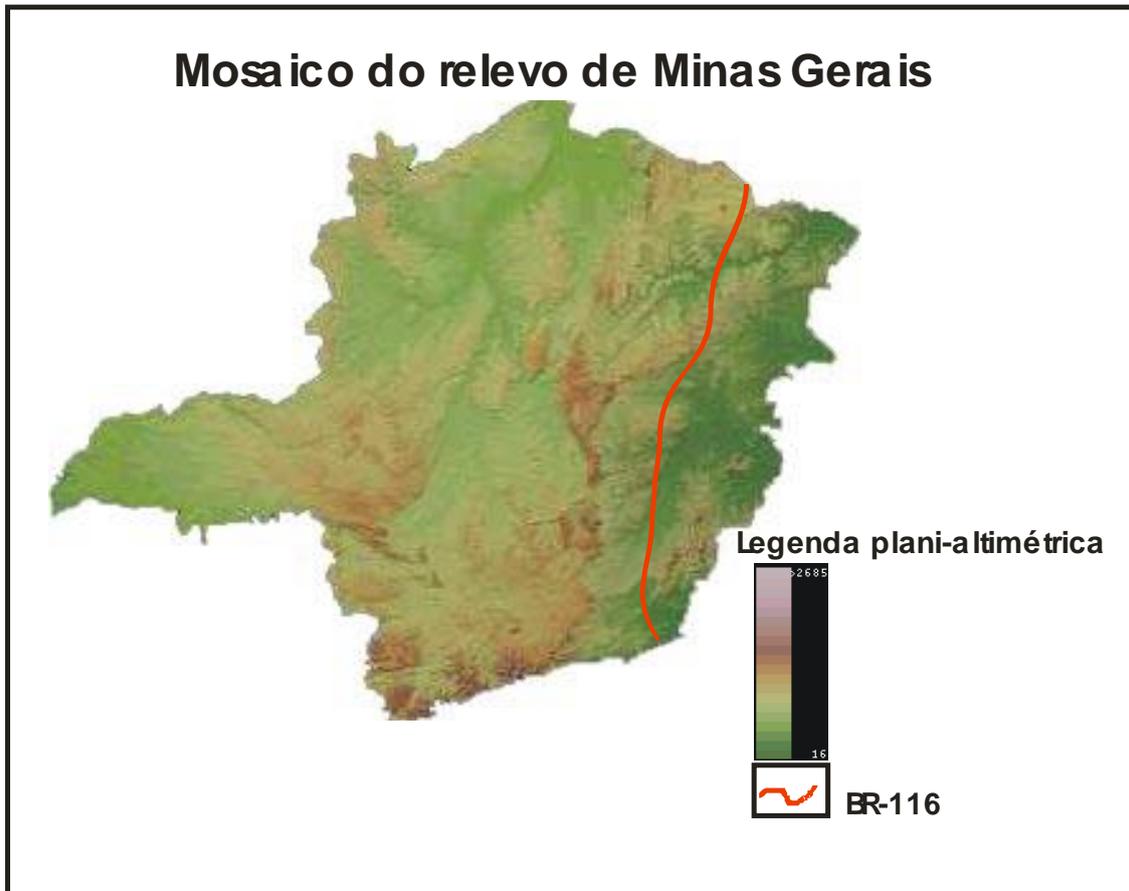


Figura 15 - Direção e Velocidade do Vento.
Fonte: Adaptado INMET, 2015b.

6.1.3 Geomorfologia

O projeto de duplicação da rodovia BR-116/MG no trecho do estado de Minas Gerais segue na direção norte-sul, abrangendo praticamente toda a sua porção leste. Devido à grande extensão do empreendimento, as obras atravessarão diversas Unidades Litoestratigráficas, Unidades Geomorfológicas e tipos de solos, é a interação entre essas unidades que afeta diretamente a tipologia do relevo observado em todo o trecho da rodovia.



**Figura 16 – Imagem Landsat com o Relevo do Estado de Minas Gerais
(fonte: site EMBRAPA 2015).**

6.1.3.1 Geomorfologia do Estado de Minas Gerais

Os estudos para a definição das características geomorfológicas do estado de Minas Gerais possuem dois grandes balizadores que são considerados clássicos para esse tipo de mapeamento. O primeiro foi o trabalho realizado em 1977 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e o segundo realizado pela Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC, em 1983.

Para o estudo das feições geomorfológicas do Estado de Minas Gerais dividiremos a parte leste do Estado em porções sul e norte, tomando como referências os estudos de Giovanni (2006), Saadi (1991a, 1991b) e Ferreira (2010). Englobando as duas porções está o estudo dos Domínios Geomorfológicos realizado pela Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (Geodiversidade MG – 2010) que trata da Geodiversidade do Estado de Minas Gerais fazendo uma associação entre a hipsometria, a geologia e a formação do relevo. Esse estudo também foi utilizado para a caracterização da geomorfologia do Estado.

Conforme consta no estudo CETEC (1983) as formas gerais de relevo do estado podem ser descritas da seguinte maneira:

- **Formas fluviais** - distinguem-se duas categorias: as de dissecação e as mistas de dissecação e acumulação. As primeiras são resultantes do trabalho de entalhamento linear por cursos d'água de diferentes ordens de grandeza. São formas características de morfogênese úmida, e ocorrem, predominantemente, onde domina o intemperismo bioquímico. Nesse caso fazem parte de um domínio morfoclimático que ocupa extensas áreas no Estado, e é caracterizado pela vegetação florestal (que, todavia, foi destruída em sua maior parte). Fora desse domínio explicam-se as formas fluviais como resultantes de recuos de cabeceiras de drenagem ocorridos no passado geológico recente, como reflexos de reencaixamentos dos cursos d'água principais. As variedades mais comuns de formas de dissecação fluvial são: cristas, pontões, colinas com vales encaixados ou de fundo chato e vertentes ravinadas.
- **Formas de dissecação e acumulação** - correspondem, em geral, às áreas rebaixadas por erosão fluvial, onde se encontram depósitos detríticos não consolidados. Constituem, portanto, formas compostas, como os terraços, os vales colmatados e as formas de exsudação do tipo veredas e depressões de fundo chato.
- **Formas de aplainamento** - originaram-se de processos de erosão areolar típicos de climas semi-áridos, domínio da morfogênese mecânica, caracterizada pelo desgaste físico das rochas. Ocupam grandes extensões do Estado, mas não integram um domínio morfoclimático em toda a sua área de ocorrência, visto que, em sua maior parte, constituem paleoformas, isto é, são formas herdadas de processos paleoclimáticos que atuaram em períodos geológicos anteriores ao Holoceno (são terciárias e pleistocênicas em sua grande maioria). Com a convenção referente as formas de aplainamento, foram englobadas as seguintes variedades: superfícies tabulares de diferentes tipos, pediplanos, rampas de colúvio coalescentes, superfícies aplainadas e patamares pediplanizados. As formas mistas de aplainamento e dissecação fluvial são, na realidade, grupamentos de formas contrastantes, morfológica e morfogeneticamente reunidas em função das limitações impostas pela *escala* de representação.
- **Formas tabulares** – abrangem as feições restantes de pedimentos e patamares rochosos com vertentes ravinadas e vales encaixados; grupamentos de cristas e formas tabulares com vertentes ravinadas e vales encaixados; colinas com rampas de colúvio coalescentes; superfícies onduladas.

Parte Sul

Para a descrição da geomorfologia da parte sul do estado seguiremos o trabalho de Giovanni (2006), que divide essa porção em quatro grandes conjuntos de formas de relevo, divididos em

dezesseis unidades distintas. Os conjuntos são nominados como: Faixas de Dobramentos Remobilizados; Escudo Exposto; Bacia e Coberturas Sedimentares do Paraná e Remanescentes de Cadeias Dobradas. Cada um desses conjuntos é caracterizado por feições geomorfológicas que distinguem os diversos tipos de relevo existente na região do sul de Minas Gerais.

6.1.3.1.1 Faixa de Dobramentos Remobilizados

Trata-se de uma área com marcas muito evidentes de processos tectônicos antigos, o que é caracterizado pela presença de dobras, falhas, deslocamento de blocos e outras feições típicas desse tipo de ocorrência. Sendo assim, diz ser uma área de forte controle estrutural, ou seja, as formas de relevo e a drenagem presentes na região obedecem às características gerais da estrutura geológica, seus alinhamentos e inclinações. As influências climáticas sobre o modelado, de maneira geral, não conseguem sobrepujar a orientação deixada pela geologia.

6.1.3.1.1.1 Planalto de Itatiaia

Essa Unidade apresenta duas unidades morfológicas distintas em seu interior, das quais somente a unidade ocidental está inserida na região de estudos. Encontra-se desenvolvido em rochas migmatíticas, charnockíticas e gnáissicas, bem como nos quartzitos da Supersequência Andrelândia. Apresentando relevos de dissecação diferencial, vales estruturais, escarpas, cristas simétricas de grande extensão e linhas de cumeada e bordas de estruturas circulares. Essas feições são características de um nítido controle estrutural para essa Unidade. Na porção centro-norte dessa área, apresenta-se um pouco mais regular, com vales de fundo chato e rios de pequeno porte. De maneira geral, suas encostas são instáveis e tendem a facilitar os movimentos de massa.

6.1.3.1.1.2 Planalto de São Roque – Jundiá

Nessa Unidade predominam as litologias gnáissicas, juntamente com as rochas silicatadas associadas a intrusões graníticas. Na região sul do Estado de Minas Gerais apresenta-se com formas mais alongadas, topos aguçados e maiores altitudes. As encostas apresentam rocha exposta e os vales são profundos com perfil transversal em “V”.

6.1.3.1.1.3 Planalto Campos do Jordão

Essa Unidade predomina na margem esquerda do rio Paraíba do Sul, na divisa entre Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. Suas litologias principais são os granitos e gnaisses

fortemente afetados pela tectônica. Os eventos tectônicos também marcam profundamente o modelamento do relevo que é caracterizado por forte controle estrutural e presença de “escarpas de falhas, escarpas adaptadas a falhas, escarpas erosivas, vales retilinizados e cristas alinhadas” entre outras formas.

6.1.3.1.1.4 Depressão Escalonada dos Rios Pomba e Muriaé

Esta Unidade apresenta quadro morfológico muito relacionado ao controle climático, com seu relevo dissecado pelas bacias dos rios Pomba e Muriaé. Encontram-se residuais inseridos da Unidade Alinhamentos de Cristas do Paraíba do Sul que atuam como divisores daquelas bacias hidrográficas. Os altos vales dos rios Pomba e Muriaé dissecam, transversalmente, os lineamentos das formas de relevo integrantes das Serras da Zona da Mata Mineira, formando formas de relevo tais como patamares e gargantas.

6.1.3.1.1.5 Maciços do Caparaó

As formas de relevo predominantes na Unidade são resultantes da influência da estrutura, correspondendo aos modelamentos de dissecação diferencial com aprofundamentos da drenagem. A presença de relevos com encostas desnudas, facetas triangulares e trapezoidais, drenagem retangular com vales retilinizados e de grande extensão, confirmam a influência dos fatores estruturais no modelamento do relevo dessa Unidade. As áreas menores representam uma dissecação homogênea de densidade de drenagem com incisões de até 100m de aprofundamento. O relevo de maneira geral apresenta-se com grandes formas alongadas de topos e encostas convexizados, onde se desenvolvem alterações profundas, resultando em espessos mantos argilosos. Estes pacotes, normalmente, estão separados dos colúvios por linhas de pedras formadas por grânulos de quartzo.

6.1.3.1.1.6 Serras da Zona da Mata Mineira

A Unidade Serras da Zona da Mata é caracterizada por relevos de formas alongadas, tipo cristas e linhas de cumeada que ocorrem principalmente na parte leste do Estado de Minas Gerais. Esse modelamento é marcado por escarpas adaptadas a falhas, sulcos estruturais, grandes linhas de cumeadas e cristas simétricas alinhadas que indicam a direção dos dobramentos e falhamentos ocorridos na área. Em alguns pontos dessa Unidade ocorrem predominância de formas de topos aguçados que são balizados por cristas de maior altitude.

6.1.3.1.1.7 Depressão Interplanáltica do Médio Rio Doce

O relevo dessa Unidade é representado por formas colinosas alongadas e de topos convexizados, com aprofundamento de drenagem em torno de 50m. Entre estas feições morfológicas notam-se setores alveolados planos e com extensão de algumas centenas de metros. Estes alvéolos tornam-se mais extensos à medida que se aproximam do rio Doce.

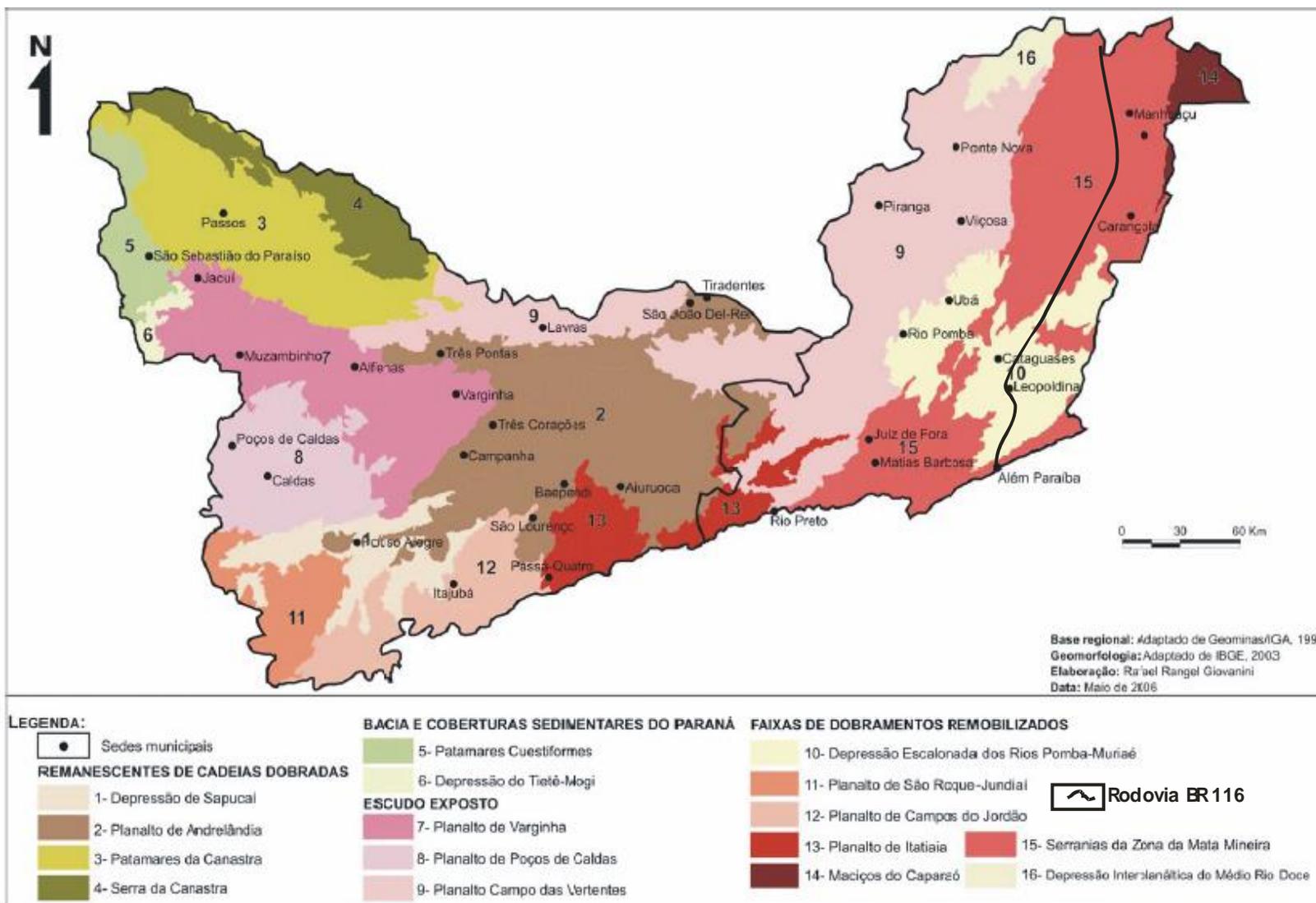


Figura 17 - Mapa Geomorfológico adaptado do sul do Estado de Minas Gerais. Autor: Rafael Rangel Giovannini - 2006.

6.1.3.1.2 Escudo Exposto

A denominação Escudo Exposto deve-se, segundo estudos realizados pelo Projeto RADAMBRASIL 2003 (*in*: Giovanni – 2006), às suas características morfoestruturais de estabilidade, com exposição de rochas cristalinas integrantes de uma plataforma ou cráton. Encontra-se envolvida por faixas móveis consolidados, sem ter sofrido ulteriores ações tectônicas de grande porte.

Em função da estabilidade tectônica prolongada, não são frequentes as áreas com predomínio de controle estrutural, sendo mais típicas as ocorrências de mantos de intemperismo profundos, resultantes de longos períodos de alteração química das rochas, por influência do clima. Essa Unidade é subdividida em: Planalto de Varginha; Planalto Poços de Caldas e Planalto Campo das Vertentes.

6.1.3.1.2.1 Planalto Campo das Vertentes

Essa Unidade está situada no limite norte da área compreendida nos estudos e na divisa com a Zona da Mata. Suas características principais são as colinas convexo-côncavas, de dissecação homogênea, o que caracteriza um relevo pouco movimentado. O manto de intemperismo é muito espesso, caracterizando uma área profundamente afetada pela ação climática. As feições morfológicas acham-se esculpidas em litologias arqueano-proterozóicas, predominando rochas do Complexo Barbacena, incluindo rochas migmatíticas, graníticas, granodioríticas, em parte gnaissificadas, migmatitos de paleossoma básico ou gnáissico, associados a gnaisses, metabasitos, xistos e gnaisses charnockíticos.

6.1.3.1.2.2 Planalto de Varginha

Localizado na porção centro-oeste da região estudada, essa Unidade está assentada sobre rochas cristalinas dos complexos Varginha e Amparo, com a presença ocasional de falhamentos e fraturas. As áreas mais altas são resultantes do afloramento de rochas charnockíticas em meio às colinas gnáissicas. Seu modelamento de relevo é caracterizado pela dissecação homogênea e predomínio de colinas e morros algumas vezes alongados, de vertentes convexo-côncavas e topos convexos a planos. Segundo Projeto RADAMBRASIL 2003 (*in*: Geovanni 2006), ha a presença de relevos escalonados no contato com os Patamares da Serra da Canastra, com entalhe de drenagem profundo, seguidas de um relevo aplainado e em forma de mesas.

6.1.3.1.2.3 Planalto de Poços de Caldas

O Planalto de Poços de Caldas está situado ao sul do Planalto de Varginha. Consiste em uma área de altitudes elevadas, com pontos isolados acima dos 1.640 metros. A principal característica litológica da Unidade é a presença do corpo intrusivo alcalino cretáceo componente da estrutura elevada e internamente erodida de Poços de Caldas. A presença da intrusão faz com que esse planalto seja fortemente influenciado por condicionantes litoestruturais, principalmente em sua drenagem. Alguns dos cursos d'água de primeira ordem dessa área são centrífugos (devido à elevação no centro do planalto os cursos d'água possuem seu fluxo do centro para as bordas do alto topográfico), o que ilustra a predominância do controle estrutural da morfologia do relevo. A dissecação é intensa e diferencial, ou seja, ataca algumas litologias mais do que outras, deixando rochas expostas em muitas de suas vertentes.

6.1.3.1.3 Domínio dos Remanescentes de Cadeias Dobradas

Essa Unidade integra conjuntos de modelados resultantes da exumação de estruturas dobradas ao longo de vários ciclos geotectônicos em que diferentes estilos estruturais explicam as particularidades do relevo das áreas abrangidas. É caracterizada pela presença de vestígios daquelas estruturas, com exposições eventuais de seus embasamentos, onde as marcas do controle estrutural refletem-se seja através de extensos alinhamentos de cristas, cortados por vales profundos, orientados conforme as disposições preferenciais das rochas e em concordância com os ciclos orogenéticos que sobre elas atuaram, seja através de compartimentos planálticos atingidos por sucessivos ciclos de erosão e em que resquícios dos dobramentos apenas eventualmente estão impressos no relevo, sob a forma de barras alinhadas e vales estruturais.

Essa Unidade foi subdividida em: Depressão de Sapucaí; Planalto de Andrelândia; Patamares da Canastra e Serra da Canastra.

6.1.3.1.3.1 Depressão de Sapucaí

A primeira delas é a Depressão de Sapucaí, localizada na porção centro-sul da região. Suas altitudes médias variam de 900 a 1100 metros, mas o que a caracteriza é o fato de estar em um patamar altimétrico inferior às unidades em seu entorno, com feições diferenciadas. Seu modelado é dissecado, com topos e vales convexizados e interflúvios longos, o que resulta em um relevo suave, de topos semi-aplainados. O manto de intemperismo é profundo e dificilmente permite a visualização da rocha matriz que é geralmente composta por quartzitos, migmatitos, gnaisses e biotitas.

6.1.3.1.3.2 Planalto de Andrelândia

Localizado no centro-norte da região estudada, essa é uma das Unidades mais significativas para a geomorfologia da região. Seu nome é oriundo da principal formação geológica sobre a qual se assenta, composta de rochas metassedimentares, quartzitos e alguns pontos isolados de rochas cristalinas. O modelamento do relevo apresenta um padrão de dissecação homogêneo, representado por colinas com topos convexos a tabulares e encostas também convexizadas, intercaladas com cristas alongadas, geralmente assimétricas. As áreas desse planalto, quando tem a sua vegetação retirada, propiciam a ocorrência de voçorocas com dezenas de metros de extensão e largura considerável.

6.1.3.1.3.3 Patamares da Canastra

A Unidade Patamares da Canastra está situada na porção noroeste da região estudada. Apresenta-se dividida em duas sub-unidades, das quais somente a unidade sul está inserida na área de estudo. Essa consiste em uma área rebaixada entre 600 e 750 metros de altitude, onde hoje se situam os principais complexos hidrelétricos da região. Seu substrato é composto por filitos, xistos, micaxistos e quartzitos revestidos por uma cobertura sedimentar. O relevo é caracterizado por colinas amplas, com topos planos, e vertentes em fase incipiente de dissecação, de formato convexo e rampeado. Parte do Rio Grande e alguns de seus afluentes, salvo em pontos isolados.

6.1.3.1.3.4 Serra da Canastra

A última unidade desse conjunto são as Serras da Canastra, situadas na extremidade noroeste da região. Consiste no divisor de águas entre as bacias do Paraná e do São Francisco, tendo como formas predominantes as barras, cristas e chapadas. Suas rochas principais são os quartzitos e os filitos. O manto de intemperismo é profundo somente nos topos planos das chapadas, onde os processos de erosão linear propiciam o surgimento de vales encaixados.

6.1.3.1.4 Bacia e Coberturas Sedimentares do Paraná

Trata-se de áreas formadas pela Bacia Sedimentar do Paraná e pelas coberturas sedimentares que extravasaram os limites das bacias, em uma configuração estrutural bastante distinta da verificada nos demais conjuntos tratados até aqui. Dentro do Sul de Minas, está circunscrito a uma área em seu extremo oeste, contendo duas unidades distintas: os Patamares Cuestiformes e a Depressão Tietê – Mogi Guaçu.

6.1.3.1.4.1 Depressão Tietê – Mogi Guaçu

A Depressão do Tietê-Mogi-Guaçu está quase que totalmente localizada no Estado de São Paulo, à exceção de uma faixa nas proximidades de Monte Santo de Minas. O modelamento do relevo é predominantemente plano, com interflúvios convexos e vales pouco aprofundados, sustentado pelos siltitos, arenitos, folhelhos, diamictitos e ritmitos. Não há cursos d'água significativos em seu trecho sul-mineiro que promovam o modelamento do relevo.

6.1.3.1.4.2 Patamares Custieformes

Os Patamares Cuestiformes, localizados a norte da unidade anterior e em uma área mais extensa, possui como característica principal a presença das *cuestas*, com bordas escarpadas e caimento para o interior da bacia. No trecho mineiro dessa Unidade, são encontradas couraças ferruginosas com fragmentos de arenitos. A drenagem é geralmente constituída de vales pouco profundos com o modelamento do relevo quase incipiente.

Parte Norte

Tomaremos como referência os trabalhos de Saadi (1991a, 1991b) e Ferreira (2010), o primeiro utiliza a Serra do Espinhaço como uma macro estrutura que divide o norte do Estado de Minas em duas grandes porções de planaltos muito bem diferenciados e nitidamente separados por uma zona deprimida de direção NW-SE, passando pela cidade de Couto de Magalhães, ao norte de Diamantina. Essas estruturas foram denominadas por ele, respectivamente, de Planalto Meridional e Planalto Setentrional. Já o segundo faz um estudo aprofundado da bacia do rio Jequitinhonha que utiliza aspectos da litoestrutura e formas de relevo para suas conclusões.

6.1.3.1.5 Planalto Meridional

Este compartimento inicia-se na extremidade meridional da Serra do Espinhaço, sua largura é a mais reduzida (30km), aumentando rapidamente em direção a norte, para atingir 90km entre as cidades de Santo Antônio do Itambé e Conselheiro da Mata. No geral, a hipsometria deste compartimento mostra que se trata de um plano ligeiramente convexo, ao longo de um eixo meridiano inclinado de norte a sul. A localização do eixo da convexidade próximo à borda oeste do planalto, confere à sua superfície uma certa assimetria no sentido E-W. Do ponto de vista geológico, a característica fundamental é, sem dúvida, a predominância absoluta dos quartzitos que, em toda extensão do compartimento, compõem uma cobertura rígida, no entanto, densamente fraturada e cisalhada. As formas de relevo resultantes de sua esculpturação pela dissecação fluvial são representadas, majoritariamente, por cristas, escarpas e vales profundos adaptados às direções tectônicas e estruturais. Em meio a este cenário de planalto descarnado,

alojam-se uma série de áreas deprimidas, sucedendo-se num arranjo “*en échelon*”, entre as cidades de Gouveia e Conceição do Mato Dentro.

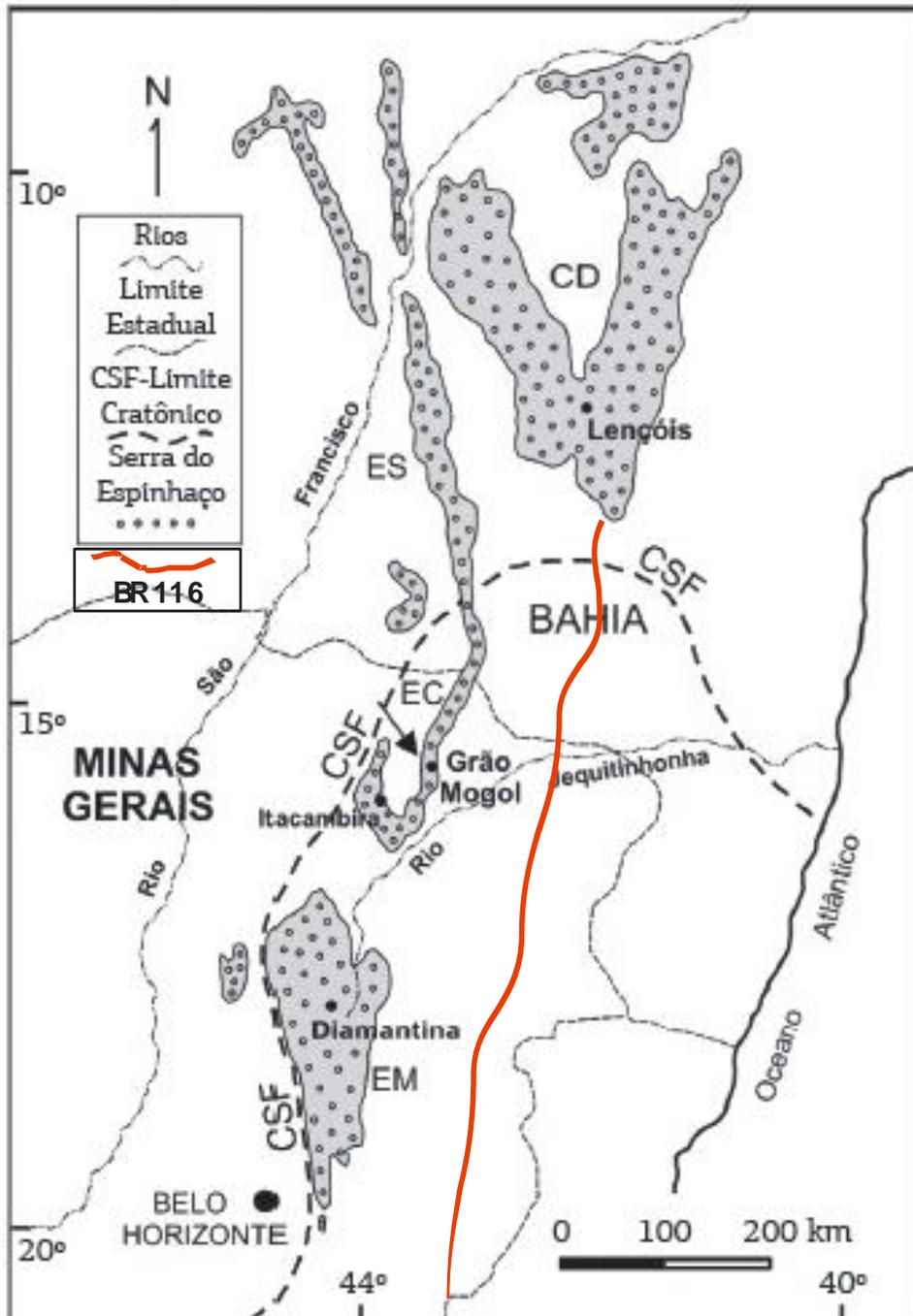


Figura 18 – Ilustração da Distribuição Espacial da Serra do Espinhaço.

Nestas depressões, rochas granitóides, metassedimentares e metavulcânicas sustentam morfologias colinares policonvexas mais ou menos suavizadas. As bordas deste compartimento, ambas nitidamente escarpadas, apresentam, no entanto, algumas diferenças morfológicas relacionadas com as respectivas posições no contexto geotectônico global. A escarpa que forma a borda oeste apresenta altura média de 400m e traçado regular, via de regra, sustentada por pacotes de quartzitos, pelo menos no topo. São característicos deste trecho da borda oeste:

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-116/MG

- Os *canyons* entalhados, perpendicularmente à escarpa, por cursos d'água pertencentes à bacia do rio São Francisco, como os rios: Pardo Grande, Pardo Pequeno, Preto e Jequitaí, entre outros;
- Os deslocamentos da linha de escarpa, correspondendo às falhas de direção WNW-ESE, que tiveram movimentação transcorrente dextral no Proterozóico (Almeida Abreu & Pflug 1994).

O escarpamento que constitui a borda leste do Planalto Meridional não apresenta, quanto a ele, a mesma regularidade, nem continuidade observadas em sua borda oeste. Aparentemente, esta configuração parece resultar da combinação entre a importante variabilidade de resistência das rochas que lá se entremeiam (quartzitos e conglomerados *versus* granitóides e xistos) e a também grande variabilidade de estruturas tectônicas e suas direções.

6.1.3.1.6 O Planalto Setentrional

Este compartimento inicia-se logo a norte da cidade de Couto de Magalhães e estende-se além da fronteira Minas Gerais-Bahia. Alongando-se em direção NNE com comprimento e largura de, respectivamente, 340 e 100km. A sua morfologia é radicalmente diferente da do Planalto Meridional e foi descrita por Saadi (1991b), como composta por:

- Um plano fundamental, extraordinariamente regularizado e inclinado em direção ESE entre Francisco Sá e Leliveldia, constituindo um platô perfeito, apesar de sua subdivisão em inúmeras chapadas isoladas por profundos e estreitos vales;
- Linhas de cristas quartzíticas de direção N-S, com altitude máxima de 1.467m formando um espigão protuberante no meio do planalto;
- Uma zona ligeiramente deprimida, com relação ao plano fundamental, inserida paralelamente em meio às cristas quartzíticas e ocupada por colinas gnáissicas entre as cidades de Itacambira e Espinosa.

Esta constituição morfológica encontra respaldo em características lito-estruturais específicas deste compartimento. O plano fundamental do planalto foi elaborado sobre metassedimentos (quartzitos, xistos, filitos, metatilitos) do Grupo Macaúbas, estruturados e dobrados com vergência para oeste. As cristas quartzíticas centrais correspondem a lascas de empurrão com mesma vergência envolvendo sequências do Supergrupo Espinhaço. A depressão gnáissica é o resultado da escavação fluvial de uma janela estrutural equivalente à de Gouveia, no Planalto Meridional.

Os trabalhos de Ferreira (2010) concentraram-se no vale do rio Jequitinhonha e descrevem as Unidades Geomorfológicas da região baseadas nas interações entre litoestratigrafia e unidades de relevo.

- **Serra do Espinhaço** - conjunto de cristas, picos e colinas alinhado predominantemente na direção N-S com altitudes variando entre 1000 e 1400m, separando a bacia do rio Jequitinhonha da bacia do rio São Francisco. O relevo é fortemente controlado pela litologia e estrutura. Muitos escarpamentos ajustam-se exatamente com linhas de falhas. As vertentes são íngremes e os vales são fortemente encaixados. Percebe-se que a Serra do Espinhaço coincide com manchas de relevo fortemente ondulado. Saadi (1995) estudou a geomorfologia dessa região, partindo das condições geológicas para, na sequência, analisar o compartimento do relevo, a hidrografia e os marcos evolutivos da paisagem, culminando com uma discussão sobre os papéis dos paleoclimas e da tectônica.
- **Planaltos do rio Jequitinhonha** - ocupam parte do alto e praticamente todo o setor médio da bacia. Ocorrem chapadas de dimensões e graus de ramificação variados, com altitudes entre 800 e 1100m e baixa densidade de drenagem. Entre as chapadas e de forma ampliada nas áreas situadas a jusante do município de Araçuaí observam-se amplas áreas dissecadas, com colinas e cristas, vales relativamente encaixados e vertentes ravinadas. A drenagem é fortemente controlada pela estrutura geológica. Os planaltos do rio Jequitinhonha coincidem com manchas de relevo fortemente ondulado entremeadas pelas áreas suavemente onduladas dos relevos tabulares das chapadas.
- **Planaltos dissecados do leste de Minas Gerais** - ocorre a partir do município de Almenara, em direção à costa atlântica e também na porção sul da bacia, próximo ao divisor com a bacia do rio Doce. São caracterizados por formas mais suaves, resultantes de intenso processo de dissecação fluvial. As feições predominantes são as colinas e cristas com vales encaixados ou de fundo chato, pontões e algumas poucas feições tabulares. No geral, o conjunto coincide com manchas de relevo variando de ondulado a fortemente ondulado.
- **Depressão do Jequitinhonha** - área rebaixada localizada ao longo do vale do rio Jequitinhonha e de alguns de seus afluentes, adentrando-se nas sub-bacias mais importantes. As altitudes variam de 400m nas proximidades do município de Araçuaí a 150m no limite leste da porção mineira da bacia. Escarpas alinhadas marcam os limites deste conjunto geomorfológico com o dos planaltos do rio Jequitinhonha. Destaca-se a presença de colinas de topos aplainados e vales de fundos chatos. Nessa Unidade observa-se a predominância de manchas de relevo ondulado ou aplainado.

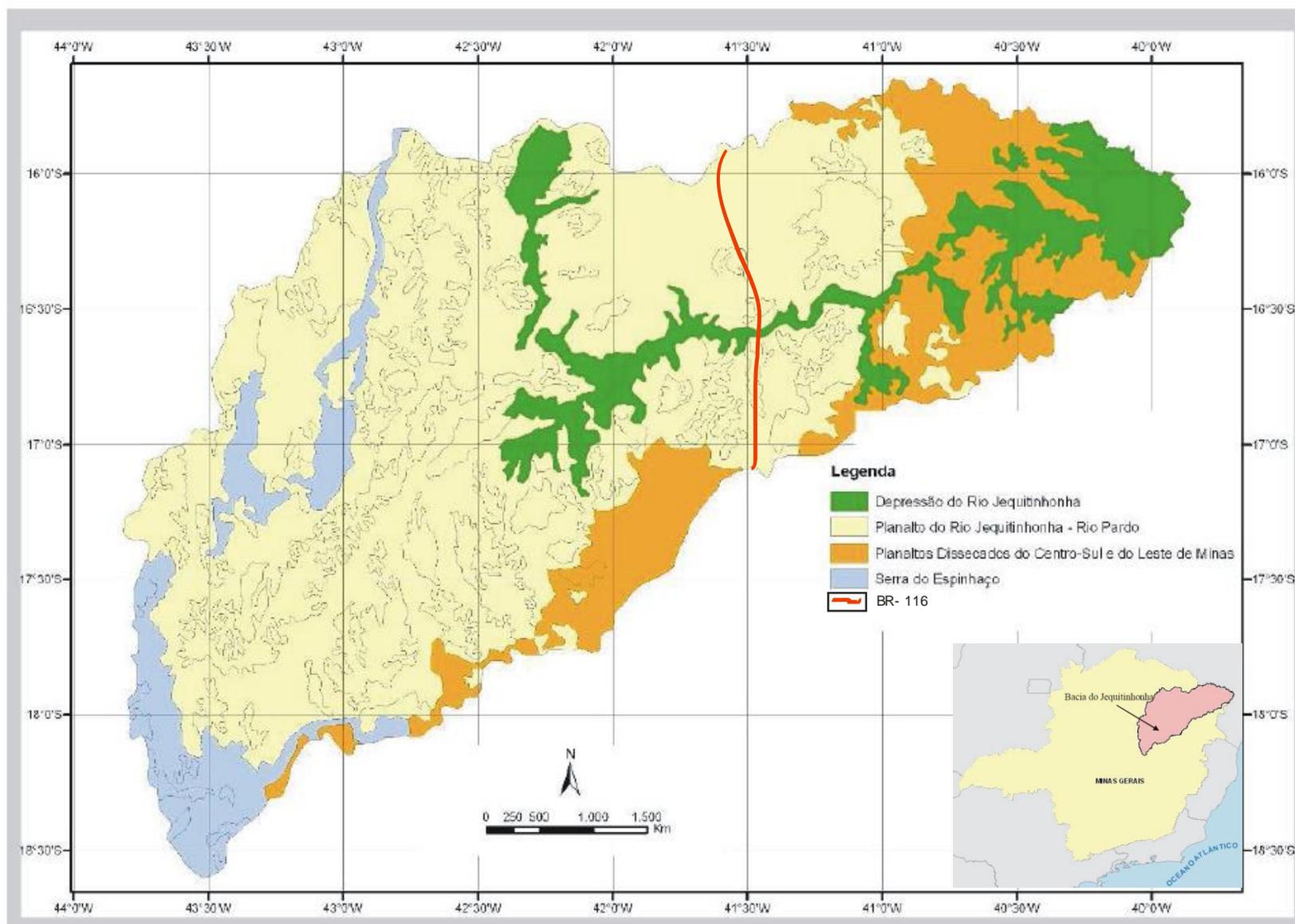


Figura 19 – Adaptação do Mapa de Conjuntos Geomorfológicos de Ferreira (2010).

6.1.3.1.7 Domínios Geomorfológicos

Reunindo uma série de estudos anteriores os trabalhos da CPRM resultaram no estudo da Geodiversidade de Minas Gerais (Geodiversidade de Minas Gerais – CPRM – 2010) que definiram cinco Domínios Geomorfológicos para o Estado, sendo que apenas o Domínio de Unidades Agradacionais (I), o Domínio das Unidades Denudacionais em rochas cristalinas ou sedimentares (II), e o Domínio das Unidades Denudacionais em rochas sedimentares litificadas (III) foram observados ao longo da rodovia BR-116/MG no Estado de Minas Gerais e, portanto, apenas esses foram brevemente descritos.

6.1.3.1.7.1 Domínio das Unidades Agradacionais

Domínio composto por três padrões de relevo, que correspondem às zonas de acumulação atual e subatual.

- **Planícies fluviais ou fluviolacustres** - são planícies de inundação e baixadas inundáveis. Constituem zonas de acumulação atual, sub-horizontais, compostas por depósitos arenoargilosos a argiloarenosos. Apresentam gradientes extremamente suaves e convergentes em direção aos cursos d'água principais. São terrenos periodicamente inundáveis, mal drenados nas planícies de inundação e bem drenados nos terraços. Exibem amplitude de relevo nula (zero) e inclinação das vertentes variando entre 0-3°.
- **Terraços fluviais** - são paleoplanícies de inundação em fundos de vales. Constituem zonas de acumulação subatual, planas a levemente onduladas, bem drenadas, compostas por depósitos arenosos a argilosos de origem fluvial. Encontram-se em um nível mais elevado que o das várzeas atuais e acima do nível das cheias sazonais. Exibem amplitude de relevo entre 2 e 10m e inclinação das vertentes variando entre 0-3°.
- **Vertentes recobertas por depósitos de encosta** - constituem rampas de colúvio e cones de tálus. São zonas de acumulação atual – depósitos de encosta mal selecionados. Os cones de tálus correspondem a superfícies deposicionais fortemente inclinadas. Ocorrem nos sopés das vertentes íngremes de terrenos montanhosos. As rampas de colúvio consistem em superfícies deposicionais inclinadas. Ocorrem nas baixas encostas de ambientes colinosos ou de morros. Esses padrões de relevo têm ocorrência localizada no estado. Apresentam amplitude variável (depende da extensão do depósito na encosta) e inclinações das vertentes entre 5-20°, quando associados às rampas de colúvio, e entre 20-45°, quando associados aos cones de tálus.

6.1.3.1.7.2 Domínio das Unidades Denudacionais em Rochas Cristalinas ou Sedimentares

Domínio composto por oito padrões de relevo, que correspondem a relevos denudacionais. As formas desse domínio caracterizam-se por se tratar de padrões de relevos de degradação em qualquer litologia, à exceção dos padrões de vales encaixados e de colinas amplas e suaves, nos quais a degradação é predominantemente em rocha sedimentar.

- Colinas amplas e suaves - constituem formas pouco dissecadas, com vertentes convexas e topos amplos, de morfologia tabular ou alongada. Apresentam sistema de drenagem principal com deposição de planícies aluviais relativamente amplas. Exibem amplitude de relevo que varia de 20 a 50m e inclinação de vertentes entre 3-10°. Há predomínio de processos de pedogênese, com ocorrência restrita de processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas). Pode ocorrer geração de rampas de colúvios nas baixas vertentes.
- Domínio de colinas dissecadas e de morros baixos - constituem colinas dissecadas, com vertentes convexo-côncavas e topos arredondados ou aguçados. Sistema de drenagem principal com deposição de planícies aluviais restritas ou em vales fechados. Exibem amplitude de relevo que varia de 30 a 80m e inclinação de vertentes de 5-20°. Há equilíbrio entre processos de pedogênese e morfogênese (formação de solos espessos e bem drenados). Atuação frequente de processos de erosão laminar e ocorrência esporádica de processos de erosão linear acelerada (sulcos, ravinas e voçorocas). Pode ocorrer geração de rampas de colúvios nas baixas vertentes.
- Domínio de morros e de serras baixas - correspondem a morros convexo-côncavos dissecados com topos arredondados ou aguçados. Também se inserem nessa unidade morros de topo tabular (característico das chapadas intensamente dissecadas) e de topos planos. Esse padrão de relevo apresenta sistema de drenagem principal com planícies aluviais restritas. Exibem amplitude de relevo que varia de 80 a 200m e inclinação das vertentes entre 15-35°. Nesse padrão de relevo há predomínio de processos de morfogênese (formação de solos pouco espessos em terrenos declivosos), além da atuação frequente de processos de erosão laminar e linear acelerada (sulcos e ravinas), com ocorrência esporádica de processos de movimentos de massa. Pode ocorrer geração de colúvios e, subordinadamente, depósitos de tálus nas baixas vertentes.
- Domínio montanhoso - correspondem a alinhamentos serranos, maciços montanhosos, *front de cuestras* e *hogback*. São formas muito acidentadas, com vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, escarpadas e topos de cristas alinhadas, aguçados ou levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. Exibem sistema de drenagem principal em franco processo de entalhamento. Apresentam amplitude de relevo acima de 300m, podendo apresentar, localmente, desnivelamentos inferiores a essa

medida. As inclinações de vertentes variam entre 25-45°, com possível ocorrência de paredões rochosos subverticais (60-90°). Nesse padrão de relevo há franco predomínio de processos de morfogênese (formação de solos rasos em terrenos muito acidentados), além da atuação frequente de processos de erosão laminar e de movimentos de massa. Pode haver geração de depósitos de tálus e de colúvios nas baixas vertentes

- Escarpas serranas - corresponde a um relevo montanhoso, muito acidentado, com vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, escarpadas, assim como topos de cristas alinhadas, aguçados ou levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. Apresentam sistema de drenagem principal em franco processo de entalhamento, amplitudes acima de 300m e inclinação de vertentes entre 25-45°, com ocorrência de paredões rochosos subverticais (60-90°). Predomina o processo de morfogênese (formação de solos rasos em terrenos muito acidentados), com ocorrência frequente de processos de erosão laminar e de movimentos de massa. Pode ocorrer geração de depósitos de tálus e de colúvios nas baixas vertentes.
- Degraus estruturais e rebordos erosivos - são formas acidentadas, constituídas por vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, declivosas e topos levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. Exibem sistema de drenagem principal em franco processo de entalhamento, amplitude de relevo entre 50 e 200m e inclinação de vertentes de 10-25°, com ocorrência de vertentes muito declivosas (acima de 45°). Nesse padrão de relevo há franco predomínio de processos de morfogênese (formação de solos rasos), com atuação frequente de processos de erosão laminar e de movimentos de massa. Depósitos de tálus e de colúvios podem ser gerados nas baixas vertentes.
- Vales encaixados - consistem de feições de relevo fortemente entalhadas pela incisão vertical da drenagem formando vales encaixados e incisos sobre planaltos e chapadas. São formas constituídas por vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, fortemente sulcadas, declivosas, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. Apresentam sistema de drenagem principal em franco processo de entalhamento, amplitudes entre 100 e 300m e inclinação de vertentes de 10-25°, com possíveis ocorrências de vertentes muito declivosas (acima de 45°). Em geral, essas formas de relevo indicam uma retomada erosiva recente em processo de reajuste ao nível de base regional. Há predomínio de processos de morfogênese (formação de solos rasos), com atuação frequente de processos de erosão laminar e de movimentos de massa.

6.1.3.1.7.3 Domínio das Unidades Denudacionais em Rochas Sedimentares Litificadas

Domínio composto por dois padrões de relevo, que correspondem a relevos de degradação em rochas sedimentares.

- **Planaltos e baixos platôs** - constituem superfícies ligeiramente mais elevadas que os terrenos adjacentes. São formas tabulares ou colinas muito amplas, pouco dissecadas, com sistema de drenagem principal em franco entalhamento e deposição de planícies aluviais restritas ou em vales fechados. Apresentam amplitude de relevo entre 0 e 50 m, inclinação de vertentes que varia entre 2-5° e topo plano a suavemente ondulado. Nessas formas de relevo, há predomínio de processos de pedogênese, com eventual atuação de processos de laterização. De forma localizada, nos planaltos, podem ocorrer processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas). Os planaltos são formas de relevo caracterizadas como formas de degradação predominantemente em rochas sedimentares, mas também sobre rochas cristalinas.
- **Chapadas e platôs** - constituem superfícies tabulares alçadas, ou relevos soerguidos. São formas planas ou aplainadas, não ou incipientemente pouco dissecadas. Exibem rebordos posicionados em cotas elevadas, delimitados por vertentes íngremes a escarpadas. Apresentam amplitude de relevo que varia de 0 a 20m e topos planos. Nessas formas de relevo, há franco predomínio de processos de pedogênese, com frequente atuação de processos de laterização e ocorrências esporádicas de processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas).

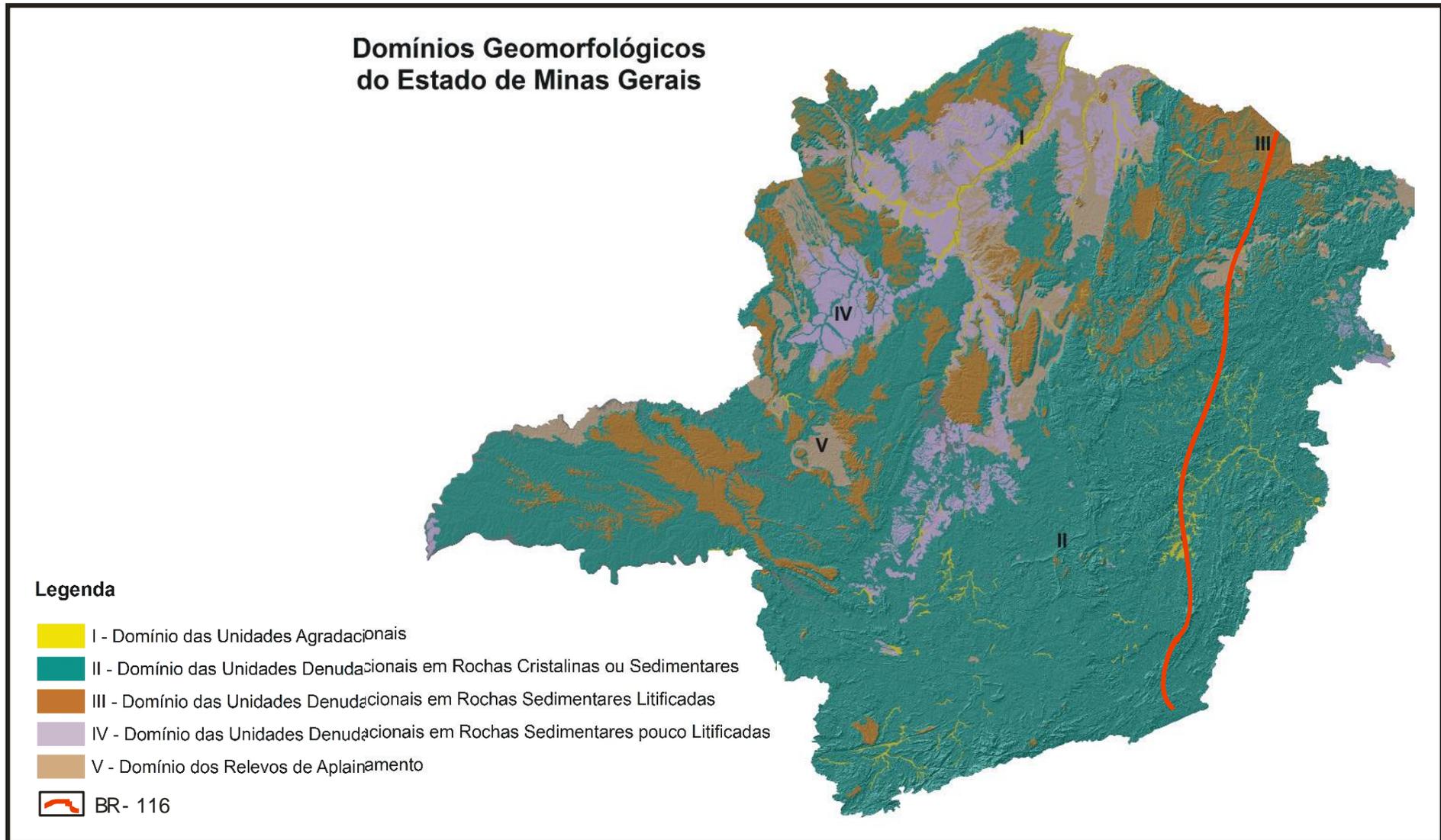


Figura 20 - Compartimentação geomorfológica do estado de Minas Gerais em Domínios Geomorfológicos.
Fonte: alterado de CPRM Geodiversidade de Minas Gerais - 2010.

6.1.3.1.8 Geomorfologia das Áreas de Estudos Próximas ao Eixo da Rodovia no Estado de Minas Gerais.

A metodologia empregada para a caracterização das Unidades Geomorfológicas nas áreas próximas ao eixo da rodovia seguiu uma rotina de ações comuns a esse tipo de estudo. Inicialmente são identificadas as Unidades descritas em bibliografias especializadas, informações oficiais dos Órgãos Municipais/Estaduais/Federais e mapas regionais. E, a partir dessa identificação, realizar os trabalhos de campo com o objetivo de caracterizar as Unidades presentes nas Áreas de Estudos Próximas ao Eixo da Rodovia do empreendimento.

O mapeamento geomorfológico foi realizado através de observações de relevo e agrupamento dessas feições em Unidades Morfológicas (3º táxon) correlacionáveis a partir da geologia, grau de intemperismo e tipos de solo. Esse agrupamento é realizado basicamente por observações do relevo, identificando feições semelhantes tais como: feições dos topos dos morros, tipos de vales, inclinação dos taludes e densidade de drenagens.

As características geomorfológicas do Estado de Minas Gerais, seguindo o trajeto da rodovia BR-116/MG são muito semelhantes predominando um relevo ondulado a fortemente ondulado de acordo com a predominância da geologia do substrato. Essa interrelação entre relevo e geologia é tão marcante que em praticamente todo o trecho predominam as formas de relevo sustentadas pelas rochas ígneas e metarmórficas, e a partir do ponto onde a ocorrência das coberturas lateríticas passa a ser dominante ocorrem áreas de relevo arrasado praticamente sem grandes elevações e áreas muito planas. Essa mudança é visível no trecho estudado a partir da intersecção entre as BR-116/MG e BR-251 já próxima a divisa Minas Gerais/Bahia.

Os trabalhos de campo correlacionaram as observações de relevo (3º táxon) às seguintes Unidades Geomorfológicas descritas por diversos autores:

6.1.3.1.8.1 Unidade Serranias da Zona da Mata Mineira

Caracterizada por relevos fortemente ondulados, onde predominam feições estruturais como as linhas de cumeadas, alinhamentos dos picos das serras e vales encaixados nos falhamentos. Em alguns pontos dessa Unidade ocorrem predominância de formas de topos aguçados que são balizados por cristas de maior altitude.



Figura 21 - Linhas de Cumeadas Alinhadas.



Figura 22 - Linhas de Cumeadas Alinhadas e Relevo Sustentado pelo Substrato Rochoso.



Figura 23 - Vales Encaixados na Linhas de Falhas



Figura 24 - Picos Caracterizam o Relevo como Fortemente Ondulado

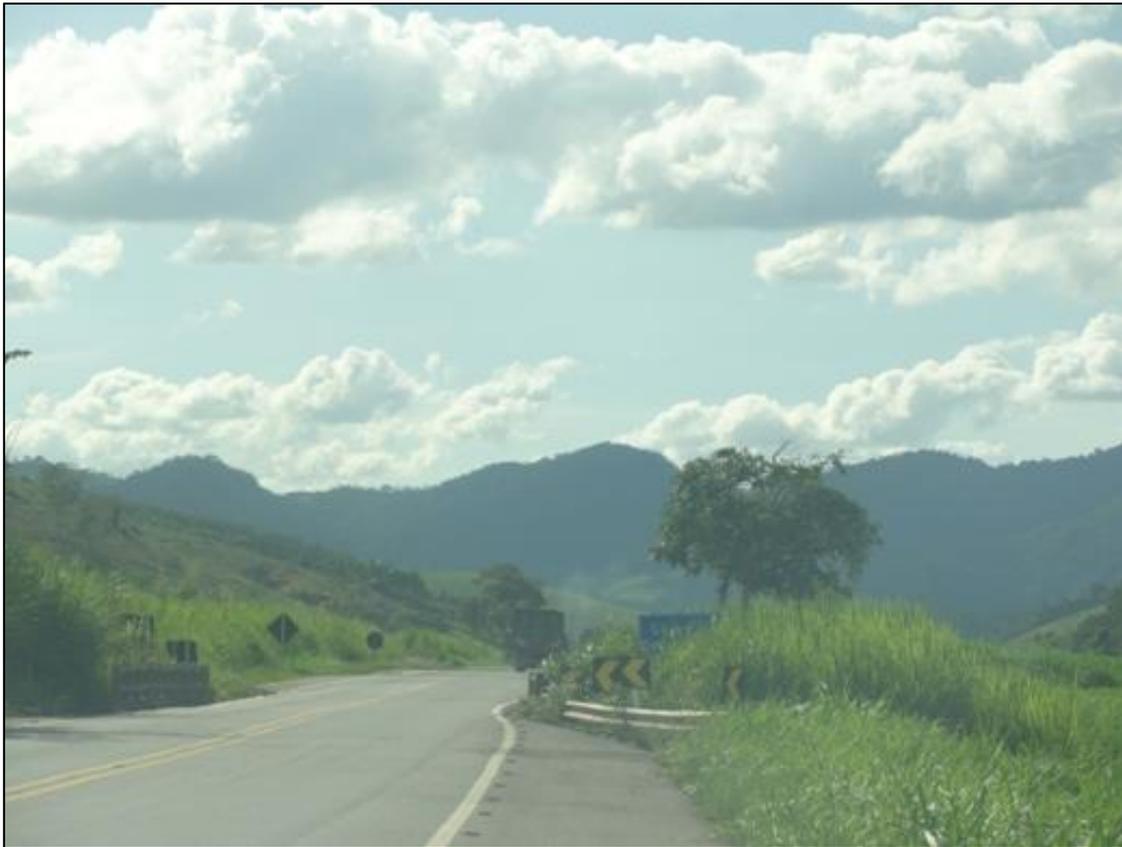


Figura 25 - Relevo Fortemente Ondulado com Feições Estruturais.



Figura 26 - Visão Geral do Relevo Ondulado a Fortemente Ondulado



Figura 27 - Linha de Cumeada.



Figura 28 - Feições Presentes nessa Unidade Conhecidas como “Pão de Açúcar”.

Depressão Escalonada dos Rios Pomba e Muriaé

Unidade observada nas proximidades da cidade de Muriaé formando um relevo menos ondulado que a Serranias com topos dos morros mais arredondados e uma marcante depressão no rio Pomba com ele encaixado entre gargantas e vales mais amplos que os observados na primeira Unidade Geomorfológica. Mesmo nessa Unidade o relevo é sustentado pelo substrato rochoso com feições características de grandes blocos e inclinações pouco acentuadas dos taludes.



Figura 29 – Feição Característica da Unidade com Morros de Topos mais Arredondados e Vales Amplos de Base Achatada.



Figura 30 – Relevo Sustentado pelo Substrato Rochoso com Grandes Blocos de Rochas Metamórficas Espalhadas pela Paisagem.



Figura 31 – Relevo sem Grandes Elevações.



Figura 32 – Feição Característica da Unidade, Morros Baixos com Topos Arredondados.



Figura 33 - Feição Característica da Unidade, Morros Baixos com Topos Arredondados.



Figura 34 – Vale do rio Pomba.

Planaltos do Rio Jequitinhonha

Unidade marcada pela presença de chapadas de dimensões variadas e baixa densidade de drenagens. Ocorrem entre as chapadas grandes áreas dissecadas com colinas baixas e relevos com ondulações suaves entre elas.



Figura 35 – Planaltos Característicos com Morros de Topos Arredondados e Vales de Base Chata



Figura 36 – Morro com o Topo Arredondado Sustentando o Relevo.



Figura 37 – Feições Características dos Planaltos.



Figura 38 – Predomínio de Morros Baixos com Topos Arredondados e Vales Amplos.



Figura 39 – Feição Característica a Presença de Grandes Chapadas.

Depressão do Jequitinhonha

Unidade observada apenas no vale do rio Jequitinhonha, é bem marcada pelo contraste entre a Unidade dos Planaltos do Jequitinhonha de escarpas alinhadas e os vales de fundo chato característico desse tipo de Unidade.



Figura 40 – Entre os Morros Ocorrem Vales Amplos de Fundo e Topografia Monótona.



Figura 41 – Contato entre a Unidade de Planaltos e a Depressão.

6.1.3.1.8.2 Domínio das Unidades Agradacionais

Esse Domínio apresenta em campo feições geomorfológicas semelhantes à Unidade Escalonada do rio Pomba-Muriaé, onde é possível observar nos trechos interceptados pela rodovia BR-116/MG algumas planícies fluviais e alguns terraços fluviais existentes na bacia do rio Pomba.



Figura 42 – Exemplo de Planície Fluvial observada em campo na bacia do rio Pomba.



Figura 43 – Exemplo de Planície Aluvial observada em campo.



Figura 44 – Exemplo de Terraços Aluviais observados em campo.



Figura 45 – Exemplo de Terraço Aluvial.

6.1.3.1.8.3 Domínio das Unidades Denudacionais em Rochas Cristalinas ou Sedimentares

As feições observadas em campo nos trechos em que a rodovia BR-116/MG o intercepta são correlacionáveis as da Unidade Serranias Zona da Mata Mineira que é basicamente composta por relevos ondulados a fortemente ondulados com feições marcadamente com controle geológico estrutural e vales encaixados. A partir da cidade de Governador Valadares começam a aparecer as colinas amplas e suaves e os vales de fundo chato.



Figura 46 – Exemplo de relevo com feição fortemente ondulada.



Figura 47 – Exemplo de padrão de relevo suavemente ondulado com morros testemunhos.



Figura 48 – Padrão de relevo ondulado com vales de fundo chato.

6.1.3.1.8.4 Domínio das Unidades Denudacionais em Rochas Sedimentares Litificadas

As feições de relevo desse Domínio são observadas em campo a partir do entroncamento entre as BR-116/MG e BR-251. São padrões, devido à geologia, de morros de topos arredondados, sem grandes elevações e algumas chapadas.



Figura 49 – Feição de relevo característica com grandes áreas planas a suavemente onduladas.



Figura 50 - Feição de relevo característica com grandes áreas planas a suavemente onduladas.



Figura 51- Feição de relevo característica com grandes áreas planas a suavemente onduladas.



Figura 52- Feição de relevo característica com grandes áreas planas a suavemente onduladas.

6.1.3.1.9 Representação espacial das unidades geomorfológicas

A representação espacial das unidades geomorfológicas e das principais unidades da paisagem da Área de Estudo foram contempladas no mapa geomorfológico (ANEXO VIII). Para a composição da representação das unidades no dado mapa foram utilizadas feições macro das Unidades Geomorfológicas, como: agrupamento dos tipos de relevos, características das drenagens e tipos e extensões dos vales nas regiões. Ao se caracterizar as Unidades com estas informações torna-se igualmente válida a representação espacial das Unidades Geomorfológicas, dispensado a necessidade de planta planialtimétrica para sua representação.

6.1.4 Geologia e Geotecnia

6.1.4.1 Geologia Regional

O Brasil foi dividido por Almeida *et. al.* (1977a, 1981), em Províncias Estruturais para que fosse possível orientar os trabalhos de caracterização e separação dessas Províncias, conforme suas características geológicas e geomorfológicas. Os autores adotaram como parâmetros, para a caracterização dos limites dessas Províncias Estruturais, as regiões geológicas naturais que mostram ou apresentam feições estratigráficas, tectônicas, magmáticas e metamórficas próprias e diferentes das apresentadas pelas Províncias confinantes.

Os limites escolhidos pelo Serviço Geológico Brasileiro, para estas Províncias, foram de caráter geologicamente bem definido (falhas e zonas de falhas, fronte metamórficas, zonas de antepaís, limites erosionais de áreas sedimentares, dentre outros com características marcantes) e limites arbitrário-convencionais (são limites mal definidos geologicamente, falta de conhecimento adequado no então estágio de conhecimento, etc.) que se baseiam em levantamentos de campos e comparações de estruturas, para propor as diferenciações entre as Unidades Geológicas.

Na Figura 53 é apresentada uma divisão do Brasil em Províncias Estruturais, proposta pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Essa divisão orientou a elaboração do presente estudo, servindo para definição das Unidades presentes nas áreas atingidas pelo empreendimento.

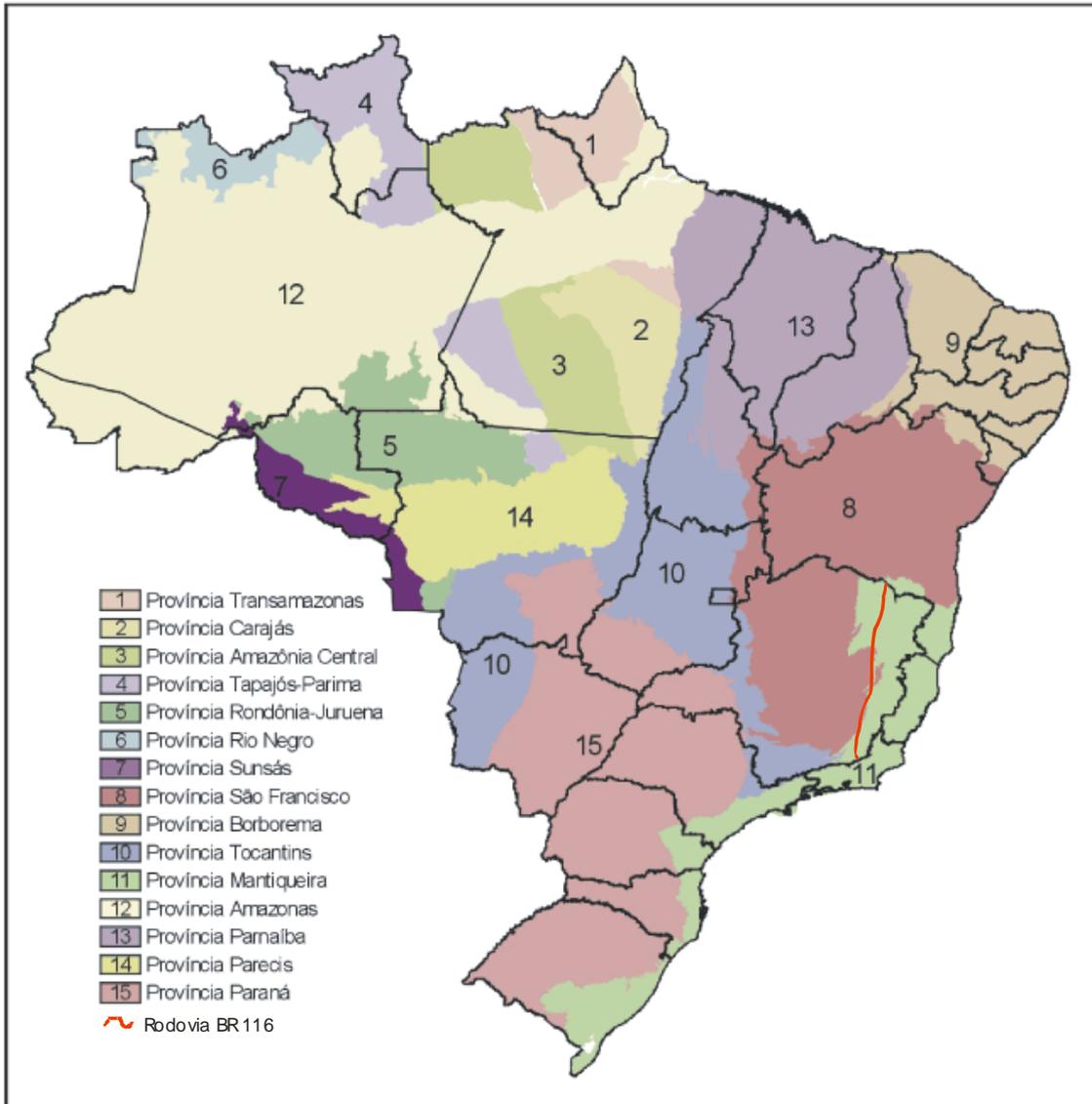


Figura 53 – Províncias Estruturais Brasileiras.

Fonte: Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil – CPRM 2003. (Adaptado).

A duplicação da rodovia BR-116/MG no trecho do Estado de Minas Gerais ocorrerá predominantemente sobre rochas da Província Mantiqueira que é composta nessa região por rochas ígneas e metamórficas.

A Província Mantiqueira representa uma entidade geotectônica com franca orientação nordeste instalada a oeste do Cráton do São Francisco ao final do período Neoproterozóico e início do Paleozóico, constituindo, juntamente com a Faixa Brasília, a Cunha de Guaxupé e os metassedimentos da denominada Faixa Alto Rio Grande, o arcabouço geotectônico do Sudeste Brasileiro.

6.1.4.2 Geologia Minas Gerais

Devido à complexidade da evolução geológica do Estado de Minas Gerais e também sua grande extensão territorial esse estudo abordará apenas as Unidades Litológicas que afloram na área de estudo do empreendimento ou que sejam relevantes para o entendimento da evolução geológica das regiões afetadas.

6.1.4.2.1 Descrição das Unidades Afetadas

As Unidades Litoestratigráficas afetadas pela implantação do empreendimento serão descritas conforme as utilizadas na elaboração dos Mapas Oficiais do Estado de Minas Gerais e os adotados pela Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais – CPRM/Serviço Geológico do Brasil. A ordem para descrições das Unidades seguirá o trajeto no sentido Além Paraíba – Divisa Alegre no trecho da rodovia BR-116/MG trecho de Minas Gerais.



Figura 54 – Representação esquemática adaptada das Províncias Estruturais no Estado de Minas Gerais. Fonte: Mapa Geológico de Minas Gerais 2003.

A Província Mantiqueira juntamente com a extremidade meridional da Província Tocantins representam o arcabouço pré-cambriano do sudeste brasileiro, desenvolvido em resposta ao “Ciclo Brasileiro” (e.g. Almeida 1977). Localizada a leste dos crátons São Francisco e Rio de La Plata, a Província se estende por cerca de 3000 km, do sul da Bahia ao Uruguai. Esta Província guarda o registro de uma longa e complexa evolução neoproterozóica, integrando uma sucessão de cinturões controlados por diferentes sistemas de cavalgamentos transpressivos em direção às margens cratônicas (Heilbron *et al.* 2004).

A Figura 55 mostra o Cráton do São Francisco e suas faixas móveis, sendo que o retângulo em destaque mostra o limite entre as faixas Ribeira e Araçuaí e nessa região se encontra a BR-116/MG no trecho MG. Será necessária uma explanação sobre os Orógenos Ribeira e Araçuaí para o entendimento das relações entre as Unidades Litoestratigráficas abordadas nesse relatório. E essa discussão seguirá as propostas de Figueiredo, 2009.

Modelo Evolutivo para o Orógeno Ribeira:

O modelo evolutivo descrito a seguir é uma compilação dos trabalhos publicados realizada por Figueiredo, 2009 com base nos estudos de Heilbron *et al* (2004) e Tupinambá *et al.* (1993).

Na região adjacente ao Cráton do São Francisco a sedimentação neoproterozóica é representada pelos sistemas deposicionais da Megassequência Andrelândia a qual representaria uma deposição de margem continental passiva. Esta megassequência ocorre em todos os domínios que integram o Terreno Ocidental do Orógeno Ribeira.

Idades-modelo Sm-Nd sugerem um limite máximo de idade entre 0,1 e 0,79 Ga para a deposição da Megassequência Andrelândia. Alguns dados isotópicos de Sr e Nd em paragnaisses sugerem contribuição juvenil, que tanto pode ter sido derivada do magmatismo intrabacinal como do arco magmático neoproterozóico, indicando, portanto, que a porção de topo da megassequência pode ser contemporânea com os estágios iniciais da orogênese.

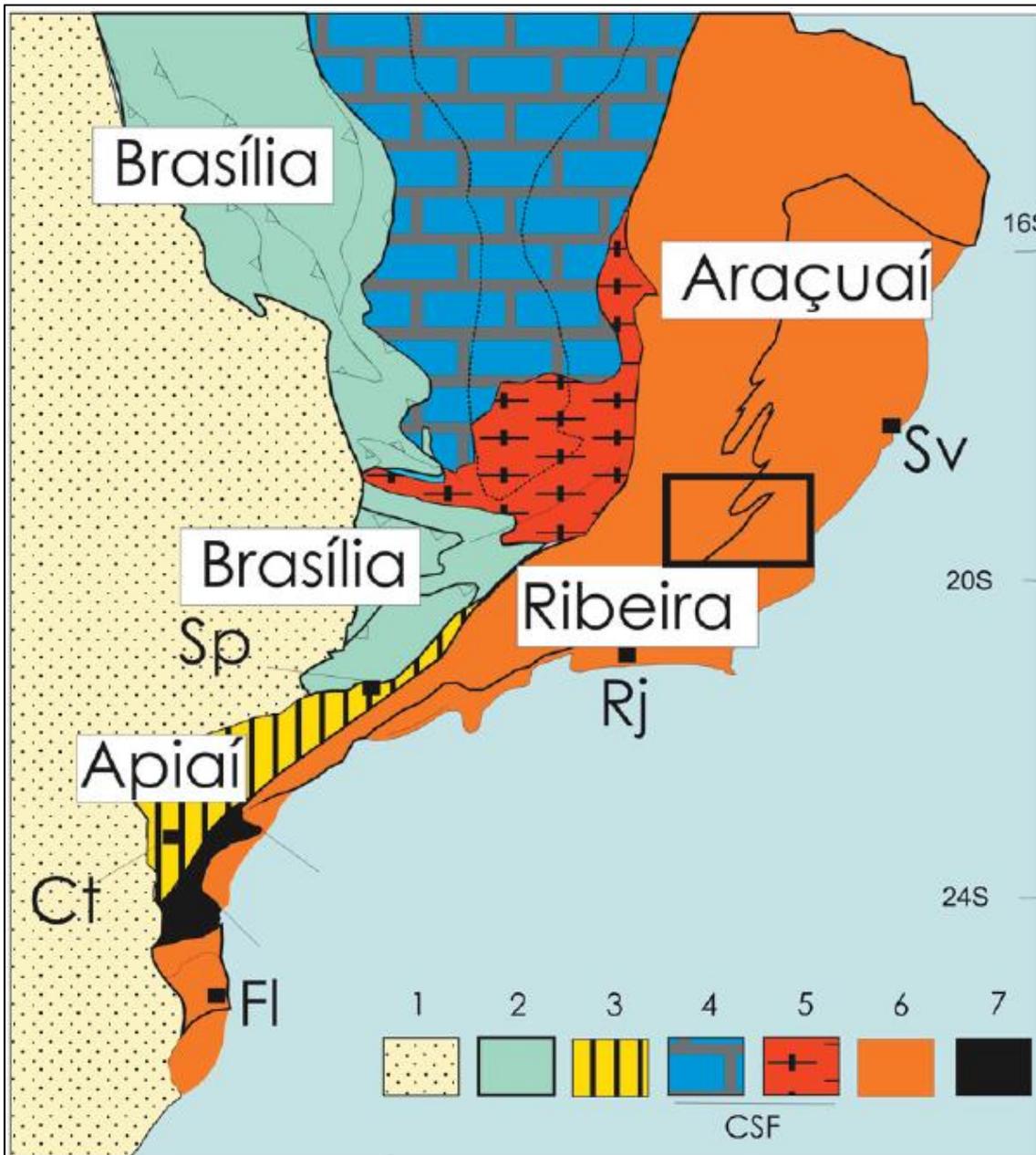


Figura 55 - Cobertura fanerozoica: 1 - Bacia do Paraná. Província Tocantins: 2 - Faixa Brasília. Província Mantiqueira: 3 - Faixa Apiaí; 6 - faixas Ribeira e Araçuaí. Embasamento pré-1,7 Ga: 5 - Cinturão Mineiro; 7 - Maciço de Joinville. Coberturas do Cr

O arco magmático Rio Negro é formado por ortognaisses tonalíticos a graníticos que estão alojados em paragnaisses do Domínio Costeiro do Terreno Oriental. Estas rochas encaixantes representariam a provável porção distal (turbidítica) da margem passiva do Terreno Oriental. O arco magmático teria sido gerado em resposta a um processo de subducção com direção para leste, em um ambiente de margem continental ativa. Heilbron & Machado (2003) sugerem pelo menos duas etapas de geração de rocha no arco, uma em torno de 790 Ma e outra entre 635-620 Ma. O arco magmático Rio Negro atuou como área fonte de sedimentos para o Domínio Cambuci e as unidades de topo do Domínio Costeiro, que representam as bacias de ante-arco e retro-arco, respectivamente.

O fechamento do Oceano Adamastor, que representaria a bacia precursora do orógeno, resultou na colisão entre o Paleocontinente São Francisco - Congo e outro(s)

microcontinentes(s) localizados a leste (e.g. Terreno Oriental ou Serra do Mar). Este episódio colisional ocorreu entre 590 e 550 Ma com ápice em 580 Ma. As zonas de deformação com encurtamento frontal vergentes para oeste e zonas de mergulho íngreme (30-60°) orientadas para NE-SW, sugerem uma colisão oblíqua, que colocou os Terrenos Paraíba do Sul e Oriental sobre o Terreno Ocidental.

O espessamento crustal resultante desta colisão gerou diversas suítes granitoides com diferentes idades, abundantemente encontradas no topo do Terreno Ocidental (Domínio Juiz de Fora) e no Terreno Oriental. Assim, são encontradas suítes como a cálcio-alcalina de alto-K (590-580 Ma), leucogranitos e/ou granada charnockitos (580 Ma) e biotita granitos (tipo Serra dos Órgãos) com 560 Ma.

Um episódio colisional mais tardio ocorrido entre 535-510 Ma foi datado no terreno Cabo Frio, denominada Orogênese Búzios. Sugere-se que esta colisão pode estar relacionada ao fechamento de uma bacia oceânica localizada entre o arco magmático (Rio Negro) e a borda sul do Continente Congo. Ocorrem registros de que esta colisão deformou e metamorfoisou os terrenos já amalgamados do Orógeno Ribeira, gerando redobramento de estruturas previamente formadas e geração de zonas de cisalhamento associadas a uma granito gênese, entre 535 e 520 Ma.

A fase de colapso extensional é marcada por uma fase de deformação que ocorre nos Terrenos Oriental e Cabo Frio, gerando dois conjuntos de estruturas: zonas de cisalhamento dúcteis-rúpteis normais e zonas de cisalhamento subverticais, sendo as primeiras longitudinais ao orógeno e as últimas transversais a ele. A este regime tectônico estão associados granitos cálcio-alcalinos que ocorrem como *stocks*, diques e soleiras com idades entre 510 e 480 Ma.

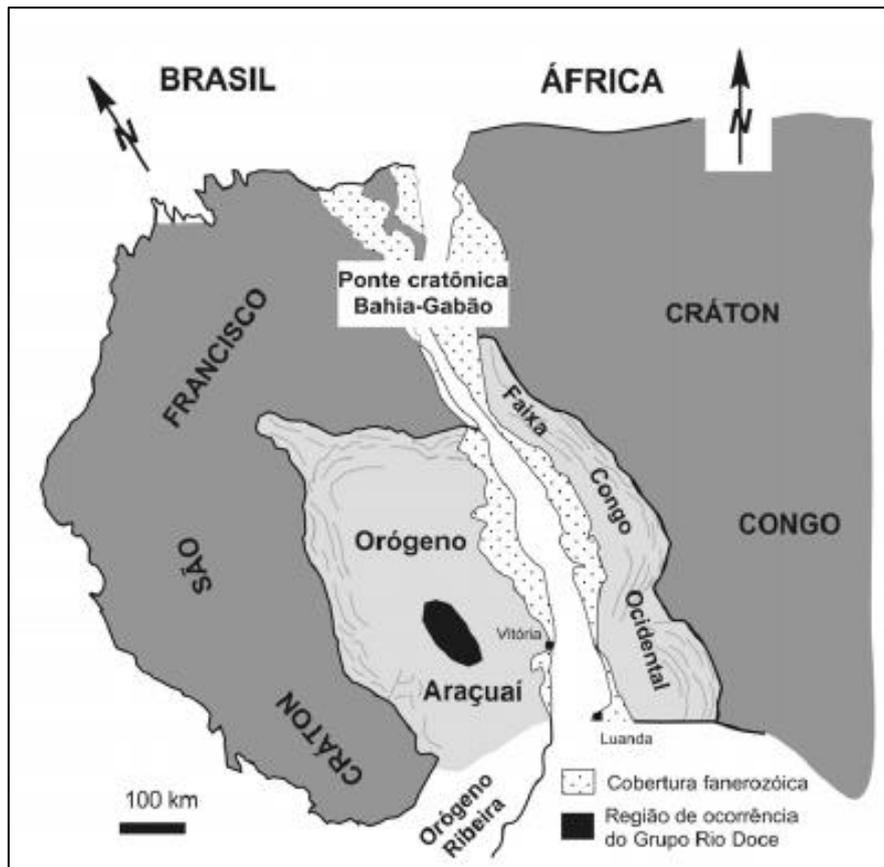


Figura 56 – Localização do Orógeno Araçuaí e Faixa Congo Ocidental em relação aos crátons do São Francisco e Congo, e Orógeno Ribeira (modificado de Alkimim *et. al.*, 2006 *in*: Vieira, 2007).

Modelo Evolutivo para o Orógeno Araçuaí:

De acordo com Pedrosa-Soares & Wiedeman-Leonardos (2000), Pedrosa-Soares *et al.* (2001) e Pedrosa Soares *et al.* (2007) os compartimentos tectônicos principais do

Orógeno Araçuaí são:

- Domínio externo - o qual circunscreve a margem sudeste do Cráton do São Francisco e caracteriza-se como uma faixa de dobramentos e empurrões;
- Inflexão setentrional - que contém segmentos dos domínios externo e interno;
- Domínio interno - que corresponde ao núcleo metamórfico-anatético do orógeno.

O domínio externo caracteriza-se pelo transporte tectônico contra o Cráton do São Francisco, metamorfismo em fácies xisto verde a anfibolito baixo nas rochas supracrustais e ausência de magmatismo orogênico. O embasamento inclui complexos ortognáissicos do arqueano e paleoproterozóico, seqüências predominantemente metassedimentares paleoproterozóicas, granitos anorogênicos tardi-paleoproterozóicos (1,7 Ga) relacionados à abertura do *rifte* Espinhaço e rochas do Supergrupo Espinhaço.

A inflexão setentrional é o compartimento tectônico caracterizado pela grande curvatura do Orógeno Araçuaí, onde os traços estruturais brasileiros direcionam-se para leste. O metamorfismo cresce do sentido norte para o sul, desde a fácies xisto verde, no limite cratônico, até a fácies anfibolito alto, já em território do núcleo metamórfico-anatético. O embasamento é constituído pelo prolongamento de complexos arqueano-paleoproterozóicos da região cratônica do sul da Bahia.

No domínio interno ocorre o arco magmático cálcio-alcálico e diversos corpos de rochas granitóides originadas nos estágios *sin*, *tardi* e pós-colisionais da Orogênese Brasileira, e a zona de sutura com remanescentes oceânicos. O embasamento é representado principalmente pelo Complexo Juiz de Fora de idade paleoproterozóica.

Alkmim *et al.* (2006) subdividem o domínio interno em dois subdomínios distintos de acordo com a variação de transporte tectônico: o Setentrional, com zonas de cisalhamento e foliações predominantemente NNW e o subdomínio Meridional, onde estas feições têm direção predominante NNE e NE. No subdomínio Setentrional (entre os paralelos 16°S e 18°S) o transporte tectônico se dá em duplo sentido, para oeste em direção ao Cráton São Francisco e, para leste em direção ao Cráton do Congo.

Plutonismo Orogênico no Orógeno Araçuaí³

Os eventos geradores de rochas plutônicas no Orógeno Araçuaí-Congo Ocidental ocorreram no período compreendido entre 630 e 480 Ma e resultaram em um grande volume de rochas graníticas, as quais cobrem um terço da região orogênica. Pedrosa-Soares *et al.* (2001) agruparam formalmente os granitos em seis suítes, com base em relações de campo, feições estruturais, assinaturas geoquímicas e idades U-Pb em: G1, G2, G3S, G3I, G4 e G5. Posteriormente Pedrosa-Soares *et al.* (2008) reagruparam essas rochas em cinco suítes (G1 a G5) e em Pedrosa-Soares *et al.* (2011) é apresentado o estado da arte dos eventos de granitogênese do Orógeno Araçuaí e proposta a substituição do termo “suíte” por “supersuíte” visando evitar confusões com os nomes adotados regionalmente para essas rochas e caracterizá-las como unidades de maior hierarquia. A caracterização regional a seguir é baseada predominantemente do trabalho de Pedrosa-Soares *et al.* (2001) e em referências nele citadas:

³ (conforme compilação modificada de Tedeshi, 2013)

- **Supersuíte G1** - composta por rochas do tipo I, com composições variáveis entre tonalito e granodiorito, as quais podem apresentar fácies e autólitos que variam de máficos a dioríticos. Foram deformadas durante a Orogênese Brasileira, apresentam foliação gnáissica a localmente milonítica, mas pontualmente podem apresentar feições ígneas preservadas. Essas rochas possuem assinatura cálcio-alcalina de médio a alto potássio e são metaluminosas. Ocupam predominantemente o campo de rochas pré-colisionais nos diagramas discriminatórios de ambiente tectônico, o que corrobora, com sua classificação como representantes do arco magmático, edificado entre 630 e 585 Ma. Dentro da áreas tipo foram mapeados, por Silva (2002), três plútons: o Tonalito São Vítor, classificado por estes autores como sin - a tardi -tectônicos e os plútons Brasilândia e Guarataia. Apenas o Tonalito será descrito mais adiante pois apenas este aflora nas proximidades da rodovia BR 116/MG.
- **Supersuíte G2** - caracterizada principalmente por granitos tipo S, mas existem ainda, em menor quantidade, rochas tipo I que constituem produto de migmatização do embasamento paleoproterozóico. Ambos os casos foram gerados do estágio sin-colisional (entre 585 e 560 Ma) e por isso foram submetidas à deformação regional, apresentando, na maioria das vezes, foliação no estado sólido. Subordinadamente existem corpos com textura ígnea preservada (Pedrosa-Soares *et al.* 2011). Esta supersuíte apresenta características descritas de formas distintas nos setores norte e sul do Orógeno Araçuaí, em relação ao Rio Doce, em função das variações nos níveis de exposição da crosta no orógeno, cujo grau aumenta de sul para norte e de oeste para leste. Do Rio Doce para norte, onde o nível crustal exposto é mais raso, as rochas representantes desta supersuíte variam de leucogranitos com muscovita, a granada-biotita granitos e granodioritos a tonalitos ricos em granada, sendo os últimos representantes da fusão autóctone a semi-autóctone de gnaisses peraluminosos ricos em plagioclásio, como os paragnaisses da região de Nova Venécia.
- **Supersuíte G3** - constituem volumes bem menores de rochas quando comparado às demais supersuítes e estão associados à refusão de granitos tipo S da supersuíte G2 no estágio tardi a pós-colisional, com dados U-Pb entre 540 e 525 Ma. As rochas mais comuns são leucogranitos com quantidades variáveis de granada e/ou cordierita e/ou silimanita, as quais não apresentam a foliação regional. São granitos sub-alcálicos (ricos em feldspato K) e peraluminosos, alojados em veios e plútons pequenos semi-autóctones hospedados em rochas do G2, principalmente a norte do Rio Doce (Pedrosa-Soares & Wiedemann-Leonardos 2000).
- **Supersuíte G4** - são plútons zonados que possuem núcleo e raiz compostos por biotita granito e gradam, em direção à borda, para leucogranitos a duas micas ou muscovita-granada leucogranitos, contendo no topo cúpulas pegmatóides. Comumente apresentam

fluxo ígneo (que nas bordas está paralelizado a foliação regional das encaixantes) e xenólitos de rochas encaixantes. Em geral são peraluminosos, mas podem ser levemente metaluminosos, de caráter sub-alcalino. Estão relacionados ao colapso do orógeno, com idades entre 530 e 500 Ma.

- **Supersuíte G5** - de maneira similar à que ocorre para a supersuíte G2, esta supersuíte apresenta características distintas nos setores norte e sul, em relação ao Rio Doce. Ao norte do Rio Doce as rochas variam de granitos a granodioritos e seus correspondentes charnockíticos, estão encaixadas em paragneisses de alto grau ou rochas da supersuíte G2. Apresentam foliação de fluxo bem desenvolvida e evidências de magma *mingling* e *mixing*. Os representantes desta supersuíte apresentam assinatura pós colisional, são do tipo I e A2, metaluminosos, variando de suítes cálcio-alcalinas de alto K e alto Fe a alcalinas. Ao sul do Rio Doce as rochas gradam de gabronoritos a granitos, os quais podem apresentar fácies enderbíticas ou charnockíticas e as encaixantes são gnaisses de alto grau ou rochas das supersuítes G1 e G2. Podem apresentar zoneamento inverso do plúton, além de evidências de magma *mixing*. São granitoides do tipo I que variam de metaluminosos a peraluminosos, com assinatura cálcio-alcalina de alto K, que progressivamente evoluem para rochas alcalinas a peralcalinas.

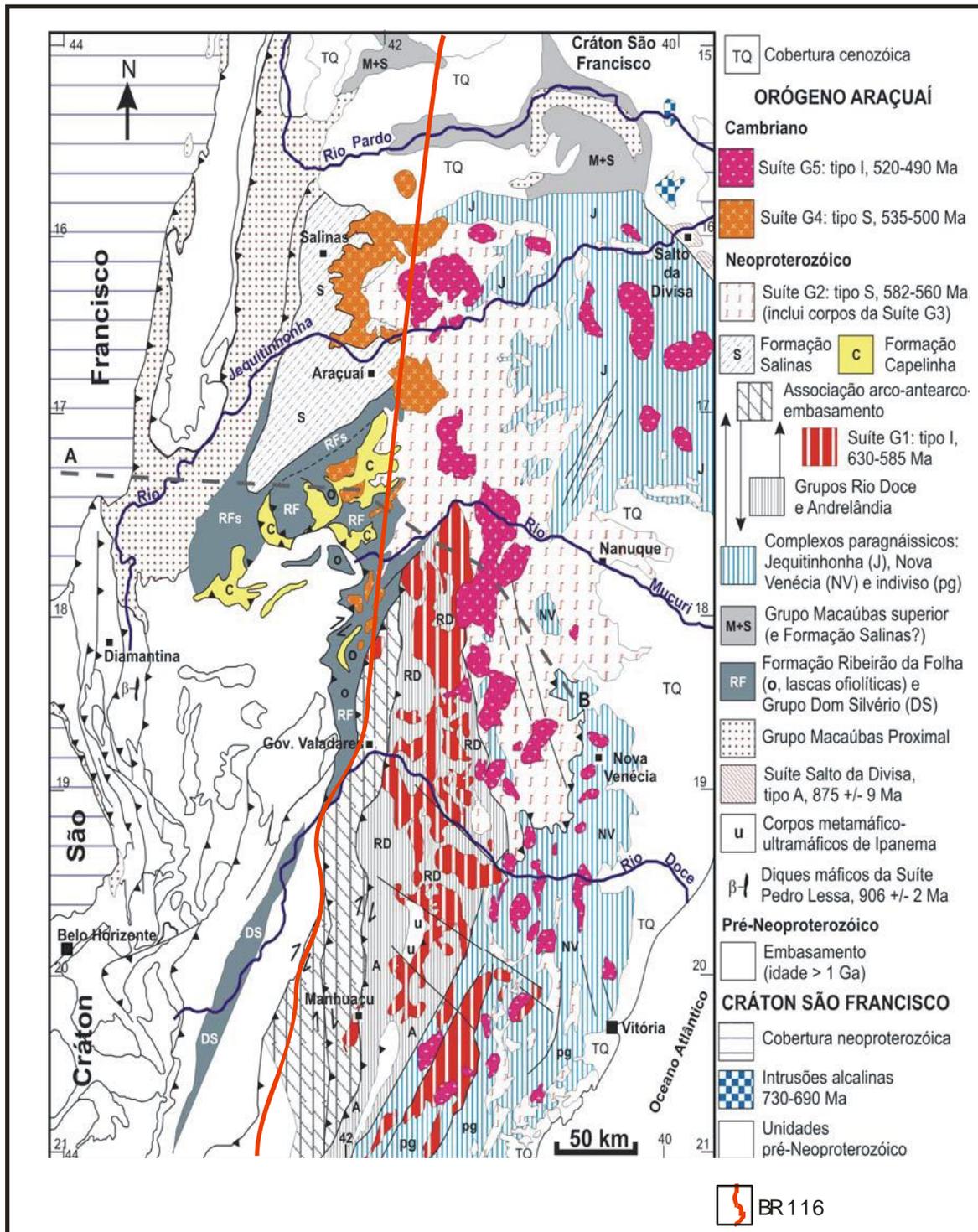


Figura 57: Adaptação do Mapa geológico e Seção estrutural do Orógeno Araçuaí. Segundo de Pedrosa Soares et al. (2007).

6.1.4.2.1.1 Complexo Paraíba do Sul

Apesar das definições originais, datadas ainda da primeira metade do século 20, e conferindo-lhe sempre um caráter essencialmente supracrustal, o Complexo Paraíba do Sul (CPS) representa uma unidade estratigráfica que sofreu grandes modificações nas caracterizações estratigráficas, petrográficas e tectônicas.

Moraes Rego, 1933 (*in Figueiredo 2009*) designou de “gneiss do Parahyba” a um conjunto de rochas contendo camadas lenticulares de calcários magnesianos. Rosier, 1952 (*in Figueiredo 2009*) utilizou o termo “Complexo do Paraíba” para definir o gnaiss com plagioclásio, correlacionável ao “protogneis” de Lamego, 1936 (*in Figueiredo 2009*), observado no vale do rio Paraíba do Sul. Nessa mesma região, Ebert, 1955 (*in Figueiredo 2009*) definiu a “Série Paraíba” como sendo constituída de “quartzito basal, sedimentos clásticos, grauvacas, conglomerados, tilitos e calcários”.

Em 1965 (*in Figueiredo 2009*), Rosier ampliou a assembléia litológica com a inclusão de gnaisses diversos e migmatitos, charnockitos, mármore, tactitos e “metaquartzitos”. Lima *et al.* (1981) empregaram pela primeira vez o termo Complexo Paraíba do Sul para designar o conjunto de gnaisses granadíferos e kinzigitos da região costeira, do vale do rio Doce ao Rio de Janeiro.

O Complexo Paraíba do Sul pode ser subdividido em três unidades estratigráficas informais, estabelecidas com base nos respectivos conteúdos líticos:

- **Unidade São Fidélis** - representa a maior parte da área de ocorrência do Complexo Paraíba do Sul, sendo constituída essencialmente por metassedimentos detríticos, pelito-grauvaqueanos: granada-biotita-(sillimanita), gnaisses quartzo-feldspáticos (metagrauvacas), com ocorrência generalizada de bolsões e veios de leucossomas graníticos derivados de fusão parcial *in situ* e injeções. Variedades portadoras de cordierita e sillimanita (kinzigitos), comumente apresentando horizontes de xistos grafitosos, exibem contatos transicionais com os granada-biotita gnaisses.

Os paragneisses quartzo-feldspáticos são compostos predominantemente de quartzo, feldspato e biotita, com porcentagens variadas de granada, e são os de distribuição mais ampla no interior do CPS. Muitas dessas exposições correspondem aos chamados “gnaisse bandados” ou “gnaisse fitados” da região do vale do rio Paraíba do Sul. Devido ao notável paralelismo entre as bandas de paleossoma (biotita-plagioclásio gnaiss) e neossoma (quartzo-feldspático), sucessivamente alternadas, qualquer que seja a origem ou forma particular do último, essas estruturas migmatíticas adquirem uma óbvia conotação sintectônica.

- **Unidade Italva** - esta unidade é caracterizada principalmente pela presença de mármore, mostram-se geralmente tectonicamente imbricados com granada-biotita-sillimanita gnaisses quartzo-feldspáticos, a quartzo-anfibólio-clinopiroxênio gnaisses (rochas calcissilicáticas).

No contexto dos gnaisses do CPS também são feitas referências à presença de “para-anfibolitos” (Brandalise *et al.*, 1976), que notaram essa associação na serra das Águas Quentes (entre as cidades fluminenses de Euclidelândia e Itaocara).

Os corpos anfibolíticos ali descritos são de cor verde-escuro a negro, concordantes com o bandamento gnáissico, e resultariam do metamorfismo sobre margas. Os gnaisses desses locais também contêm anfibólio, além de massas de composição carbonática, sob a forma de lentes de mármore de dimensões variáveis.

- **Unidade Itaperuna** - esta unidade foi cartografada, inicialmente, por Barbosa *et al.* (1981) e incluída no Agrupamento I dos trabalhos do Departamento de Recursos Minerais DRM/RJ, juntamente com as unidades Raposo e Comendador Venâncio. Posteriormente, Grossi Sad & Dutra (1998) incluíram as duas últimas unidades no Complexo Juiz de Fora e consideraram a Unidade Itaperuna de idade intermediária entre este complexo e o Complexo Paraíba do Sul, mais novo. Por outro lado, Fonseca (1998) separou os Gnaisses Raposo em relação ao Complexo Juiz de Fora, considerando-os como paraderivados e mais velhos que o Complexo Paraíba do Sul, portanto, aproximadamente na mesma posição estratigráfica da Unidade Itaperuna de Grossi Sad & Barbosa (1985).

A Unidade Itaperuna é constituída essencialmente de paragranelitos, rochas calcissilicáticas, fusões quartzo-feldspáticas e, mais raramente, quartzitos e mármore. Os paragranelitos são rochas de granulação fina a média, textura granular, coloração cinza-esverdeada. Muitas vezes, quando alterados, mostram uma textura milonítica a *flaser* que os distingue das rochas calcissilicáticas, quase sempre maciças. São constituídos, em geral, de plagioclásio, quartzo, hiperstênio, diopsídio, biotita e hornblenda. Acessoriamente apresentam opacos, apatita e zirconita, e carbonato e clorita como produtos de alteração. Predominam o quartzo e o plagioclásio.

Suíte Quirino

A Suíte Quirino foi descrita por Machado (1986) nos arredores das cidades fluminenses de Vassouras, Paracambi e Valença, na porção oriental da folha cartográfica Volta Redonda/RJ (escala 1:250.000). É possível observá-la também no noroeste do Estado do Rio de Janeiro adentrando no Estado de Minas Gerais pela parte sudoeste. Gnaisses correlatos afloram em uma extensa faixa de orientação geral NE-SW.

Heilbron (1993) estudando as rochas da oportunamente denominada “Suíte Intrusiva Quirino-Dorândia”, assinalou o caráter homogêneo destes gnaisses e interpretou o protólito dos mesmos como ortoderivado. O caráter intrusivo destas rochas foi inferido a partir da observação de

xenólitos de quartzitos, rochas calcissilicáticas e anfibolitos, muito semelhantes às encaixantes (Complexo Paraíba do Sul).

A unidade é constituída de hornblenda gnaisses, hornblenda-biotita gnaisses e biotita granitoides homogêneos, localmente ocorrendo também anfibolitos. Todos os litótipos possuem mobilizados félsicos, que conferem um aspecto migmatítico aos gnaisses.

Heilbron & Machado (1993) reconheceram duas associações principais: hornblenda-biotita granitóides de composição granodiorítica a tonalítica, e biotita granitoides de composição monzonítica a granodiorítica/granítica, provavelmente mais antigos que os granitóides a hornblenda.

Os ortognaisses desta unidade têm estruturas internas variáveis, localmente caracterizadas por um bandamento gnáissico espesso (centimétrico), ou por estruturas foliadas relativamente homogêneas (Machado, 1984). O bandamento gnáissico/foliação tectônica principal tem atitude preferencialmente sub-horizontal com mergulho variável, fato atribuído a dobras abertas com eixos sub-horizontais e superfície axial vertical, de grandes amplitudes e comprimentos de onda (Machado, 1984). Uma exceção a este padrão estrutural é verificada no interior de zonas de cisalhamento direcionais, onde a estrutura planar é essencialmente vertical. Nestas porções pode ocorrer o desenvolvimento de tramas constricionais.

Valladares (1996) subdividiu os ortognaisses Quirino em duas seqüências principais: uma granodiorítica, cuja assinatura é similar às séries calcioalcalinas pré-colisionais, sendo, portanto, interpretada como representante de arco magmático pré-colisional; e uma granítica, de alto potássio com assinatura química calcioalcalina e de características pós-colisionais.

Suíte Charnockítica Leopoldina

Seguindo as proposições de Novo *et. al.*, 2009, a denominação Suíte Leopoldina é aplicada para um conjunto de corpos compostos por rochas charnockíticas, com ampla ocorrência regional. O autor considera que a denominação “granada charnockito” utilizada em outros trabalhos é imprópria, já que a grande na maioria dos afloramentos desta unidade as rochas não apresentam tal mineral.

Os granitóides charnockíticos da Suíte Leopoldina afloram na região do empreendimento e nas proximidades da cidade de Muriaé/MG como corpos lenticulares a sigmoidais, de direção NNE-SSW, preferencialmente encaixados ao longo dos contatos entre o Grupo Andrelândia e o Complexo Juiz de Fora.

Os granitóides charnockíticos possuem comumente uma coloração esverdeada e ampla variação composicional e granulométrica. Os estudos de Novo *op cit.* mostraram que a granulação varia de fina a grossa, enquanto a composição varia de granítica a tonalítica, passando por granodiorítica e

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-116/MG

diorítica. É interessante ressaltar que granulação e composição não são correlacionáveis, ou seja, independentemente de sua composição, a rocha pode apresentar grão fino, médio ou grosso.

O desenvolvimento da foliação é irregular e, em geral, as rochas em afloramento aparentam um aspecto maciço. Entretanto, em uma observação mais detalhada, ou nos casos de afloramentos intemperizados, é possível constatar a presença da foliação regional impressa nas rochas da Suíte Leopoldina. Nas raras exposições onde a foliação é bem desenvolvida e evidente, observa-se o alinhamento das palhetas de biotita, com cristais de piroxênio, anfibólio, quartzo e feldspato estirados na mesma direção. Localmente, cristais centimétricos de plagioclásio, feldspato potássico, ortopiroxênio e anfibólio conferem à rocha uma textura. Esta mesma rocha porfírica pode exibir textura protomilonítica, com porfiroclastos de anfibólio, plagioclásio, feldspato potássico e ortopiroxênio rotacionados e formando sombra de pressão.

Suíte Muriaé (Batólito Muriaé - Figueiredo, 2009)

O Batólito de Muriaé situa-se na fronteira entre os orógenos Araçuaí e Ribeira que correspondem, respectivamente, aos segmentos Setentrional e Central da Província Mantiqueira. A conexão entre estes orógenos é um tema extremamente importante para o entendimento do sistema orogênico neoproterozóico do sudeste brasileiro. Neste sentido, existe um grande debate sobre o que realmente acontece ao longo do paralelo 21°. Pedrosa-Sorares *et al.* (2007) *in* Figueiredo 2009, descrevem a região como parte do Orógeno Araçuaí e Tupinambá *et al.* (2007) *in* Figueiredo 2009 como a extremidade setentrional do Orógeno Ribeira.

O Batólito de Muriaé foi inicialmente correlacionado ao Complexo Quirino, o qual representa o embasamento de idade paleoproterozóica da *Klippe* Paraíba do Sul, que estaria alojada tectonicamente no Terreno Ocidental do Orógeno Ribeira. Entretanto, os estudos de Figueiredo, 2009 sugerem que o batólito esteja relacionado à edificação de um arco magmático de idade brasileira.

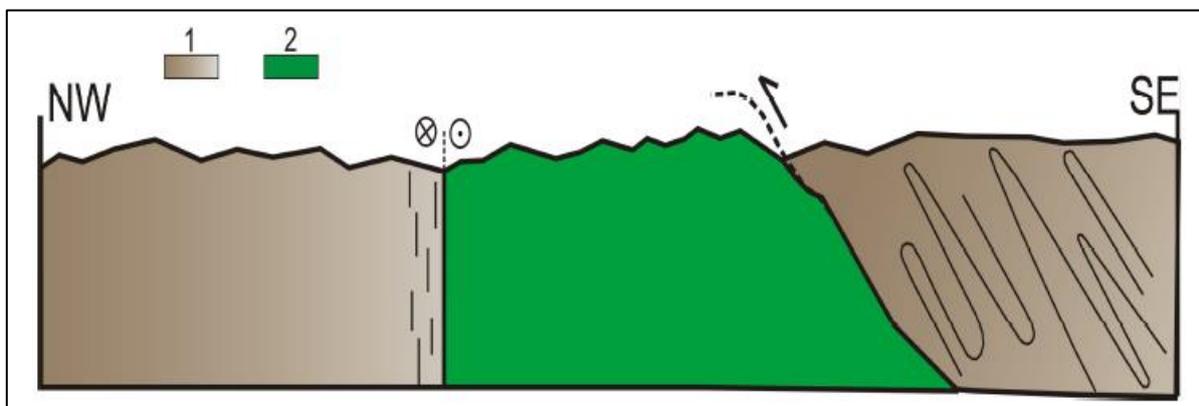


Figura 58: Perfil esquemático do Batólito de Muriaé no contato com a unidade supracrustal. Legenda: 1 unidade supracrustal; 2 Batólito de Muriaé. (fonte: Figueiredo, 2009).

O Batólito de Muriaé consiste de ortognaisses de composição gabróica a granítica, submetidos à intensa deformação e anatexia. Devido à grande variabilidade composicional, textural e deformacional, o batólito pode ser subdividido em três unidades litológicas distintas: gnaiss migmatítico, granito foliado e granito leucocrático. As análises geocronológicas realizadas no gnaiss migmatítico apontam para idades de cristalização magmática em torno de 620 e 592 Ma, sendo esta idade mais nova relacionada a um evento de anatexia. A idade obtida para o granito foliado, em 593 ± 4 Ma, sugere que esta intrusão deu-se tardiamente, após o evento de anatexia. Os dados de campo e petrográficos da tese de Figueiredo – 2009 confirmam que o granito foliado e o granito leucocrático estão isentos da intensa anatexia que ocorre no gnaiss migmatítico. As análises geoquímicas indicam a presença de pelo menos duas suítes magmáticas distintas no gnaiss migmatítico, ambas derivadas de magmatismo cálcio-alcálico de arco em margem continental que possuem características diferentes: Uma suíte de alto-K a shoshonítica, fortemente metaluminosa e, outra suíte de médio a alto-K, pobremente metaluminosa. O granito foliado e o granito leucocrático são caracterizados por suítes de alto-K a shoshonítica de caráter fracamente metaluminoso a peraluminoso, relacionados a arco magmático maduro.

6.1.4.2.1.2 Complexo Juiz de Fora

O termo Complexo Juiz de Fora se refere originalmente à extensa faixa de rochas granulíticas com direção NE-SW, que aflora na região limítrofe entre os Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, inicialmente estudada por Ebert (1955, 1957) e Rosier (1957). Várias propostas de definição, interpretação e subdivisão para esta associação litológica, muitas vezes conflitantes, foram apresentadas nas últimas décadas. Segundo a definição de Heilbron (1993, 1995), o Complexo Juiz de Fora é constituído por ortognaisses e metabasitos com paragêneses da fácies granulito, que localmente mostram efeitos de evento metamórfico retrógrado, com formação de hornblenda e biotita a partir de piroxênios. As intercalações metassedimentares, incluídas no complexo por outros autores, foram interpretadas como escamas tectônicas da cobertura neoproterozóica. A partir destas premissas, e da idade de cristalização de Ca. 2134 Ma (U-Pb) obtida por Machado *et al.* (1996) para uma rocha charnockítica do Complexo Juiz de Fora da região de Conservatória (RJ), pode-se caracterizar esta unidade como uma associação magmática de idade Transamazônica.

A partir dos estudos dos diversos autores que abordaram a evolução da região e em especial o Complexo Juiz de Fora, podemos considerar que essa Unidade é composta por ortognaisses com paragêneses da fácies granulito, e o litotipo característico é um gnaiss enderbítico, granulação média, verde escuro, com bandamento centimétrico e intercalações máficas. Sua mineralogia essencial é plagioclásio, quartzo, ortopiroxênio e clinopiroxênio; biotita e hornblenda são produtos de reações retrometamórficas. Gnaisses de composição charnockítica são menos frequentes, mas nos gnaisses enderbíticos é comum a presença de bandas e/ou injeções charnockíticas de cor

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-116/MG

mais clara e granulação mais grossa. Granulitos básicos ocorrem como bandas, lentes e/ou *boudins*, de tamanho centimétrico a métrico, encaixados nos gnaisses enderbíticos. Os granulitos básicos, que localmente podem formar corpos mais expressivos, possuem granulação fina a média e estrutura maciça a fracamente foliada.

Conforme bibliografia especializada a mineralogia primária do Complexo Juiz de Fora é representada por ortopiroxênio+clinopiroxênio e plagioclásio. Granada esquelética em equilíbrio com o piroxênio é observada em algumas lâminas. Minerais secundários são biotita, anfibólio e quartzo. Estas rochas foram interpretadas por Costa (1998) como gabro-noritos, representando corpos intrusivos e/ou lavas básicas cristalizadas em condições de fácies granulito, e cujo caráter toleítico de baixo K é similar a basaltos de arco-de-ilha ou fundo oceânico.

A unidade que foi inicialmente designada como “Série” Juiz de Fora por Ebert (1955) abrangendo os termos catazonais da sua “Série” Paraíba foi subdividido em duas unidades litoestratigráficas informais conforme a predominância composicional:

- **Unidade Tonalítica** - é constituída predominantemente de granodioritos/tonalitos a hornblenda-biotita-clino e ortopiroxênio, do tipo TTG, de granulação média a grossa, cinzentos a esverdeados, homogêneos, com finas bandas félsicas alternando com bandas máficas, às vezes com granada, com predomínio da composição enderbítica.
- **Unidade Enderbítica** - é constituída predominantemente por gnaiss ortoderivado bandado, exibindo paragenese metamórfica da fácies granulito e composição tonalítica (enderbitos), raramente granítica (charnockitos). A composição mineralógica característica é dada por hyperstênio + plagioclásio + quartzo + feldspato potássico, biotita e anfibólio ocorrendo como minerais secundários. Estas rochas possuem cor verde a cinza escuro e estão migmatizadas em intensidade variável. São comuns migmatitos com estrutura estromática, exibindo neossoma de composição granítica (charnockítica) e granulação grossa. Encraves de rocha máfica são frequentes, em geral estirados e boudinados segundo o bandamento gnáissico.

O Complexo Juiz de Fora nas áreas de estudo ocorre na forma de uma série de megalentes alongadas na direção NE-SW, caracterizadas por intercalações tectônicas entre rochas supracrustais metamorfizadas em alto grau e migmatizadas, e, localmente, com os ortognaisses da Suíte Quirino. Essas intercalações efetuam-se principalmente por zonas de cisalhamento de médio a alto ângulo com movimentação direcional dextral a oblíqua dextral, com componentes de empurrão com topo para noroeste e, mais localmente, por empurrões *strictu sensu* com topo para noroeste.

Grupo Rio Doce

Conforme descreve em sua tese, Vieira (2007) disserta que as unidades estratigráficas da “Faixa do Rio Doce” foram inicialmente caracterizadas por Barbosa *et al.* (1964) *in*: Vieira 2007 que as denominaram, do topo para a base, como: Formação Córrego do Funil, Grupo Crenaque e formações Tumiritinga e São Tomé, e as consideraram de idade pré-cambriana. A Formação Córrego do Funil, unidade superior, seria constituída por uma sucessão de quartzito, gnaiss e xisto, com anfibolito interestratificado com quartzito. O Grupo Crenaque foi dividido nas Formações João Pinto, superior, e Palmital do Sul, basal. A Formação João Pinto incluiria espesso pacote de quartzitos que mostram, comumente, contatos gradacionais com a Formação Palmital do Sul que seria uma sucessão de xistos e gnaisses com intercalações quartzíticas e calcíticas. A Formação São Tomé englobaria xistos gnaissóides e "verdadeiros" gnaisses. A Formação Tumiritinga, unidade inferior da "Faixa do Rio Doce", incluiria micaxistos e gnaisses com intercalações quartzíticas e carbonáticas.

A denominação "Grupo Rio Doce" foi usada por Barbosa *et al.* (1966) *in*: Vieira 2007, ao re-hierarquizarem as unidades do médio Rio Doce. A unidade superior passou a ser o Grupo Itanhomi que seria composto por gnaiss granatífero e facoidal. O Grupo Crenaque passou a ser considerado como composto majoritariamente pelos quartzitos da Formação João Pinto, posicionada no topo, a qual passaria gradativamente para a Formação Palmital (uma sucessão de quartzito, xisto e gnaiss). A Formação Córrego do Funil é, tentativamente, inserida no Grupo Crenaque. O Grupo Rio Doce foi dividido nas formações São Tomé, constituída por quartzito-biotita xisto muscovítico e granatífero, e Figueira, composta por gnaiss bandado com finas camadas de quartzito e leitos de anfibolito. O Grupo Tumiritinga seria constituído por anfibólio xisto, anfibólio gnaiss calcítico e lentes quartzíticas e calcárias, o que corresponde à Formação Tumiritinga de Barbosa *et al.* (1964). Fontes *et al.* (1978) incluíram a Formação Tumiritinga e o Grupo Rio Doce no Complexo Gnáissico-Migmatítico, atribuído ao Proterozóico Inferior.

Os trabalhos mais recentes de Vieira (2007) propuseram uma divisão para o Grupo Rio Doce com base nas correlações litoestratigráficas de trabalhos anteriores:

- **Formação Palmital do Sul** - a Formação Palmital do Sul é composta de xistos a gnaisses, com delgadas intercalações de quartzito micáceo e/ou arcoseano, e rocha calcissilicática. O protólito é interpretado como pelito grauvaquiano. Uma possível fonte de rochas de composição granodiorito – tonalito – diorito isto em virtude da grande quantidade de plagioclásio nos xistos desta unidade. A rocha metavulcânica bandada ocorre intercalada em xisto também bandado, que apresenta um bandamento geralmente paralelo. A metavulcânica tem textura clástica, caracterizada pela presença de componentes fragmentários maiores imersos em matriz quartzo-feldspatômica de granulação fanerítica

muito fina a afanítica, incipientemente foliada. Estes componentes maiores são cristais de plagioclásio e agregados policristalinos.

- **Formação Tumiritinga** - consiste de xistos, às vezes com aspecto gnáissico, com intercalações de rochas calcissilicáticas. Indícios de fusão parcial ocorrem localmente, na forma de vênulas quartzo-feldspáticas, mas são incipientes. O metamorfismo vai desde a fácies Xisto Verde até Anfibolito Alto. Os protólitos da maioria dos xistos e gnaisses são interpretados como pelitos grauvaquianos, com significativa contribuição de plagioclásio, sugerindo área-fonte rica em rochas de composição granodiorito-tonalito-diorito. As intercalações de rocha metavulcanoclástica dacítica são delgadas (decimétricas) e possui textura milonítica. É composta por uma matriz constituída por plagioclásio, feldspato potássico, quartzo e biotita. Ocorrem fenocristais de plagioclásio euédricos, zonados e quebrados. A biotita ocorre em palhetas curtas, castanho avermelhadas dispostas segundo a foliação regional. Algumas palhetas estão alteradas para moscovita. O quartzo possui forte extinção ondulante e geralmente, forma fitas subgranuladas (*ribbons*). A rocha metavulcanoclástica Tumiritinga representa deposição distal, em relação à rocha metapiroclástica da Formação Palmital.
- **Formação São Tomé** - Unidade considerada de idade pré-cambriana a Formação São Tomé consiste essencialmente de xistos com proporções muito variadas de quartzo, micas e plagioclásio, sem indícios de fusão parcial. Os principais protólitos da Formação São Tomé seriam pelitos e arenitos grauvaquianos, e arenitos arcoseanos argilosos ou arenitos lítico-feldspáticos. A grande frequência de quantidades muito significativas de plagioclásio indica área-fonte rica em rochas do campo composicional granodiorito-tonalito-diorito.
- **Formação João Pinto** - a Formação João Pinto é a unidade superior do Grupo Rio Doce é constituída de quartzito puro, micáceo e/ou feldspático, com algumas intercalações de mica-quartzo xisto e rocha calcissilicática. Os protólitos destes quartzitos são interpretados como quartzito arenito com pequenas frações de argila e/ou feldspato, e arenito argiloso.

Tonalito São Vítor

São gnaisses granitoides constituídos de granada, hornblenda e biotita, de cor cinza a cinza claro e granulação média a grossa. São pouco a bem orientados, ocasionalmente isotrópicos. Raramente são protomiloníticos a miloníticos. Petrograficamente apresentam composição tonalítica a granodiorítica e têm textura granular hipidiomórfica a granonematoblástica. Localmente verifica-se a presença de cristais ripiformes e por vezes antiperitéticos de plagioclásio. Allanita ocorre em cristais dispersos ou associados à biotita ou hornblenda. Observam-se abundantes xenólitos de xistos e gnaisses aluminosos, similares aos da Formação Tumiritinga, que ocorrem

em faixas onduladas e de contatos nítidos a difusos, "fantasmas" biotíticos, geralmente acompanhados ou envolvidos por veios pegmatóides. Também são observadas lentes de rocha calcissilicática milimetricamente bandada. Datação Rb-Sr em rocha total, realizada pelo Projeto Radambrasil (1987) em 2 amostras coletadas na BR-259/381, próximo à entrada da fazenda Barro Azul, resultou em uma isócrona Rb/Sr de 650 Ma. ($R_i=0,712$).

Rochas Granitóides que Afloram nas Imediações da BR-116 Mapeada:

Leucogranito Faísca - surge após a cidade de Teófilo Otoni onde sustenta o relevo formando uma topografia montanhosa, com morros tipo pães-de-açúcar. Está em contato brusco e tectônico com o Granito Caladão, brusco com o Granodiorito Topázio, e tectônico (interpretado) com o Granito Wolff, representando uma fácies leucocrática, branca, mais evoluída desse. Nos locais onde a fusão não atingiu seu ponto máximo, podem ocorrer restos de granito cinza/gnaiss, com bandamento reliquiar. Os contatos com o Leucogranito Itaipé e com o Granodiorito Viana são transicionais. Trata-se de um leucogranito a biotita, branco a creme, médio a grosso, com fenocristais de K-feldspato entre 1 a 3cm (eventualmente até 5cm) sempre presentes. Granada, de diâmetro médio entre 1 e 2 centímetros mas que, em alguns casos, pode atingir até 5 centímetros, sempre ocorre, tanto dispersa na matriz quanto em cristais ou aglomerados com quartzo e, às vezes, cordierita. Como acessórios ou secundários ocorrem mica branca, sericita, clorita, apatita, opacos, carbonato e pirita. Sillimanita também pode ocorrer. A estrutura é isotrópica a foliada, melhor ressaltada pelo estiramento dos grãos ou aglomerados de granada e cordierita e pela orientação de feldspato ocelares. Esse leucogranito é correlacionável ao Leucogranito Carlos Chagas.

Leucogranito Itaipé - constitui um prolongamento dos granitos com granada em direção oeste da BR. Ocorre a norte de Padre Paraíso, onde bons afloramentos são observados ao longo da rodovia. Trata-se de uma unidade morfológicamente caracterizada por relevo mais aplainado, solo espesso e com afloramentos ora em forma de lajedo, ora formando matacões. Tem contato transicional com o Leucogranito Faísca. A Suíte Intrusiva Aimorés (Granito Caladão e Charnockito Padre Paraíso) é intrusiva na unidade, com forte contraste morfológico. A rocha é porfírica, de coloração cinza claro a rósea chegando a creme e esbranquiçada. A granulação da matriz é média a grossa. Fenocristais de feldspato dão à rocha uma orientação, à semelhança de fluxo magmático. A assembleia mineral é dada por K-feldspato, plagioclásio, biotita e granada. Difere do Leucogranito Carai (não observado) pela maior percentagem de fenocristais.

Granito Pajeú - ocorre em uma área de bons afloramentos, onde é restrita a presença das coberturas detrito-lateríticas. Bons afloramentos podem ser vistos em cortes de estrada da BR-

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-116/MG

116, próximo ao trecho que leva à cidade de Cachoeira de Pajeú, sempre formando lajedos. Seus contatos são transicionais com o Gnaiss Kinzigítico e abruptos com os Granitos Pedra Azul e Água Branca. É um granito cinza-claro a esbranquiçado, de granulação média a grossa, orientado a foliado, com quartzo, feldspato, pouca biotita e granada. A biotita pode estar concentrada em forma de buchos de espessura centimétrica. Os cristais de granada ocorrem como manchas e estão associados a cristais escuros, que poderão ser de cordierita. Ocorrem venulações de quartzo-feldspato centimétricas e raros restos de biotita gnaiss e mesmo micaxisto. É um granito tipo-S e é composto de quartzo (20% a 50%), ortoclásio+microclina (25% a 48%), plagioclásio (25% a 45%), biotita (1% a 20%), mica branca/sericita (<1% a 5%), opacos (<1% a 4%), cordierita (2%), sillimanita (2%), e traços de granada, zircão, titanita, epidoto, apatita, clorita, allanita, carbonato, hidróxido de ferro e argilomineral. Tem textura granular hipidiomórfica e recristalização incipiente. A granulação varia de fina a grossa (~1 a ~5mm), com predomínio da granulação média (~1 a ~4mm). O granito apresenta porções gnáissicas, com texturas granoblástica e lepidoblástica, de granulação média a fina, porém preserva cristais subédricos de plagioclásio com dupla macla (albita/Carlsbad).

Coberturas Detrito-lateríticas

Constitui uma superfície de aplainamento cuja altitude varia no intervalo de 750 a 900 metros. Trata-se de uma extensa área que ficou exposta durante um longo período de tempo, com várias mudanças climáticas, desde o terciário até os dias atuais, que facultou a formação de espesso solo e saprólito onde a rocha local perde toda a sua identidade permanecendo somente o seu arcabouço. O que se nota é que deve ter atuado um processo lento de lixiviação, com oscilação do nível freático, onde os minerais foram perdendo os seus componentes mais solúveis e com isto a sua identidade. Um aspecto muito importante é a presença de faixas de quartzo e/ou quartzito observadas no domínio das coberturas e que constituem restos de pretéritos corpos litológicos que continuam intactos na superfície e que poderão constituir metalotectos importantes na pesquisa de mineralizações de grafita. O manto intempérico, que cobre os depósitos de grafita, vem sobremaneira favorecer a lavra deste bem mineral, como também ajudou e muito a sua concentração eliminando todos os minerais solúveis durante o longo período em que durou o intemperismo. Assim o domínio das superfícies de aplainamento caracteriza-se pela formação de espesso solo onde os sedimentos se limitam a pequenas manchas localizadas. Os limites dessas feições superficiais com os tipos litológicos não é um contato, pois as coberturas são feições morfológicas de uma área que foi aplainada. Assim os limites apresentados nos mapas geológicos constituem a passagem da superfície de aplainamento para setores que já mostram os efeitos da dissecação provocada por incisões de drenagens, onde se nota a transformação da rocha subjacente em um saprólito ou mesmo em um solo. Na presente folha ocupa uma área de 1073 km que perfaz cerca de 50% da área total mapeada.

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-116/MG

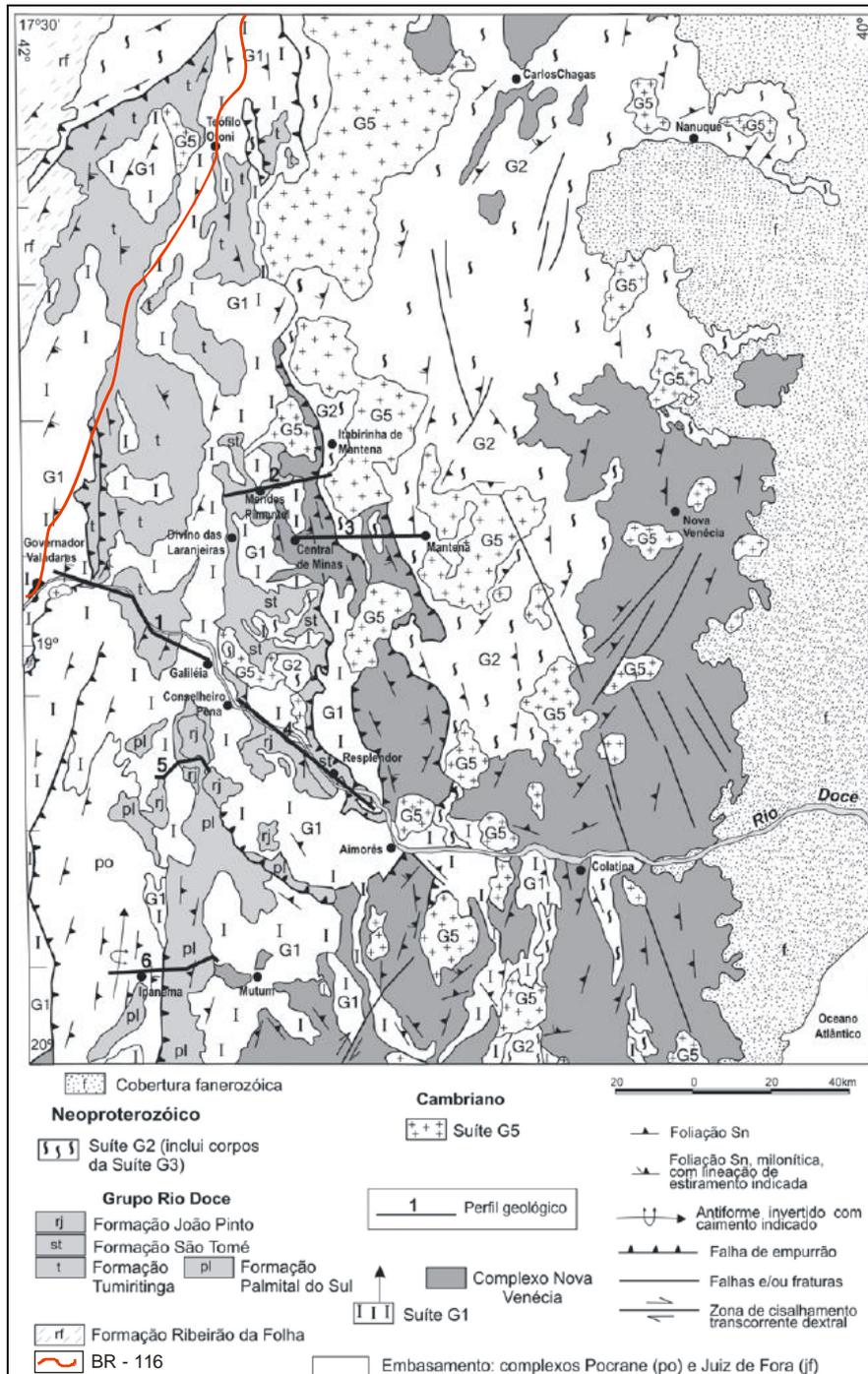


Figura 59 – Mapa geológico modificado da região de ocorrência do Grupo Rio Doce, alterado de Silva *et. al.* 2004.

6.1.4.2.2 Geologia das Áreas de Estudos Próximas ao Eixo da Rodovia no Estado de Minas Gerais.

Durante os trabalhos de levantamento de campo referente à identificação das Unidades Geológicas presentes nas Áreas de Estudos Próximas ao Eixo da Rodovia do empreendimento foram observadas as seguintes Unidades em ordem de afloramento na direção Além Paraíba – Divisa Alegre:

Complexo Paraíba do Sul

Essa Unidade é observada nas proximidades da cidade de Além Paraíba, composta predominantemente por gnaisses diversos, migmatitos, charnockitos, mármore, tactitos e “metaquartzitos”. Predomina um sillimanita-granada-biotita gnaiss, muito micáceo, com camadas ricas em sillimanita, quartzo e muscovita, e níveis de leucossoma. Esta rocha passa gradualmente em direção NE para granada-biotita gnaiss rico em porfiroblastos arredondados de feldspato.



Figura 60 – Amostra de gnaiss pertencente ao Complexo Paraíba do Sul.



Figura 61 - Amostra de gnaiss pertencente ao Complexo Paraíba do Sul.



Figura 62- Amostra de gnaiss pertencente ao Complexo Paraíba do Sul.



Figura 63- Amostra de migmatito pertencente ao Complexo Paraíba do Sul.

Suíte Quirino

A Suíte Quirino é a unidade com maior área de ocorrência nas proximidades da rodovia até a cidade de Leopoldina. A rocha típica desta unidade é um gnaiss de grão grosso, meso a leucocrático, de composição tonalítica à granítica, com foliação descontínua marcada por aglomerados minerais de hornblenda e enclaves máficos alongados. Na porção basal deste complexo os ortognaisses apresentam um elevado grau de migmatização.



Figura 64- Amostra de gnaiss pertencente à Suíte Quirino.



Figura 65- Amostra de gnaiss pertencente à Suíte Quirino.



Figura 66- Amostra de gnaissе pertencente à Suíte Quirino.

Suíte Charnockítica Leopoldina

Essa Unidade aflora ao longo da rodovia BR – 116 nas principalmente nas proximidades da cidade de Leopoldina. Os afloramentos são marcadamente gnaisses bem bandados de granulação grossa e com ocorrência frequente em forma de lajedos.



Figura 67 – Charnockito pertencente à Suíte Leopoldina.



Figura 68– Charnockito pertencente à Suíte Leopoldina.



Figura 69 – Charnockito pertencente à Suíte Leopoldina.

Suíte Muriaé

A Suíte Muriaé nos afloramentos observados mostra-se com uma coloração mais clara, entre o cinza e o róseo, com grãos finos a médios e assim como as demais Unidades apresenta bons afloramentos devido a abertura dos trechos por explosões para a construção da estrada.



Figura 70 – Granitóide leucocrático pertencente à Suíte Murié (Batólito Muriaé).



Figura 71– Granitóide leucocrático pertencente à Suíte Murié (Batólito Muriaé).



Figura 72– Granitóide leucocrático pertencente à Suíte Murié (Batólito Muriáé).

Complexo Juiz de Fora

No trecho entre as cidades de Muriáé e Governador Valadares predominam as rochas do Complexo Juiz de Fora. A unidade é composta por ortognaisses e metabasitos com paragêneses da fácies granulito. Os litotipos predominantes apresentam composição tonalítica (enderbitos) a granítica (charnockitos), com rochas gabróicas e dioríticas subordinadas.

Ao longo desse trecho é possível observar uma alternância entre as subdivisões do Complexo variando entre as Unidades Tonalíticas e Enderbíticas.



Figura 73 – Amostra pertencente ao Complexo Juiz de Fora.



Figura 74– Amostra pertencente ao Complexo Juiz de Fora.



Figura 75– Amostra pertencente ao Complexo Juiz de Fora.



Figura 76– Amostra pertencente ao Complexo Juiz de Fora.



Figura 77– Amostra pertencente ao Complexo Juiz de Fora.

Tonalito Governador Valadares

Tonalito é uma rocha ígnea plutônica, de textura fanerítica com a mesma composição do diorito mas com quantidades apreciáveis de quartzo (mais de 20% dos minerais félsicos presentes) os anfibólios e os piroxênios são minerais acessórios comuns.

As amostras foram retiradas próximas à cidade de Governador Valadares e em alguns pontos foram observados também os gnaisses do Complexo Mantiqueira (Arqueano).



Figura 78 – Amostra de Tonalito.



Figura 79– Amostra de Tonalito.



Figura 80– Amostra de Tonalito.



Figura 81– Amostra de gnaiss.

Grupo Rio Doce – Formação Tumiritinga

Mapeada a partir da cidade de Campanário o litótipo principal varia de biotita-quartzo xisto a gnaiss com cordierita, granada, sillimanita, muscovita, quartzo e biotita; cinza a cinza escuro e de granulação média. O xisto grada a gnaiss, principalmente nas proximidades de corpos graníticos, assumindo estrutura de migmatito (estrutura bandada), com injeções graníticas caracterizadas pela presença de bandas de biotita.



Figura 82 – Gnaiss da Formação Tumiritinga.



Figura 83– Gnaiss da Formação Tumiritinga.



Figura 84– Gnaiss da Formação Tumiritinga.

Tonalito São Vítor

Os tipos petrográficos presentes nessa Unidade são biotita-tonalito, hornblenda-biotita tonalito e, subordinadamente, biotita granodiorito. Estas rochas têm cor cinza, granulação média a grossa, são normalmente foliadas e, ocasionalmente, apresentam megacristais centimétricos de feldspato mostrando textura de fluxo magmático. A textura predominante é hipidiomórfica granular.



Figura 85 – Tonalito São Vítor.



Figura 86– Tonalito São Vitor.



Figura 87– Tonalito São Vitor.

Leucogranito Faísca

Ocorre como um granada granito branco, com biotita subordinada, de granulação grossa-média e isotrópico. Uma característica marcante é a ocorrência abundante de agregados e grãos de granada de até cinco centímetros. Apresenta textura granular hipidiomórfica e seus minerais essenciais são quartzo, plagioclásio, microclina, ortoclásio e granada, e os acessórios, biotita, mica branca, opacos, zircão, apatita e epidoto.



Figura 88 – Leucogranito Faísca.



Figura 89– Leucogranito Faísca.



Figura 90– Leucogranito Faísca.

Leucogranito Itaipé

Ocorre a norte de Padre Paraíso, onde bons afloramentos são observados ao longo da BR-116. Trata-se de uma unidade morfológicamente caracterizada por relevo mais aplainado, solo espesso e com afloramentos ora em forma de lajedo, ora formando matacões. A rocha é porfirítica, de coloração cinza claro a rósea chegando a creme e esbranquiçada. A granulação da matriz é média a grossa. Fenocristais de feldspato dão à rocha uma orientação, à semelhança de fluxo magmático.



Figura 91 – Leucogranito Itaipé.



Figura 92– Leucogranito Itaipé.



Figura 93– Leucogranito Itaipé.

Granitos Medina, Água Boa, Caladão e Pajeú

Granitóides que ocorrem a partir da cidade de Ponto dos Volantes, os afloramentos estão dispostos nos cortes da rodovia ou em matacões espalhados pelo terreno. Esses afloramentos estão bem representados em diversos cortes de estrada até o entroncamento com a BR-251, onde iniciam as sequencias de terrenos arrasados e sem afloramentos.



Figura 94 – Matakão observado nas margens da rodovia BR - 116



Figura 95 – Amostra do Granito Medina, próximo a cidade homônima.



Figura 96 – Amostra do Granito Água Boa.

**Diagnóstico Meio Físico
Estudo de Impacto Ambiental BR-116/MG**



Figura 97 – Amostra do Granito Caladão.



Figura 98 – Amostra do Granito Pajeú.

Coberturas Detrito-Lateríticas

Constitui uma superfície de aplainamento cuja altitude varia no intervalo de 750 a 900 metros. Trata-se de uma extensa área que ficou exposta durante um longo período de tempo, com várias mudanças climáticas, desde o terciário até os dias atuais, que facultou a formação de espesso solo e saprólito onde a rocha local perde toda a sua identidade permanecendo somente o seu arcabouço. O que se nota é que deve ter atuado um processo lento de lixiviação, com oscilação do nível freático, onde os minerais foram perdendo os seus componentes mais solúveis e com isto a sua identidade.



Figura 99 - Cobertura Laterítica



Figura 100- Cobertura Laterítica



Figura 101 – Cobertura Laterítica.

6.1.4.2.3 Avaliação das Características Geotécnicas dos Terrenos Atingidos Diretamente Pelas Obras no Estado de Minas Gerais.

A avaliação das características geotécnicas dos terrenos foi realizada apenas com os aspectos visuais dos terrenos que serão afetados, levando em conta as características da geologia, das feições de relevo, das declividades, dos tipos de solo e da cobertura vegetal. A partir desses critérios foi possível definir padrões de erodibilidade que definem como os terrenos se comportarão com a implantação do empreendimento.

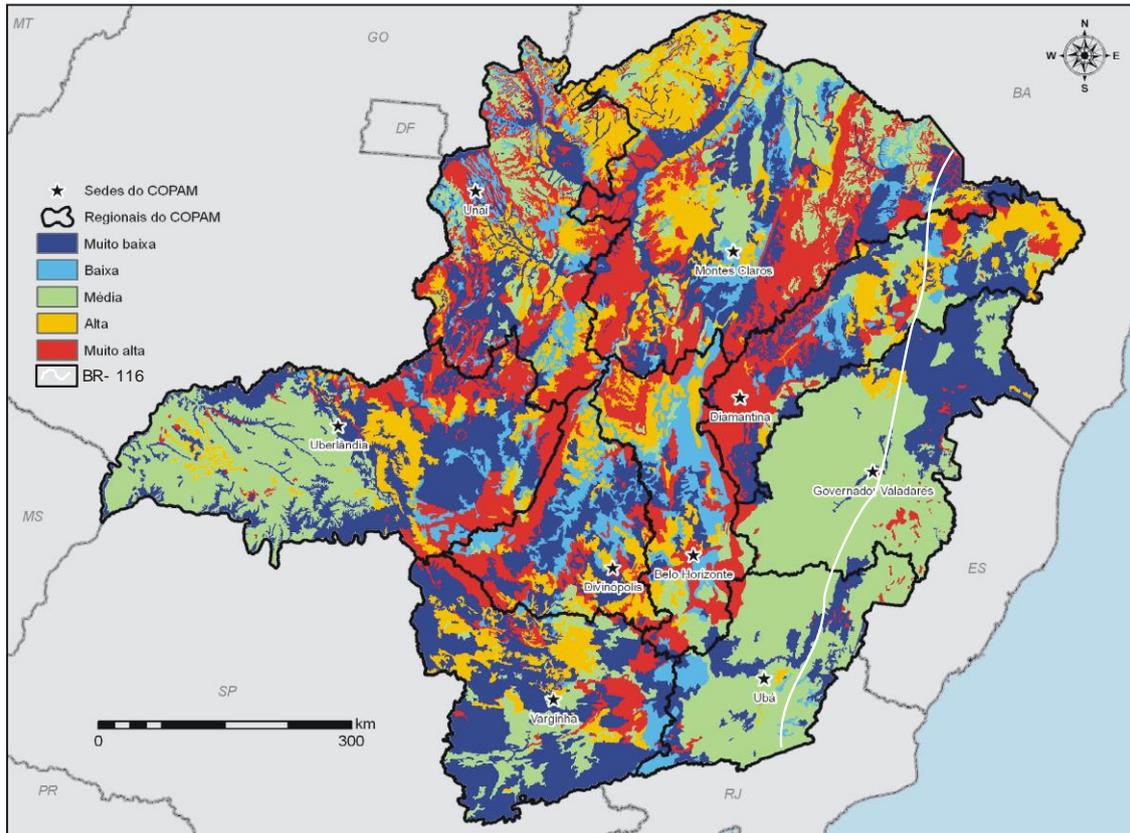


Figura 102 – Mapa de Suscetibilidade à erosão. ZEE – MG. 2014.

O processo erosivo caracteriza-se pelo desprendimento, transporte e sedimentação de massas de solo, por efeito de ações mecânicas naturais que acabam por modificar as paisagens terrestres, sendo ou não aceleradas pela ação humana.

Do ponto de vista da suscetibilidade à erosão, as áreas mais críticas são aquelas localizadas em elevações, onde a retirada da cobertura vegetal e movimentação dos solos acaba por reduzir a coesão e a capacidade de infiltração aumentando assim a taxa de escoamento superficial destes. Esta associação de fatores torna os solos mais susceptíveis às ações das intempéries.

Mesmo com a grande extensão do estado de Minas Gerais o trajeto da rodovia BR -116 é quase que norte-sul o que coloca o trecho estudado na mesma Província Estrutural e com uma geologia bastante semelhante, onde predominam as rochas ígneas e metamórficas. Com isso os padrões

de relevo se assemelham (predominam o ondulado a fortemente ondulado) e a geração dos tipos de solo não sofre grande variação (predominam os latossolos). Com isso é possível afirmar que o grau de erodibilidade dos terrenos é influenciado pelo grau de inclinação dos taludes naturais e também da existência ou não da cobertura vegetal.

É possível fazer uma divisão nas características do meio físico observadas no trajeto da BR-116/MG considerando o 1º trecho a partir da divisa MG/BA até o entroncamento da BR 116/BR 251 nesse trecho predominam os terrenos arrasados das Coberturas Detríticas que gera um relevo suavemente ondulado a ondulado, com domínio dos Latossolos, taludes pouco inclinados e cobertura vegetal abundante. Baseados nessas características, pode-se inferir que a propensão à ocorrência de movimentos de massas devido à inclinação dos taludes praticamente não existe. Contudo é alta a propensão da região para o desenvolvimento de processos erosivos devido, principalmente, à falta de coesão dos Latossolos associados com a eventual retirada da cobertura vegetal. Da divisa MG/BA até o entroncamento é possível observar que os processos erosivos são formados principalmente pelo escoamento da água da chuva em terrenos sem a proteção da cobertura vegetal, promovendo erosões com profundidades variadas mas que sem o devido processo de contenção tendem a comprometer o empreendimento.

Devido a este trecho ser constituído por sedimentos pouco consolidados, existe a possibilidade da utilização de ferramentas e maquinários de corte para escavação. E como aspecto negativo, é constituída por material facilmente desagregável, o que favorece a desestabilização em caso de abertura de taludes, sem as devidas proteções e manutenções.

Já o 2º trecho (entroncamento até a cidade de Além Paraíba), que corresponde a quase 98% do trajeto, é formado por uma geologia onde predominam as rochas ígneas e metamórficas, um relevo que varia de ondulado a fortemente ondulado, predominância dos Latossolos e em alguns pontos taludes naturais com inclinações muito acentuadas. Nessas condições a susceptibilidade das áreas ao movimento de massa é grande, principalmente devido ao relevo acidentado e ao tipo de solo. Contudo, ao longo de todo o trajeto não foram observadas áreas com escorregamentos expressivos ou que notadamente apresentem uma recorrência nesse tipo de evento.

Analisando a diferença entre os trechos, é possível mensurar que as características geotécnicas para as áreas do 2º trecho possuem um risco geotécnico maior, tendendo a ocorrência de movimentos de massa em grande escala, pois suas rochas possuem discontinuidades geomecânicas e hidráulicas que facilitam o desprendimento de blocos em taludes de corte, principalmente quando intemperizadas. Sendo, também, rochas que apresentam alta resistência ao corte e à penetração, exigindo o uso de explosivo para desmonte do maciço.

Nas áreas do 1º trecho não existem indícios de movimentos de massa recorrentes. O que é possível observar ao longo da rodovia é que as características físicas dessas áreas favorecem a ocorrência de erosões enquanto o 2º trecho, devido ao seu relevo predominantemente ondulado,

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-116/MG

favorece a ocorrência de movimentos de massa localizados. Os movimentos observados ao longo dos trabalhos de campo serviram para demonstrar que todos os taludes sem proteção adequada ou conservação são passíveis desse tipo de ocorrência.

1º Trecho – Divisa MG/BA – entroncamento BR 116/251.



Figura 103 – Início de processo erosivo principalmente laminar devido à baixa declividade



Figura 104 Início de processo erosivo principalmente laminar devido à baixa declividade



Figura 105 – Processo erosivo na base do talude devido à falta de cobertura vegetal.



Figura 106 - Processo erosivo na base do talude devido à falta de cobertura vegetal.



Figura 107 Processo erosivo na base do talude devido à falta de cobertura vegetal.

2º Trecho – Entroncamento BR 116/251 até a cidade de Além Paraíba (divisa MG/RJ)



Figura 108 – Talude sem cobertura vegetal ou bermas e com deslocamento de massa.



Figura 109 – Talude sem cobertura vegetal e com deslocamento de massa.



Figura 110 - Talude sem cobertura vegetal e com deslocamento de massa.



Figura 111 – Talude desagregando devido à falta de cobertura vegetal, bermas e calhas para escoamento das águas meteóricas.



Figura 112 – Início do processo de desestabilização do talude, processo causado pela falta de cobertura vegetal, bermas e calhas para condução das águas meteóricas.



Figura 113 – Talude devidamente protegido com bermas, cobertura vegetal e calhas para condução das águas meteóricas.

6.1.4.2.4 Locais Previstos para Construção de Túneis e Obras de Artes Especiais

De acordo com o Relatório Síntese das Atualizações dos estudos do Plano de Exploração Rodoviária (PER) da rodovia BR-116/MG, há a previsão de obras de melhorias e ampliações (duplicações): no Capítulo 3 – Descrição do Projeto, no subitem Obras e Serviços Emergenciais é apresentada a relação das obras de arte especiais ao longo do traçado, que totalizam 113, que deverão ser recuperadas/conformadas (viadutos, pontes, passarelas, um trevo e uma galeria). No PER ainda está indicado, também, a recuperação/limpeza/desassoreamento de mais 967 obras de arte correntes (bueiros, sargetas, descidas d'água, etc).

Ressalta-se que de acordo com o PER não estão previstos túneis no trecho em estudo.

Quanto aos seus aspectos ambientais, as informações disponíveis indicam que as características geológico-estruturais dos maciços rochosos não serão afetadas com as melhorias e instalação de obras de arte especiais devido principalmente à inexistência de túneis ou obras de grande porte ou alto grau de complexidade.

Considera-se, porém, que o detalhamento das obras de artes especiais deve ser apresentado nas etapas subsequentes do Projeto de Engenharia do empreendimento, onde os locais previstos para construção dos novos dispositivos deverá ser detalhado estruturalmente a partir de dados de campo (sondagens mistas, investigação estrutural através de testes de resistência dos maciços e pontos de escorregamento) e movimentações de massa por meio de ensaios de laboratório, para assim delimitar os aspectos estruturais do maciço rochoso a ser afetado pela instalação das obras de arte especiais.

6.1.4.2.5 Títulos Minerários no Estado de Minas Gerais.

A partir de um levantamento de dados na base de informações do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, foi possível identificar os processos de Titulação Minerária na área de estudo do empreendimento.

O levantamento identificou que no Estado de Minas Gerais praticamente todo o eixo da rodovia BR-116/MG está sobre concessões de todos os tipos desde pesquisa até lavras já instaladas e em funcionamento. Esse fato deve-se ao potencial mineral do Estado e sua geologia favorável a gênese de jazidas.

A espacialização dessas áreas consta do respectivo Mapa de Títulos Minerários (ANEXO XIII) e a tabela abaixo lista o número e ano do processo, área, fase, nome, substrato e uso das áreas.

Tabela 1 - Títulos Minerários

PROCESSO/ ANO	ÁREA / HÁ	FASE	NOME	SUBSTRATO	USO
831051/2009	418,15	DISPONIBILIDADE	ANDREA ALVES DA ROCHA MOREIRA	GRANITO	REVESTIMENTO
832406/2009	600,31	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Angel Frossard Fernandez	ARGILA	INDUSTRIAL

PROCESSO/ ANO	ÁREA / HÁ	FASE	NOME	SUBSTRATO	USO
831248/2012	776,23	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Anglo Ferrous Minas Rio Minerario S.A	GRANITO	REVESTIMENTO
830063/2001	841,07	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ANGRABLOCKS - ANGRAMAR BLOCOS LTDA	GRANITO	INDUSTRIAL
832891/2010	231,77	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ANGRABLOCKS - ANGRAMAR BLOCOS LTDA	GRANITO	REVESTIMENTO
833563/2012	25,78	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	AREAL BELA VISTA LTDA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
831276/2010	45,72	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Areal Campos Ltda	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
831846/2012	49,22	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Areal Campos Ltda	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
830841/2010	4,68	LICENCIAMENTO	Areal Retiro Ltda Me	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
833045/2007	5,29	LICENCIAMENTO	AREIÃO PINHEIRAL LTDA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
833327/2010	39,35	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Areias do Vale Ltda Me	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
834740/2010	123,99	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Blc Minerario e Terraplenagem Ltda. Me	GRANITO	REVESTIMENTO
834317/2011	826,22	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Blc Minerario e Terraplenagem Ltda. Me	GRANITO	REVESTIMENTO
834950/2010	485,43	DISPONIBILIDADE	Blc Minerario e Terraplenagem Ltda. Me	GRANITO	REVESTIMENTO
832959/2003	1000,00	DISPONIBILIDADE	BONTEMPI IMÓVEIS LTDA	GRANITO	REVESTIMENTO
831241/2009	943,62	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	BRASPEDRAS COMÉRCIO IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO LTDA	GRANITO	REVESTIMENTO
830331/2009	999,11	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	BRASPEDRAS COMÉRCIO IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO LTDA	GRANITO	REVESTIMENTO
833600/2011	985,48	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Brazminco Ltda	GRANITO	REVESTIMENTO
830785/2002	558,07	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Bruno Carvalho Félix Me	GRANITO	REVESTIMENTO
831636/2009	48,82	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Carlinhos Teixeira Batista	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
831294/2003	994,85	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	CARLITO FARIA.	GRANITO	INDUSTRIAL
830479/2005	50,17	DISPONIBILIDADE	CARLOS ALBERICO BATISTA PEREIRA	GRANITO	REVESTIMENTO
831991/2005	50,00	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	CERÂMICA GUSTERLUX LTDA.	ARGILA	CONSTRUÇÃO CIVIL
833444/2011	47,27	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Ceramica Itaobiense Ltda	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
830588/2010	43,90	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	Ceramica Leal Ltda	ARGILA	CERÂMICA VERMELHA
834967/2007	49,09	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	Cerâmica Constrular Ltda ME	ARGILA	CERÂMICA VERMELHA
830162/2009	13,90	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Cerâmica Taruaru Ltda	ARGILA	INDUSTRIAL
830528/2007	50,00	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Cerâmica Taruaru Ltda	ARGILA	CERÂMICA VERMELHA
830990/2010	13,90	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	Cerâmica Taruaru Ltda	ARGILA	CERÂMICA VERMELHA
833888/2008	29,39	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	CÉSAR MOREIRA SAMPAIO	GRANITO	REVESTIMENTO
830211/2003	713,34	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Christiane Pires Félix	GRANITO	REVESTIMENTO
831169/2007	131,75	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	CRISTÓVÃO DOMINGOS CORREIA	GRANITO	REVESTIMENTO
831218/2004	749,42	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Daniel Vantil	GRANITO	INDUSTRIAL
832045/2007	955,16	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Depósito Capixaba de Mármore e Granitos Ltda ME	GRANITO	REVESTIMENTO
831220/2012	46,78	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	Dercio Henrique Rodrigues Neves	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
831799/2009	44,82	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Eduardo Garonce Alves	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
832114/1983	800,00	REQUERIMENTO DE LAVRA	Empresa de Mineracao Altoé Ltda	GRANITO	NÃO INFORMADO
833071/2005	237,36	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Exotic Minerarao Ltda	GRANITO	INDUSTRIAL
831597/2012	919,79	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Exotic Minerario Ltda	GRANITO	REVESTIMENTO
831278/2010	49,82	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	Fcp Projetos Elétricos Ltda	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
831277/2010	49,99	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	Fcp Projetos Elétricos Ltda	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
832573/2009	49,22	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Fernando Rodrigues da Costa	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
833162/2007	50,00	LICENCIAMENTO	FLAVIO TEODOSIO DOS REIS	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
831138/2011	960,55	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Fortaleza Rochas Ornamentais Ltda Me	GRANITO	REVESTIMENTO
831984/2007	29,50	DISPONIBILIDADE	Gebson da Silva	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
831247/1986	944,00	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GIROMAR EXTRAÇÃO DE MINERAIS LTDA.	GRANITO	NÃO INFORMADO
834322/2012	258,50	REQUERIMENTO DE PESQUISA	GRAMARJ GRANITOS E MÁRMORES JACIGUÁ LTDA	GRANITO	REVESTIMENTO
831940/2005	1000,00	DISPONIBILIDADE	GRAMARTINS GRANITOS E MÁRMORES MARTINS LTDA. - ME.	GRANITO	INDUSTRIAL

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-116/MG

PROCESSO/ ANO	ÁREA / HÁ	FASE	NOME	SUBSTRATO	USO
833030/2011	678,01	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Gran Vale Ltda Me	GRANITO	REVESTIMENTO
830991/2003	473,48	REQUERIMENTO DE LAVRA	Granitos Alemmar Ltda.	GRANITO	INDUSTRIAL
831149/1986	805,51	REQUERIMENTO DE LAVRA	GRANITOS CACHOEIRO LTDA.	GRANITO	NÃO INFORMADO
831505/2005	1000,00	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Granitos Itaguacu Ltda.	GRANITO	REVESTIMENTO
832785/2002	498,00	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Granitos Itaguacu Ltda.	GRANITO	INDUSTRIAL
831054/1990	999,90	REQUERIMENTO DE LAVRA	Granitos Moredo Ltda	GRANITO	NÃO INFORMADO
831594/2012	999,11	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Granmar Granitos e Mármore Ltda	GRANITO	REVESTIMENTO
833558/2004	211,48	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANPOZZI GRANITOS LTDA.	GRANITO	INDUSTRIAL
830125/2002	199,54	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANSENA EXPORTAÇÃO E COMÉRCIO LTDA.	GRANITO	REVESTIMENTO
832171/2003	573,02	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANSENA EXPORTAÇÃO E COMÉRCIO LTDA.	GRANITO	REVESTIMENTO
831217/2003	745,30	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANSENA EXPORTAÇÃO E COMÉRCIO LTDA.	GRANITO	REVESTIMENTO
832324/1991	663,13	REQUERIMENTO DE LAVRA	GRANSENA EXPORTAÇÃO E COMÉRCIO LTDA.	GRANITO	NÃO INFORMADO
833868/2012	991,13	REQUERIMENTO DE PESQUISA	GRANSENA EXPORTAÇÃO E COMÉRCIO LTDA.	GRANITO	REVESTIMENTO
834956/2010	509,56	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Haf Empreendimentos Ltda	GRANITO	REVESTIMENTO
830038/2010	641,20	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Hederson Henrique Teixeira	GRANITO	REVESTIMENTO
833354/2011	399,96	DISPONIBILIDADE	Herica Correia Luiz	GRANITO	REVESTIMENTO
832409/2012	998,72	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Ilis Minerario Ltda	GRANITO	REVESTIMENTO
831812/2005	898,94	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	IMAGI - INDÚSTRIA DE MÁRMORES GIRONDA LTDA	GRANITO	REVESTIMENTO
830494/2007	612,34	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ISAAC DISTRIBUIDORA DE GRANITOS E MÁRMORES LTDA	GRANITO	REVESTIMENTO
831133/1980	855,00	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Izaias Souza	GRANITO	NÃO INFORMADO
830939/2006	41,64	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	IZAIAS SOUZA	GRANITO	CONSTRUÇÃO CIVIL
831459/1986	308,21	CONCESSÃO DE LAVRA	Izaias Souza	GRANITO	NÃO INFORMADO
831115/2003	600,00	DISPONIBILIDADE	J. M. GRANITOS E MÁRMORES LTDA ME.	GRANITO	REVESTIMENTO
833862/2006	50,00	REQUERIMENTO DE PESQUISA	JAIR PEREIRA DA SILVA	ÁGUA MINERAL	ENGARRAFAMENTO
833567/2004	50,00	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	JM SERVIÇOS DE TRATORES LTDA.	AREIA	INDUSTRIAL
830976/2003	50,00	REQUERIMENTO DE PESQUISA	JOEL SANCHES DE ABREU	ÁGUA MINERAL	ENGARRAFAMENTO
833803/2004	46,75	LICENCIAMENTO	Jose Carlos Calil	CASCALHO	CONSTRUÇÃO CIVIL
833180/2006	671,57	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Josemar Soares Vieira	GRANITO	REVESTIMENTO
832016/2003	935,90	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	JOSUÉ FLÓRIO	GRANITO	INDUSTRIAL
831147/1986	237,75	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Jovino Rodrigues	GRANITO	NÃO INFORMADO
831430/2009	48,92	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	Joio Batista Vieira Areal	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
831611/2012	5,79	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	Jp de Freitas	ARGILA	CERÂMICA VERMELHA
830143/2004	982,81	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	JUVÊNIO MESQUITA DE MENDONÇA	GRANITO	REVESTIMENTO
830250/2012	718,48	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Lais Mauro Lima	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
833350/2010	986,66	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Lamil Lage Minérios Ltda	GRANITO	REVESTIMENTO
833342/2010	996,94	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Lamil Lage Minérios Ltda	GRANITO	REVESTIMENTO
832274/2004	694,60	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Leovaz da Rocha Coutinho	GRANITO	INDUSTRIAL
831456/2011	113,91	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Leovaz da Rocha Coutinho	GRANITO	REVESTIMENTO
833550/2011	226,21	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Leovaz da Rocha Coutinho	GRANITO	REVESTIMENTO
832090/2004	481,50	DISPONIBILIDADE	Leovaz da Rocha Coutinho	GRANITO	INDUSTRIAL
831273/2011	143,42	DISPONIBILIDADE	Leovaz da Rocha Coutinho	GRANITO	REVESTIMENTO
830765/2004	32,19	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Marcel Minerario Ltda	GRANITO	INDUSTRIAL
832497/2010	317,03	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Marcel Minerario Ltda	GRANITO	REVESTIMENTO
834662/2007	149,83	DISPONIBILIDADE	Marcel Minerario Ltda	GRANITO	REVESTIMENTO
831556/2003	728,52	DISPONIBILIDADE	Marcelo Olegario Soares	GRANITO	REVESTIMENTO
834788/2010	986,60	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Margon Indústria e Comércio Ltda Epp	ARGILA	INDUSTRIAL
834785/2010	933,49	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Margon Indústria e Comércio Ltda Epp	ARGILA	INDUSTRIAL
830084/2012	982,92	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Margon Indústria e Comércio Ltda Epp	ARGILA	INDUSTRIAL
830012/2011	670,59	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Margon Indústria e Comércio Ltda Epp	ARGILA	INDUSTRIAL

PROCESSO/ ANO	AREA / HÁ	FASE	NOME	SUBSTRATO	USO
831720/1986	725,00	REQUERIMENTO DE LAVRA	MÁRMORE TREVO S/A	GRANITO	NÃO INFORMADO
832765/2004	345,87	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MED GRAN MEDINA GRANITOS LTDA	GRANITO	REVESTIMENTO
830840/1986	381,25	REQUERIMENTO DE LAVRA	Mineracao Cunha Ltda	GRANITO	NÃO INFORMADO
833332/2010	608,68	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINERAÇÃO ESTRELA DO NORTE LTDA - ME.	GRANITO	REVESTIMENTO
830774/2012	277,72	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINERAÇÃO OURO BIANCO LTDA - ME	GRANITO	REVESTIMENTO
830625/1985	819,53	REQUERIMENTO DE LAVRA	Mineracao Paraiso Ltda. Me	GRANITO	INDUSTRIAL
832816/2002	447,30	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINERAÇÃO THOMAZINI LTDA.	GRANITO	INDUSTRIAL
834199/2010	49,49	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINERAÇÃO TREMEDAL LTDA	GRANITO	REVESTIMENTO
833931/2006	952,64	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Mineradora Caldense Limitada	ARGILA	INDUSTRIAL
833399/2008	27,51	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	Mineradora Caiil Limitada ME	ARGILA	CERÂMICA VERMELHA
832374/2004	50,00	LICENCIAMENTO	Mineradora do Vale Ltda Me	ARGILA	CERÂMICA VERMELHA
832515/2004	990,00	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Minerario Corcovado de Minas Ltda.	GRANITO	REVESTIMENTO
831342/2007	1000,00	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Minerario Granduvale Ltda	GRANITO	INDUSTRIAL
831587/1999	385,62	REQUERIMENTO DE LAVRA	Minerario Granduvale Ltda	GRANITO	REVESTIMENTO
831141/1991	1000,00	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Minerario Granduvale Ltda	GRANITO	NÃO INFORMADO
832926/2008	985,72	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Minerario Juparaná Ltda.	GRANITO	REVESTIMENTO
832963/2009	538,97	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Minerario Panamá Ltda. Me.	GRANITO	REVESTIMENTO
830781/2010	378,13	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Minerario Santa InÔs Ltda.	GRANITO	REVESTIMENTO
832632/2009	1,49	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Minerario Santa InÔs Ltda.	GRANITO	REVESTIMENTO
830739/2002	975,80	DISPONIBILIDADE	Minerario Santa InÔs Ltda.	GRANITO	INDUSTRIAL
833061/1989	988,00	REQUERIMENTO DE LAVRA	Minerario Zona da Mata Ltda.	QUARTZO	NÃO INFORMADO
832683/2012	662,11	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Minerfal Minas Mineradora Ltda	GRANITO	REVESTIMENTO
833006/2012	171,03	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Morro do Pilar Minerais S.a.	GRANITO	REVESTIMENTO
835869/1995	28,82	REQUERIMENTO DE LAVRA	NOVA AURORA MARMORES E GRANITOS LTDA	GRANITO	NÃO INFORMADO
830516/1998	36,83	REQUERIMENTO DE LAVRA	NOVA AURORA MARMORES E GRANITOS LTDA	GRANITO	NÃO INFORMADO
831576/1999	461,60	REQUERIMENTO DE LAVRA	NOVA AURORA MARMORES E GRANITOS LTDA	GRANITO	NÃO INFORMADO
832814/2007	2,25	DISPONIBILIDADE	Ozéias Francisco CÂndido	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
830520/2011	2,25	LICENCIAMENTO	Ozéias Francisco CÂndido	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
830572/2011	43,05	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Patricia Jardim de Souza Lopes	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
833034/2003	970,00	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Patrícia Duarte Lara	GRANITO	REVESTIMENTO
833994/2010	13,65	DISPONIBILIDADE	Patrícia Resende Theodoro da Silva Caetano	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
833688/2011	0,00	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	Patrícia Resende Theodoro da Silva Caetano	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
833688/2011	0,00	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	Patrícia Resende Theodoro da Silva Caetano	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
833688/2011	0,00	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	Patrícia Resende Theodoro da Silva Caetano	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
833688/2011	0,00	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	Patrícia Resende Theodoro da Silva Caetano	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
833688/2011	0,00	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	Patrícia Resende Theodoro da Silva Caetano	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
833688/2011	0,00	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	Patrícia Resende Theodoro da Silva Caetano	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
833688/2011	0,00	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	Patrícia Resende Theodoro da Silva Caetano	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
833688/2011	0,97	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	Patrícia Resende Theodoro da Silva Caetano	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
833688/2011	0,01	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	Patrícia Resende Theodoro da Silva Caetano	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
833688/2011	0,00	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	Patrícia Resende Theodoro da Silva Caetano	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
833688/2011	24,99	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	Patrícia Resende Theodoro da Silva Caetano	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
831348/2008	996,50	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	PAULO CESAR GOMES	GRANITO	REVESTIMENTO
832939/2010	50,00	DISPONIBILIDADE	PAVOTEC PAVIMENTAÇÃO E TERRAPLENAGEM LTDA	GRANITO	BRITA
835548/1993	13,88	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Pedreira Sio Joio Ltda	GRANITO	NÃO INFORMADO
835890/1994	1000,00	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Pedreiras do Brasil S A	GRANITO	NÃO INFORMADO
831419/2007	600,65	DISPONIBILIDADE	PEREIRA & SANTOS LTDA.	GRANITO	INDUSTRIAL
830506/2011	231,78	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Quartzblue Minerario Ltda	GRANITO	REVESTIMENTO

PROCESSO/ ANO	AREA / HÁ	FASE	NOME	SUBSTRATO	USO
830916/2011	996,74	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	R & M Mineracao Ltda	GRANITO	REVESTIMENTO
832673/2009	396,12	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Redeir Magela de Oliveira	GRANITO	REVESTIMENTO
830685/1989	29,00	CONCESSÃO DE LAVRA	REFRIGERANTES RIO DOCE LTDA	ÁGUA MINERAL	NÃO INFORMADO
832889/2009	599,90	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Renato Vieira Cacique	GRANITO	REVESTIMENTO
832803/2006	974,75	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ROBSON MELEIPE MACHADO	GRANITO	REVESTIMENTO
832882/2004	49,50	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Rodrigo Cavalcante Simões Me	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
830280/2001	589,47	DISPONIBILIDADE	SERRA AZUL GRANITOS LTDA.	GRANITO	INDUSTRIAL
833325/2007	246,59	REQUERIMENTO DE LAVRA	SERRA NOVA GRANITOS E MÁRMORES LTDA	GRANITO	REVESTIMENTO
832379/2008	2,00	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	SERVE BEM PRESTADORA DE SERVIÇOS LTDA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
830954/2009	943,78	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Shary Souza Matos	GRANITO	REVESTIMENTO
830368/2009	919,83	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Shary Souza Matos	GRANITO	REVESTIMENTO
831566/2009	907,06	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Shary Souza Matos	GRANITO	REVESTIMENTO
830805/2012	420,21	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Silvio Oliveira da Silva	GRANITO	REVESTIMENTO
831858/2002	298,88	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	STONEQUARRIES DO BRASIL LTDA. M.E	GRANITO	REVESTIMENTO
834386/2010	950,12	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Thorgran Granitos Ltda	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
831440/2010	903,64	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	TK PRODUTOS CERÂMICOS LTDA	ARGILA	INDUSTRIAL
831651/2012	1971,56	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Tradex Comercio Importario e Exportario Ltda	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
832572/2006	1000,00	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Transjap Transportes Dois Irmaos Ltda.	GRANITO	REVESTIMENTO
830457/1989	1000,00	DISPONIBILIDADE	UNIMIL EMPRESA UNIÃO DE MINERAÇÃO LTDA	GRANITO	NÃO INFORMADO
832686/2012	973,42	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Valdercy Marcon.	GRANITO	REVESTIMENTO
832036/2011	853,40	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Valmic Gonralves dos Santos	GRANITO	REVESTIMENTO
834611/1994	824,26	REQUERIMENTO DE LAVRA	Varginha Minerario e Loteamentos Ltda	GRANITO	NÃO INFORMADO
834046/2006	707,74	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Virgílio Sardinha Pinto	GRANITO	REVESTIMENTO
832993/2012	176,71	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Virgílio Sardinha Pinto	GRANITO	REVESTIMENTO
832072/2007	20,76	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Wedson Scherrer de Carvalho Junior	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL

Fonte: DNPM

6.1.4.2.6 Áreas de Jazidas Potenciais.

Todas as áreas livres de qualquer solicitação de concessão junto ao DNPM mostram-se passíveis de tornarem-se jazidas de materiais de emprego imediato na construção, contudo existem estudos necessários para determinação dessas áreas que não são possíveis de serem realizados nessa etapa do estudo, pois envolvem entre outros levantamentos, sondagens e análises químicas e laboratoriais e a viabilidade econômica do material a ser explorado.

Lembrando que as áreas escolhidas para a implantação de jazidas deverão passar pelo processo de concessão estabelecido pelo Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM. E que a escolha das áreas é precedida de uma avaliação legal onde Áreas de Proteção Permanente – APP são automaticamente descartadas.

6.1.4.2.7 Substâncias de Emprego Imediato na Construção Civil.

As substâncias de emprego imediato na construção civil são definidas pelo Código de Mineração como: areias, cascalhos, saibros, rochas e solos.

6.1.4.2.8 Material Pétreo (rochas)

A geologia das regiões atravessadas pela BR – 116/MG é praticamente toda favorável à implantação de jazidas para brita e agregados. A favorabilidade é dada pela geologia predominantemente marcada por rochas ígneas e metamórficas que ao longo de diversos afloramentos apresentaram características macro para serem utilizadas como brita.

Praticamente em todo o trajeto existem jazidas já implantadas e com volume para atendimento localizado das obras, tendo em vista que o transporte de materiais de emprego imediato na construção civil possui custo direto com o transporte e por isso as jazidas deverão ser modificadas conforme o andamento e conclusão das obras.

Recomendamos que ao invés da abertura de novas jazidas, naqueles locais onde as já existentes atendam aos requisitos de volume e qualidade da obra, que sejam utilizadas como forma de diminuir os impactos ambientais e movimentar a economia municipal.



Figura 114 – Empresa POLIMIX próxima a cidade de Muriaé com condições de atender a demanda das obras.



Figura 115 – Britador próximo a cidade de Governador Valadares.

6.1.4.2.9 Material Terrígeno (solo/argilas/areias)

Os trabalhos de campo não identificaram áreas próximas ao empreendimento com potencial para abastecer as obras com a instalação de um único areal. Em todo o trajeto e observando as concessões do DNPM é possível identificar que os areais estão localizados nos grandes rios que cruzam a rodovia como o Paraíba do Sul, rio Pomba, rio Doce e rio Jequitinhonha.

Sugerimos que a aquisição de ocorra nos areais já implantados e que somados possuem volume para o atendimento da demanda do empreendimento. Esses areais funcionam principalmente na dragagem dos rios cortados pela estrada ou na moagem das britas até a fração areia.

Para o uso do solo a região possui solos Latossolos profundos capazes de fornecer material de boa qualidade em cortes regulares. Contudo, não recomendamos a aberturas de novas jazidas devido ao impacto ambiental causado, sugerimos que sejam utilizadas as já existentes, principalmente nas áreas sensíveis com inclinação acentuada ou vegetação de porte arbóreo.



Figura 116 – Talude com exploração de Latossolo para material de emprego imediato na construção civil. Ponto localizado próximo a cidade de Caratinga.



Figura 117 – Área com possibilidade de aproveitamento para jazida de solos, próxima a Governador Valadares.

6.1.4.2.10 Levantamento e Caracterização das Cavidades Naturais na Área de Estudo

O Brasil possui, atualmente, 14.030 cavernas registradas no Centro Nacional de Estudos, Proteção e Manejo de Cavernas (CECAV) (Brasil, 2014). Compete a esta unidade especializada do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMbio) a administração do Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE), banco de dados oficial de cavernas em território brasileiro.

Minas Gerais detém o maior conhecimento espeleológico gerado entre as unidades federativas, com mais de 5.000 cavernas catalogadas na referida base de dados (Brasil, 2014), e possui 11 das 50 maiores cavernas do país (SBE, 2014). Apesar dos números, este conhecimento é ainda considerado baixo.

Rodovias podem ocasionar impactos ambientais relacionados a alterações na socioeconomia regional, modificações em sistemas naturais de drenagem e desequilíbrio ecológico advindo de mudanças nos ecossistemas locais. A ampliação da capacidade rodoviária paralela a traçados pré-existentes, entretanto, resulta em impactos diminutos aos ambientes físico e biótico, uma vez que as principais modificações já ocorreram (Brasil, 2009a).

Apesar do pequeno impacto direto sobre a fauna e flora, a duplicação rodoviária pode provocar impactos negativos sobre o patrimônio espeleológico, com possibilidade de distúrbios aos atributos biológicos, geológicos, hidrológicos, cênicos, histórico-culturais e/ou socioeconômicos das cavernas.

A formação estrutural das cavernas é condicionada por vários aspectos do meio físico (litologia, disponibilidade hídrica, gradiente hidráulico, cobertura de solos e condições climáticas). Na existência de condições favoráveis, as galerias subterrâneas poderão ser formadas segundo diversos padrões morfológicos, notadamente consequentes da estruturação geológica. Entretanto, a evolução natural do relevo e a ação da água fazem com que essas galerias subterrâneas modelem-se em formas secundárias, em um processo contínuo de ampliação por abatimentos e preenchimento por sedimentos de diversas fontes: aluviões, solos, espeleotemas.

A cobertura vegetal associada às cavernas e ao seu entorno, interferem na preservação dos elementos biológicos, físicos e culturais associados a este meio, permitindo a manutenção dos climas internos e a conservação de solos, de painéis rupestres, de sedimentos (potencialmente detentores de vestígios arqueológicos, históricos e paleontológicos) e, notadamente, de áreas de vida da fauna. Dessa forma, a preservação do entorno de uma caverna é de extrema importância para manter o equilíbrio do ecossistema hipógeo.

Pela legislação atual, até que sejam realizados os estudos específicos, a área de influência de uma caverna está estabelecida como a área de sua projeção plana, à superfície, acrescida de entorno mínimo de 250 metros (Brasil, 1990a).

Empreendimentos que ocasionem impacto negativo irreversível em cavidades naturais subterrâneas classificadas no grau de relevância alto e médio determinam a responsabilidade do empreendedor, como condicionante do licenciamento ambiental, a negociar a adoção de medidas e ações para preservação e contribuição na conservação e no uso adequado do patrimônio espeleológico (Brasil, 1990b).

O presente estudo tem por objetivo registrar os resultados do inventário espeleológico concernente à rodovia federal BR-116 no estado de Minas Gerais, entre a divisa Bahia/Minas Gerais, km 0,0, e a divisa Minas Gerais/Rio de Janeiro, no km 818,1, onde avaliou-se quanto a presença ou a ausência de cavidades naturais subterrâneas adjacentes ao empreendimento, para fins de elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental para regularização e duplicação da referida rodovia.

Marco Legal

Legalmente referidas como 'cavidades naturais subterrâneas' e popularmente conhecidas como grutas, lapas, furnas, buracos entre outros, as cavernas são objeto de estranhamento e interesse em todo o mundo.

No Brasil, sua relevância ambiental, cultural, econômica e estratégica as amparou por um coletivo de normas que disciplinam seu uso e preservação.

A Constituição Federal de 1988, art. 20, X, estabelece que as cavidades naturais subterrâneas e os sítios arqueológicos e pré-históricos são bens da União (Brasil, 1988). O parágrafo único do art. 1º do Decreto nº 99.556/1990, modificado pelo Decreto nº 6.640/2008, dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no Território Nacional, assim as definindo (Brasil, 2008):

“Entende-se por cavidade natural subterrânea todo e qualquer espaço subterrâneo acessível pelo ser humano, com ou sem abertura identificada, popularmente conhecida como caverna, gruta, lapa, toca, abismo, furna ou buraco, incluindo seu ambiente, conteúdo mineral e hídrico, a fauna e a flora ali encontrados e o corpo rochoso onde os mesmos se inserem, desde que tenham sido formados por processos naturais, independentemente de suas dimensões ou tipo de rocha encaixante.”

A atual legislação compreende que as cavernas não devem ser avaliadas como ocorrências pontuais. Seu valor se estende, portanto, aos elementos que lhes garantam a integridade, compondo o chamado patrimônio espeleológico. Este patrimônio constitui-se pelo conjunto de fatores bióticos e abióticos, socioeconômicos e histórico-culturais, subterrâneos ou superficiais, representados pelas cavidades naturais subterrâneas e elementos a estas associadas.

Quando as cavidades naturais e seu entorno, possuem características que propiciam a conservação de elementos de valor cultural, complementarmente, a Constituição Federal e a legislação cultural brasileira intensificam a proteção deste patrimônio espeleológico. A Carta Magna, no caput do art. 216, considera como patrimônio cultural brasileiro os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação e à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, nestes incluindo os sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico (Brasil, 1988).

A Lei nº 3.924/1961 em seu art. 2º, alínea b, estabelece como monumentos arqueológicos e pré-históricos as grutas, lapas e abrigos sob pedra quando detentoras de vestígios de ocupação pretérita, bem como as inscrições rupestres ou locais como sulcos de polimentos de utensílios e outros vestígios de atividade de paleoameríndios, determinando a responsabilidade do poder público na guarda e proteção destes e definindo sua destruição como crime contra Patrimônio Nacional (Brasil, 1961).

Em sentido complementar, o Decreto Lei nº 25/1937, que constitui o patrimônio histórico e artístico nacional, inclui, no § 2º do art. 1º, em seu objeto de proteção os “sítios e paisagens que importe conservar e proteger pela feição notável com que tenham sido dotados pela natureza” (Brasil, 1937).

A área de influência de uma caverna, estabelecida pelo parágrafo único do art. 6º da Portaria IBAMA 887/1990 (Brasil, 1990a) e pelo § 3º do art. 4º da Resolução CONAMA nº 347/2004 (Brasil, 2004) em um raio de 250 m da projeção em superfície de suas galerias, compreende aqueles elementos (bióticos, abióticos, hipógeos e epígeos) necessários à manutenção do equilíbrio ecológico e da integridade física do ambiente cavernícola (Brasil, 2004).

O Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico (Brasil, 2009b) refletiu este cuidado, dando uma abordagem ecossistêmica para a gestão deste patrimônio, avaliando problemas, identificando soluções e propondo medidas adequadas de conservação, uso sustentável e recuperação dos recursos da geodiversidade.

As cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional, portanto, deverão ser protegidas de modo a permitir estudos e pesquisas de ordem técnico-científica, bem como atividades de cunho espeleológico, étnico-cultural, turístico, recreativo e educativo. Devem ser classificadas segundo seu grau de relevância, determinado pela análise dos atributos ecológicos, biológicos, hidrológicos, paleontológicos, cênicos, histórico-culturais e socioeconômicos, avaliados sobre o foco regional e local (Brasil, 1990b).

Os Decretos nº 99.556/1990 e 6.640/2008 dispõem sobre os procedimentos para a classificação das cavernas e a responsabilidade dos empreendedores em adotar medidas e ações para sua preservação. Os empreendimentos e as atividades consideradas, efetiva ou potencialmente

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-116/MG

poluidoras ou degradadoras de cavidades naturais subterrâneas, bem como de sua área de influência, dependerão de prévio licenciamento pelo órgão ambiental competente.

Sua regulamentação (Instrução Normativa nº 002/2009, do Ministério do Meio Ambiente) pormenoriza a extensão dos atributos a serem observados para a classificação de relevância das cavernas (Brasil, 2009c).

Segundo o art. 3º e os §§ 1º, 4º e 5º do art. 4º do Decreto 99.556/1990, não é permitido o impacto negativo irreversível às cavidades que forem classificadas como de máxima relevância. Nos outros níveis, o impacto negativo irreversível será tolerado; sendo que, quando de alta ou média relevância, deverá haver compensação ambiental.

No Estado de Minas Gerais, as cavernas e outras paisagens notáveis são protegidas pela Constituição Estadual por seu interesse ambiental, cultural e turístico. O § 7º do art. 214 deste ato as define como patrimônio natural do Estado, impondo a obrigação de que seu uso aconteça em condições que assegurem sua preservação (Minas Gerais, 1989).

A Lei nº 11.726/1994, em seu art. 3º, V, considera como patrimônio cultural mineiro os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, que contenham referência à identidade, à ação e à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade mineira, especificando entre eles os sítios de valor espeleológico. A Seção II desta norma trata especificamente do Patrimônio Arqueológico, Paleontológico e Espeleológico, sujeitando-os à guarda e proteção do Estado. Tal proteção se estende às áreas de entorno dos ecossistemas e do fluxo das águas – até o limite necessário à preservação do equilíbrio ambiental e à manutenção da harmonia da paisagem local – e define proteção especial às áreas cársticas (Minas Gerais, 1994).

A Portaria nº 289, de 6 de julho de 2013 dispõe sobre os procedimentos a serem aplicados pelo IBAMA no âmbito do licenciamento ambiental de rodovias e regularização ambiental das rodovias federais pavimentadas que não possuem licença ambiental (aplicando-se somente aos empreendimentos que entraram em operação até a data de sua publicação). Impõe a necessidade de se realizar o levantamento e caracterização das cavidades naturais existentes na Área de Estudo, ressaltando-se as questões relacionadas à classificação de relevância (Brasil, 2013).

A Deliberação Normativa CONEP nº 007, de 3 dezembro 2014, estabelece normas para a realização de estudos de impacto ao Patrimônio Cultural no estado de Minas Gerais. Exige, em seu Anexo II, a elaboração de Estudo Prévia de Impacto Cultural (EPIC) e a aprovação do respectivo Relatório de Impacto no Patrimônio Cultural (RIPC) em obras e projetos realizados em áreas cársticas ou de potencial espeleológico alto ou muito alto (conforme definição em mapa oficial do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas – CECAV) (Minas Gerais, 2014).

Área de Estudo

A área de estudo é o trecho da BR-116/MG com início na divisa Bahia/Minas Gerais, km 0,0 seguindo a sul até a divisa Minas Gerais/Rio de Janeiro (Além Paraíba), no km 818,1, com um total de 818,1 km de extensão (Figura 118 e Mapa da Área de Estudo – ANEXO XIV).

Toda área está inserida no Estado de Minas Gerais, contendo 39 municípios afetados ao empreendimento: Águas Vermelhas, Além Paraíba, Alpercata, Cachoeira de Pajeú, Campanário, Caraí, Caratinga, Catuji, Divino, Divisa Alegre, Dom Cavati, Engenheiro Caldas, Fervedouro, Frei Inocência, Governador Valadares, Inhapim, Itambacuri, Itanhomi, Itaobim, Jampruca, Laranjal, Leopoldina, Manhauçu, Mathias Lobato, Medina, Miradouro, Muriaé, Orizânia, Padre Paraíso, Pedra Azul, Ponto dos Volantes, Santa Bárbara do Leste, Santa Rita de Minas, Santo Antônio do Aventureiro, São Francisco do Glória, São João do Manhuaçu, Tarumirim, Teófilo Otoni e Ubaporanga.

Para o estudo espeleológico, no âmbito deste EIA/RIMA, a área de estudo foi subdividida em Área Diretamente Afetada (ADA), Área de Prospecção Espeleológica (APE), Área de Proteção Cautelar das Cavernas (APCC) e Faixa de Proximidade (FP), a saber:

- Área Diretamente Afetada (ADA): área onde as obras serão executadas, abrangendo integralmente a faixa de domínio da rodovia BR-116/MG. A faixa de domínio é base física sobre a qual se assenta a rodovia, constituída pelas pistas de rolamento, canteiros, obras-de-arte, acostamentos, sinalização e faixa lateral de segurança, até o alinhamento das cercas que separam a estrada dos imóveis marginais ou da faixa de recuo;
- Área de Prospecção Espeleológica (APE): definida pela ADA ampliada com um entorno de 250 m, referente às áreas que potencialmente se sobreponham às Áreas de Proteção Cautelar das Cavernas;
- Área de Proteção Cautelar das Cavernas (APCC): definida por meio da projeção em superfície das galeias da cavidade considerada, adicionada de um entorno de proteção de 250 metros.
- Faixa de Proximidade (FP): Faixa de entorno, em ambos os lados do atual eixo da rodovia, fixada em 5 km, distância esta estabelecida para compatibilizar a discussão e representação gráfica dos elementos de potencialidade espeleológica dos terrenos lindeiros e para cálculo e representação das cavernas mais próximas a área de estudo como um todo.

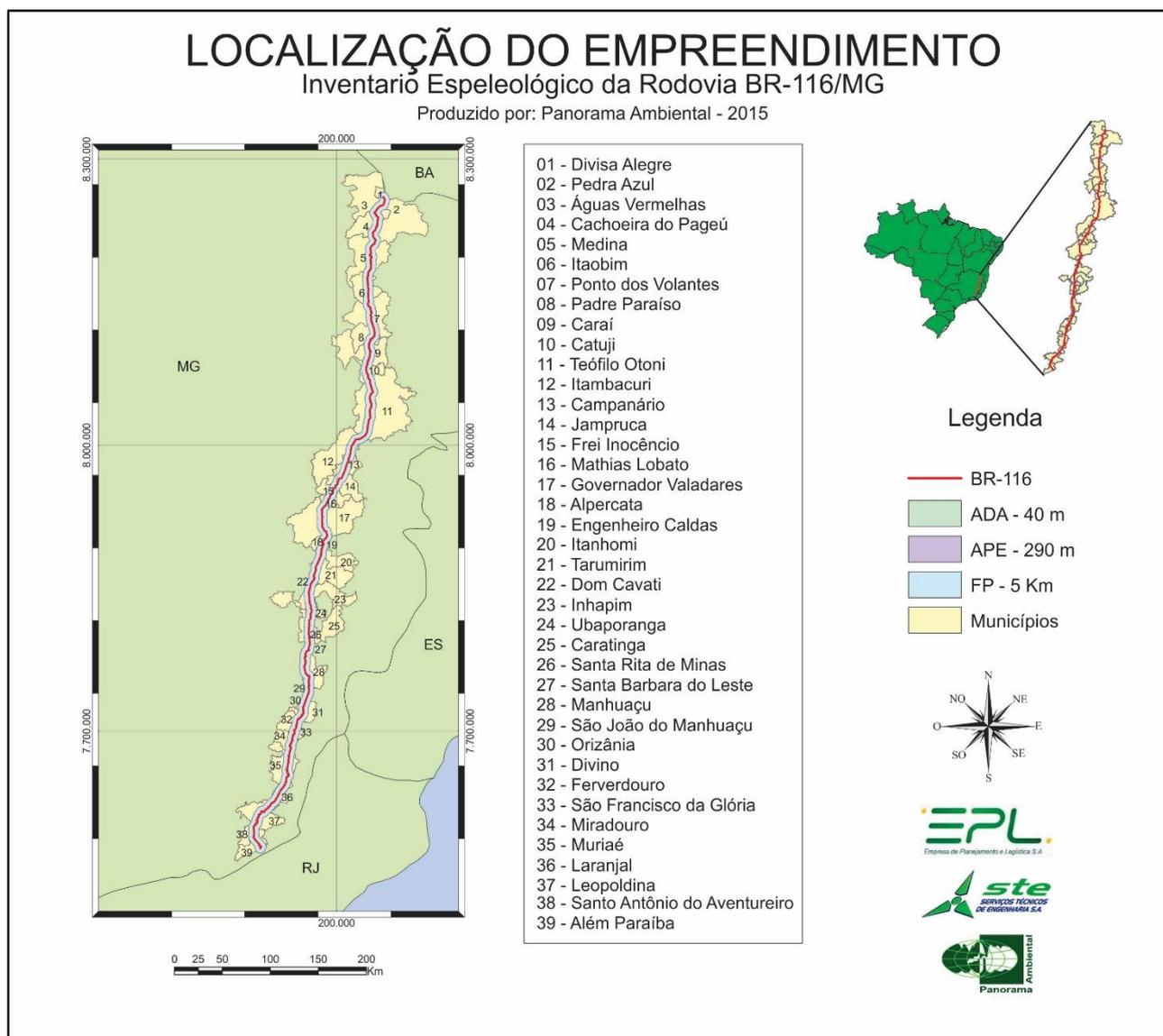


Figura 118 – Mapa de localização da BR-116/MG, abrangendo 39 municípios mineiros (dados de divisão política, IBGE 2010).

a. Resultados

I. Avaliação do Potencial Espeleológico

➤ Revisão Geológica Regional

Diversas unidades e formações geológicas são interceptadas pela BR-116/MG em seu percurso (ANEXO XV). Estes litotipos estão inseridos no contexto geotectônico da Província Mantiqueira, representada pelo Orógeno Araçuai, Grupo Rio Doce, Grupo Macaúbas, Complexo Paraíba do Sul, Complexo Jequitinhonha, Complexo Juiz de Fora e Complexo Quirino, além de sedimentos terciários e/ou quaternários, representados por Coberturas Sedimentares Recentes.

PROVÍNCIA MANTIQUEIRA

Orógeno Araçuaí

No Orógeno Araçuaí têm sido reconhecidos quatro estágios orogênicos, assinalados como pré-colisional (ca. 630 - 580 Ma), sincolisional (ca. 580 - 560 Ma), tardicolisional (ca. 560 - 530 Ma) e pós-colisional (ca. 530 - 490 Ma) (Vieira, 2007).

No primeiro estágio, fase pré-colisional ou acrescionário, estão presentes as rochas interpretadas como formadoras do arco magmático do Orógeno Araçuaí, identificadas como Suíte G1. Constituída, na sua maioria, por tonalitos e granodioritos, essa suíte se apresenta como batólitos e stocks com foliação regional impressa pela deformação sincolisional. São representantes da Suíte G1 na área do empreendimento: Corpo Governador Valadares (constituído basicamente por granodiorito gnáissicos), Corpo Tonalito São Vitor e Suíte Galiléia (constituídos por metatonalito), Corpo Brasilândia (formado por dioritos, tonalito, granito e granodiorito), Suíte Intrusiva Charnockítica Leopoldina (constituída por charnockitos, paragranulito e metanorito), Corpo Tonalito Bom Jesus do Galho (formado por metatonalito), Corpo Derribadinha (formado por metatonalito), Corpo Topázio (composto por granodioritos gnáissicos) e Corpo Comercinho (composto por granitos) (Vieira, 2007).

Na fase sincolisional, identificada pela Suíte G2, há a granitogênese tipo S originada em fase mais tardia. Essa suíte é constituída essencialmente de granitos peraluminosos (com granada e cordierita e/ou sillimanita), tendo de forma subordinada granitos a duas micas e granodioritos. Essas rochas ocorrem, em geral, na forma de batólitos, corpos tabulares e stocks. São representantes da Suíte G2 na área do empreendimento: Corpo Guarataia (constituído por granitos e gnaisses), Corpo Wolf (constituído por paragnaisses), Corpo Tonalito Vermelho Novo (formado por metatonalito), Granitoides tipo S, tardi-orogênicos, do Orógeno Araçuaí (formados por associações de granitoides), Corpo Leucogranito Faísca e Suíte Nanuque (constituídos por leucogranitos), Suíte Intrusiva Muriaé (constituída por granitoides), Granitoides tipo I, pós-orogênico do Orógeno Araçuaí, Corpo Granitoide Água Branca (constituído por metagranitoides), Corpo Granito Santa Maria do Baixio (constituído de granitos) e Corpo Viana (composto por granodioritos).

Não há na área do empreendimento, mapeadas em escala regional, exemplos de litotipos associados às Suítes G3 e G4, que representem o estágio orogênico tardio. Contudo, há exemplos associados à fase G5.

A Suíte G5 é representada pelo plutonismo tipo I, com rochas cálcio-alcálicas ricas em potássio e ferro. Estas rochas representam o estágio pós-colisional do orógeno. Esta suíte tem composição predominantemente granítica e charnockítica. São representantes da Suíte G5 na área do empreendimento: Corpo Ibituruna (constituído essencialmente por sienogranito), Corpo Padre Paraíso (constituído por enderbito, charnoenderbito e charnockito), Corpo Conceição, Suíte

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-116/MG

Medina (constituída por granitos), Corpo Barra do Limeira (constituído por granitos), Corpo Caladão (constituído por granitos), Corpo Criciúma (constituído principalmente por granitos) e Corpo Mestre Campos (constituído por granitos).

Grupo Rio Doce

O Grupo Rio Doce, de idade neoproterozoica, faz parte do Orógeno Araçuaí e foi, a priori, dividido em duas formações: São Tomé e Tumiritinga. Existem diversas discussões sobre diferentes correlações estratigráficas e outras divisões internas no grupo, porém estas não são alvo deste estudo, uma vez que a única formação identificada na área é a Formação Tumiritinga. Para se compreender as relações estratigráficas, é importante salientar que, sobreposto a esta formação, são descritos para a porção superior do grupo (Formação São Tomé) muscovita-biotita-xisto, biotita paragnaisse e quartzitos, que geralmente ocorrem no curso do Rio Doce, com trend NE-SE.

Formação Tumiritinga

Corresponde a corpos de biotita paragnaisse e xisto na base do Grupo Rio Doce. Os xistos possuem intercalações com rochas calci-silicáticas e pegmatitos. Para os biotita gnaisse, há uma longa assembleia de rochas associadas a esta formação, são descritos: biotita-sillimanita-granada (grafita) gnaisse, sillimanita-biotita gnaisse, cordierita-sillimanita gnaisse. Essas rochas foram metamorfozadas na fácies anfibolito alto, sugerindo como possível protólito um sedimento pelito-areno-carbonático depositado em ambiente de mar raso (Vieira et al., 2004)

Grupo Macaúbas

Formação Ribeirão da Folha

A Formação Ribeirão da Folha é uma unidade distal do Grupo Macaúbas, base do Orógeno Araçuaí (Pedrosa-Soares et al., 2007), e contém rochas metassedimentares regionalmente descritas como variações em diferentes graus de abundância de pelitos, vulcano-sedimentos (metachert, formações ferríferas, diopsidito e sulfeto maciço), xisto micáceo e xisto grafitoso, além de raras exposições de rochas carbonáticas e lavas máficas, metamorfisados desde a fácies xisto verde (zona da granada) até a fácies anfibolito (zonas da estauroлита, cianita e sillimanita). Esta formação encaixa lascas tectônicas de rochas metamáficas e meta-ultramáficas, ofiolíticas (Queiroga et al., 2006; Vieira, 2007).

Complexo Paraíba do Sul

Descrito como um conjunto de rochas supracrustais composto por gnaisses e migmatitos bandados e muito deformados, o Complexo Paraíba do Sul apresenta ainda, intercalações de rochas graníticas charnockíticas, gnaisses kinziíticos e metabásicas. Regionalmente este complexo foi dividido em duas grandes unidades: Unidade Inferior (composta por ortognassises tonalíticos a granodioríticos – formando um provável embasamento) e Unidade Superior (composta por biotita-gnaisses e sillimanita-granada-biotita gnaisses com intercalações de outras rochas crustais) (Machado Filho et al., 1983 e Machado, 2010). A Unidade Superior foi subdividida por Machado (1986) em dois grupos: um grupo basal (ou inferior) formado por biotitas gnaisses granatíferos e biotita gnaisses e um grupo de topo (ou superior) formado por mármore, quartzitos, calciossilicáticas e gonditos. Os metacarbonatos deste grupo superior apresentam o maior potencial espeleológico da BR-116/MG, uma vez que consistem nos únicos litotipos com potencial para dissolução.

Complexo Jequitinhonha

O Complexo Jequitinhonha, de idade neoproterozoica, é regionalmente descrito como paragnais peraluminoso, migmatizados, com intercalações de quartzito, sillimanita-grafita gnaiss e rocha calciossilicática, intrudidos por granitoides neoproterozoicos e paleozoicos. O processo de fusão parcial, embora em intensidades variáveis, está sempre presente e confere à rocha diversas estruturas migmatíticas, tais como estromática, schollen e schlieren (Gonçalves-Dias et al., 2011). A intrusão sin a tardi colisional é representada pelo Granito Água Boa, de coloração cinza claro a bege, granulação média, foliado e peraluminoso, e a intrusão paleozoica é representada pelo Granito Medina, também pós-colisional, calcialcalino e isotrópico.

Complexo Juiz de Fora

Recebe o nome Complexo Juiz de Fora a sequência de rochas da Suíte Charnockítica, predominantemente enderbítica. Este complexo é formado por litotipos magmáticos e metassedimentares, estruturalmente se apresentando como migmatitos, gnaisses e cataclasitos. Com base em estudos litogeoquímicos, pode-se subdividir essa unidade em quatro conjuntos: (i) calcialcalino de alto-K, (ii) calcialcalino de médio-K, (iii) toleítico e (iv) alcalino. Na área de estudo há predominância das fácies com características enderbíticas e tonalíticas.

Complexo Quirino

Este complexo constitui a unidade ortognássica basal da Klippe Paraíba do Sul, cujos litotipos são predominantemente descritos como corpos de gnaisses homogêneos, com hornblenda e/ou

biotita. Sua composição varia de granitoides tonalíticos/granodioríticos a graníticos e apresenta enclaves de rochas ultramáficas, máficas, e calcissilicáticas (Viana, 2003)

COBERTURAS SEDIMENTARES RECENTES

De forma descontínua, são observadas coberturas de sedimentos inconsolidados aflorando em toda extensão do empreendimento. São descritos nos mapas regionais como: Depósitos aluvionares e Coberturas detrítico-lateríticas ferruginosas, com ou sem concreções. Esses sedimentos estão associados a descargas de rios perenes ou intermitentes ou a depósitos de solos mais antigos e estruturados por vezes com concreções. Compostas por materiais inconsolidados (solos e saprolitos), todas as áreas do empreendimento recobertas por essas associações, desde que espessas, apresentam baixíssimo potencial à formação e preservação de cavernas.

➤ Revisão Geomorfológica Regional

A BR-116, em todo o trecho estudado, transpassa 6 grandes compartimentações geomorfológicas (Brasil, 2002), a saber: Planalto dos Geraizinhos; Chapadas, Planaltos e Patamares do Rio Jequitinhonha; Depressões do vale do Rio Doce; Depressão do Rio Paraíba do Sul; Escarpas e Reversos da Serra da Mantiqueira; e Planícies Fluviais e/ou Lacustres (Mapa de Compartimentação Geomorfológica – ANEXO XIV).

Importa salientar que não são apenas as diferenças altimétricas que definem os grandes compartimentos de relevo. Estas são também influenciadas por critérios de ordem lito-estrutural (Brasil, 2001). Assim é possível dividir a área de estudo em relevos associados a faixas de dobramentos e coberturas metassedimentares e a depósitos sedimentares inconsolidados terciários e/ou quaternários.

FAIXAS DE DOBRAMENTOS E COBERTURAS METASSEDIMENTARES

Planalto dos Geraizinhos

Esta compartimentação é parte integrante dos Planaltos Cimeiros que se individualiza deste pelo relevo desenvolvido principalmente sobre os depósitos cenozoicos. Em geral, estes depósitos mascaram outras feições estruturais, revelando apenas uma grande área de relevos aplainados, com elevações que variam regionalmente entre 600 e 1000 m.

Chapadas, Planaltos e Patamares do Rio Jequitinhonha

A região do Rio Jequitinhonha e seus afluentes transpassam distintas formas de relevo. Para a área de estudo são individualizadas 3 compartimentações, sendo elas Chapadas, Planaltos e Patamares. Chapadas: constituem-se por áreas de topos nivelados e superfícies pediplanadas interceptando sedimentos cenozoicos lateríticos. Os sedimentos cenozoicos são formados por coberturas eluviais e secundariamente coluviais, com níveis de areia, cascalhos, seixos e fragmentos de quartzo. Planaltos: áreas com dissecação diferenciada, representada por feições com topos convexos impressas em rochas metassedimentares proterozoicas, predominantemente xistos. Patamares: apresentam feições similares às observadas nos planaltos, contudo são áreas restritas às menores cotas altimétricas onde as redes de drenagem são mais encaixadas e acidentadas (Sallun et al., 2008).

Depressões do Vale do Rio Doce

Na bacia do Rio Doce e seus afluentes, há uma região rebaixada, com altitudes variando entre 250 e 550 m, que representa uma zona de depressão interplanáltica, sendo delimitada por todos os lados por desníveis abruptos formados pelo contato com os planaltos adjacentes. Essa depressão apresenta cerca de 200 km de comprimento e 50 km de largura, orientada numa direção geral NNE-SSW. Regionalmente são descritas elevações residuais em seu interior, produto da evolução da dissecação do Planalto Centro-Sul e Leste de Minas. O relevo observado pode ser agrupado em dois tipos: Colinas, a maioria convexa e originada pela dissecação fluvial de superfícies de aplainamento, e Planícies (Brasil, 2001).

Depressão do Rio Paraíba do Sul

Esta compartimentação é a expressão de um vale de origem tectônica, com orientação SO-NE, em que corre o Rio Paraíba do Sul. Caracterizada por uma região de baixa expressão topográfica com forte orientação tectônica, essa unidade é limitada a NO por elevações da Escarpa da Serra da Mantiqueira e a SE pelas serras do Quebra-Cangalha e da Bocaina (Texeira et al., 1999).

Escarpas e Reversos da Serra da Mantiqueira

Representa uma área influenciada por um intenso tectonismo, com soerguimento de blocos e falhamentos, desenvolvida sobre rochas proterozóicas, assim como intrusões de granitos e intrusivas alcalinas (RADAMBRASIL, 1983).

DEPÓSITOS SEDIMENTARES INCONSOLIDADOS TERCIÁRIOS E/OU QUATERNÁRIOS

Planícies Fluviais e ou Lacustres

Representam as áreas de menor expressão topográfica, predominantemente em menores cotas, e que sempre estão associados a cursos hídricos, perenes ou intermitentes. Este relevo é impresso em sedimentos recentes e inconsolidados, representando áreas com potencial espeleológico improvável.

➤ Patrimônio espeleológico regional

Atualmente, o estado de Minas Gerais detêm 39,1% de todo patrimônio espeleológico conhecido para o Brasil, representando a unidade federativa com a maior quantidade de cavernas registradas, contendo, em 31 de outubro de 2014, um total de 5.478 cavernas registradas no CECAV (Brasil, 2014).

Dos 39 municípios transpassados pela rodovia, apenas dois possuem cavernas registradas no CECAV, sendo: 1 em Padre Paraíso (Gruta Boa Vista) e 2 em Teófilo Otoni (Gruta da Lavra do Cristal e Gruta da Vaca Parida) Anexo XIV - Mapa de Localização das Cavernas).

Nenhuma das duas cavernas presentes em Teófilo Otoni está localizada na área de estudo espeleológico, não sendo, portanto, objeto de conferência durante as ações em campo. A Gruta Lavra do Cristal localiza-se sob as coordenadas UTM 24K 252.661 E 8.066.839 N 514 m de altitude e dista 17,4 km da rodovia. A Gruta Vaca Parida localiza-se sob as coordenadas 24K 264.938 E 8.019.188 N, 283 m de altitude, e dista 31,1 km da BR-116/MG.

Durante o levantamento de dados secundários foram observados os registros do CECAV (Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas - CANIE), os registros da SBE (Cadastro Nacional de Cavernas - CNC), citações em sítios de informação na internet (publicações científicas, jornais, páginas dos municípios interceptados e conteúdos livres), além dos estudos científicos realizados na região.

Por meio de dois artigos publicados em periódicos científicos sobre fauna silvestre cavernícola, foi possível aumentar o conhecimento acerca de duas ocorrências já pontuadas pelo CECAV/ICMBio – a Gruta Boa Vista e a Gruta da Lavra do Cristal (Silva et al., 2011) – e identificar uma terceira, não cadastrada, nomeada pelos autores como Lapa do Córrego Vieira (Silva et al., 2011; Ázara et al., 2013).

Nesta análise, foram observadas incoerências das informações geográficas a respeito destas três cavernas, nos artigos citados ou no cadastro do CECAV. Em consulta direta aos autores, confirmou-se que ambas as fontes possuíam erros.

De posse dos dados corrigidos e de indicações verbalmente cedidos por estes, as cavernas Gruta Boa Vista e Lapa do Córrego Vieira foram alvo de vistoria por constarem na Faixa de Proximidade (FP - faixa de até 5 km de distância da rodovia) e estarem próximas à Área de Prospecção Espeleológica (APE - faixa de 290 m de distância da rodovia). Ambas foram confirmadas como cavernas e receberam número de registro para este estudo – PEA-0591 e PEA-0593, respectivamente.

A Gruta Boa Vista possui dois pontos distintos com a mesma nomenclatura nos registros do CECAV. Sua coordenada correta é UTM 24K 238.583 E 8.112.520 N (698 m de altitude), distando 530 m da rodovia; a segunda localiza-se, erroneamente, no centro da cidade de Padre Paraíso. Esta caverna se encontra na fazenda Boa Vista, próxima ao Córrego Barra Nova, sendo possível visualizá-la da rodovia (Figura 119 B). Conhecida pelos locais, esta caverna era utilizada para realizar missas e outras atividades religiosas.

Sua entrada está disposta a meia altura do morro granítico e possui 16,5 m de largura por 2,5 m de altura. Esta cavidade se configura por um único conduto com 46 m de comprimento, 15 m de largura média e piso em aclave que alcança o teto tabular.

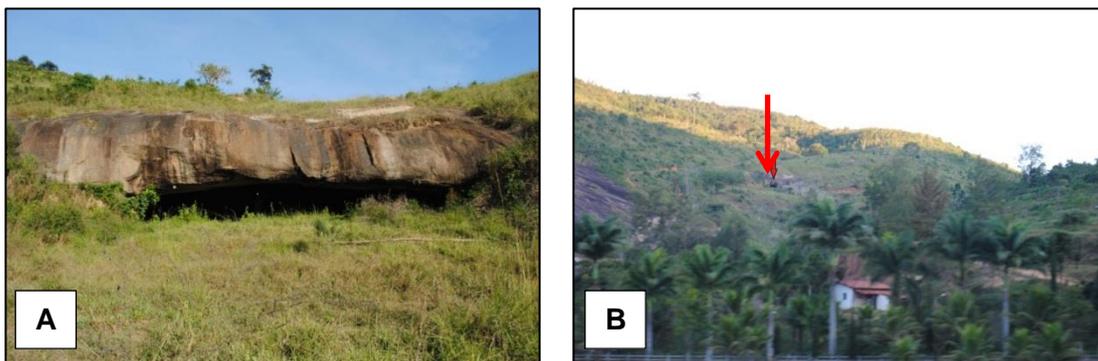


Figura 119 – A) Entrada da caverna Gruta Boa Vista. B) Localização da Gruta Boa Vista (seta vermelha) a partir da Rodovia BR-116/MG.

A caverna Lapa do Córrego Vieira localiza-se na APE do empreendimento, à distância de 289 m da rodovia, e seus dados de localização e descrição encontram-se no item 6.2 deste relatório.

➤ Revisão do Potencial Espeleológico

Para melhor compreensão da classificação do potencial espeleológico desta área, todo o traçado da rodovia foi subdividido em trechos, que são discutidos a seguir:

Trecho 1: Divisa Alegre até o Povoado de José Coimbra

Este trecho que tem início na divisa do Estado de Minas Gerais com o Estado da Bahia, no Município de Divisa Alegre/MG, até o Povoado de José Coimbra, no Município de Padre Paraíso/MG. Toda a área tem cerca de 160 km e foi classificada como de “Potencial espeleológico improvável”.

Este trecho está inserido no contexto de rochas ígneas, de composição granítica, associado aos planaltos dos Geraizinhos, em sua porção de extremo norte, e em demais morfologias de relevo associadas ao Rio Jequitinhonha. Tanto o relevo, quanto a condição geológica deste trecho não apresentam potencial para a formação de caverna. Também não há cavernas conhecidas ou cadastradas nesse contexto.

Trecho 2: Povoado de José Coimbra até Catuji

O segundo trecho tem início no Povoado de José Coimbra, Município de Padre Paraíso/MG até a sede do município de Catuji/MG. Esta área foi classificada como de “Médio potencial espeleológico” e se estende por pouco mais de 38 km. Neste trecho afloram os granitos do Corpo Caladão em contexto das Chapadas, Planaltos e Patamares do Rio Jequitinhonha. Apesar de não possui geologia favorável à formação de cavernas e de um contexto geomorfológico pouco propício, o conhecimento de cavernas cadastradas em contexto similar ao encontrado neste trecho justifica um esforço prospectivo mais intenso.

Trecho 3: Catuji até Teófilo Otoni.

O terceiro trecho tem início na sede do Município de Catuji/MG até a sede do município de Teófilo Otoni/MG. Esta porção do empreendimento tem cerca de 63 km de extensão e foi classificada como de “Potencial espeleológico improvável”.

Neste contexto afloram tonalitos, leucogranitos e granitoides tardi-orogênicos, associados a feições de relevo da compartimentação Chapadas, Planaltos e Patamares do Rio Jequitinhonha. Assim como no primeiro trecho, não há potencial para a formação e preservação de cavernas nesta área.

Trecho 4: Teófilo Otoni até Campanário

Este trecho possui cerca de 70 km, estendendo-se desde a sede do município de Teófilo Otoni até aproximadamente 10 km a sul da sede do município de Campanário/MG. Esta área apresenta uma intercalação sistemática de áreas classificadas como de “Médio Potencial Espeleológico” e “Potencial espeleológico improvável”.

Todo o trecho está inserido em contexto de relevo associado a Chapadas, Planaltos e Patamares do Rio Jequitinhonha, contudo, com diferentes exposições rochosas. Em parte da área afloram rochas da Suíte São Vitor, com destaque para os metatonalitos que, por seu contexto, não possuem potencial para ocorrência de cavernas, porém, parte da área está associada à Formação Tumiritinga, que podem apresentar mármore (de forma subordinada), com maior potencial a formação de cavernas. Neste contexto são conhecidas cavernas cadastradas, o que justifica sua classificação como de “Médio Potencial”.

Trecho 5: Campanário até o Povoado de São João

O quinto trecho tem início aproximadamente 10 km a sul da sede do município de Campanário/MG e se estende por mais 459 km, até o Povoado de São João, no município de Paraíba do Sul/MG. Toda esta porção do empreendimento foi classificada como de “Potencial espeleológico improvável”.

Neste trecho é predominante a exposição de rochas ígneas e metaígneas plutônicas, com predominância de tonalitos e granitos (Suíte Muriaé, Complexo Juiz de Fora e Corpo Governador Valadares) em contexto geomorfológico da Depressão do Vale do Rio Doce, Depressão do Rio Paraíba do Sul e das Escarpas e Reversos da Serra da Mantiqueira. Apesar de pequenas porções possuírem condição de relevo um pouco mais propícia à formação de cavernas, os componentes geológicos, hídricos e de conhecimento espeleológico prévio apontam para a ausência de potencial espeleológico para este trecho.

Trecho 6: Povoado de São João até o Rio Paraíba do Sul

O último trecho tem início no Povoado de São João e se estende até o Rio Paraíba do Sul, no limite entre os estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro. Essa região possui cerca de 14 km de áreas classificadas como de “Alto Potencial Espeleológico”.

Afloram neste trecho xistos e rochas metacalcárias, derivadas de calcários e dolomitos, rochas solúveis de conhecida importância na formação de cavernas. Estes corpos pertencem ao Complexo Paraíba do Sul e estão inseridas no contexto morfológico das Depressões do Rio Paraíba do Sul. Apesar de não haver cavidades conhecidas associadas a este contexto nas proximidades da área de estudo, essas características justificam uma prospecção de detalhe.

II. Esforço prospectivo e cavernas inventariadas

As atividades de campo constituíram-se por entrevistas e prospecções espeleológicas in loco, realizadas ao longo de toda área de estudo, durante um período de 6 dias consecutivos, com três equipes independentes trabalhando em trechos distintos, perfazendo um total de 1.862 km, sendo que destes, aproximadamente 57 km foram realizados por caminhamentos a pé. O esforço prospectivo obedeceu à metodologia proposta e segue ilustrado no Mapa de Caminhamento Prospectivo (Anexo XIV - Mapa de Caminhamento Prospectivo).

Além da caverna identificada na APE durante os levantamentos secundários (Lapa do Córrego Vieira), outras duas cavernas foram descobertas durante as atividades de campo, as PEA-0592 e PEA-0594.

A PEA-0592 foi encontrada devido à conferência de um ponto de interesse observado visualmente no relevo durante os trabalhos de prospecção. Em momento posterior, esta ocorrência foi referida em uma das entrevistas (Entrevista 12 -XV).

A PEA-0594 foi indicada pelo proprietário da Fazenda Cachoeira, durante a realização de entrevista para vistoria na Lapa do Córrego Vieira (Entrevista 11 - XV).

Deste modo, foi identificado um total de quatro cavernas na área de estudo (Tabela 2), sendo que três estão presentes na APE – e, portanto, descritas na sequência – e uma na FP, como apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Localização das cavernas concernentes ao empreendimento, com coordenadas UTM (Datum SIRGAS 2000), município e distância da BR-116/MG. Em vermelho, as cavernas que se encontram a menos de 290 m da rodovia.

Nome	Município	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)				Distância (m)
		Zona	Leste	Norte	Alt.	
PEA-0592	Caraí	24K	235.141	8.096.782	608	42
PEA-0594	Caraí	24K	233.588	8.102.011	570	215
Lapa do Córrego Vieira (PEA-0593)	Caraí	24K	233.516	8.101.929	575	289
Gruta Boa Vista (PEA-0591)	Padre Paraíso	24K	238.583	8.112.520	698	530

Ao longo de todo o trecho da rodovia alvo deste estudo, foram realizadas 59 entrevistas a moradores locais (Anexo XIV - Mapa de Localização das Entrevistas e Fichas das Entrevistas), das quais:

- 54 asseguraram “não haver conhecimento de cavernas na região” ou “não haver cavernas na região”;

- 1 afirmou “não haver cavernas nas margens da rodovia”, mas indicou a presença de uma caverna regionalmente conhecida, não verificada por distar cerca de 20 km da rodovia (Entrevista 44);
- 2 afirmaram “não haver cavernas nas margens da rodovia”, mas indicaram nascentes que foram vistoriadas e não compõem patrimônio espeleológico (Entrevistas 30 e 39);
- 2 indicaram conhecer cavernas às margens da rodovia. Na Entrevista 11, foram indicadas três ocorrências, contudo, após vistoria, apenas duas foram consideradas cavernas (Lapa do Córrego Vieira e a PEA-0594). A terceira se trata de um abrigo formado por um único bloco sem a formação de paredes, não considerado, portanto, como caverna. A Entrevista 12 indicou a presença da caverna PEA-0592.

III. Descrição das Cavernas

As cavernas presentes na Área de Prospecção Espeleológica do projeto de duplicação da BR-116/MG encontram-se descritas a seguir, com localização, aspectos geológicos, morfológicos e hídricos, conteúdo sedimentar, informações preliminares a respeito da biota associada e da área de influência, documentação fotográfica (Anexo XIV – Acervo fotográfico e mapeamento espeleológico).

PEA-0592

Dados de localização

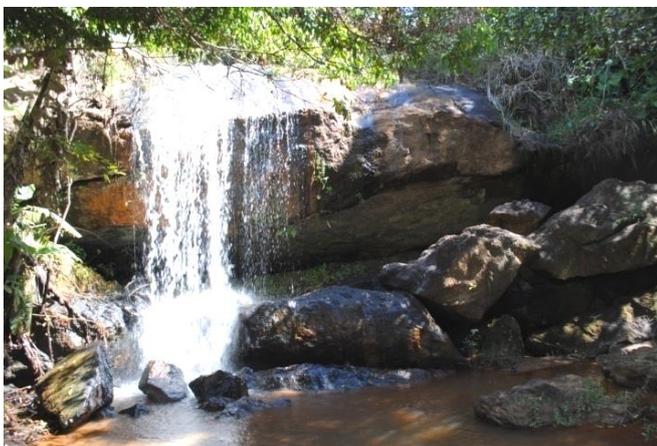
Município: Carai/MG
Coordenadas: 24K (SIRGAS 2000)
UTM E: 235.141
UTM N: 8.096.782
Altitude: 608 m
Distância da BR-116: 42 m

Dados espeleométricos

Desenvolvimento Linear: 44,5 m
Projeção Horizontal: 45,0 m
Desnível: 0,8 m

Litologia

Granito



Localização e caracterização externa

A caverna PEA-0592 está localizada no município de Carai/MG. Seu acesso é realizado a partir do distrito de Ponto do Marambaia/MG percorrendo-se 1,8 km em sentido a Teófilo Otoni/MG, pela BR-116/MG. A cachoeira em frente à entrada da caverna pode ser visualizada a partir da rodovia (Figura 120 A), distando cerca de 40 m de sua margem oeste. A pequena cachoeira, considerada

como um dos destaques naturais locais, pode ser alcançada seguindo-se o curso d'água que corre paralelo à pista, em sentido sul-norte.

A vegetação de entorno da cavidade é constituída por Mata Ciliar, com arbustos e árvores de médio porte que margeiam a drenagem. A área se encontra antropizada sendo que a vegetação nativa entre o córrego e a rodovia foi suprimida e substituída por cultivo de mandioca e banana.

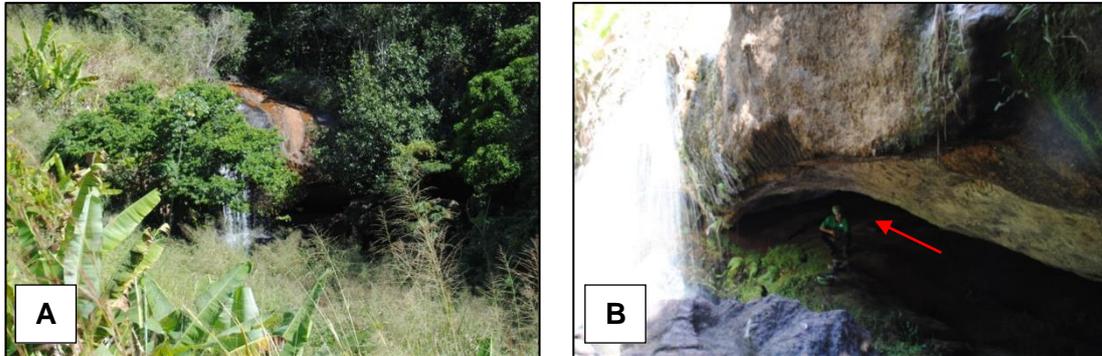


Figura 120 - A) Vista da área de entorno da PEA-0592, com vegetação exótica. B) Entrada da caverna PEA-0592, com espeleólogo em destaque.

Morfologia Subterrânea

A entrada da caverna PEA-0592 (Figura 121 A) possui morfologia fendular horizontal de dimensões de 1,9 m de altura por 21,0 m de largura. Contém blocos abatidos de proporções métricas na lateral direita e, na lateral esquerda, a queda d'água de uma cachoeira de 4,5 m de altura.

Esta caverna se constitui por um único conduto que se desenvolve preferencialmente na direção 240°N, com teto tabular e piso inicialmente em declive, mas que passa a aclive próximo a parte central da gruta, até sua extremidade final. A maior parte da caverna possui teto baixo, com 0,7 m de altura média (Figura 121 B).

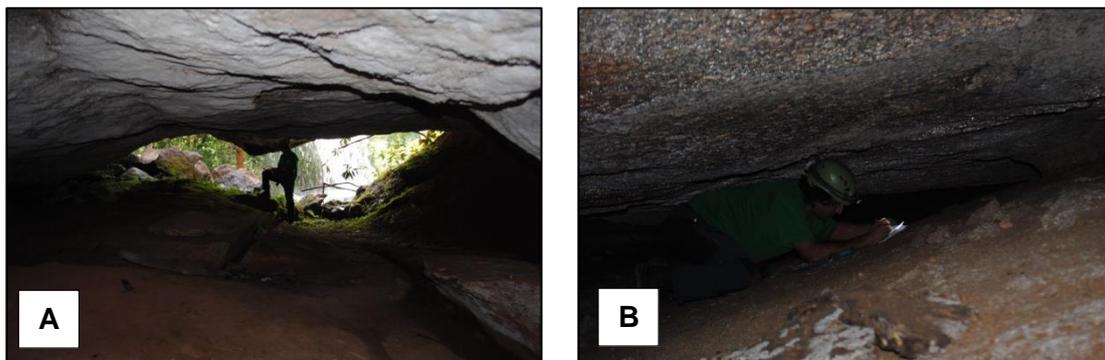


Figura 121 - A) Vista interna da entrada da PEA-0592. B) Porção posterior da caverna, em teto baixo.

Aspectos Geológicos

A cavidade se desenvolve em uma fratura espaçada em maciço granítico, devido principalmente à erosão mecânica causada pela frequente passagem de água sobre a rocha, associada à presença de um fluxo hídrico que nasce no final do único conduto da gruta.

São observados sedimentos terrígenos (areias), retrabalhados por esse fluxo hídrico, formando um grande banco que recobre todo o piso da caverna. Além desses depósitos, há blocos da rocha matriz e sedimentos orgânicos, representados por detritos vegetais (galhos e folhas), presentes principalmente próximos à entrada.

Apesar da ausência de sinais de dissolução (típica em rochas graníticas), são observados espeleotemas do tipo coraloides, formados por meio da agregação física de grãos em seu interior (Figura 122 A e B).

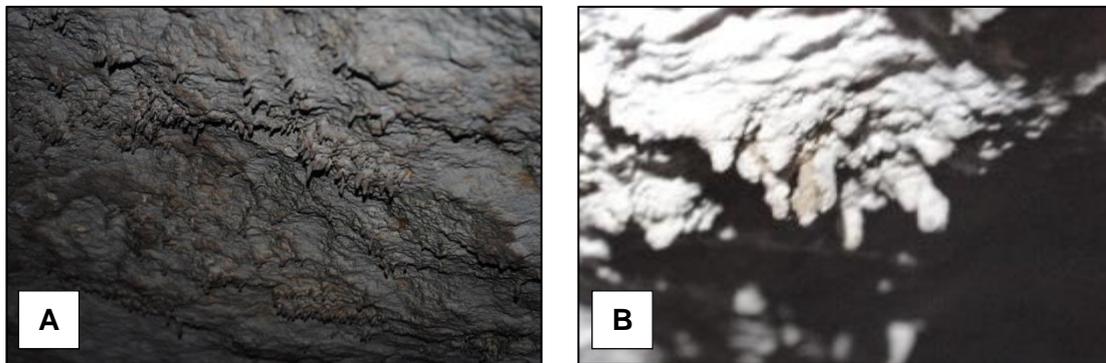


Figura 122 - A) Coraloides no teto da caverna. B) Detalhe do espeleotema.

Aspectos hídricos

Há na área externa da PEA-0592 um pequeno córrego que passa sobre a caverna, formando uma cachoeira no lado esquerdo de sua entrada. O fluxo observado no interior da gruta, muito provavelmente, trata-se da infiltração de parte do curso d'água que forma o córrego superficial, com importante contribuição para a manutenção do clima interno da caverna e de sua biota associada.

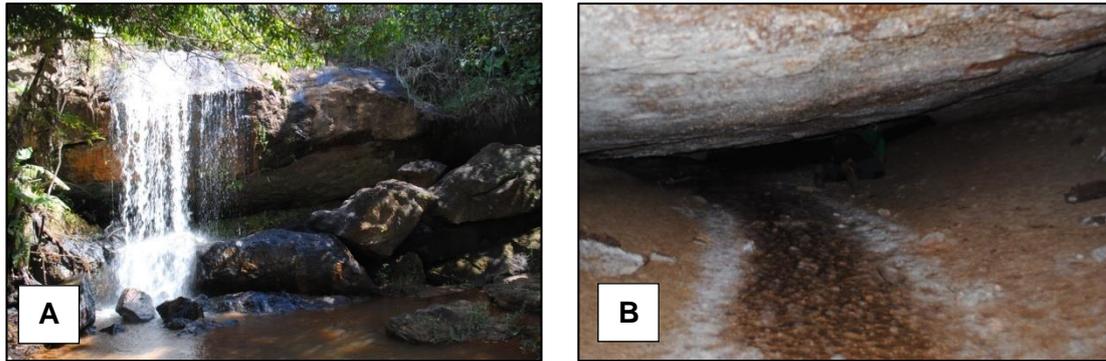


Figura 123 - A) Cachoeira localizada na entrada da PEA-0592. B) Curso d'água que aflora no interior da caverna.

Observações

A presença de resíduos sólidos (Figura 124 A e B) e fogueira (Figura 124 C e D) no interior da caverna indicam que a mesma é esporadicamente visitada, provavelmente por pessoas atraídas pela cachoeira.

Foi observada uma colônia de morcegos *Peropteryx* sp. (Mammalia: Chiroptera), contendo poucos indivíduos. Não foram observados indícios arqueológicos ou paleontológicos.

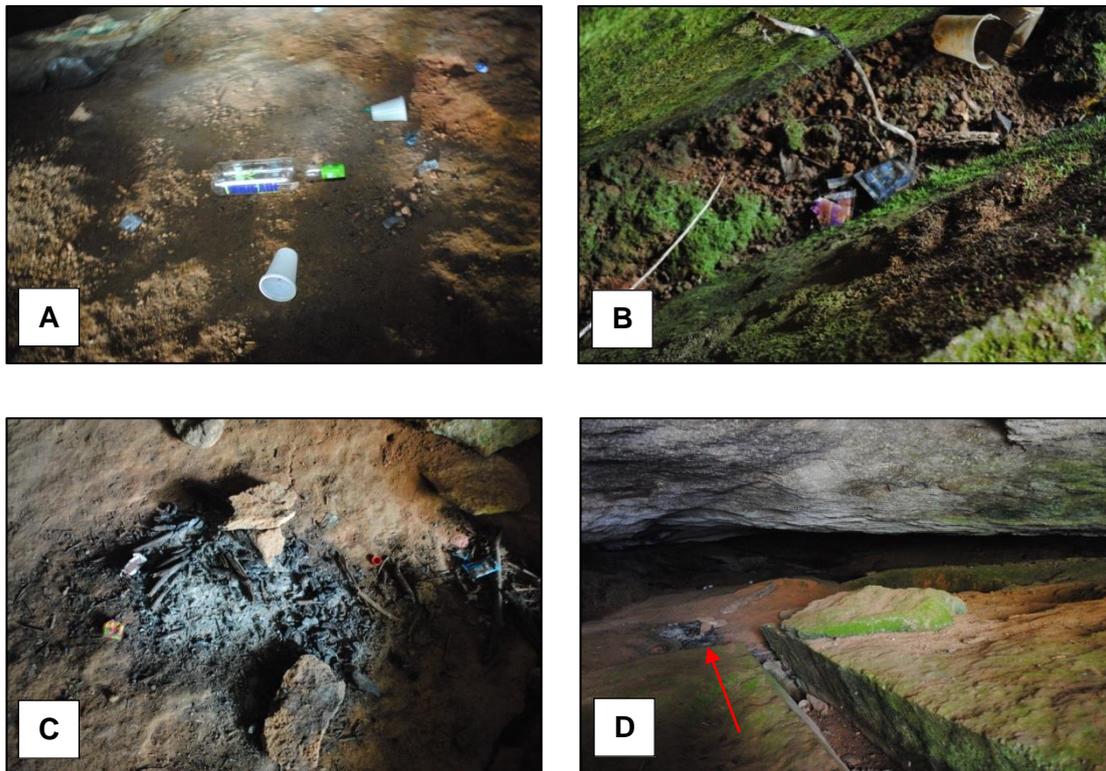


Figura 124 - A e B) Resíduos sólidos (lixo). C e D) Fogueira presente no interior da caverna.

Lapa do Córrego Vieira - PEA-0593

Dados de localização

Município: Caraiá/MG
 Coordenadas: 24K (SIRGAS 2000)
 UTM E: 233.516
 UTM N: 8.101.929
 Altitude: 575 m
 Distância da BR-116: 289 m

Dados espeleométricos

Desenvolvimento Linear: 19,6 m
 Projeção Horizontal: 22,0 m
 Desnível: 1,0 m

Litologia

Granito



Localização e caracterização externa

A caverna PEA-0593, nomeada de Lapa do Córrego Vieira (Silva et al., 2011) está localizada no município de Caraiá/MG e, apesar de não estar cadastrada nas bases de registro de cavernas, foi alvo de pesquisas bioespeleológicas em 2004, o que subsidiou a publicação de dois artigos científicos (Silva et al., 2011; Azara et al., 2013). Seu acesso é realizado partindo-se de Padre Paraíso/MG em sentido Teófilo Otoni/MG, percorrendo-se 9,4 km pela rodovia BR-116/MG até uma pista não pavimentada em sua margem oeste. Nesta, segue-se por mais 630 m até a sede do Sítio São Luiz, no interior da Fazenda Cachoeira.

Da residência, deve-se seguir a pé por cerca de 40 m na direção leste, margeando uma pequena drenagem que, neste local, passa a correr dentro de uma erosão. A entrada da caverna encontra-se recoberta por vegetação secundária (Figura 125 A), dificultando sua localização.

A vegetação no entorno da cavidade é constituída por Mata Ciliar, com arbustos e árvores de médio porte, que margeiam a drenagem. Contudo, a área encontra-se antropizada e parte da vegetação nativa foi substituída por pastagens.

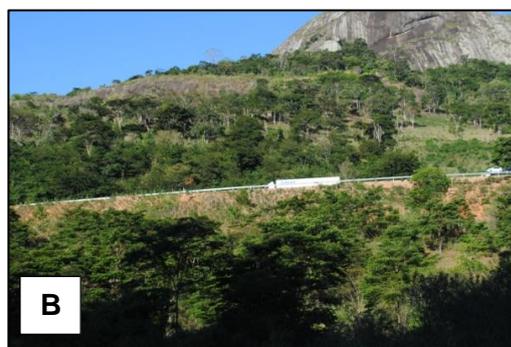


Figura 125 - A) Entrada da PEA-0593 recoberta parcialmente pela vegetação. B) Rodovia BR-116 vista a partir da PEA-0593.

Morfologia Subterrânea

A entrada da caverna PEA-0593 possui dimensões de 2,5 m de altura por 1,8 m de largura sendo formada por grandes blocos agregados. Toda a caverna foi formada pelo empilhamento de grandes blocos (caverna em tálus) tendo a individualização de dois salões paralelos de extensões limitadas, que se desenvolvem preferencialmente na direção 90°N, apresentando projeção linear total de 22,0 m e 1,0 m de desnível.

O primeiro salão possui cerca de 7 m de comprimento, com uma saída em claraboia na sua porção mais distal. Em sua porção central, há uma passagem à esquerda, sobre o curso d'água, que conduz ao segundo salão. Este possui 11 m de comprimento, com um curso d'água que percorre toda a sua extensão.

Apesar de o teto da gruta ter altura média de 2,5 m (Figura 126 A), a caverna possui alguns trechos em teto baixo devido à disposição dos blocos que formam a gruta e pelo parcial preenchimento de passagens por materiais terrígenos alóctones transportados pelo curso d'água (Figura 126 B).

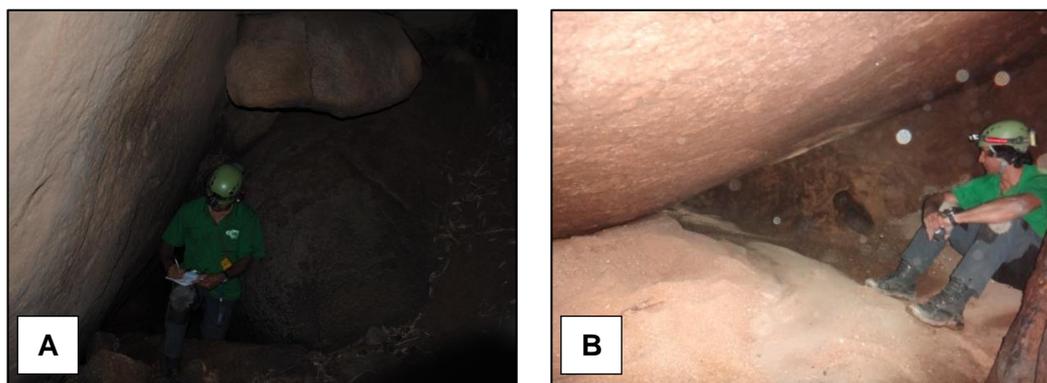


Figura 126 - A) Amplitude do primeiro salão da PEA-0593. B) Material terrígeno alóctone sobre piso.

Aspectos Geológicos

Formada em rocha granítica e com morfologia do tipo tálus (desenvolvimento de espaços vazios devido à erosão em blocos de grandes dimensões), esta caverna tem sua gênese condicionada por processos de incasão e ampliada, secundariamente, pela ação mecânica do curso d'água que desagrega e transporta material dos blocos para fora da caverna (Figura 127 A e B).

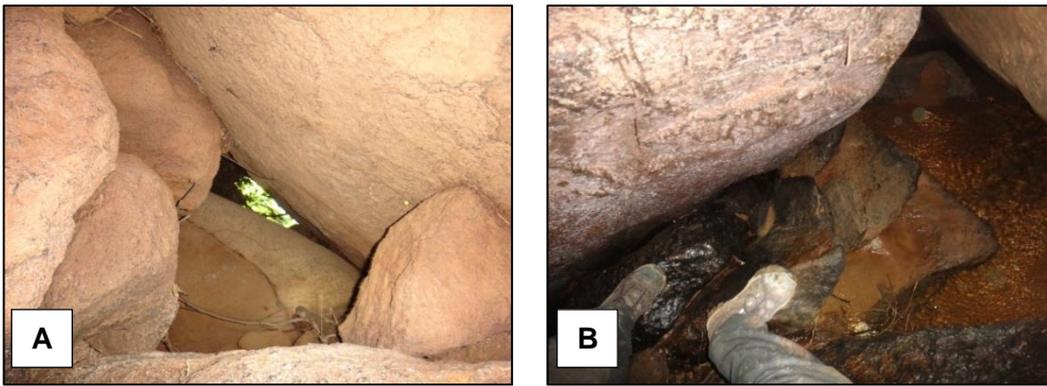


Figura 127 - A) Formação em tálus da caverna PEA-0593. B) Curso d'água no interior da caverna.

Na gruta são observados sedimentos terrígenos alóctones transportados para o interior da caverna pelo curso d'água, sendo esta influência externa intensificada durante o período de chuvas. Contém, ainda, sedimentos terrígenos autóctones, areia e blocos abatidos, provenientes dos processos genéticos da caverna. Não foram observados espeleotemas.

Além dos sedimentos terrígenos, são também observados sedimentos orgânicos, depositados principalmente no segundo salão (Figura 128 A e B). Estes são detritos vegetais (galhos e folhas) transportados pela ação hídrica do meio externo, representando fonte de nutrientes para fauna silvestre de invertebrados.

É importante salientar também que o curso d'água transporta resíduos sólidos inorgânicos de difícil decomposição, provocando poluições visual, do solo e da água, deteriorando o ecossistema subterrâneo.



Figura 128 – A e B) Acúmulo de material orgânicos (galhos e folhas) e resíduos sólidos transportados pelo curso d'água para o interior da caverna.

Aspectos Hídricos

O córrego homônimo à caverna (Lapa do Córrego Vieira – PEA-0593) corre com orientação geral oeste-leste na área de influência desta gruta e infiltra entre blocos, passando de forma perene em seu interior.

Esse córrego representa elemento de importante influência para a manutenção do clima interno da gruta, com implicações para a biota deste ambiente.

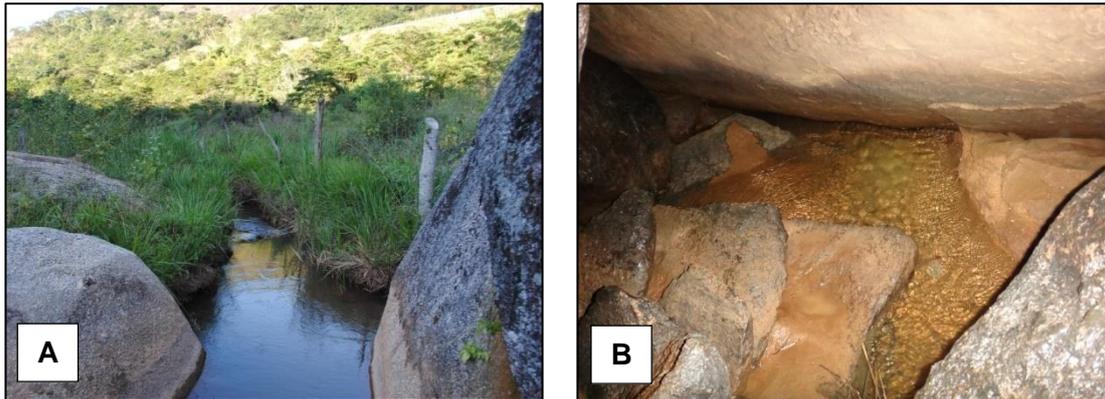


Figura 129 - A) Córrego Vieira, localizado na área de influência da caverna. B) Curso d'água presente no interior da caverna Lapa do Córrego Vieira.

Observações

Esta caverna possui importância biológica determinada por pesquisas bioespeleológicas realizadas em 2004. Nestes estudos foram identificadas 48 espécies, sendo destas uma nova espécie de Palpigradi troglomorfica (Silva et al., 2011) e uma nova espécie de Opiliones (Ázara et al., 2013).

Durante as atividades de campo foi observado um número representativo de opiliões da nova espécie *Mitogoniella mucuri* Ázara, Dasilva & Ferreira (2013) (Figura 130 A) e de aracnídeos *Enoploctenus* sp. (Figura 130B). Os vertebrados avistados foram rãs do gênero *Adenomera* sp. (Figura 130C) e morcegos de espécie não identificada (Figura 130D).

Não foram observados vestígios arqueológicos ou paleontológicos.

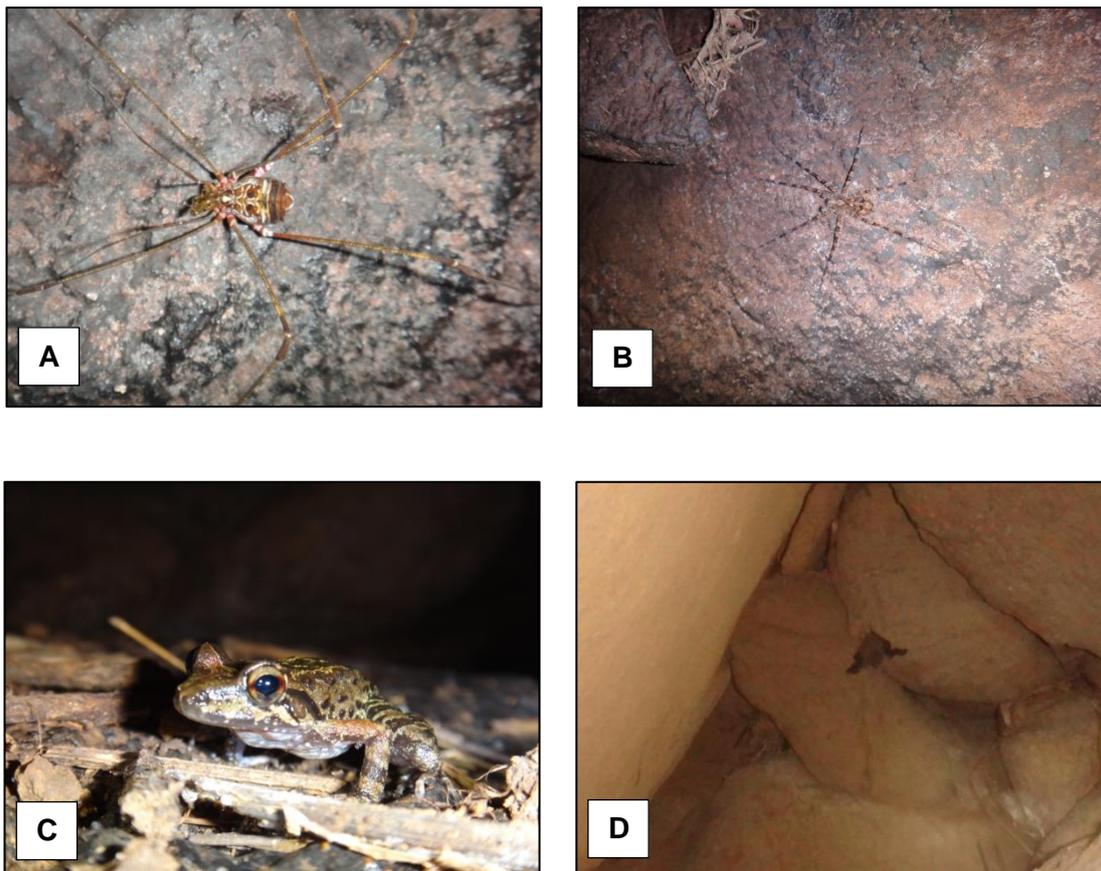


Figura 130 – A) Opilião da espécie *Mitogoniella mucuri*. B) Aranha do gênero *Enoploctenus* sp. C) Rã do gênero *Adenomera* sp. D) Morcego de espécie não identificada.

PEA-0594

Dados de localização

Município: Caraiá/MG

Coordenadas: 24K (SIRGAS 2000)

UTM E: 233.588

UTM N: 8.102.011

Altitude: 570 m

Distância da BR-116: 215 m

Dados espeleométricos

Desenvolvimento Linear: 16,1 m

Projeção Horizontal: 17,2 m

Desnível: 4,8 m

Litologia

Granito



Localização e caracterização externa

A caverna PEA-0594 está localizada no município de Carai/MG, a cerca de 100m da Lapa do Córrego Vieira. Seu acesso é realizado partindo-se de Padre Paraíso/MG em sentido Teófilo Otoni/MG, percorrendo-se 9,4 km pela rodovia BR-116/MG até uma pista não pavimentada em sua margem oeste. Nesta, deve-se seguir por mais 630 m até a sede do Sítio São Luiz, no interior da Fazenda Cachoeira.

Da residência, deve-se seguir a pé por cerca de 150 m na direção nordeste, margeando uma pequena drenagem, que neste local, passa a correr dentro de uma erosão. A entrada da caverna encontra-se recoberta por densa vegetação, dificultando sua localização (Figura 131A).

A vegetação de entorno da cavidade é constituída por Mata Ciliar, com arbustos e árvores de médio porte, que margeiam a drenagem. Contudo, a área encontra-se antropizada e parte da vegetação nativa foi substituída por pastagens.



Figura 131 - A) Entrada da PEA-0594 encoberta pela vegetação. B) Vista interna da entrada

Morfologia Subterrânea

A entrada da caverna PEA-0594 possui 1,3 m de altura por 4,1 m de largura e é formada entre blocos abatidos de grandes dimensões, ao fundo de um declive no terreno. Formada em tálus, contém dois níveis, que se desenvolvem preferencialmente na direção 230°N, apresentando projeção linear total de 17,2 m e 4,8 m de desnível.

O nível superior possui cerca de 5 m de comprimento, piso com 2,5 m de desnível e altura variando entre 1 e 2 m (Figura 132 A). Há no final deste conduto, uma estreita passagem em teto baixo entre blocos, com 0,2 m de altura por 2,0 m de largura, que permite entrada de luz natural, mas que não permite acesso à gruta em função de suas diminutas dimensões.

No piso deste salão, próxima à parede sudeste, há um desnível abrupto de 2,3 m de altura que conduz ao nível inferior (Figura 132 B). Esse nível possui 11 m de projeção e é cruzado pelo Córrego Vieira em toda sua extensão.

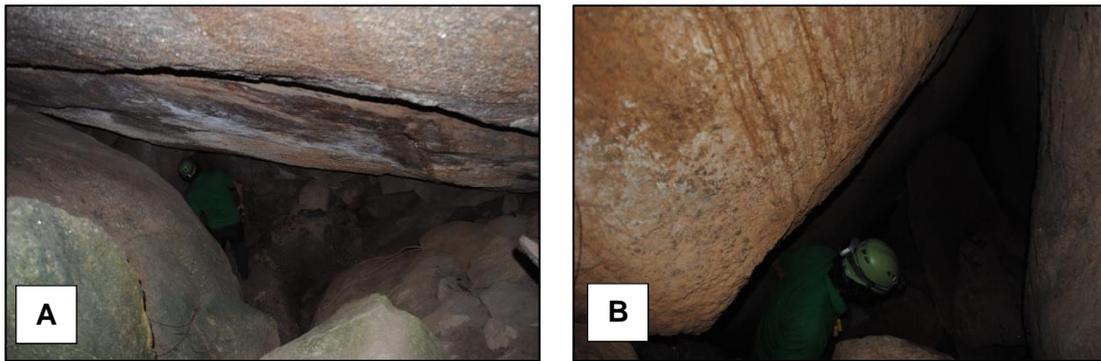


Figura 132 - A) Exploração do nível superior da PEA-0594. B) Acesso ao nível inferior desta caverna.

Aspectos Geológicos

Assim como a PEA-0593, esta caverna também é formada em rocha granítica, com morfologia do tipo tálus (desenvolvimento de espaços vazios devido à erosão em blocos de grandes dimensões). Tem sua gênese condicionada por processos de incisão e é ampliada, secundariamente, pela ação mecânica da água que desagrega e transporta material dos blocos para fora da caverna, tanto pela ação do corpo hídrico superficial que percola pela caverna – especialmente no conduto inferior –, quanto por enxurradas provenientes de águas meteóricas.

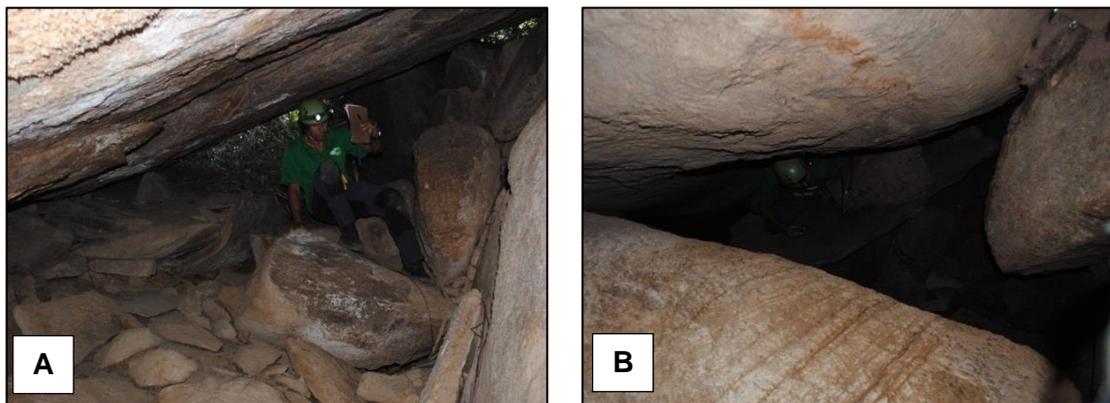


Figura 133 - A e B) Gruta formada entre blocos graníticos erodidos. Representa uma típica caverna de tálus.

Foram observados sedimentos alóctones terrígenos (solo) carreado do meio externo para o interior da caverna, além de materiais orgânicos (detritos vegetais), transportados por ação da gravidade e de enxurradas nos períodos de chuva. O nível inferior recebe, além destes, a contribuição do curso d'água. Os principais sedimentos observados, entretanto, são autóctones, representados por blocos abatidos e material terrígeno, provenientes da própria gênese da caverna.

Apesar de não terem sido observados sinais de dissolução, como esperado em rocha granítica, existe a presença de coraloides no teto e nas paredes (Figura 134 A e B).

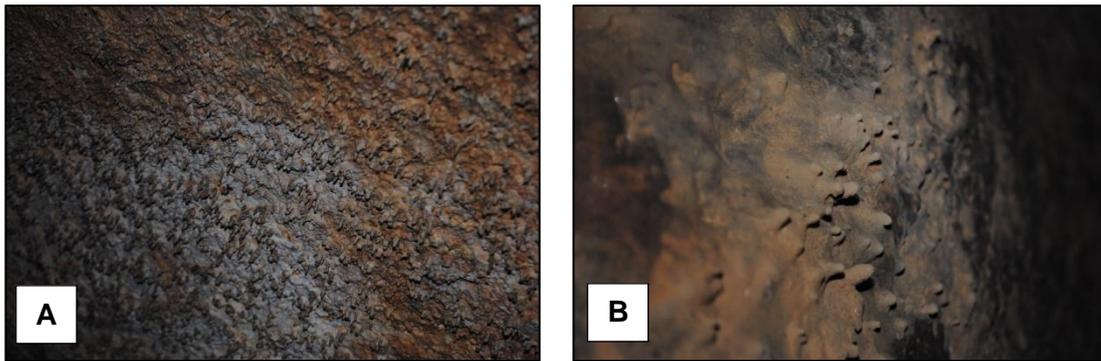


Figura 134 - A e B) Espeleotemas formados por meio da exsudação, classificados de Coraloides.

Aspectos Hídricos

A caverna PEA-0594 tem influência direta do Córrego Vieira, que preenche o seu nível inferior. Devido à disposição em declive de seus condutos, observa-se o aporte de águas meteóricas captadas do meio externo e acumuladas no piso inferior da caverna. Ambas as contribuições são de suma importância para a manutenção do clima interno da gruta, de sua biota e de seus processos evolutivos.

Observações

Foi observado um número representativo de opiliões da espécie *Mitogoniella mucuri* Ázara, Dasilva & Ferreira (2013) e outros invertebrados como aranhas *Enoploctenus* sp. (Figura 135 A e B).

Não foram observados vestígios arqueológicos ou paleontológicos.

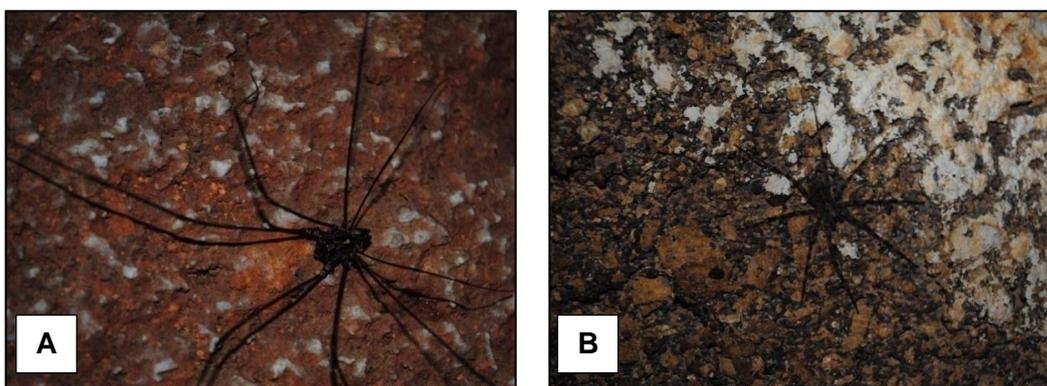


Figura 135 - A) Opilião da espécie *Mitogoniella mucuri*. B) Aranha do gênero *Enoploctenus* sp.

IV. Conclusões

O inventário apontou a presença de 3 (três) cavidades naturais subterrâneas localizadas na Área de Prospecção Espeleológica (290 m) do projeto de duplicação e regularização do trecho da BR-

116/MG, sendo uma já com registro no cadastro do CECAV (Lapa do Córrego Vieira) e as outras duas cavernas (PEA-0592 e PEA-0594) descobertas ao longo das atividades de campo, representando novos registros.

As três cavernas levantadas encontram-se fora da faixa de domínio da rodovia BR-116/MG, considerada como a Área Diretamente Afetada, sendo a gruta PEA-0592 a de maior proximidade com a rodovia. A Tabela 3 detalha as cavernas, o município, as coordenadas e distância do eixo da rodovia em relação às cavidades.

Tabela 3 – Localização das cavernas próximas ao empreendimento, com coordenadas UTM (Datum SIRGAS 2000) e distância da rodovia BR-116/MG.

Nome	Município	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)				Distância (m)
		Zona	Leste	Norte	Alt.	
PEA-0592	Caraí	24K	235.141	8.096.782	608	42
Lapa do Córrego Vieira (PEA-0593)	Caraí	24K	233.516	8.101.929	575	289
PEA-0594	Caraí	24K	233.588	8.102.011	570	215

Pela legislação atual, até que sejam realizados os estudos específicos, a Área de Proteção Cautelar das Cavernas (APCC) está estabelecida como a área de sua projeção plana, à superfície, acrescida de entorno mínimo de 250 metros.

Para preservação das cavidades naturais subterrâneas concernentes ao licenciamento ambiental da duplicação rodoviária da BR-116/MG – cavernas conhecidas com distanciamento inferior a 290m das pistas atuais, estabelecida pela somatória de 40m de largura, referente à Área Diretamente Afetada (ADA) das obras, e aos 250m, referentes às APCC –, deverão ser consideradas alternativas de traçado (expostas no Capítulo 10 – Alternativas Tecnológicas e Locacionais e no Anexo XIV – Cavidades Naturais desse capítulo) com desvio de ambas as pistas em distância superior a 250m das cavernas em relação a ADA, de modo a isentá-las de possíveis impactos negativos.

6.1.5 Solos

A metodologia apresentada para a etapa de campo do estudo diverge em parte do Termo de Referência do IBAMA no quesito abertura de perfis representativos para descrever a textura, estrutura, plasticidade e profundidade dos horizontes. Esses parâmetros foram descritos a partir de cortes e taludes observáveis ao longo da rodovia BR-116 no trecho no estado de Minas Gerais. Foi utilizada a proposta do pesquisador Prof. José de Deus Viana da Mata (Univ. Estadual de Maringá – PR) que orienta em seu texto: “*Preliminarmente é importante dizer que quando saímos a campo não, necessariamente, estamos classificando os solos. A menos que tenhamos muito conhecimento pedológico e trate-se de uma nova classe de solo. Parece que o mais adequado*

seria dizer que estamos tentando reconhecer ou identificar as classes de solos que ocorrem numa determinada paisagem, região ou propriedade agrícola. A maioria das classes de solos já está classificada, assim como a maioria das pragas que atacam as nossas lavouras. O que realmente fazemos é, em primeira instância, descrever um perfil no local, amostrá-lo, analisá-lo corretamente e comparar os resultados encontrados com o que está padronizado no SiBCS (EMBRAPA, 2006)".

Para esse estudo foi adotada uma postura semelhante à sugerida pelo pesquisador acima citado, onde a partir das classificações existentes no mapa pedológico das áreas abrangidas pelo empreendimento, foram amostrados os perfis diagnósticos e descritas as texturas, estruturas observáveis, plasticidade e profundidade dos horizontes. Outro fator relevante para a adoção dessa metodologia foi a constatação em campo que as interações entre geologia, geomorfologia e clima geraram poucas classes de solos ao longo do trajeto, pois a geologia pouco variou o que causou uma certa monotonia nos padrões de relevo e o clima também não demonstrou grandes variações durante o percurso, com isso também não foram encontradas grandes variações nas classes de solo.

A descrição dos parâmetros físicos dos tipos de solo observados em campo utilizou a técnica descrita como **Classificação Tátil-Visual** de solos, que é um sistema baseado no tato e na visão onde esfrega-se o solo na mão para sentir sua aspereza a fim definir a textura do material (areias são mais ásperas que as argilas); tentou-se moldar pequenos cilindros de solo úmido para definir sua plasticidade (argilas são moldáveis e silte e areias não). Definir a resistência do solo seco (torrões de argilas são resistentes, de silte pouco resistente e areias nem formam torrões) e a dispersão em água (argilas sedimentam mais lentamente que silte e bem mais que areias, quando dispersas em água).

6.1.5.1 Solos Minas Gerais

Segundo o texto da Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, o Estado de Minas Gerais, ao contrário de várias outras unidades da federação, não foi objeto de um levantamento sistemático de solos em escalas maiores que 1:1.000.000 que cobrisse todo o seu território. Contudo, embora de forma esparsa, várias regiões foram estudadas durante as décadas de 50-60 do século passado, pelos órgãos especializados do Ministério da Agricultura. As regiões abrangidas por esses estudos compreendem o "Médio Jequitinhonha", a "Área de Influência do Reservatório de Furnas", a "Área de Influência da Companhia Vale do Rio Doce", o "Norte de Minas Gerais", o "Triângulo Mineiro" e a "Região Geoeconômica de Brasília (parte Mineira)". Foram também executados outros levantamentos de mesmo porte e/ou de menor dimensão (ex. Alto Paranaíba e Sul de Minas), mas que, por razões variadas não foram até hoje publicados.

No ano de 2007, o CETEC elaborou o Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais, na escala 1:600.000, obtido por compilação de parte dos levantamentos supracitados. O uso desse mapa

serviu como balizador para o entendimento da distribuição dos diversos tipos de solos presentes no estado.

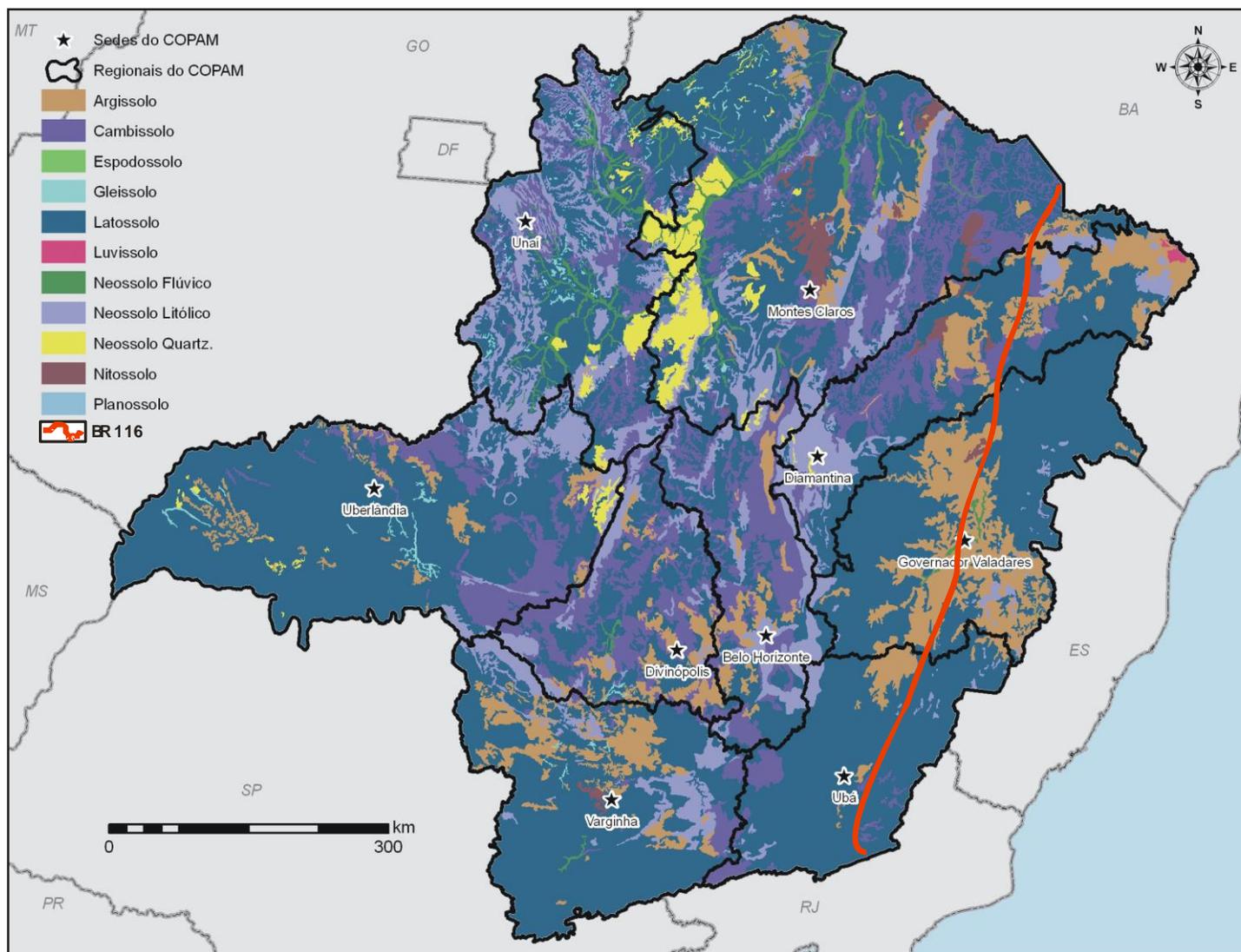


Figura 136 – Adaptação do Mapa de Distribuição de Solos no estado de Minas Gerais. Fonte: ZEE/MG 2014.

Seguindo o estudo de Amaral *et. al.* (2004) no Boletim nº 63 de Pesquisa e Desenvolvimento - EMBRAPA, que realizou a compilação de vários mapas, com atualização de legenda, de todo o Estado de Minas Gerais, na escala 1:1.000.000, as principais classes de solos ocorrentes no Estado foram os Latossolos Vermelho-Amarelo (25%) e Vermelho-Escuro (Vermelho na nova classificação) (18%), Cambissolos (18%) e Podzólico (Argissolo) Vermelho-Amarelo (10%) e Vermelho-Escuro (Vermelho) (10%), com aptidão agrícola que variou de boa para lavouras, a restrita para silvicultura, considerando três níveis de manejo.

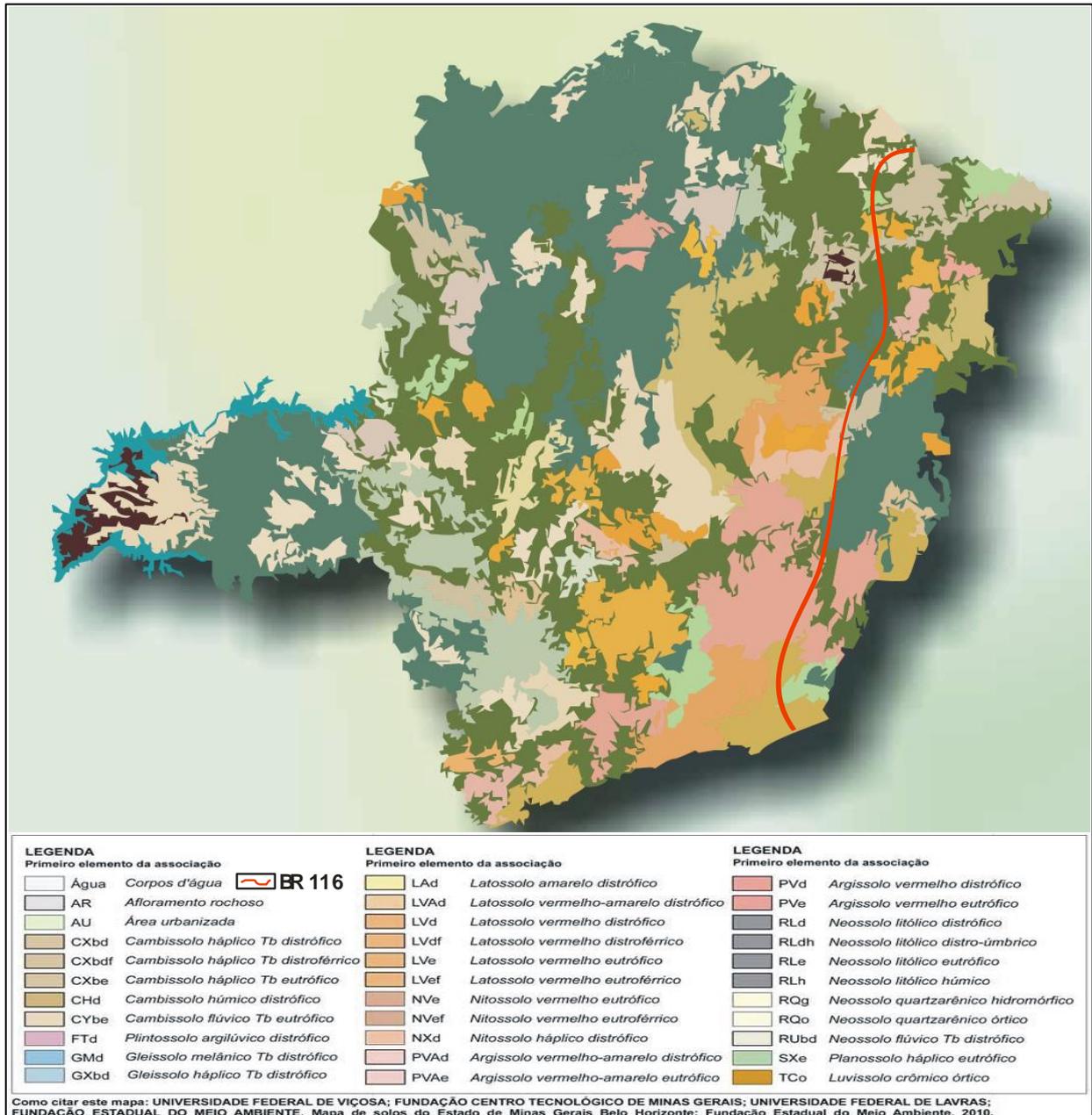


Figura 137 – Mosaico do Mapa de Solos de Minas Gerais – 2010. (Adaptado).

Os autores Amaral *et al* (2004) no Boletim n° 63 de Pesquisa e Desenvolvimento EMBRAPA descrevem os solos de todo o estado de Minas Gerais de maneira sucinta e objetiva, enfatizando suas principais características, colocando a nova nomenclatura entre parênteses:

6.1.5.1.1 Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo)

Diferenciam-se, dos outros Latossolos, por serem mais coesos e apresentarem, via de regra, argila dispersa no horizonte B1 e menos frequentemente no B21, bem como por apresentarem, nos horizontes A3, B1 e B21, estrutura geralmente em blocos fracamente desenvolvida; consistência, quando seco, muito dura ou ligeiramente dura e, quando úmido, friável ou firme; e densidade do solo relativamente alta (1,3 a 1,6 g cm³), com porosidade total relativamente baixa e virtualmente sem cerosidade.

No Estado de Minas Gerais, predominam os solos álicos, com horizonte A moderado, textura argilosa e relevos plano e suave ondulado. São bem acentuadamente drenados e ocorrem normalmente associados aos Podzólicos Amarelos. A principal ocorrência está na região do rio Doce. Ocupam 683.319 ha o que equivale a, aproximadamente, 1,16% da superfície do Estado.

6.1.5.1.2 Latossolo Vermelho-Amarelo (Latossolo Vermelho-Amarelo)

São solos profundos e normalmente bem drenados. Esta classe é a que melhor representa as características gerais dos Latossolos. Ocorrem em ordem decrescente: solos álicos, distróficos e eutróficos, com horizontes A moderado e fraco, texturas argilosas e médias e relevo do plano ao forte ondulado. Distribuem-se por todo o Estado, ocupando a maior extensão, com 14.732.622 ha e equivalendo a, aproximadamente, 25,11% da superfície do Estado.

6.1.5.1.3 Latossolo Variação Una (Latossolo Amarelo ou Vermelho-Amarelo Acriférico)

São solos profundos, permeáveis, distróficos e predominantemente de textura muito argilosa, horizonte A moderado e relevo plano. Encontram-se, basicamente, na região do Alto Paranaíba. Ocupam 147.598 ha, equivalentes a, aproximadamente, 0,25% da superfície do Estado.

6.1.5.1.4 Latossolo Vermelho-Escuro (Latossolo Vermelho)

São solos profundos e bem acentuadamente drenados, decrescentemente álicos, distróficos e eutróficos com horizonte A moderado, textura média, argilosa e muito argilosa em relevo plano e suave ondulado. Ocorrem de forma esparsa pelo Estado, porém com maior concentração na região do Triângulo Mineiro, ocupando 10.595.543 ha, equivalentes a, aproximadamente, 18,06% da superfície do Estado.

6.1.5.1.5 Latossolo Roxo (Latossolo Vermelho Distroférico ou Acriférico ou Eutroférico)

São distróficos podendo a saturação por alumínio ser nula. Em pequena escala ocorrem os solos eutróficos. O horizonte A moderado apresenta teores de carbono variando normalmente de 1,40 a 2,21%, sendo comum o horizonte A proeminente. A textura do horizonte B é, geralmente, muito argilosa ou argilosa e o relevo plano e suave ondulado. Ocorrem basicamente nas regiões do Triângulo Mineiro e Sul. Ocupam uma extensão de 1.649.442 ha, equivalentes a, aproximadamente, 2,81% da superfície do Estado.

6.1.5.1.6 Latossolo Ferrífero (Latossolo Vermelho férrico)

São distróficos, bem acentuadamente drenados, profundos ou muito profundos, sendo alguns concrecionários. Em geral, apresentam o horizonte A húmico ou proeminente, com espessura variável, via de regra, superiores a 25 cm. Apresentam elevados teores de Fe_2O_3 (em geral superiores a 36%, os mais altos entre os solos conhecidos); além da baixíssima CTC, delta pH positivo, ácidos e atração magnética muito forte. Ocorrem principalmente na zona Metalúrgica, ocupando uma extensão de 46.010 ha, equivalentes a, aproximadamente, 0,08% da superfície do Estado.

6.1.5.1.7 Terra Roxa Estruturada (Nitossolo Vermelho)

As maiores frequências apresentam relevo forte ondulado e ondulado, com horizonte A moderado e textura normalmente argilosa; alta fertilidade natural (classes baixo a muito baixo para o valor m e alto a médio para o valor V) e boas características físicas. Ocorrem principalmente na região do Triângulo Mineiro, ocupando uma extensão de 240.499 ha, equivalentes a, aproximadamente, 0,41% da superfície do Estado.

6.1.5.1.8 Terra Bruna Estruturada (Nitossolo Haplico)

São bem drenados, profundos, de textura muito argilosa e com um baixo gradiente textural B/A. Em geral apresentam horizonte A proeminente ou moderado, normalmente mais espesso e mais escuro que da Terra Roxa Estruturada. Apesar de na classe serem predominantemente álicos (classes muito alto e muito baixo para valores m e V, respectivamente), apresenta-se como eutrófica na única unidade mapeada em que é componente principal. Os principais entraves ao seu aproveitamento são o relevo desfavorável e a associação com solos rasos e rochosos. Ocorrem em pequena extensão na região Sul do Estado, ocupando uma extensão de 3.295 ha, equivalentes a, aproximadamente, 0,01% da superfície do Estado.

6.1.5.1.9 Podzólico Amarelo (Argissolo Amarelo)

Os Podzólicos Amarelos, que têm sua ocorrência principalmente na Zona do Mucuri, estão associados, geralmente, aos Latossolos Amarelos. Possuem boas características físicas, horizonte A moderado, textura arenosa e média, predominando o caráter abrupção. Encontram-se em relevo plano e suave ondulado, no entanto são álicos (classes alto e muito baixo para valores m e V, respectivamente) ou distróficos (classes baixo a médio para valor m e baixo a muito baixo para valor V), o que constitui a sua principal limitação ao uso agrícola. Ocupam uma extensão de 32.708 ha, equivalentes a, aproximadamente, 0,06% da superfície do Estado.

6.1.5.1.10 Podzólico Vermelho-Amarelo (Argissolo Vermelho - Amarelo)

São solos profundos a pouco profundos, bem a moderadamente drenados, ocorrendo ocasionalmente solos rasos, com transição abrupta e argila de atividade alta (Ta), e também solos com teores variáveis de cascalho e estrutura em blocos subangulares e angulares. Ocorrem em ordem decrescente os distróficos (classe baixo para valores m e V), eutróficos (classes muito baixo a baixo para valor m e alto a médio para valor V) e álicos (classes alto e muito baixo para valores m e V, respectivamente), o horizonte A dominante é o moderado, a textura média/argilosa e o relevo forte ondulado e ondulado. Distribuem-se por todo o Estado, principalmente na região Sul. Ocupam uma extensão de 6.099.961 ha, equivalentes a, aproximadamente, 10,40% da superfície do Estado.

6.1.5.1.11 Podzólico Vermelho-Amarelo latossólico (Argissolo Vermelho - Amarelo latossólico)

Possuem determinadas propriedades que não são comuns à classe dos Podzólicos Vermelho-Amarelos, tais como: baixa relação textural, pouca nitidez na diferenciação dos horizontes e fraco desenvolvimento da cerosidade, sendo considerado intermediário para a classe dos Latossolos. Não chegam a constituir componente principal de nenhuma unidade de mapeamento, ocorrendo, portanto, apenas como componente de associações.

6.1.5.1.12 Podzólico Vermelho-Escuro (Argissolo Vermelho)

Apresentam-se como rasos a profundos e bem a moderadamente drenados. São decrescentemente eutróficos (classes muito baixo a baixo para valor m e alto para valor V), distróficos (classe médio para valor m e muito baixo a baixo para valor V) e álicos (classes alto para valor m e muito baixo a baixo para valor V), com predominância dos que apresentam argila de atividade baixa (Tb). Possuem horizonte A moderado, textura média/argilosa ou argilosa, e frequentemente com mudança textural abrupta. São solos de bom potencial produtivo no Estado

excetuando aqueles localizados em regiões que apresentam período seco prolongado (principalmente nos eutróficos). As principais ocorrências estão nas Zonas da Mata e Rio Doce. Ocupam uma extensão de 5.639.742 ha, equivalentes a, aproximadamente, 9,61% da superfície do Estado.

6.1.5.1.13 Podzol (Espodossolo)

São fortemente ácidos, com pH em KCl geralmente inferior a 4,0 e de muito baixa fertilidade natural (classes muito alto e muito baixo para valores m e V ,respectivamente. O horizonte A é proeminente ou húmico. O horizonte B é de espessura variável, cimentado ou não, de textura arenosa, com exceção de alguns solos na Serra da Canastra que apresentam textura média, caracterizado por apresentar acúmulo de matéria orgânica e compostos de alumínio amorfo, com quantidades variáveis de ferro. Porém, é o horizonte E normalmente o de maior espessura. Ocorrem, principalmente nas regiões do Alto São Francisco e Sul do Estado, em áreas predominantemente planas ou suave onduladas. Ocupam uma extensão de 28.314 ha, equivalentes a, aproximadamente, a 0,05% da superfície do Estado.

6.1.5.1.14 Brunizém (Chernossolo)

São solos eutróficos (classes muito baixo e muito alto para valores m e V respectivamente), com um horizonte A chernozêmico (por definição) assente normalmente sobre um horizonte B de pequena espessura. Esta classe de solo ocorre apenas, como componente secundário, situada próxima dos limites das Zonas do Alto Paranaíba e Paracatu.

6.1.5.1.15 Brunizém Avermelhado (Chernossolo Argilúvico)

São solos pouco profundos, que possuem horizonte A chernozêmico e B textural com argila de atividade alta e elevada saturação por bases (classes muito baixo e muito alto para valores m e V, respectivamente). São moderadamente ácidos a praticamente alcalinos, imperfeitamente drenados, com teor de alumínio trocável quase sempre nulo e boa reserva de minerais facilmente intemperizáveis. Ocorrem em relevo predominantemente forte ondulado e com textura muito argilosa e argilosa. Embora possuam fertilidade natural alta, requerem cuidados especiais quanto à mecanização e controle de erosão. Ocorrem em pequena expressão, próximo do limite entre as Zonas do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Ocupam uma extensão de 5.980 ha equivalentes a, aproximadamente, 0,01% da superfície do Estado.

6.1.5.1.16 Bruno Não Cálcico (Luvissole Crômico)

São solos rasos a pouco profundos (normalmente menores que 70 cm), moderada a imperfeitamente drenados, argilosos a muito argilosos com teor de alumínio trocável quase sempre nulo (classe muito baixo), eutróficos (classe muito alto) e com boa reserva de minerais facilmente intemperizáveis. Os Brunos Não Cálcicos principalmente do Vale do rio Jequitinhonha, possuem o caráter planossólico, com transição abrupta e drenagem imperfeita, mosqueados e cores bruno-amareladas intermediárias para Planossolo. Apresentam horizonte A predominantemente fraco e relevo plano a ondulado. As principais limitações ao uso agrícola são a pequena profundidade, dificuldades na mecanização, drenagem lenta e presença de pavimento desértico. Situam-se em sítios de baixa pluviometria e, quando estas ocorrem, principalmente se concentradas, ocasionam elevada desagregação devido à grande erodibilidade destes solos. As principais ocorrências estão nas regiões mais secas do Alto Médio São Francisco e Médio Jequitinhonha.

6.1.5.1.17 Planossolo (Planossolo)

Possuem mudança textural abrupta e horizontes subsuperficiais com colorações variegadas, predomínio de cores brunadas e acinzentadas, refletindo as condições de drenagem imperfeita, como consequência da posição na paisagem, normalmente em terços inferiores de encostas e nas baixadas, ocasionando um excesso de água principalmente durante o período das chuvas. O horizonte B é frequentemente de textura argilosa ou média, com estrutura forte prismática composta de blocos angulares ou subangulares muito plástico e muito pegajoso. O tipo de horizonte A dominante na área é o moderado, com textura mais leve (arenosa ou média) que o horizonte subjacente. Ocorrem, principalmente, em relevo plano ou suave ondulado. Não constituem no Estado, neste nível de detalhamento, nenhuma unidade de mapeamento como componente principal.

6.1.5.1.18 Planossolo Solódico (Planossolo Haplico)

Apresentam mudança textural abrupta, imperfeitamente a mal drenados e com cores de redução e/ou mosqueados. Estes solos possuem saturação por sódio trocável entre 6% e 15%, a saturação por bases é alta devido principalmente ao sódio presente no complexo sortivo do solo. Os Planossolos solódicos possuem argila de atividade alta ou baixa, com os horizontes subjacentes adensados e com altos teores de argila dispersa em água. O uso agrícola destes solos é limitado, face aos elevados teores de sódio (classes baixo a muito baixo para o valor m e classes alto a médio para o valor V), da consistência dura ou muito dura quando seco e da alta susceptibilidade à erosão. Situam-se na região do Alto Médio São Francisco. Ocorrem em relevo plano ou suave ondulado, associados normalmente a Bruno Não Cálcico planossólico ou solos

hidromórficos. Em Minas Gerais ocupam uma extensão de 3.539 ha, equivalentes a aproximadamente, 0,01% da superfície do Estado.

6.1.5.1.19 Solonetz Solodizado (Planossolo Nátrico)

Possuem transição abrupta e são imperfeitamente a mal drenados e com permeabilidade lenta a muito lenta. Apresentam reação moderadamente ácida a praticamente neutra no horizonte A, e praticamente neutra a alcalina nos horizontes B e C. A saturação por bases é alta, sendo o sódio o elemento mais representativo, notadamente nos horizontes subsuperficiais. O horizonte A é moderado, o B apresenta argila de atividade alta e a textura é média/argilosa, possuindo ainda alto teor de argila dispersa em água e elevada densidade. A predominância de sódio trocável (classes baixo a muito baixo para o valor m e muito alto a alto para o valor V), tem alta susceptibilidade à erosão e à seca (as raízes penetram muito pouco) e possuem a drenagem deficiente. Ocorrem na região do Médio Jequitinhonha nos depósitos aluvionais deste rio. Ocupam uma extensão de 11.716 ha equivalentes a aproximadamente 0,02% da superfície do Estado.

6.1.5.1.20 Cambissolo (Cambissolo)

Estes solos são mal a acentuadamente drenados, apresentando em muitos casos fase cascalhenta, pedregosa e/ou rochosa. São em ordem decrescente álicos (classes muito alto a alto para valor m e muito baixo para valor V), distróficos (classes médio para valor m e baixo a muito baixo para valor V) e eutróficos (classes baixo a muito baixo para valor m e alto a muito alto para valor V) sendo ainda largamente dominantes, o horizonte A moderado e a textura argilosa. As fases de relevo majoritárias são ondulado e forte ondulado. Normalmente, os cambissolos apresentam como principais obstáculos à sua exploração, a pouca profundidade, fase cascalhenta ou pedregosa, baixa fertilidade natural (excetuando os eutróficos) e ocorrência em relevos mais movimentados. Ocorrem por todo o Estado de Minas Gerais, notadamente nas Regiões do Alto Paranaíba e Alto São Francisco. Ocupam uma extensão de 10.464.438 ha, equivalentes a, aproximadamente, 17,84% da superfície do Estado.

6.1.5.1.21 Plintossolo (Plintossolo)

Embora não possuam uma boa expressão geográfica, estes solos ocupam algumas áreas baixas e terços inferiores de encostas, com relevo plano a suave ondulado, sujeitos à oscilação do lençol freático, devido a inundações periódicas ou por restrição à percolação de água no solo. São pouco profundos a profundos, imperfeitamente a mal drenados e frequentemente com transição abrupta, álicos, com argila de atividade baixa, horizonte A moderado e textura dominante muito argilosa. Os principais fatores limitantes à sua exploração, são a baixa fertilidade natural (classe muito

baixo para valor V), altos teores de alumínio trocável (classes muito alto a alto para valor m) e, normalmente, condições de má drenagem que, dependendo da altura do horizonte plúntico, pode inviabilizar cultivos perenes não adaptados. O risco da prática da drenagem nestes solos é o endurecimento irreversível da plintita e sua transformação em petroplintita ou mesmo, dependendo do grau, em bancadas lateríticas, o que inviabilizaria estes solos para utilizações mais intensivas. Estão posicionados basicamente nas regiões Sul e Alto São Francisco, ocupando, aproximadamente, 19.650 ha, o que equivale, aproximadamente, a 0,03% da superfície do Estado.

6.1.5.1.22 Hidromórfico Cinzento (Planossolo)

São semelhantes aos Planossolos, quase sempre situados topograficamente em áreas aplainadas, onde as características ambientais e do próprio solo permitem um excesso de água em alguma época do ano, mesmo em áreas sujeitas a estiagens pronunciadas. São predominantemente álicos (classes muito alto a alto para valor m e muito baixo para valor V) ou mesmo eutróficos (classes muito baixo a baixo para valor m e muito alto a alto para valor V), argila de atividade baixa, horizonte A moderado ou fraco, textura arenosa/média ou média/argilosa e relevo plano. São pouco utilizados para agricultura, pois apresentam baixa fertilidade natural. Ocorrem, preferencialmente, associados a Glei Pouco Húmico, localizados em pequenas áreas de fundos de vales próximo aos cursos d'água. Os álicos ocorrem basicamente entre as Regiões do Paracatu e Alto Médio São Francisco e o eutrófico situa-se na Zona do Mucuri. Ocupam uma extensão de 42.959 ha, equivalentes a aproximadamente 0,07% da superfície do Estado.

6.1.5.1.23 Glei Húmico e Glei Pouco Húmico (Gleissolo Melânico e Gleissolo Háplico)

A diferenciação entre o Glei Húmico e o Glei Pouco Húmico é feita através do horizonte A, que no primeiro, apresenta cores mais escuras, maior espessura e maior teor de carbono (chernozêmico ou húmico com mais de 20 cm) quando comparado com o horizonte A do segundo (geralmente moderado). A textura é média, argilosa ou muito argilosa, muito mal a mal drenados; álicos (classes muito alto a alto para m e muito baixo a baixo para V), distróficos (classes médio para valor m e baixo a médio para valor V) ou eutróficos (classes baixo para valor m e alto a médio para valor V) com argila de atividade alta ou baixa e o relevo essencialmente plano. A principal limitação para uso em culturas não adaptadas ao hidromorfismo é a necessidade de drenagem intensa quando não acopladas a obras de engenharia como a sistematização. Ocorrem dispersos por todo o estado mesmo que não encabeçando unidades e são, associados, principalmente, a Solos Aluviais e Orgânicos. Os eutróficos acham-se localizados, basicamente, nos vales das regiões do Alto e Alto Médio São Francisco. A classe Glei Húmico ocupa uma extensão de 22.881 ha, equivalentes a, aproximadamente, 0,04% da superfície do Estado. Já a classe Glei Pouco

Húmico ocupa uma extensão de 296.686 ha, equivalentes a, aproximadamente, 0,51% da superfície do Estado.

6.1.5.1.24 Vertissolo (Vertissolo)

Apresentam evidências de movimentação da massa do solo (“slickensides”) e argila de atividade alta, sendo comum a presença de “gilgai”. São pouco profundos a profundos, moderadamente drenados a mal drenados, permeabilidade baixa a muito baixa. Desenvolvem-se, geralmente, em relevo pouco movimentado, e sob influência de drenagem restrita. A unidade de mapeamento é constituída por solos argilosos, podendo a textura do horizonte superficial ser mais grosseira. São eutróficos (classes muito baixo a baixo para valor m e alto a muito alto para valor V), com soma de bases trocáveis (valor S) alta e teores elevados de cálcio e magnésio. Além da alta erodibilidade. São muito a extremamente duros quando secos e muito plásticos e muito pegajosos quando molhados. A ocorrência principal está na região do Alto Médio São Francisco. Ocupam uma extensão de 3.295 ha, equivalentes a aproximadamente 0,01% da superfície do Estado.

6.1.5.1.25 Solos Litólicos (Neossolos Litólicos)

Apresentam normalmente rochosidade, pedregosidade, cascalhos e concreções, relacionados, via de regra, com a natureza do material originário, Ocorrem predominantemente em relevo forte ondulado e montanhosos associados principalmente a afloramentos rochosos. O horizonte A moderado predomina seguido do A fraco, sendo em ordem decrescente álicos (classes muito alto e muito baixo para valores m e V, respectivamente), distróficos (classes médio e baixo para valores m e V, respectivamente) e eutróficos (classes baixo e alto para valores m e V, respectivamente); argila de atividade baixa e alta e textura média, argilosa e arenosa. As maiores ocorrências estão nas Zonas Metalúrgica e Campo das Vertentes. Ocupam uma extensão de 4.573.725 ha, equivalentes a, aproximadamente, 7,80 da superfície do Estado.

6.1.5.1.26 Regossolo (Neossolos Regolíticos)

São pouco desenvolvidos, medianamente profundos a profundos, textura normalmente arenosa, contendo na fração areia e/ou cascalho apreciáveis teores de minerais facilmente intemperizáveis (>4%, referidos à TFSA). Constituem-se de um horizonte A desenvolvido a partir de depósitos detríticos pedimentares ou coluviais, ou em materiais brandos semi-intemperizados sobrejacentes ao substrato rochoso consolidado. As principais limitações estão na baixa capacidade de retenção de água, alta erodibilidade principalmente em relevos mais movimentados e baixa fertilidade. Ocorrem apenas em associação, como componente secundário, situada próximo ao limite das Zonas Itacambira e Médio Jequitinhonha.

6.1.5.1.27 Areias Quartzosas (Neossolos Quartzarênicos)

São arenosos, essencialmente quartzosos, excessivamente drenados, profundos e de baixa fertilidade natural. Ocorrem decrescentemente como distróficos (classes médio a baixo para valor m e muito baixo para valor V) e, secundariamente, como álicos (classes alto e muito baixo para valores m e V, respectivamente), horizonte A fraco e moderado e relevo plano e suave ondulado. O horizonte C, normalmente apresenta grande espessura. Apresentam como principais limitações à exploração, a baixa fertilidade natural, a baixa CTC e a baixa retenção de água. No Estado, a maior concentração ocorre na Zona do Alto Médio São Francisco. Ocupam, aproximadamente, 1.961.080 ha, equivalendo a 3,34% da superfície do Estado.

6.1.5.1.28 Areias Quartzosas Hidromórficas (Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos)

São solos semelhantes a classe Areias Quartzosas, apresentando-se, no entanto, total ou parcialmente alagados durante parte do ano. No Estado são álicos (classes muito alto a alto para valor m e muito baixo para valor V), horizonte A fraco como predominante e relevo plano. A ocorrência principal localiza-se entre as Zonas do Alto Médio São Francisco e Paracatu. Ocupam 59.215 ha, que correspondem a, aproximadamente, a 0,10% da superfície do Estado.

6.1.5.1.29 Solos Aluviais (Neossolos Flúvicos)

São profundos e possuem características muito variáveis, dependendo da natureza e forma de distribuição dos sedimentos originários. No Estado, há predominância de Solos Aluviais, com textura grosseira, ricos em materiais primários. São em ordem decrescente eutróficos (classes baixo a muito baixo para valor m e alto a muito alto para valor V), distróficos (classes médio a baixo para valor m e baixo para valor V) e álicos (classes alto a muito alto para valor m e muito baixo a baixo para valor V), ocorrendo predominantemente em relevo plano, com horizonte A moderado e textura média. Os solos aluviais apresentam grande potencial agrícola, principalmente a grande mancha eutrófica que acompanha o vale do São Francisco, fato comprovado pelo grande número de projetos de sucesso nesta região, principalmente quando bem estruturados e gerenciados. A maior ocorrência é nas regiões do Alto e Alto Médio São Francisco. Ocupam uma extensão de 851.250 ha, equivalentes a, aproximadamente, 1,45% da superfície do Estado.

6.1.5.1.30 Solos Petroplínticos (Plintossolos Pétricos)

Esta classe é caracterizada por solos que apresentam quantidade significativa de materiais grosseiros, de formas e tamanhos variáveis, com predominância de concreções ferruginosas e manganosas, além de fragmentos quartzosos e material pelítico em diferentes estádios de

decomposição, constituindo – normalmente, mais de 50% da composição do solo. São decrescentemente distróficos e álicos, argilosos e muito argilosos, horizonte A moderado e relevo suave ondulado, argila de atividade baixa. Encontram-se, basicamente, na região do Paracatu e ocupam 43.207 ha, equivalentes a 0,74% da superfície do Estado.

6.1.5.1.31 Solos Orgânicos (Organossolos)

Constituem-se, basicamente, por espessas camadas orgânicas, compostas por resíduos vegetais em diferentes estágios de decomposição, sobre camadas minerais gleizadas. Como consequência do elevado teor de carbono, a CTC é bastante elevada, fato que não seria de todo insatisfatório ao aproveitamento destes solos, se não estivesse comumente esta CTC saturada por alumínio (classe muito baixo para valor V para solos tanto álicos quanto distróficos). A correção química é problemática devido ao elevado poder tampão, assim como é problemática a drenagem, pois há uma rápida oxidação do material orgânico acarretando, inclusive, uma grande perda de volume dos solos. Ocorrem em relevo plano, ocupando as cotas mais baixas. São muito mal drenados e de permeabilidade lenta, às vezes impedida na parte inferior do perfil. Apresentam-se como componente secundário em associações, principalmente com Gleí Húmico e Gleí Pouco Húmico.

6.1.5.1.32 Solos das Áreas de Estudos Próximas ao Eixo da Rodovia no Estado de Minas Gerais.

Os estudos para identificação dos tipos de solos nas áreas de estudos próximas ao eixo da rodovia, foram iniciados com a identificação, no Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais, dos tipos de solos cartografados existentes nessas regiões. A partir do conhecimento dessa tipologia, foram realizadas as etapas de campo para caracterização dos tipos de solos identificados previamente.

A metodologia apresentada para a etapa de campo dos trabalhos, diverge em parte do Termo de Referência do IBAMA apenas no quesito abertura de perfis representativos para descrever a textura, estrutura, plasticidade e profundidade dos horizontes. Esses parâmetros foram descritos a partir de cortes e taludes observáveis ao longo da rodovia BR-116 no trecho mineiro.

Para esse estudo foi adotada uma postura onde a partir das classificações existentes no mapa pedológico das áreas abrangidas pelo empreendimento, foram amostrados os perfis diagnósticos e descritas as texturas, estruturas observáveis, plasticidade e profundidade dos horizontes.

A descrição dos parâmetros físicos dos tipos de solo observados em campo, utilizou a técnica descrita como Classificação Tátil-Visual de solos, onde a partir do emprego desse método foi possível observar que, nas áreas de influência do empreendimento no estado de Minas Gerais,

ocorrem predominantemente: o Latossolo Vermelho, Latossolo Vermelho-Amarelo, Argissolos Vermelho-Amarelo e o Cambissolo. Os critérios observados em campo para essa definição foram:

Cor - destaca-se não só por ser de fácil determinação mas, também, por permitir a dedução de outras características importantes, tais como teores de matéria orgânica e de óxidos de ferro e grau de drenagem. Para os Latossolos foram observadas coloração vermelha intensa, indicando formação de hematita e, em outros pontos do trajeto, uma coloração vermelha-amarela, indicando uma quantidade menor de hematita no solo. Essa variação de coloração (vermelha a vermelha-amarela) ocorre também para os Argissolos mas com predominância dos avermelhados. Os cambissolos apresentaram uma coloração mais amarelada no horizonte superficial com variações para acinzentada dependendo do grau de drenagem e das condições morfológicas.

Textura - refere-se à proporção entre as partículas unitárias, areia, silte e argila do solo e define a porosidade e a capacidade do solo em armazenar nutrientes e água. Os Latossolos e os Argissolos, tanto o Vermelho, quanto o Vermelho-Amarelo, apresentaram uma textura predominantemente argilosa, apresentando em diversos pontos gretas de contração e pouca infiltração quando jogada água sobre os pontos investigados. Os Cambissolos apresentaram uma textura também argilosa, contudo como é característico desse tipo de solo, foram observados, também, horizontes cascalhentos com alguns minerais ainda não totalmente intemperizados, por tratar-se de um solo “jovem”.

Porosidade/permeabilidade - representa os espaços vazios do solo e é definida pela textura e pela estrutura. Os Latossolos e os Argissolos apresentaram uma permeabilidade que favorece a uma maior resistência natural aos processos erosivos, mas também ao avanço no estágio de intemperização. Normalmente, os Latossolos Vermelhos e os Vermelhos-Amarelos, exibem-se com perfis profundos, muito porosos e bastante permeáveis. Já a permeabilidade dos Cambissolos é muito prejudicada, pelo alto teor de silte do horizonte A e a restrita profundidade do perfil fazem com que essa classe de solos tenha sua permeabilidade dificultada.

Geologia – representa a litologia formadora do solo. O trajeto da BR-116 no trecho mineiro atravessa uma mesma Província e rochas muito semelhantes, com isso a formação dos tipos de solos ficou monótona entre Latossolos, Argissolos e Cambissolos. A grande diferença entre os processos de pedogênese deve-se mais as condições de relevo/clima que propriamente ao substrato rochoso, portanto as condições do relevo tornam-se parâmetros para a caracterização pedológica.

Relevo – caracteriza as condições predominantes de pedogênese ou lixiviação. Nas áreas de influência ocorrem predominantemente os relevos suavemente ondulados com picos residuais ou morros testemunhos, justamente as condições características dos Latossolos. Já os Argissolos possuem as mesmas macro características dos Latossolos, exetando o horinzonte B mais argiloso e ocorrência em terrenos mais movimentados. Os Cambissolos são característicos em

relevos mais movimentados e jovens. O relevo foi um dos parâmetros mais importantes para a classificação pedológica.

Vegetação – os Latossolos e os Argissolos são característicos de áreas com vegetação tipo cerrado/cerradão, enquanto nas áreas de Cambissolos ocorrem os chamados campos limpos, devido à baixa permeabilidade desse tipo de solo e, com isso, tornando-os propensos a processos erosivos. A diferença entre os tipos de vegetação serviu também para determinar pontos de mapeamento, pois onde foram observadas mudanças bruscas no porte, espaçamento, e fitofisionomia geralmente indicaram mudanças pedológicas.

Resumindo, os Latossolos Vermelhos, Amarelos e Vermelhos-Amarelos observados apresentaram: horizontes profundos (característicos dos Latossolos), textura argilosa (grudam no martelo quando molhados), boa plasticidade (é possível fazer pequenas bolotas molhadas), vegetação tipo cerrado/cerradão e relevo plano a suave ondulado. A diferença na cor de vermelha a vermelha-amarela, deve-se à quantidade de hematita no solo. Os Argissolos possuem características semelhantes aos Latossolos, contudo, ocorrem em relevos mais movimentados e possuem uma característica que por serem geralmente ácidos com saturação alta por bases, são geralmente recobertos por fases florestais com elevada densidade de espécies arbóreas de elevado porte.

Os cambissolos mostram-se também com horizontes profundos, textura predominantemente argilosa (grudam no martelo quando molhados), baixa plasticidade (devido à quantidade de silte não formam bolotas perfeitas), vegetação tipo campo limpo e são característicos de áreas com relevos mais movimentados e apresentam também um horizonte cascalhento facilmente observável.

Ocorrem algumas poucas ocorrências de neossolos nesse trabalho que não serão cartografadas devido a sua pequena distribuição espacial. Esses Neossolos Litólicos apresentam contato direto de um horizonte A (em geral fraco ou no máximo moderado) com a rocha ou seu saprolito. Nestes casos, é comum a presença de pedregosidade e de rochiosidade. Esta classe de solo ocorre em estreita relação com os cambissolos haplicos e relevos fortemente ondulados.

Latossolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos:

Sua ocorrência é predominante em todo o trajeto da BR-116/MG no trecho mineiro, a variação de coloração entre vermelho, vermelho-amarelo e amarelo ocorre devido à variação entre hematita e goethita. O solo é intemperizado e lixiviado restando apenas os minerais mais resistentes que no caso, geralmente, são grãos de quartzo em diferentes dimensões.

O relevo geralmente é o suave ondulado, com morros testemunhos isolados na paisagem. Por serem áreas povoadas a vegetação nativa resiste em alguns trechos, nesses pontos predomina o cerrado/cerradão.



Figura 138 – Relevo suave ondulado a ondulado, onde predominam os Latossolos.



Figura 139 – Perfil de Latossolo Vermelho, homogêneo com cristais de quartzo remanescentes.



Figura 140 - Perfil de Latossolo Vermelho, homogêneo com cristais de quartzo remanescentes.



Figura 141 – Latossolo com micas remanescentes ao processo de lixiviação.



Figura 142 – Latossolo Vermelho com amostras do substrato rochoso ainda existentes.



Figura 143 – Latossolo com gretas de contração, mostrando ser mais argiloso.



Figura 144 – Latossolo com cristais de quartzo remanescentes.



Figura 145 – Latossolo, formando torrões no teste com água, sendo predominante a fração argila.

Argissolos Vermelho-Amarelos:

Características macroscópicas semelhantes aos Latossolos, horizontes profundos, cores acentuadas pela variação entre Hematita e Goethita, poucos ou nenhum mineral remanescente. E quando ocorrem geralmente são grãos de quartzo sub-arredondados a arredondados com dimensões de poucos centímetros.

Ocorrem preferencialmente em relevos mais ondulados que os Latossolos e em alguns casos apresentaram mudanças nos padrões de vegetação, predominando o porte arbóreo.



Figura 146 – Terreno “mais movimentado” característico da ocorrência dos Argissolos.



Figura 147 – Perfil de Argissolo Vermelho.



Figura 148 – Argissolo com também com grãos de quartzo remanescentes.



Figura 149 – Perfil de Argissolo Vermelho – Amarelo.



Figura 150 – Argissolo com cristal de quartzo remanescente, no geral apareceram em menor quantidade que os Latossolos observados.



Figura 151 – Argissolo com greta de contração apresentando predominância da fração argila.



Figura 152 – Argissolo formando torrões quando molhados mostrando que predomina a fração argila.

Cambissolos:

Solos mais jovens e formados em terrenos mais movimentados, com coloração acinzentada e fase cascalhenta acentuada. A variação na fitofisionomia foi utilizada para a escolha dos pontos de amostragem e observação. Os perfis observados mostraram-se profundos com mais de 5 metros.



Figura 153 – Perfil de Cambissolo.



Figura 154 – Perfil de Cambissolo observado com coloração acinzentada e mal drenado.



Figura 155 – Mudança na fitofisionomia indicando mudança no tipo de solo, passa a ser arbustiva.



Figura 156 – Cambissolo acinzentado sem cristais remanescentes.



Figura 157 – Cambissolo com fase cascalhenta.

6.1.6 Recursos Hídricos

6.1.6.1 Hidrologia e Hidrogeologia

6.1.6.1.1 Hidrologia

Caracterização do regime hidrológico das bacias hidrográficas de área de estudo do empreendimento

As regiões hidrográficas abrangentes ao empreendimento são as Regiões Hidrográficas do Atlântico Leste e Atlântico Sudeste. Dentro da região hidrográfica do Atlântico Leste, a rodovia intercepta as sub-bacias do Jequitinhonha e Litoral BA/ES. Na região hidrográfica do Atlântico Sudeste as sub-bacias interceptadas são a do Rio Doce e paraíba do Sul.

Para ilustrar a localização do empreendimento juntamente com as regiões hidrográficas influenciadas, foi elaborado um mapa de escala 1:2.000.000 com as bacias, sub-bacias e a localização do empreendimento. O mapa se encontra no Anexo I.

6.1.6.1.1.1 Caracterização da Região Hidrográfica do Atlântico Leste e Sub-Bacias

A Região Hidrográfica Atlântico Leste tem sua localização entre as coordenadas 9°40' a 19°00's e 36°40' a 44°00'W aproximadamente, que abrange os Estados da Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo e Sergipe. A Região Hidrográfica - RH do Atlântico Leste tem uma área de 386,092 km², equivalente a 4% do território brasileiro podendo ser dividida como 26% de sua área dentro do Estado de Minas Gerais, 1% no Estado do Espírito Santo, 69% no Estado da Bahia e 4% no Estado de Sergipe. A divisão da rede hidrográfica é feita em 16 (dezesesseis) unidades hidrográficas, sendo que 12 (doze) estão total ou parcialmente no Estado da Bahia. Essa divisão procurou preservar as unidades de gestão dos recursos hídricos utilizadas em cada Estado. A vazão média de longo período estimada da região é de 1.484m³/s, que representa 0,9% do total do País (MMA,2006a).

A Região Hidrográfica está dividida em cinco unidades hidrográficas principais: Rio de Contas, Rio Itapirucu-Paraguaçu, Rio Jequitinhonha, Litoral BA/ES e Litoral SE, conforme Figura 158.



Figura 158 – Região Hidrográfica do Atlântico Leste e localização da rodovia.
Fonte: Adaptado de MMA,2006a.

Das cinco bacias hidrográficas integrantes da RH do Atlântico Leste, somente duas abrangem a área de estudo da rodovia: a bacia do Rio Jequitinhonha e do Litoral BA/ES. Em um maior detalhamento das bacias em sub-bacias, identificou-se que na bacia hidrográfica do Rio

Jequitinhonha são interceptadas a sub-bacia do rio Pardo e do Jequitinhonha 03 e na bacia do Litoral BA/ES as sub-bacias do Rio Mucuri e São Mateus.

Nascendo na Serra do Espinhaço, em Minas Gerais, o rio Pardo é o rio principal da Bacia desenvolvendo-se no sentido oeste-leste e desaguando no oceano Atlântico. Sua Bacia drena uma área de 32.334 km², a maior parte situada na Bahia. Seu limite ao norte é dado pela Bacia do rio Contas, a oeste pela Bacia do rio São Francisco, e ao sul pela Bacia do rio Jequitinhonha (MMA,2006a).

A Bacia do rio Jequitinhonha, com nascente no estado de Minas Gerais, atravessa o estado e segue para o estado da Bahia, onde deságua no oceano Atlântico. Com área total de 69.948 km² (mais de 90% se localiza no Estado de Minas Gerais) está dividida entre Jequitinhonha 02 – Bacia do rio Araçuaí – e Jequitinhonha 01 e 03, a montante e a jusante do encontro Araçuaí-Jequitinhonha, respectivamente. O limite ao norte do rio Jequitinhonha é pela Bacia do rio Pardo e ao sul por uma cadeia de serras. As sub-bacias Jequitinhonha 01, 02 e 03 drenam, respectivamente, áreas de 24.200 km², 16.313 km² e 29.435 km² (MMA,2006a).

Também com sua nascente em Minas Gerais, a Bacia do rio Mucuri desagua em território baiano e drena apenas uma pequena área. Têm seus limites a noroeste e nordeste feitos através das bacias do rio Jequitinhonha e Litoral Sul BA 01, respectivamente, e limite ao sul pelas bacias do rio São Mateus e Itaúnas, próximo à divisa com o Espírito Santo. Sua área de drenagem chega a 15.413 km², grande parte em território mineiro (MMA,2006a).

O rio São Mateus nasce no Estado de Minas Gerais e desagua no estado do Espírito Santo. Sua Bacia, localizada no ponto mais ao sul da Bacia do Atlântico Leste, drena uma área de 13.480 km² (MMA,2006a).

O Quadro 15 traz as áreas das bacias e das sub-bacias interceptadas pela rodovia.

Bacias	Área (km ²)	Sub-Bacia	Área (km ²)
Rio Jequitinhonha	102.282	Rio Pardo	32.334
		Jequitinhonha 03	29.435
Litoral BA/ES	62.592	Rio Mucuri	15.413
		São Mateus	13.480

Quadro 15 – Áreas das Bacias e Sub-bacias Hidrográficas da área de estudo.
Fonte: MMA,2006a

Ao se estudar as vazões média natural de longo termo e vazão excedida 95% da vezes (Q₉₅) das sub-bacias, percebe-se que a bacia de maior área, no caso a do Rio Pardo, não é a com as maiores vazões. A sub-bacia com as maiores vazões é a sub-bacia do Jequitinhonha 03.

O Quadro 16 traz os dados de vazão média natural de longo termo (Q_m) e vazão excedida 95% das vezes (Q₉₅).

Sub-bacia	Q _m (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)
Rio Pardo	77,28	7,76
Jequitinhonha 03	438,57	79,04
Rio Mucuri	98,64	17,26
São Mateus	91,66	12,27

Quadro 16 - Vazões Q_m e Q₉₅ nas unidades hidrográficas da área de estudo
Fonte: MMA,2006a Q_m (m³/s): vazão média natural de longo termo e Q₉₅ (m³/s): vazão excedida 95% das vezes, denominada vazão crítica de referência e adotada como disponibilidade hídrica

A presença de açudes na região do Atlântico Leste é fato principal para o efeito de regularização de vazões, que apesar de não serem geradores de energia são fundamentais para o abastecimento humano, dessedentação de animais e a irrigação. A vazão regularizada não pode ser caracterizada somente por meio do potencial de regularização do reservatório sendo também como função das condições de operação dos reservatórios que dependem diretamente dos seus usos múltiplos, como a geração de energia elétrica, abastecimento humano, irrigação e o amortecimento de cheias, entre outros (ANA, 2005a *apud* MMA,2006a).

O Quadro 17 traz os dados de vazão de regularização, vazão com 95% de permanência e a disponibilidade hídrica.

Sub-bacia	Q _{reg} (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Disponibilidade (m ³ /s)
Rio Pardo	8,20	7,76	15,96
Jequitinhonha 03	4,07	79,04	83,11
Rio Mucuri	-*	17,26	17,26
São Mateus	-*	12,27	12,27

*Não disponível

Quadro 17- Vazão de regularização, vazão com 95% de permanência e a disponibilidade hídrica.
Fonte: MMA,2006a

6.1.6.1.1.2 Caracterização da Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste e Sub-Bacias

A Região Hidrográfica Atlântico Sudeste é formada pelas bacias hidrográficas dos rios que deságuam no litoral sudeste brasileiro, do norte do Espírito Santo ao norte do Paraná. Drena uma das mais expressivas regiões brasileiras, marcadamente pelo elevado contingente populacional, pela diversidade econômica e pelo significativo parque industrial (MMA,2006b).

A rodovia BR-116/MG intercepta as sub-bacias do rio Doce do rio Paraíba do Sul dentro da região hidrográfica do Atlântico Sudeste, sendo ilustrada na Figura 159.

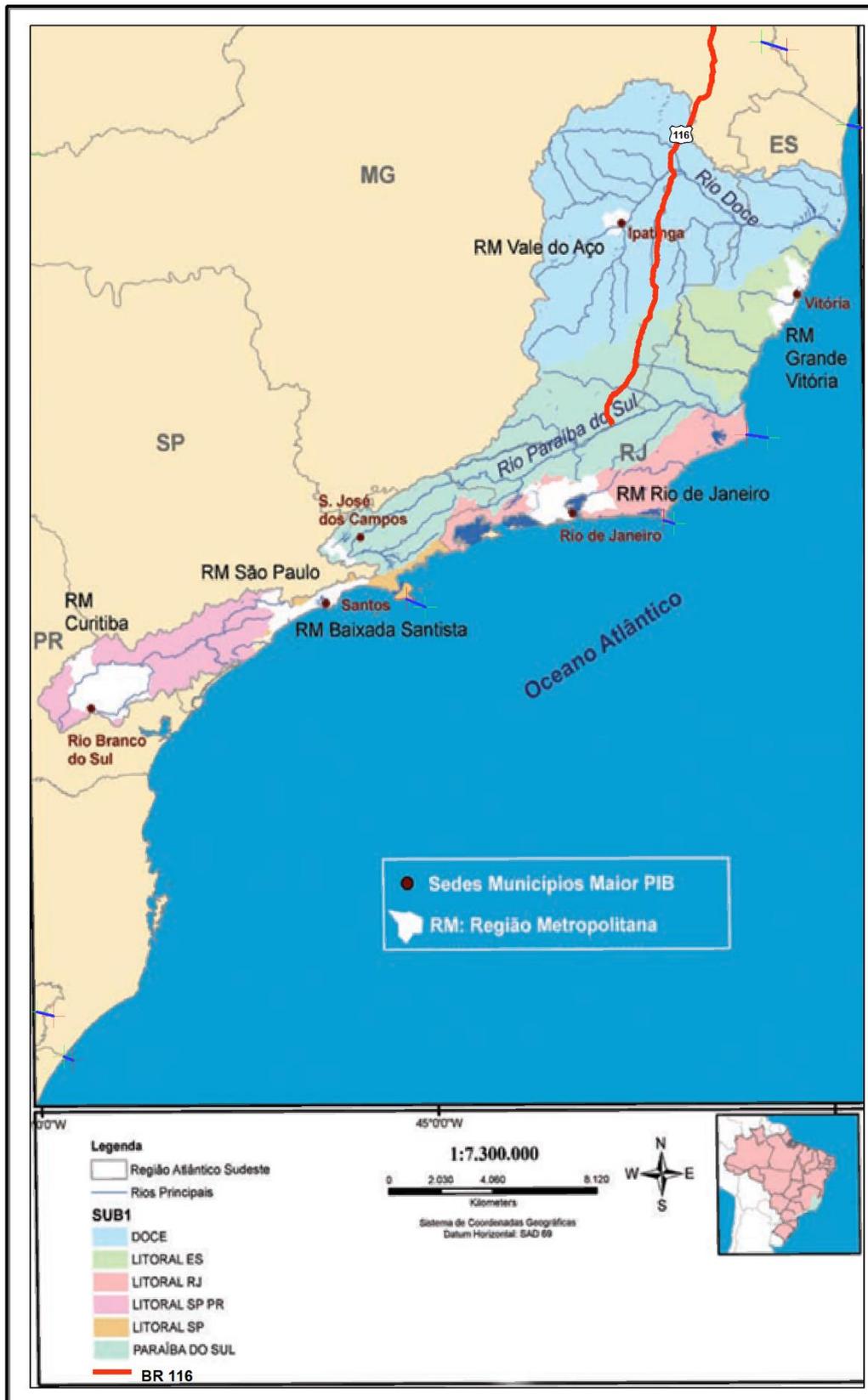


Figura 159 – Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste e localização da rodovia.
Fonte: Adaptado de MMA,2006b

A Sub-bacia do rio Doce é formada principalmente pela Bacia Hidrográfica do rio Doce, que deságua no distrito de Regência, no Município de Linhares, no norte do Estado do Espírito Santo. A Sub 1 Doce inclui ainda a Bacia do Rio Barra Seca, que deságua ao norte da foz do rio Doce, também no Município de Linhares (MMA,2006b).

A Sub-bacia do rio Paraíba do Sul engloba toda a Bacia do rio de mesmo nome e os Estados de Minas Gerais – com as nascentes e afluentes dos rios Preto, Pomba e Muriaé –, de São Paulo, onde ficam suas cabeceiras, e do Rio de Janeiro, por onde corre o maior trecho do rio Paraíba do Sul, até o seu encontro com o mar (MMA,2006b).

As áreas de drenagem das sub-bacias do rio Doce e Paraíba do Sul são listadas no Quadro 18, sendo que a sub-bacia do rio Doce é maior que a da sub-bacia do rio Paraíba do sul.

Unidade Hidrográfica	Área de drenagem (km ²)
Doce	87.112,25
Paraíba do sul	56.178,16

Quadro 18- Áreas de drenagem das bacias estudadas

A Região Hidrográfica Atlântico Sudeste apresenta uma das maiores demandas hídricas nacionais, bem como uma das menores disponibilidades hídricas relativas. O Quadro 19 demonstra que a sub-bacia do rio Doce, apesar de possuir uma maior área de drenagem, possui uma disponibilidade hídrica específica menor que a sub-bacia do rio Paraíba do Sul.

Unidade Hidrográfica	P (mm)	E (mm)	Disponibilidade		
			Q (m ³ /s)	q (L/s/km ²)	Q ₉₅ (m ³ /s)
Doce	1.238	827	1.089,72	13	330,18
Paraíba do sul	1.453	992	932,09	14,6	336,85

P: Precipitação média anual; E: Evapotranspiração real; Q: Vazão média de longo período; q: Vazão específica; Q₉₅: Vazão com permanência de 95%.

Quadro 19 - Disponibilidade de recursos hídricos na Região Hidrográfica Atlântico Sudeste

As vazões máximas e mínimas, registradas nas séries históricas, demonstram sensíveis diferenças nas vazões dos principais rios entre os períodos secos e chuvosos. As vazões máximas e mínimas marcam o clima caracterizado por uma estação chuvosa e outra seca na Região Hidrográfica. O Quadro 20 lista as médias das máximas e mínimas das vazões ao longo dos períodos de observação, sendo possível observar que as vazões máximas ocorreram todas no mês de janeiro enquanto as mínimas ficaram em agosto ou setembro.

Unidade Hidrográfica	Máxima média (m ³ /s)	Mínima média (m ³ /s)	Máxima (m ³ /s)	Data	Mínima (m ³ /s)	Data	Intervalo
Doce	1.512,0	613,6	8687,0	Jan/97	171,0	Set/01	1939/2006
Paraíba do sul	1.249,9	477,3	8.376,0	Jan/66	118,0	Ago/55	1934/2006

Quadro 20- Vazões máximas médias, mínimas médias e máxima das bacias estudadas

6.1.6.1.1.3 Disponibilidade da Água Superficial e Subterrânea no Estado de Minas Gerais

De acordo com os dados do Zoneamento Ecológico e Econômico do Estado de Minas Gerais, na área de estudo da BR-116/MG a disponibilidade de água superficial ao longo do traçado é considerada “muito alta” e “alta” na parte norte do trecho, “média” disponibilidade na parte central do trecho e de “baixa” disponibilidade na parte sul do trecho, perto da divisa com o Estado do Rio de Janeiro. A Figura ilustra a disponibilidade das águas superficiais do Estado de Minas Gerais.

Em relação a disponibilidade hídrica subterrânea do Estado de Minas Gerais, segundo os dados do Zoneamento Ecológico e Econômico do Estado de Minas Gerais é alta em todo o percurso do traçado da Br-116/MG. A Figura 160 ilustra a disponibilidade hídrica superficial e a Figura 161 a disponibilidade subterrânea do Estado de Minas Gerais.

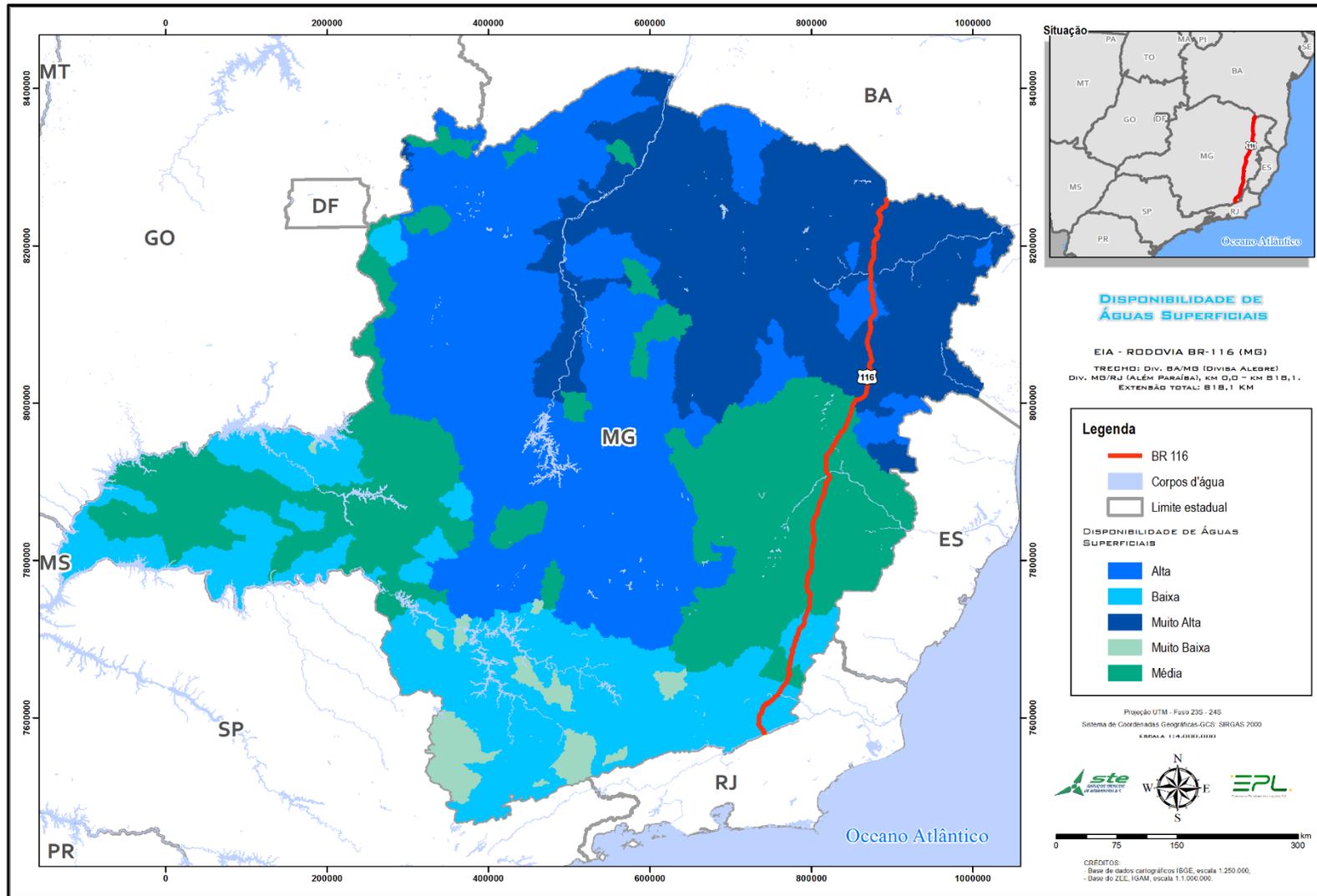


Figura 160 - Disponibilidade hídrica superficial na área de estudo da BR-116/MG
Fonte: ZEE/MG (2015)

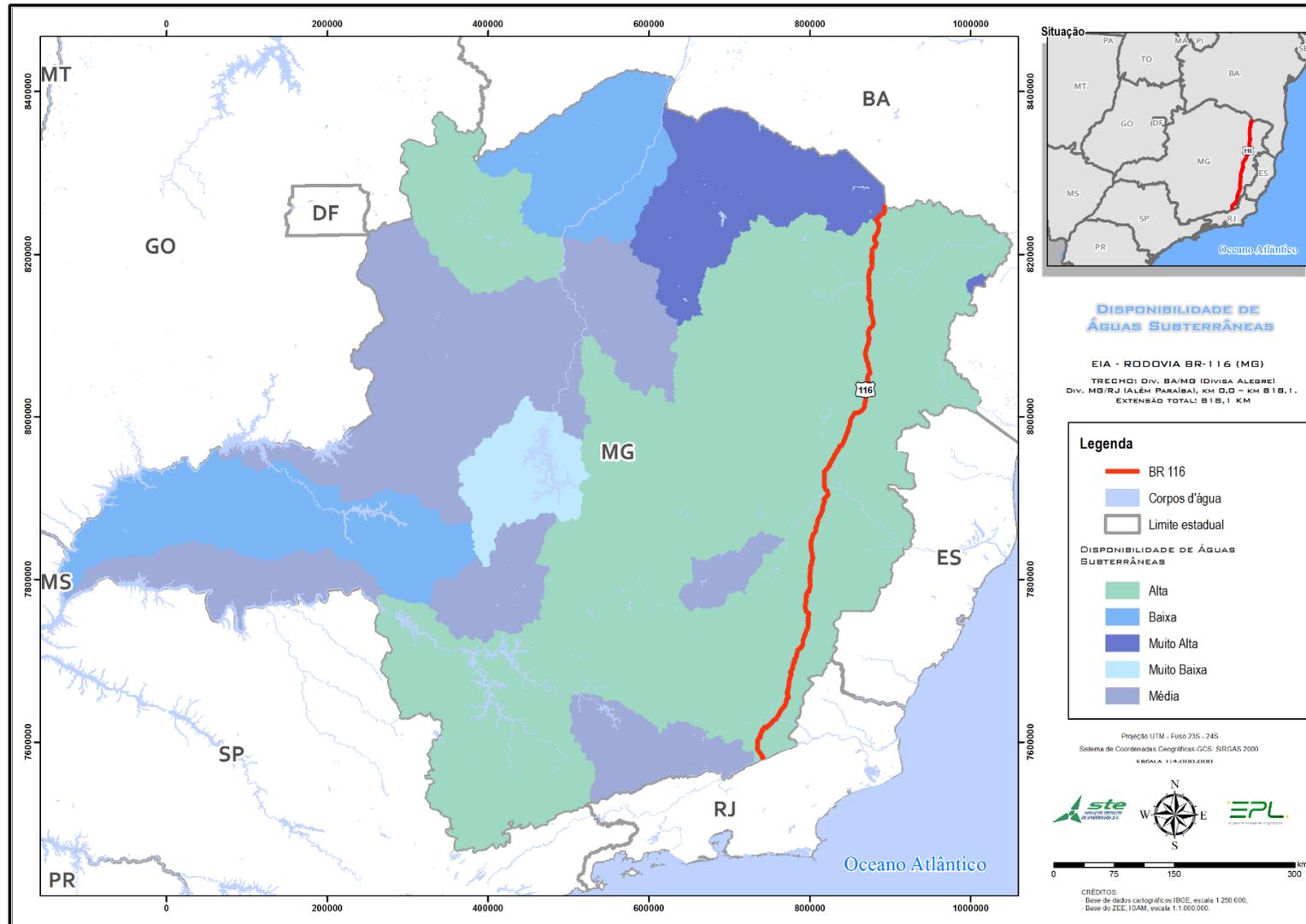


Figura 161 - Disponibilidade hídrica subterrânea na área de estudo da BR-116/MG
Fonte: ZEE/MG (2015)

6.1.6.1.2 Localização do empreendimento e dos corpos d'água interceptados.

A localização do empreendimento é apresentada no mapa do ANEXO I. Os mapas do ANEXO II trazem a localização do empreendimento bem como os corpos de água interceptados. A **Tabela 4** traz todos corpos hídricos que são interceptados pelo empreendimento. Os locais de interceptação pela rodovia de todos os cursos hídricos e das APPs são apresentados e especializados em escala adequada nos mapas de Áreas de Preservação Permanente e na Tabela contidos no ANEXO do Capítulo 6.2.2 – Diagnóstico de Flora.

Tabela 4 - Cursos d'água interceptados.

Número	Nome do Corpo Hídrico Interceptado	Bacia Hidrográfica
1	Rio São Francisco	Jequitinhonha
2	Córrego Vereda	Jequitinhonha
3	Córrego do Tomé	Jequitinhonha
4	Córrego das Couves	Jequitinhonha
5	Córrego das Couves	Jequitinhonha
6	Córrego São Lourenço	Jequitinhonha
7	Córrego Sapucaia	Jequitinhonha
8	Córrego Landim	Jequitinhonha
9	Córrego Três Irmãos	Jequitinhonha
10	Ribeirão São Roque	Jequitinhonha
11	Córrego do Areal	Jequitinhonha
12	Córrego Sobrado	Jequitinhonha
13	Rio Jequitinhonha	Jequitinhonha
14	Ribeirão São João	Jequitinhonha
15	Ribeirão São João	Jequitinhonha
16	Ribeirão São João	Jequitinhonha
17	Córrego Novo	Jequitinhonha
18	Córrego Jatobá	Jequitinhonha
19	Córrego Pilãozinho	Jequitinhonha
20	Ribeirão dos Pilões	Jequitinhonha
21	Córrego Grande	Jequitinhonha
22	Ribeirão São Joanico	Jequitinhonha
23	Córrego da Cruzeta	Jequitinhonha
24	Córrego Água Vermelha	Jequitinhonha
25	Córrego do Veado	Mucuri
26	Rio Marambaia	Mucuri
27	Ribeirão Santa Cruz	Mucuri
28	Córrego do Pontalete	Mucuri
29	Córrego do Pontalete	Mucuri

Número	Nome do Corpo Hídrico Interceptado	Bacia Hidrográfica
30	Rio Preto	Mucuri
31	Córrego Mutum 1	Mucuri
32	Córrego Mutum 1	Mucuri
33	Córrego Mutum 1	Mucuri
34	Rio Mucuri	Mucuri
35	Ribeirão Mestre Campos	Mucuri
36	Ribeirão Mestre Campos	Mucuri
37	Ribeirão Mestre Campos	Mucuri
38	Ribeirão Mestre Campos	Mucuri
39	Ribeirão Mestre Campos	Mucuri
40	Córrego Crisólita	Mucuri
41	Ribeirão Santo Antônio	Mucuri
42	Rio Todos-os-Santos	Mucuri
43	Córrego São Diogo	Mucuri
44	Córrego São Diogo	Mucuri
45	Córrego São Diogo	Mucuri
46	Córrego São Benedito	Mucuri
47	Córrego da Liberdade	Mucuri
48	Córrego da Liberdade	Mucuri
49	Córrego da Liberdade	Mucuri
50	Córrego Brejaúba	Mucuri
51	Ribeirão do Potã	Mucuri
52	Rio Itambacuri	Doce
53	Rio Itambacuri	Doce
54	Rio Itambacuri	Doce
55	Córrego Barreiro	Doce
56	Córrego Lagoa do Peixe	Doce
57	Córrego Água Branca	Doce
58	Ribeirão Pezinho	Doce
59	Córrego Bicho Grosso	Doce
60	Córrego Bananal	Doce
61	Córrego Lagoa do Peixe	Doce
62	Córrego Água Preta de Cima	Doce
63	Córrego Água Preta	Doce
64	Córrego Lajinha	Doce
65	Córrego Casa Branca	Doce
66	Córrego Pela Macaco	Doce
67	Rio Suaçuí Grande	Doce
68	Córrego Porto Alegre	Doce

Número	Nome do Corpo Hídrico Interceptado	Bacia Hidrográfica
69	Córrego Chonim de Baixo	Doce
70	Córrego do Capim	Doce
71	Córrego Preto	Doce
72	Córrego Palmital	Doce
73	Córrego do Moreira	Doce
74	Rio Doce	Doce
75	Córrego Varetas	Doce
76	Córrego Boa Vista	Doce
77	Córrego do Acácio	Doce
78	Córrego Caixa Larga	Doce
79	Córrego Boa Sorte	Doce
80	Córrego do Calixto	Doce
81	Córrego Cachoeira	Doce
82	Córrego dos Ilhéus	Doce
83	Córrego das Pedras	Doce
84	Córrego das Onças	Doce
85	Córrego do Padre	Doce
86	Córrego do Padre	Doce
87	Córrego do Bento	Doce
88	Córrego Caratinga	Doce
89	Córrego Caratinga	Doce
90	Córrego Caratinga	Doce
91	Córrego Caratinga	Doce
92	Córrego Areia Preta	Doce
93	Córrego Ponte Alta	Doce
94	Córrego São Paulo	Doce
95	Córrego Aredes	Doce
96	Ribeirão Alegre	Doce
97	Córrego Feijoa	Doce
98	Córrego São Silvestre	Doce
99	Córrego Barracão	Doce
100	Córrego Palmeiras	Doce
101	Ribeirão da Laje	Doce
102	Córrego Seco	Doce
103	Córrego Juca Antônio	Doce
104	Córrego Barra Alegre	Doce
105	Córrego Barra Alegre	Doce
106	Córrego do Pião	Doce
107	Córrego Boa Vista	Doce

Número	Nome do Corpo Hídrico Interceptado	Bacia Hidrográfica
108	Ribeirão Sacramento	Doce
109	Córrego Santa Catarina	Doce
110	Córrego da Soledade	Doce
111	Córrego Vila de Fátima	Doce
112	Córrego Vista Alegre	Doce
113	Córrego Vista Alegre	Doce
114	Ribeirão da Cabeluda	Doce
115	Córrego da Serra	Doce
116	Córrego do Retiro	Doce
117	Córrego dos Pinheiros	Doce
118	Rio Manhuaçu	Doce
119	Córrego Caratinga	Doce
120	Córrego Água Limpa	Doce
121	Córrego Canafístula	Doce
122	Córrego Fundo	Doce
123	Córrego dos Faustinos	Doce
124	Córrego Santana	Doce
125	Córrego Cachoeirinha	Doce
126	Córrego Rico	Paraíba do Sul
127	Ribeirão da Providência	Paraíba do Sul
128	Ribeirão Santo Antônio das Palmeiras	Paraíba do Sul
129	Ribeirão Bom Jesus	Paraíba do Sul
130	Córrego Vargem Grande do Sul	Paraíba do Sul
131	Córrego dos Cachorros	Paraíba do Sul
132	Córrego Graminha	Paraíba do Sul
133	Ribeirão do Jorge	Paraíba do Sul
134	Ribeirão do Jorge	Paraíba do Sul
135	Córrego Rosa Verde	Paraíba do Sul
136	Rio Glória	Paraíba do Sul
137	Rio Glória	Paraíba do Sul
138	Rio Glória	Paraíba do Sul
139	Córrego Bicuíba	Paraíba do Sul
140	Córrego Areão	Paraíba do Sul
141	Ribeirão da Conceição	Paraíba do Sul
142	Córrego dos Pinheiros	Paraíba do Sul
143	Ribeirão Paraíso	Paraíba do Sul
144	Córrego Floresta	Paraíba do Sul
145	Córrego Boa Vista	Paraíba do Sul
146	Córrego São Bartolomeu	Paraíba do Sul

Número	Nome do Corpo Hídrico Interceptado	Bacia Hidrográfica
147	Córrego Lajinha	Paraíba do Sul
148	Córrego Sufoco	Paraíba do Sul
149	Córrego Sufoco	Paraíba do Sul
150	Córrego Sufoco	Paraíba do Sul
151	Rio Preto	Paraíba do Sul
152	Rio Muriaé	Paraíba do Sul
153	Córrego Barra Alegre	Paraíba do Sul
154	Córrego da Imbaúba	Paraíba do Sul
155	Córrego Monte Alegre	Paraíba do Sul
156	Córrego Cachoeira Alegre	Paraíba do Sul
157	Ribeirão São João	Paraíba do Sul
158	Ribeirão São João	Paraíba do Sul
159	Córrego São João da Sapucaia	Paraíba do Sul
160	Córrego Boa Vista	Paraíba do Sul
161	Rio Pomba	Paraíba do Sul
162	Córrego Boa Esperança	Paraíba do Sul
163	Córrego Arizona	Paraíba do Sul
164	Córrego Goiabal	Paraíba do Sul
165	Córrego dos Barbosas	Paraíba do Sul
166	Córrego das Palmeiras	Paraíba do Sul
167	Córrego do Moinho	Paraíba do Sul
168	Ribeirão Jacareacanga	Paraíba do Sul
169	Córrego Três Cruzes	Paraíba do Sul
170	Ribeirão Feijão Cru	Paraíba do Sul
171	Córrego Espalhada	Paraíba do Sul
172	Rio Pirapetinga	Paraíba do Sul
173	Rio Pirapetinga	Paraíba do Sul
174	Rio Pirapetinga	Paraíba do Sul
175	Rio Pirapetinga	Paraíba do Sul
176	Rio Angu	Paraíba do Sul
177	Córrego Esperança	Paraíba do Sul
178	Córrego Roça de Dentro	Paraíba do Sul
179	Rio do Aventureiro	Paraíba do Sul
180	Córrego Fortaleza	Paraíba do Sul
181	Córrego São João	Paraíba do Sul
182	Córrego Palmital	Paraíba do Sul
183	Córrego Mato da Usina	Paraíba do Sul
184	Rio Paraíba do Sul	Paraíba do Sul

6.1.6.1.3 Mapeamento das Nascentes e Áreas Hidrológicamente Sensíveis (Áreas Úmidas e Alagáveis) Localizadas na Área de Estudo.

6.1.6.1.3.1 Nascentes

Os pontos de nascentes foram identificados a partir da interpretação da imagem, na área margeante ao traçado de 5km de largura. Foram identificados 11 (onze) possíveis pontos de nascentes. Os pontos das nascentes se encontram no mapa dos cursos de água interceptados, no Anexo II.

Durante as campanhas de campo e no momento da coleta de amostras de água, foram observados os locais previamente escolhidos e conferida a existência de outras possíveis nascentes. As equipes não identificaram outras possíveis nascentes e não houve acesso àquelas levantadas pela interpretação das imagens, por se tratarem de áreas privadas e/ou de difícil acesso.

A tabela a seguir apresenta as distâncias das nascentes identificadas na área de Estudo em relação a Área Diretamente Afetada (ADA). Essas distâncias foram mensuradas em metros, em linha reta perpendicular ao eixo da rodovia.

Conforme pode ser observado, pode-se considerar que as nascentes encontram-se distantes da rodovia, uma vez que a mais próxima da ADA é a nascente de número 6 (809 metros) localizada no município de Teófilo Otoni/MG. Por sua vez, a mais distante é a nascente número 10, a 4.800 metros da ADA, localizada no município de Laranjal/MG.”

Tabela 5 – Coordenadas e distâncias estimadas da ADA das nascentes.

Nascente	Coordenadas		Distância da ADA (m)
	x	y	
1	-41,45144087	-16,04804775	1.040
2	-41,51394823	-16,2775441	3.440
3	-41,54168685	-16,72253178	3.900
4	-41,51105803	-16,86463468	3.600
5	-41,52835026	-17,09399403	3.400
6	-41,57250989	-17,98711062	809
7	-42,01387967	-18,76188990	2.950
8	-42,11538321	-19,34610674	2.600
9	-42,17001379	-20,21791152	1.100
10	-42,46853770	-21,27801054	4.800
11	-42,71707069	-21,82159085	2.100

6.1.6.1.3.2 Áreas Hidrológicamente Sensíveis (AHS)

As áreas hidrológicamente sensíveis (áreas úmidas e alagáveis) foram identificadas pelas equipes de campo e por meio da interpretação de imagens de satélite. Foram identificadas um total de 21 (vinte e uma) áreas úmidas e alagadas. Todos os pontos das áreas identificadas se encontram no mapa das AHS, no Anexo II. A seguir são descritas as áreas identificadas em campo em lado de ocorrência, quilometragem, distância estimada do eixo da rodovia até a margem mais próxima da área e a caracterização visual da área alagada.

AHS: 1	
Lado da rodovia: Direito	
Km: 43+500	
Distância do eixo da rodovia (m): 34	
Caracterização: Dentro de área particular e com baixo nível de água.	

AHS: 2	
Lado da rodovia: Direito	
Km: 62	
Distância do eixo da rodovia (m): 15	
Caracterização: Dentro de área particular com estrada para a propriedade margeando a área. Foram observadas macrófitas no espelho d'água.	

AHS: 3	
Lado da rodovia: Esquerdo	
Km: 64+500	
Distância do eixo da rodovia (m): 34	
Caracterização: Dentro de área particular. Foram observadas macrófitas no espelho d'água e animais como capivaras.	

AHS: 4	
Lado da rodovia: Direito	
Km: 69	
Distância do eixo da rodovia (m): 8	
Caracterização: Lagoa da empresa Granitos Medina. Eutrofizada com macrófitas em todo o espelho d'água. Bomba funcionando no momento da vistoria.	

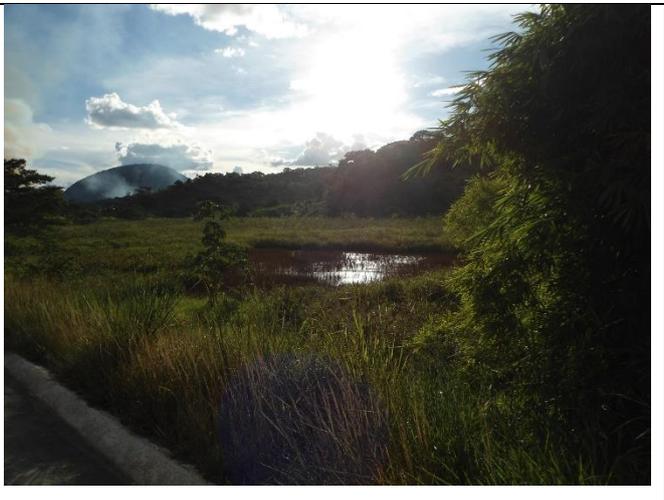
AHS: 5	
Lado da rodovia: Esquerdo	
Km: 85+500	
Distância do eixo da rodovia (m): 48	
Caracterização: Dentro de área particular. Área de espelho d'água seca e com pequeno corpo hídrico no centro da AHS.	

AHS: 6	
Lado da rodovia: Esquerdo	
Km: 124	
Distância do eixo da rodovia (m): 15	
Caracterização: Área de preservação permanente de rio margeando a rodovia. Pontos de assoreamento identificados dentro do corpo hídrico. Calha do rio em nível mais baixo que a rodovia.	

AHS: 7	
Lado da rodovia: Esquerdo	
Km: 130+500	
Distância do eixo da rodovia (m): 12	
Caracterização: Área de preservação permanente de rio margeando a rodovia. Calha do rio em nível mais baixo que a rodovia.	

AHS: 8	
Lado da rodovia: Esquerdo	
Km: 135+500	
Distância do eixo da rodovia (m): 14	
Caracterização: Área de preservação permanente de rio margeando a rodovia. Calha do rio em nível mais baixo que a rodovia.	

AHS: 9	
Lado da rodovia: Esquerdo	
Km: 138	
Distância do eixo da rodovia (m): 35	
Caracterização: Área de preservação permanente de rio margeando a rodovia. Calha do rio em nível mais baixo que a rodovia. Moradias na margem oposta a margem com a rodovia.	

AHS: 10	
Lado da rodovia: Direito	
Km: 293	
Distância do eixo da rodovia (m): 12	
Caracterização: Lagoa paralela a rodovia com identificação de macrófitas. Sem a presença de animais no momento da vistoria.	

AHS: 11	
Lado da rodovia: Direito	
Km: 297	
Distância do eixo da rodovia (m): 80	
Caracterização: Lagoa paralela a rodovia com identificação de macrófitas. Lâmina d'água em nível mais baixo que a rodovia.	

AHS: 12	
Lado da rodovia: Esquerdo	
Km: 298+500	
Distância do eixo da rodovia (m): 49	
Caracterização: Lagoa paralela a rodovia. Lâmina d'água em nível mais baixo que a rodovia.	

AHS: 13	
Lado da rodovia: Esquerdo	
Km: 337+500	
Distância do eixo da rodovia (m): 31	
Caracterização: Dentro de área particular. Foram observadas macrófitas no espelho d'água.	

AHS: 14	
Lado da rodovia: Direito	
Km: 391+500	
Distância do eixo da rodovia (m): 90	
Caracterização: Área dentro de propriedade particular com lâmina d'água em nível mais baixo que a rodovia.	

AHS: 15	
Lado da rodovia: Esquerdo	
Km: 402	
Distância do eixo da rodovia (m): 9	
Caracterização: Área dentro de propriedade particular com lâmina d'água em nível mais baixo que a rodovia. Presença de macrófitas e animais como bois e vacas.	

AHS: 16	
Lado da rodovia: Esquerdo	
Km: 407	
Distância do eixo da rodovia (m): 480	
Caracterização: Represamento artificial próximo a cidade de Governador Valadares. Propriedade privada cercada. Vegetação arbustiva e com animais como pássaros e capivaras.	

AHS: 17	
Lado da rodovia: Direito	
Km: 453	
Distância do eixo da rodovia (m): 48	
Caracterização: Propriedade privada cercada. Vegetação arbustiva e macrófitas. Presença de animais como pássaros.	

AHS: 18	
Lado da rodovia: Esquerdo	
Km: 458	
Distância do eixo da rodovia (m): 16	
Caracterização: Área úmida vegetação arbustiva.	

AHS: 19	
Lado da rodovia: Direito	
Km: 460	
Distância do eixo da rodovia (m): 7	
Caracterização: Represamento artificial próximo a cidade de Governador Valadares. Propriedade privada cercada. Vegetação arbustiva e com animais como pássaros e capivaras.	

AHS: 20	
Lado da rodovia: Direito	
Km: 721	
Distância do eixo da rodovia (m): 19	
Caracterização: Área alagada as margens da rodovia com vegetação no espelho d'água. Proliferação de algas visualmente identificada.	

AHS: 21	
Lado da rodovia: Direito	
Km: 740	
Distância do eixo da rodovia (m): 5	
Caracterização: Área alagada no Rio Pomba com interceptação da rodovia. Densa vegetação no espelho d'água. Proliferação de algas visualmente identificada.	

6.1.6.1.4 Principais Mananciais de Abastecimento Público, Captações de Água e Outros Usos Atuais e Previstos dos Corpos da Área de Estudo.

Para a descrição dos principais mananciais de abastecimento público e captações de água dos municípios influenciados na área de estudo, foram acessados os dados disponíveis no sítio virtual da Agência Nacional de Águas do Atlas de Abastecimento Urbano <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Home.aspx>>. Os dados obtidos informam a respeito do prestador do serviço de abastecimento, a sub-bacia que está inserido o manancial, o nome do manancial, o sistema de abastecimento, a vazão captada, a situação do sistema, os municípios atendidos pelo mesmo sistema, quantas estações de tratamento de água e reservatórios o sistema possui. Os dados de abastecimento público são apresentados de acordo com a ordem em que os municípios são interceptados pela rodovia no sentido Divisa Alegre/MG – Além Paraíba/MG.

DIVISA ALEGRE/MG	
Prestador de Serviços:	COPASA
Sub-bacia Hidrográfica:	MOSQUITO
Mananciais	Rios Mosquito
Sistemas	Divisa Alegre
Q _{captação} do sistema	Não disponível
Situação	Satisfatória
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	4

ÁGUAS VERMELHAS/MG	
Prestador de Serviços:	COPASA
Sub-bacia Hidrográfica:	MOSQUITO
Mananciais	Rio Mosquito
Sistemas	Águas Vermelhas
Q _{captação} do sistema	Não disponível
Situação	Satisfatória
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	-

PEDRA AZUL/MG	
Prestador de Serviços:	COPASA
Sub-bacia Hidrográfica:	MEDIO JEQUITINHONHA
Mananciais	1 poço (C-012) Pedra Azul, Barragem Rio São Francisco, Barragem Córrego do Soberbo
Sistemas	Pedra Azul
Q _{captação} do sistema	Não disponível
Situação	Requer ampliação de sistema
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	-

CACHOEIRA DE PAJEÚ/MG	
Prestador de Serviços:	COPASA
Sub-bacia Hidrográfica:	MEDIO JEQUITINHONHA
Mananciais	Barragem Córrego do Urubu
Sistemas	Cachoeira de Pajeú
Q _{captação} do sistema	Não disponível
Situação	Requer ampliação de sistema
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	3

MEDINA/MG	
Prestador de Serviços:	COPASA
Sub-bacia Hidrográfica:	MEDIO JEQUITINHONHA
Mananciais	Córrego São Pedro, Barragem do Ribeirão
Sistemas	Medina
Q _{captação} do sistema	Não disponível
Situação	Requer ampliação de sistema
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	-

ITAOBIM/MG	
Prestador de Serviços:	COPASA
Sub-bacia Hidrográfica:	MEDIO JEQUITINHONHA
Mananciais	Rio Jequitinhonha
Sistemas	Itaobim
Q _{captação} do sistema	Não disponível
Situação	Requer ampliação de sistema
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	-

PONTO DOS VOLANTES/MG	
Prestador de Serviços:	COPASA
Sub-bacia Hidrográfica:	MEDIO JEQUITINHONHA
Mananciais	Rio São João
Sistemas	Ponto dos Volantes
Q _{captação} do sistema	Não disponível
Situação	Requer ampliação de sistema
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	-

PADRE PARAÍSO/MG	
Prestador de Serviços:	COPASA
Sub-bacia Hidrográfica:	MEDIO JEQUITINHONHA
Mananciais	Córrego Boa Vista
Sistemas	Padre Paraíso
Q _{captação} do sistema	Não disponível
Situação	Abastecimento satisfatório
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	-

CARAI/MG	
Prestador de Serviços:	COPASA
Sub-bacia Hidrográfica:	MEDIO JEQUITINHONHA
Mananciais	Córrego São José
Sistemas	Carai
Q _{captação} do sistema	9,2 l/s
Situação	Requer ampliação de sistema
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	1

CATUJI/MG	
Prestador de Serviços:	COPASA
Sub-bacia Hidrográfica:	MUCURI
Mananciais	Córrego Santa Cruz
Sistemas	Catuji
Q _{captação} do sistema	11,3 l/s
Situação	Abastecimento satisfatório
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	1

TEÓFILO OTONI/MG	
Prestador de Serviços:	COPASA
Sub-bacia Hidrográfica:	MUCURI
Mananciais	Rio Todos os Santos, Rio São José
Sistemas	Teófilo Otoni
Q _{captação} do sistema	Não disponível
Situação	Requer ampliação de sistema
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	-

ITAMBACURI/MG	
Prestador de Serviços:	SAAE-Minas Gerais
Sub-bacia Hidrográfica:	SUAÇUÍ GRANDE
Mananciais	Córrego Pouquim
Sistemas	Isolado Itambacuri
Q _{captação} do sistema	100,0 l/s
Situação	Requer ampliação de sistema
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	-

CAMPANÁRIO/MG	
Prestador de Serviços:	COPASA
Sub-bacia Hidrográfica:	SUAÇUÍ GRANDE
Mananciais	Córrego Pimenteira
Sistemas	Isolado Campanário
Q _{captação} do sistema	15 l/s
Situação	Abastecimento satisfatório
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	-

JAMPURUCA/MG	
Prestador de Serviços:	SAAE-Minas Gerais
Sub-bacia Hidrográfica:	SUAÇUÍ GRANDE
Mananciais	Rio Itambacuri
Sistemas	Isolado Jampruca
Q _{captação} do sistema	17 l/s
Situação	Abastecimento satisfatório
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	-

FREI INOCÊNCIO/MG	
Prestador de Serviços:	COPASA
Sub-bacia Hidrográfica:	SUAÇUÍ GRANDE
Mananciais	Rio Suassuí Grande
Sistemas	Integrado Frei Inocêncio - Mathias Lobato
Q _{captação} do sistema	30 l/s
Situação	Abastecimento satisfatório
Outros Municípios atendidos	Mathias Lobato
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	1

MATHIAS LOBATO/MG	
Prestador de Serviços:	COPASA
Sub-bacia Hidrográfica:	SUAÇUÍ GRANDE
Mananciais	Rio Suassuí Grande
Sistemas	Integrado Frei Inocêncio - Mathias Lobato
Q _{captação} do sistema	30 l/s
Situação	Abastecimento satisfatório
Outros Municípios atendidos	Frei Inocêncio
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	1

GOVERNADOR VALADARES/MG	
Prestador de Serviços:	SAAE-Minas Gerais
Sub-bacia Hidrográfica:	SUAÇUÍ GRANDE
Mananciais	Rio Doce, Córrego Figueirinha e Córrego dos Borges
Sistemas	Doce 1, Doce2, Doce 3, Figueirinha e Borges
Q _{captação} do sistema	1.300 l/s
Situação	Abastecimento satisfatório
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	5
Reservatórios	-

ALPERCATA/MG	
Prestador de Serviços:	COPASA
Sub-bacia Hidrográfica:	CARATINGA
Mananciais	Rio Doce
Sistemas	Isolado Alpercata
Q _{captação} do sistema	18 l/s
Situação	Abastecimento satisfatório
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	-

ENGENHEIRO CALDAS/MG	
Prestador de Serviços:	COPASA
Sub-bacia Hidrográfica:	CARATINGA
Mananciais	Córrego das Pedras e Poços de Engenheiro Caldas
Sistemas	Isolado Engenheiro Caldas 1 e Isolado Engenheiro Caldas 2
Q _{captação} do sistema	13,9 l/s
Situação	Requer ampliação de sistema
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	-

ITANHOMI/MG	
Prestador de Serviços:	COPASA
Sub-bacia Hidrográfica:	CARATINGA
Mananciais	Ribeirão Queiroga, Córrego do Moinho
Sistemas	Isolado Itanhomi
Q _{captação} do sistema	21 l/s
Situação	Requer ampliação de sistema
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	1

TARUMIRIM/MG	
Prestador de Serviços:	COPASA
Sub-bacia Hidrográfica:	CARATINGA
Mananciais	Córrego Serrinha, Córrego São João, Poço de Tarumirim
Sistemas	Isolado Tarumirim
Q _{captação} do sistema	28 l/s
Situação	Requer ampliação de sistema
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	-

DOM CAVATI/MG	
Prestador de Serviços:	COPASA
Sub-bacia Hidrográfica:	CARATINGA
Mananciais	Rio Caratinga
Sistemas	Dom Cavati
Q _{captação} do sistema	24 l/s
Situação	Abastecimento satisfatório
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	-

INHAPIM/MG	
Prestador de Serviços:	COPASA
Sub-bacia Hidrográfica:	CARATINGA
Mananciais	Córrego São Silvestre
Sistemas	Isolado Inhapim
Q _{captação} do sistema	50 l/s
Situação	Requer ampliação de sistema
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	-

UBAPORANGA/MG	
Prestador de Serviços:	COPASA
Sub-bacia Hidrográfica:	CARATINGA
Mananciais	Rio Caratinga
Sistemas	Isolado Ubaporanga
Q _{captação} do sistema	20,50 l/s
Situação	Requer ampliação de sistema
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	-

CARATINGA/MG	
Prestador de Serviços:	COPASA
Sub-bacia Hidrográfica:	CARATINGA
Mananciais	Ribeirão da Laje
Sistemas	Isolado Caratinga
Q _{captação} do sistema	300,0 l/s
Situação	Requer ampliação de sistema
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	-

SANTA RITA DE MINAS/MG	
Prestador de Serviços:	COPASA
Sub-bacia Hidrográfica:	CARATINGA
Mananciais	Rio Caratinga
Sistemas	Isolado Santa Rita de Minas
Q _{captação} do sistema	15,50 l/s
Situação	Abastecimento satisfatório
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	-

SANTA BÁRBARA DO LESTE/MG	
Prestador de Serviços:	COPASA
Sub-bacia Hidrográfica:	CARATINGA
Mananciais	Córrego do Peão
Sistemas	Isolado Santa Bárbara do Leste
Q _{captação} do sistema	11,50 l/s
Situação	Requer ampliação de sistema
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	-

MANHUAÇU/MG	
Prestador de Serviços:	SAAE-Minas Gerais
Sub-bacia Hidrográfica:	MANHUAÇU
Mananciais	Córrego Manhuaçuinho, Rio Manhuaçu
Sistemas	Isolado Manhuaçu
Q _{captação} do sistema	182,0 l/s
Situação	Requer ampliação de sistema
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	-

SÃO JOÃO DO MANHUAÇU/MG	
Prestador de Serviços:	COPASA
Sub-bacia Hidrográfica:	MANHUAÇU
Mananciais	Rio São João
Sistemas	Isolado São João do Manhuaçu
Q _{captação} do sistema	9,50 l/a
Situação	Requer ampliação de sistema
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	-

ORIZÂNIA/MG	
Prestador de Serviços:	COPASA
Sub-bacia Hidrográfica:	POMBA/MURIAÉ
Mananciais	Córrego do Onça
Sistemas	Isolado Orizânia
Q _{captação} do sistema	14,0 l/s
Situação	Requer ampliação de sistema
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	-

DIVINO/MG	
Prestador de Serviços:	COPASA
Sub-bacia Hidrográfica:	POMBA/MURIAÉ
Mananciais	Rio Carangola
Sistemas	Isolado Divino
Q _{captação} do sistema	28,0 l/s
Situação	Requer ampliação de sistema
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	-

FERVEDOURO/MG	
Prestador de Serviços:	SAAE-Minas Gerais
Sub-bacia Hidrográfica:	POMBA/MURIAÉ
Mananciais	Córrego Rosa Verde e Poços de Fervedouro
Sistemas	Isolado Fervedouro 1 e Isolado Fervedouro 2
Q _{captação} do sistema	13,40 l/s
Situação	Requer ampliação de sistema
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	2

SÃO FRANCISCO DO GLÓRIA/MG	
Prestador de Serviços:	PM-Minas Gerais
Sub-bacia Hidrográfica:	POMBA/MURIAÉ
Mananciais	Ribeirão Conceição e Poços de São Francisco do Glória
Sistemas	Isolado São Francisco do Glória 1 e Isolado São Francisco do Glória 12
Q _{captação} do sistema	22,0 l/s
Situação	Abastecimento satisfatório
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	3

MIRADOURO/MG	
Prestador de Serviços:	COPASA
Sub-bacia Hidrográfica:	POMBA/MURIAÉ
Mananciais	Rio Alegre
Sistemas	Isolado Miradouro
Q _{captação} do sistema	25,0
Situação	Abastecimento satisfatório
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	-

MURIAÉ/MG	
Prestador de Serviços:	PM-Minas Gerais
Sub-bacia Hidrográfica:	POMBA/MURIAÉ
Mananciais	Rio Glória e Rio Preto
Sistemas	Isolado Muriaé 1 e Isolado Muriaé 2
Q _{captação} do sistema	277,0 l/s
Situação	Requer ampliação de sistema
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	2
Reservatórios	2

LARANJAL/MG	
Prestador de Serviços:	COPASA
Sub-bacia Hidrográfica:	POMBA/MURIAÉ
Mananciais	Córrego dos Patrícios e Poços de Laranjal
Sistemas	Isolado Laranjal 1 e Isolado Laranjal 2
Q _{captação} do sistema	14,0 l/s
Situação	Requer ampliação de sistema
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	-

LEOPOLDINA/MG	
Prestador de Serviços:	COPASA
Sub-bacia Hidrográfica:	POMBA/MURIAÉ
Mananciais	Rio Pirapetinga
Sistemas	Isolado Leopoldina
Q _{captação} do sistema	160,0 l/s
Situação	Abastecimento satisfatório
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	-

SANTO ANTÔNIO DO AVENTUREIRO/MG	
Prestador de Serviços:	PM-Minas Gerais
Sub-bacia Hidrográfica:	POMBA/MURIAÉ
Mananciais	Poços de Santo Antônio do Aventureiro e Nascente (Santo Antônio do Aventureiro)
Sistemas	Isolado Santo Antônio do Aventureiro 2 e Isolado Santo Antônio do Aventureiro 1
Q _{captação} do sistema	11,3 l/s
Situação	Requer ampliação de sistema
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	-
Reservatórios	2

ALÉM PARAÍBA - MG	
Prestador de Serviços:	COPASA
Sub-bacia Hidrográfica:	POMBA/MURIAÉ
Mananciais	Rio Aventureiro
Sistemas	Isolado Além Paraíba
Q _{captação} do sistema (l/s)	208,0
Situação	Satisfatória
Outros Municípios atendidos	-
Estações de tratamento de água do sistema	1
Reservatórios	-

Para localização dos pontos de captação foram utilizados os dados com as localizações dos mananciais de abastecimento público fornecidos pela Agência Nacional de Águas na Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos, responsável pela elaboração do Atlas abastecimento Urbano da Água. Com isso foi possível a localização dos reservatórios superficiais utilizados como mananciais de abastecimento público. A tabela a seguir lista a localização de 29 pontos mananciais de abastecimento identificados em um raio de 5 (cinco) quilômetros da rodovia BR-116/MG. Doze pontos, que estão demarcados com o (*), são as captações identificadas a jusante da rodovia BR-116/MG.

Tabela 6 - Localização dos Mananciais de Abastecimento

Captação	Coordenada X	Coordenada Y
Rio Aventureiro	741555	7582811
Córrego dos Patrícios	761209	7634386
Rio Preto	769260	7662546

Captação	Coordenada X	Coordenada Y
Rio Glória	776012	7666150
Rio Alegre	776261	7688089
Córrego Rosa Verde	782263	7706147
Córrego do Onça	790270	7730756
Rio São João*	797425	7741928
Córrego Manhuaçuzinho	802743	7758887
Rio Manhuaçu	802117	7759637
Córrego do Peão*	798962	7787361
Rio Caratinga	800330	7799310
Ribeirão da Laje	803045	7811636
Rio Caratinga*	803220	7825360
Córrego São Silvestre	799086	7836201
Rio Doce	184400	7904525
Rio Doce	186023	7907316
Rio Doce*	189043	7909583
Rio Doce*	189535	7911696
Córrego Figueirinha*	186255	7912699
Córrego dos Borges*	184947	7914945
Rio Suassuí Grande	192015	7943829
Rio Itambacuri*	203523	7956782
Córrego Pouquim	218076	8005952
Rio São José*	235756	8021515
Córrego Boa Vista*	239375	8113815
Rio Jequitinhonha*	234067	8167462
Barragem do Ribeirão*	235914	8205253
Córrego São Pedro	234489	8205435

*Captações a jusante da rodovia BR-116/MG

6.1.6.1.5 Caracterização Hidrogeológica dos Aquíferos

6.1.6.1.5.1 Hidrogeologia Minas Gerais

As águas subterrâneas no Brasil ocupam diferentes tipos de reservatórios, desde as zonas fraturadas do embasamento cristalino (escudo) até os depósitos sedimentares cenozóicos (bacias sedimentares), reunindo-se em três sistemas aquíferos principais: porosos, fissurados e cársticos.

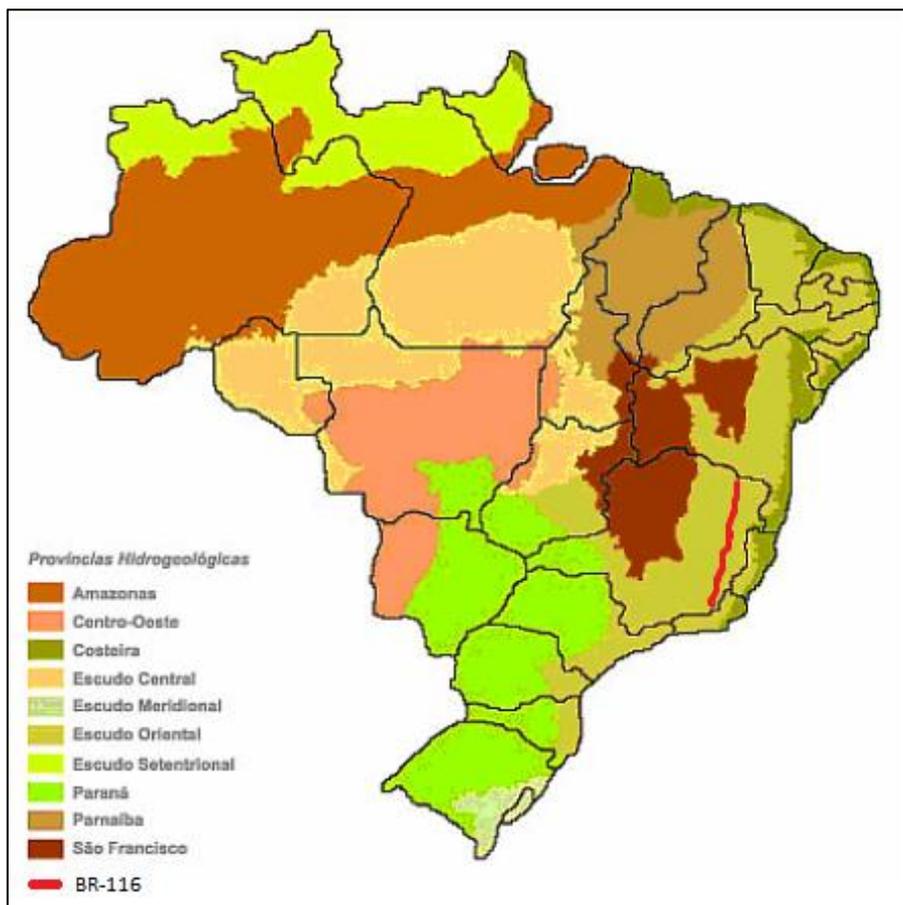


Figura 162 - Distribuição das províncias hidrogeológicas do Brasil. Fonte: BORGHETTI *et al.* (2004), adaptado de MMA(2003) MAPA 2.1 – Representação esquemática das províncias hidrogeológicas do Brasil. Fonte: Adaptado de ONPMI/CPRM (1983), citado em MMA (2003).

A geologia da região Sudeste é muito diversificada, incluindo vários segmentos tectônicos do escudo Oriental e das bacias intracratônicas do Bambuí e do Paraná, que deram origem a um arcabouço tectono-estrutural muito complexo. Sobrepondo, em determinadas áreas, as sequências mais antigas, ocorrem sedimentos do Cretáceo e do Cenozóico de composição variável. Da conformação geológica da região e da diversidade das condições climáticas e fisiográficas resultaram sistemas aquíferos dos tipos porosos, fissurais e cársticos, com características hidrogeológicas muito diversificadas.

Na região norte de Minas Gerais, de relevo pouco acidentado e com índices pluviométricos relativamente baixos (< 800 mm/ano), a renovação das águas subterrâneas é ineficiente, resultando com frequência em águas com resíduo seco superior a 500 mg/l. A produtividade do sistema é baixa, sendo grande o número de poços improdutivos. Esta produtividade, contudo, aumenta para o sul e o leste, graças ao aumento da pluviometria, que favorece o desenvolvimento da cobertura intemperizada, que facilita a recarga do sistema.

As vazões específicas dos poços variam de menos de 0,36 m³/h/m, a mais de 3,6 m³/h/m, sendo os menores valores obtidos nos metassedimentos e granitóides do norte de Minas Gerais e os

maiores, em áreas localizadas dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro. As águas são de boa qualidade química.

A província hidrogeológica do São Francisco ocupa, na porção mineira da bacia do rio São Francisco, uma área da ordem de 180.000 km². O sistema cárstico-fissural é representado pelo grupo Bambuí. Este reúne rochas calcárias e dolomíticas escuras, associadas a níveis clásticos diversos. Essas rochas mostram-se fracamente metamorfozadas, subhorizontais na região central e dobradas e falhadas nas zonas de contato com as rochas do escudo oriental. Ocorre sotoposta em grandes áreas a sedimentos cretáceos (Formação Urucuia e grupos Mata da Corda e Areado) e cenozóicos. Esse sistema é caracterizado por formas de dissolução cársticas (dolinas, sumidouros, cavernas, etc.) que, associadas às fraturas, possibilitam a formação de grandes reservatórios. Essas feições, por serem muito localizadas, atribuem ao sistema um caráter de elevada heterogeneidade e anisotropia. Na região Sudeste, o sistema cárstico distribui-se em grandes áreas, tais como na bacia do rio Verde Grande e na região de Sete Lagoas-Lagoa Santa, onde se podem obter vazões superiores a 150 m³/h. O normal, todavia, são poços com vazões inferiores a 20 m³/h.

O sistema intersticial, que ocorre capeando em determinadas áreas o sistema cárstico, inclui, aqui, além da formação Urucuia, os arenitos dos grupos Mata da Corda e Areado. Esses sedimentos, devido à sua disposição tabular, apresentam superfície profundamente retalhada com seccionamento dos domínios de acumulação, que facilita o rápido retorno das águas à superfície como escoamento de base dos rios. A zona de saturação tende a situar-se no terço inferior do sistema. Com base no escoamento subterrâneo total, determinaram-se valores de infiltração entre 10 e 20%, da mesma ordem de grandeza dos obtidos por métodos químicos. As vazões dos poços que captam o sistema intersticial variam de 1 m³/h a 60 m³/h, com média de 18 m³/h. Os valores mais representativos das características hidrodinâmicas do sistema Mata da Corda/Areado são:

- Transmissividade: $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$
- Permeabilidade: $4,1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$
- Coeficiente de Armazenamento: 10^{-7}

Os sistemas aquíferos Botucatu, da província hidrogeológica do Paraná, e Bambuí e Urucuia, da província do São Francisco, são os mais importantes em termos de potencialidades, apresentando o primeiro reservas exploráveis da ordem de 13,8. 109 m³/ano, e os dois últimos, de cerca de 5,8.109 m³/ano. Pela intensidade do aproveitamento merecem destaque, além do sistema fissurado citado anteriormente, os aquíferos livres da bacia sedimentar do Paraná (Caiuá, Botucatu e Serra Geral) e as bacias de São Paulo e Taubaté. Esses sistemas, devido aos baixos custos de captação de suas águas, geralmente ao alcance da maioria dos usuários, constituem reservatórios hídricos subterrâneos de grande alcance social e econômico. Na região norte de

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-116/MG

Minas Gerais e no vale do rio Doce foram determinadas recargas anuais para o aquífero fissurado, respectivamente, de 1.471 m³/km² e 4.884 m³/km² (CPRM, 1978 e 1980), essa mais de três vezes superior à primeira, o que demonstra a importância das condições climáticas e das coberturas inconsolidadas na eficiência da renovação das águas.

Conforme a proposta do Zoneamento Econômico Ecológico – ZEE de Minas Gerais, os aquíferos no estado foram agrupados em dez Sistemas Aquíferos principais:

- Sistema Aluvionar: são formações de aquíferos que ocorrem por meio de depósitos de sedimentos nas calhas dos principais rios do Estado, com destaque, pela espessura e área superficial, para os depósitos nas calhas dos rios São Francisco e Doce.
- Sistema Detrítico: são formações geradas pelo depósito de material saprolítico, eluvial e coluvial, portanto, aquíferos em meios porosos e não consolidados. São encontrados no norte de Minas Gerais e nas Bacias dos rios Paracatu e Urucuia.
- Sistema Arenítico: são formações sedimentares formadas pelo depósito de sedimentos no período • Cretáceo na Bacia do Rio São Francisco, com aquíferos dos mais produtivos do Estado. Além deste sistema, há formações areníticas na Bacia do Rio Paraná, no Triângulo Mineiro, com formação durante o período Paleozóico e Mesozóico, sendo aquíferos também importantes.
- Sistema Basáltico: quase que exclusivo ao Triângulo Mineiro, são formações verificadas na região do Rio Grande e Paranaíba, inclusive nos seus leitos, por meio de afloramentos do Basalto. São aquíferos considerados produtivos.
- Sistema Carbonático: são rochas calcárias, com predominância de calcário e dolomito. São sistemas produtivos e se encontram no nordeste do Estado e ao norte da região metropolitana de Belo Horizonte.
- Sistema Pelítico-carbonático: consiste de uma combinação de rochas pelíticas (rochas de textura fina), psamíticas (textura mais grosseira) e calcário. São sistemas consideravelmente produtivos, encontrados na parte superior da bacia do Rio São Francisco à montante da Foz do Rio Paracatu.
- Sistema Pelítico: são sistemas constituídos por rochas pelíticas e psamíticas genericamente, conhecidos como Grupo Bambuí, e apresentam boa capacidade de produção de água, tendo sido mapeados, principalmente, a leste da Bacia do Rio São Francisco.
- Sistema Quartzítico: são formações rochosas principalmente dos Grupos Espinhaço e São João Del Rey e espalhadas no Estado, não havendo locais muito específicos de sua ocorrência e apresentando menor importância.

- Sistema Xistoso: são aquíferos em rochas fraturadas que ocorrem em quatro pontos específicos no Estado: Serra do Espinhaço, Quadrilátero Ferrífero, Alto Paranaíba e Bacia do Alto Rio Grande. São sistemas considerados de baixa produção.
- Sistema Gnáissico-Granítico: em termos de aquíferos em rochas fraturadas, este sistema é o que predomina no Estado, ocupando quase todo o Sul de Minas Gerais, prolongando-se a leste do Estado até a Bahia. A profundidade do fraturamento é variável, podendo alcançar valores superiores a 100 m, além de baixa capacidade de produção de água.

Ao longo da rodovia BR-116/MG no trecho de Minas Gerais apenas os Domínios Gnáissico-Granítico e o Sistema Detrítico são observados, isso deve-se as características geológicas do trecho que em sua grande maioria é composta por rochas ígneas-metarmórficas e apenas no trecho próximo à divisa MG/BA é que são observadas as coberturas detríticas que originam o domínio desse tipo de aquífero. Com isso é possível concluir que os aquíferos são compostos principalmente por rochas fraturadas onde a porosidade secundária é predominante e nos locais com solos espessos que possibilitem a recarga desses aquíferos a exploração deverá ser elevada. Em geral aquíferos em rochas fraturadas não possuem grande continuidade lateral, possuindo no geral condutividades hidráulicas com variações significativas entre os trechos e seções.

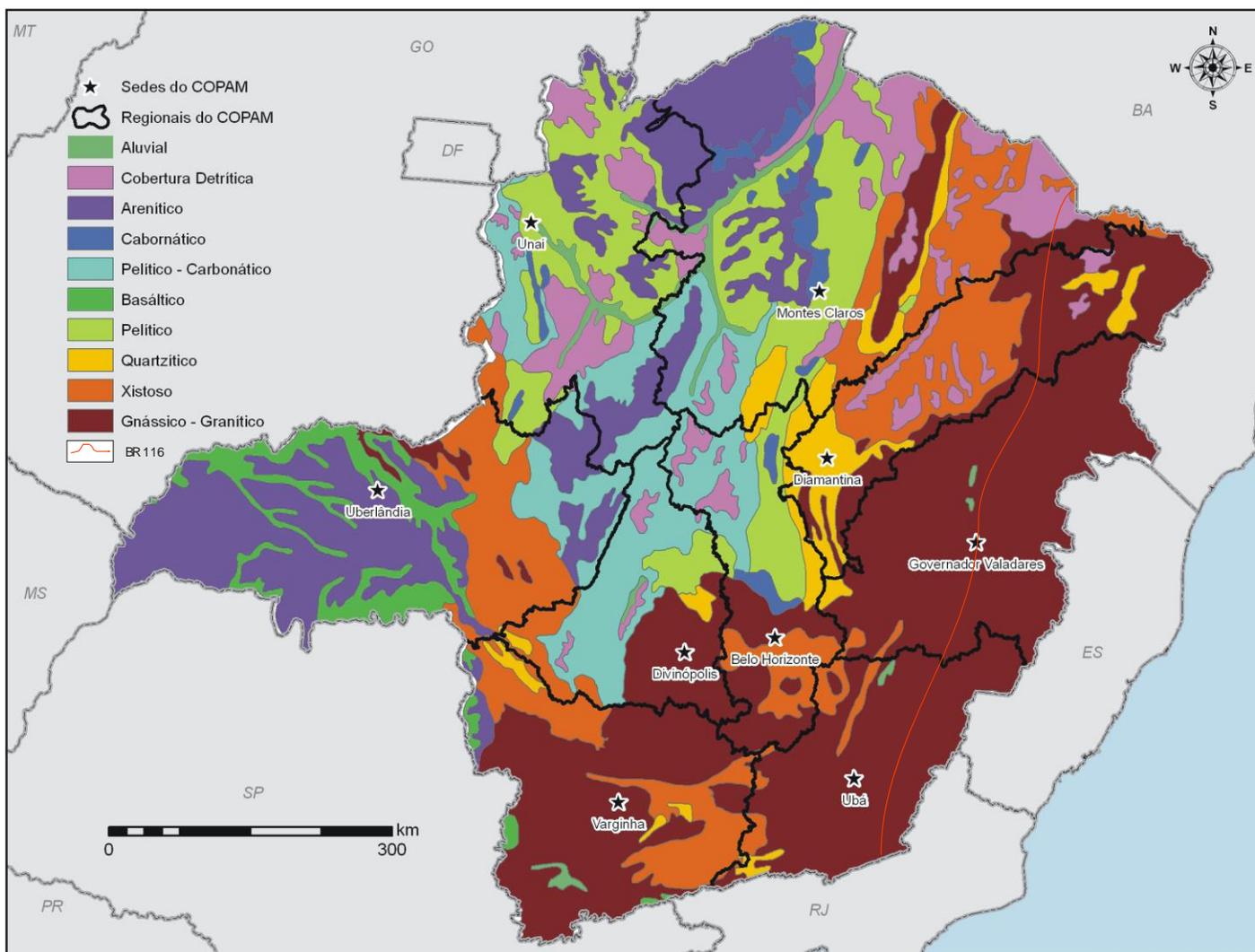


Figura 163- Sistemas aquíferos do Estado de Minas Gerais, adaptado do trabalho “Disponibilidades hídricas subterrâneas no Estado de Minas Gerais, 1995” in: ZEE - MG.

6.1.6.1.6 Rebaixamento do Lençol Freático

A identificação da necessidade de rebaixamento do lençol freático durante as atividades de implantação e operação do empreendimento não foi identificada. Após a elaboração do projeto básico do empreendimento, será possível identificar e justificar a necessidade do rebaixamento do lençol freático, com a localização das áreas, destacando aquelas potencialmente contaminadas. O rebaixamento é necessário para determinadas etapas das obras, por exemplo, a construção de um pilar de ponte em local de lençol quase aflorando. Logo os prováveis pontos de rebaixamento estarão próximos as pontes que cruzarão cursos d'água ou viadutos que terão escavações com mais de 15 metros de profundidade.

6.1.6.2 Qualidade da Água

6.1.6.2.1 Enquadramento dos Rios Analisados nas Classes de Uso de Água Doce (CONAMA 357/2005)

Este item busca apresentar os possíveis enquadramentos dos cursos hídricos objetos deste estudo de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 e demais legislações estaduais que por ventura venham a ser relevantes.

No Brasil, a classificação das águas superficiais foi definida pela Resolução nº 20 de 18 de junho de 1986, e pela Resolução nº 357/2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece uma classificação para as águas, em função dos seus usos. Os mananciais são enquadrados em classes, definindo-se, para cada uma, os usos a que se destina e os requisitos a serem observados.

A Resolução CONAMA 357/2005 estabeleceu nove classes, sendo cinco de águas doces (com salinidade igual ou inferior a 0,5%), duas de águas salobras (salinidade entre 0,5 e 30%), e duas de águas salinas (salinidade igual ou superior a 30%). As Classes Especiais são de 1 a 4 referem-se às águas doces; as classes 5 e 6, às águas salinas; e as classes 7 e 8, às águas salobras.

As coleções de águas estaduais são classificadas, segundo seus usos preponderantes, em cinco classes (Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008.), como mostra a Tabela 7 a seguir:

Tabela 7 - Usos Preponderantes das Águas Segundo critérios da Resolução CONAMA nº 357/2005.

Uso Preponderante da Água	Classificação				
	Classe Especial	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Abastecimento doméstico, sem prévia ou com simples desinfecção.					
Abastecimento doméstico, após tratamento simplificado.					
Abastecimento doméstico, após tratamento convencional.					
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas					
Proteção das comunidades aquáticas					
Recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho).					
Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película					
Irrigação de hortaliças e plantas frutíferas					
Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras.					
Criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana					
Dessedentação de animais					
Navegação					
Harmonia paisagística					
Usos menos exigentes					

Fonte: Resolução CONAMA nº 357/2005.

O enquadramento dos corpos d'água em classes é de responsabilidade do Estado que o administra (ou da União em caso de rios nacionais) e requer um conhecimento da qualidade das águas e das influências ambientais e antrópicas capazes de alterá-la. Assim, é possível adequar a utilização atual do corpo hídrico com as normas de qualidade das águas, garantindo os padrões para os usos múltiplos desejados pela comunidade, preservando os aspectos qualitativos para a vida aquática e demais usos.

O objetivo de se classificar os rios pelo seu uso é alcançar um padrão de qualidade, garantindo assim o uso responsável das águas superficiais. O enquadramento de um corpo hídrico em determinada classe não significa que este já tenha atingido um padrão de qualidade compatível

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-116/MG

com sua classificação e sim quais metas de qualidade e potabilidade da água que se deseja alcançar, pois seu enquadramento visa um padrão de qualidade em relação ao tipo de uso estipulado a ele.

O enquadramento dos corpos hídricos foi verificado nos sítios dos Conselhos de Bacias para saber se há enquadramento de algum rio presente no estudo.

Já os demais corpos hídricos dos pontos amostrados foram enquadrados com o disposto no ao Art. 42. da Resolução CONAMA 357/2005.

“Art. 42. Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces foram consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.”

6.1.6.2.2 Seleção dos Pontos de Amostragem e Enquadramento

A primeira etapa do trabalho foi selecionar os cursos d'água perenes interceptados pelo empreendimento utilizando geoprocessamento (malha cartográfica do IBGE, escala 1:250.000 - hidrografia e rodovia). Foram amostrados os cursos d'água contíguos ao empreendimento, de maior porte e de regime perenes, para possibilitar a coleta e análise de amostras de água nos mesmos pontos durante o diagnóstico da área de estudo e no monitoramento futuro dos corpos hídricos no decorrer das fases do empreendimento.

Dessa forma foram selecionados 29 (vinte e nove) pontos para amostragem que estão dispostos na Tabela 8 a seguir que lista o nome do corpo hídrico, as coordenadas, a região hidrográfica, a dominalidade e classe de enquadramento e o número de certificado de análise a montante e a jusante.

Tabela 8 - Corpos Hídricos Amostrados da Área de Estudo – BR-116/MG.

Ponto	Corpo d'água	Coordenadas UTM		Região Hidrográfica	Dominalidade / Classe de Enquadramento	N° Certificado de Análise	
		X	Y			Montante	Jusante
1	Rio Paraíba do sul	740960	7579578	Paraíba do Sul	Federal / 2	22112013-57	22112013-58
2	Rio Pirapetinga III	736453	7604639	Paraíba do Sul	Estadual / 2	22112013-55	22112013-56
3	Rio Pomba	760088	7632179	Paraíba do Sul	Federal / 2	22112013-53	22112013-54
4	Rio Muriaé	771697	7661403	Paraíba do Sul	Federal / 2	22112013-51	22112013-52
5	Rio Glória	774357	7673838	Paraíba do Sul	Estadual / 2	22112013-49	22112013-50
6	Ribeirão Conceição	778679	7692208	Paraíba do Sul	Estadual / 2	22112013-47	22112013-48
7	Córrego Bom Jesus	790897	7719383	Paraíba do Sul	Estadual / 2	22112013-45	22112013-46
8	Rio Providência	791008	7724354	Paraíba do Sul	Estadual / 2	22112013-43	22112013-44
9	Rio Manhuaçu	797933	7753775	Bacia do Rio Doce	Estadual / 2	22112013-41	22112013-42
10	Córrego Vista Alegre	794664	7770163	Bacia do Rio Doce	Estadual / 2	22112013-39	22112013-40
11	Córrego Sacramento	799916	7810386	Bacia do Rio Doce	Estadual / 2	22112013-37	22112013-38
12	Rio Caratinga	802846	7828786	Bacia do Rio Doce	Estadual / 2	22112013-35	22112013-36
13	Córrego Alegre	801002	7845205	Bacia do Rio	Estadual / 2	22112013-33	22112013-34

Ponto	Corpo d'água	Coordenadas UTM		Região Hidrográfica	Dominalidade / Classe de Enquadramento	N° Certificado de Análise	
		X	Y			Montante	Jusante
				Doce			
14	Córrego das Pedras	810517	7874428	Bacia do Rio Doce	Estadual / 2	22112013-31	22112013-32
15	Córrego Caixa Larga	810540	7874424	Bacia do Rio Doce	Estadual / 2	22112013-29	22112013-30
16	Rio Doce	189126	7909433	Bacia do Rio Doce	Federal / 2	22112013-27	22112013-28
17	Rio Suaçuí	192551	7943864	Bacia do Rio Doce	Estadual / 2	22112013-25	22112013-26
18	Córrego Água Preta	201050	7960105	Bacia do Rio Doce	Estadual / 2	22112013-23	22112013-24
19	Rio Itambacuri	214855	7993256	São Mateus	Estadual / 2	22112013-21	22112013-22
20	Córrego Todos os Santos	233283	8022647	São Mateus	Estadual / 2	22112013-19	22112013-20
21	Rio Mucuri	235561	8052737	São Mateus	Federal / 2	22112013-17	22112013-18
22	Rio Preto	232976	8072392	São Mateus	Estadual / 2	22112013-15	22112013-16
23	Ribeirão Santa Cruz	232473	8085472	São Mateus	Estadual / 2	22112013-13	22112013-14
24	Ribeirão São João	235553	8085472	Bacia do Rio Jequitinhonha	Estadual / 2	22112013-11	22112013-12
25	Ribeirão Comprido	237693	8125940	Bacia do Rio Jequitinhonha	Estadual / 2	22112013-9	22112013-10
26	Rio São Joanico	235945	8132591	Bacia do Rio Jequitinhonha	Estadual / 2	22112013-7	22112013-8
27	Rio Jequitinhonha	232649	8166160	Bacia do Rio Jequitinhonha	Federal / 2	22112013-5	22112013-6
28	Ribeirão São Roque	740960	7579578	Bacia do Rio Jequitinhonha	Estadual / 2	22112013-3	22112013-4
29	Rio São Pedro	736453	7604639	Bacia do Rio Jequitinhonha	Estadual / 2	22112013-1	22112013-2

Enquadramento mediante ao disposto no ao Art. 42. da Resolução CONAMA 357/2005; Dominalidade (Dom): Federal (F) e Estadual (E).

6.1.6.2.3 Descrição dos Pontos de Amostragem

Os pontos selecionados foram avaliados por meio de fichas de campos contemplando os aspectos físicos, morfológicos e limnológicos; aspectos fisiográficos da área de drenagem; usos predominantes das águas superficiais e observações complementares. As fotos dos pontos se encontram no ANEXO III e as fichas de campo com a descrição completa dos pontos no ANEXO IV. A seguir tem-se breve descrição dos pontos a montante e a jusante de acordo com o observado nas fichas de campo, onde é indicada a presença ou não de vegetação aquática, a integridade da mata ripária original, o uso da terra no ponto de amostragem e as principais fontes de poluição.

- **Ponto 1 - Rio Paraíba do sul**

	Montante	Jusante
Vegetação aquática	Ausente	Ausente
APP	Mata ripária original alterada parcialmente	Mata ripária original alterada parcialmente
Uso da terra	Urbanização	Pecuária
Fontes de poluição	Resíduos sólidos e águas de drenagem pluvial	Resíduos sólidos, águas de drenagem pluvial e afloramento de rocha e resíduos jogados próximo a ponte

- **Ponto 2 - Rio Pirapetinga III**

	Montante	Jusante
Vegetação aquática	Parcialmente	Ausente
APP	Mata ripária original alterada	Mata ripária original alterada
Uso da terra	Pecuária	Pecuária
Fontes de poluição	Resíduos sólidos, cultura com uso potencial de agrotóxicos e fertilizantes e dessedentação animal com disposição de fezes	Resíduos sólidos, cultura com uso potencial de agrotóxicos e fertilizantes e dessedentação animal com disposição de fezes

- **Ponto 3 - Rio Pomba**

	Montante	Jusante
Vegetação aquática	Parcialmente	Parcialmente
APP	Mata ripária original alterada parcialmente	Mata ripária original alterada parcialmente
Uso da terra	Urbano	Lavoura/pastagem
Fontes de poluição	Resíduos sólidos, esgotos domésticos. Águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes	Resíduos sólidos, esgotos domésticos. Águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes

- **Ponto 4 - Rio Muriaé**

	Montante	Jusante
Vegetação aquática	Parcialmente	Parcialmente
APP	Mata ripária original alterada parcialmente	Mata ripária original alterada parcialmente
Uso da terra	Urbano	Urbano
Fontes de poluição	Poluição urbana difusa, resíduos sólidos, esgotos domésticos, efluentes industriais e águas de drenagem pluvial	Poluição urbana difusa, resíduos sólidos, esgotos domésticos, efluentes industriais e águas de drenagem pluvial

- **Ponto 5 - Rio Glória**

	Montante	Jusante
Vegetação aquática	Parcialmente	Parcialmente
APP	Mata ripária original alterada	Mata ripária original alterada
Uso da terra	Pecuária	Pecuária
Fontes de poluição	Esgotos domésticos, águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes	Esgotos domésticos, águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes

- **Ponto 6 - Ribeirão Conceição**

	Montante	Jusante
Vegetação aquática	Ausente	Ausente
APP	Mata ripária original alterada	Mata ripária original alterada
Uso da terra	Pecuária	Pecuária
Fontes de poluição	Esgotos domésticos, águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes	Esgotos domésticos, águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes

- **Ponto 7 - Córrego Bom Jesus**

	Montante	Jusante
Vegetação aquática	Parcialmente	Parcialmente
APP	Mata ripária original alterada	Mata ripária original alterada
Uso da terra	Pecuária	Pecuária
Fontes de poluição	Esgotos domésticos, águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes	Esgotos domésticos, águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes

- **Ponto 8 - Rio Providência**

	Montante	Jusante
Vegetação aquática	Ausente	Parcialmente
APP	Mata ripária original alterada parcialmente	Mata ripária original alterada
Uso da terra	Pecuária/Agricultura	Pecuária
Fontes de poluição	Esgotos domésticos, águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes	Esgotos domésticos, águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes

- **Ponto 9 - Rio Manhuaçu**

	Montante	Jusante
Vegetação aquática	Ausente	Ausente
APP	Mata ripária original alterada parcialmente	Mata ripária original alterada parcialmente
Uso da terra	Pecuária	Agricultura
Fontes de poluição	Esgotos domésticos, águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes	Esgotos domésticos, águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes

- **Ponto 10 - Córrego Vista Alegre**

	Montante	Jusante
Vegetação aquática	Parcialmente	Em todo o espelho d'água
APP	Mata ripária original alterada	Mata ripária original alterada parcialmente
Uso da terra	Pecuária	Pecuária
Fontes de poluição	Esgotos domésticos, águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes	Resíduos sólidos e águas de drenagem pluvial

- **Ponto 11 - Córrego Sacramento**

	Montante	Jusante
Vegetação aquática	Parcialmente	Parcialmente
APP	Mata ripária original alterada parcialmente	Mata ripária original alterada parcialmente
Uso da terra	Agricultura	Agricultura
Fontes de poluição	Esgotos domésticos, resíduos sólidos e águas de drenagem pluvial	Esgotos domésticos e águas de drenagem pluvial

- **Ponto 12 - Rio Caratinga**

	Montante	Jusante
Vegetação aquática	Parcialmente	Parcialmente
APP	Mata ripária original alterada	Mata ripária original alterada parcialmente
Uso da terra	Agricultura/Urbano	Agricultura
Fontes de poluição	Poluição urbana difusa, resíduos sólidos, esgotos domésticos, águas de drenagem pluvial e cultura com uso potencial de agrotóxico	Águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes

- **Ponto 13 - Córrego Alegre**

	Montante	Jusante
Vegetação aquática	Ausente	Ausente
APP	Mata ripária original alterada parcialmente	Mata ripária original alterada parcialmente
Uso da terra	Pecuária	Pecuária
Fontes de poluição	Esgotos domésticos, águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes	Resíduos sólidos, esgotos domésticos, águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes

- **Ponto 14 - Córrego das Pedras**

	Montante	Jusante
Vegetação aquática	Parcialmente	Parcialmente
APP	Mata ripária original alterada	Mata ripária original alterada
Uso da terra	Urbano	Urbano
Fontes de poluição	Poluição urbana difusa, resíduos sólidos, esgotos domésticos, efluentes industriais e águas de drenagem pluvial	Poluição urbana difusa, resíduos sólidos, esgotos domésticos, efluentes industriais e águas de drenagem pluvial

- **Ponto 15 - Córrego Caixa Larga**

	Montante	Jusante
Vegetação aquática	Ausente	Ausente
APP	Mata ripária original alterada parcialmente	Mata ripária original alterada parcialmente
Uso da terra	Pecuária	Pecuária
Fontes de poluição	Resíduos sólidos, águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes	Águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes

- **Ponto 16 - Rio Doce**

	Montante	Jusante
Vegetação aquática	Parcialmente	Parcialmente
APP	Mata ripária original alterada parcialmente	Mata ripária original alterada parcialmente
Uso da terra	Urbano	Urbano
Fontes de poluição	Poluição urbana difusa, esgotos domésticos, resíduos sólidos, águas de drenagem pluvial	Poluição urbana difusa, esgotos domésticos, resíduos sólidos, águas de drenagem pluvial

- **Ponto 17 - Rio Suaçuí**

	Montante	Jusante
Vegetação aquática	Ausente	Ausente
APP	Mata ripária original alterada parcialmente	Mata ripária original alterada parcialmente
Uso da terra	Urbano	Urbano
Fontes de poluição	Poluição urbana difusa, esgotos domésticos, resíduos sólidos, águas de drenagem pluvial	Poluição urbana difusa, esgotos domésticos, resíduos sólidos, águas de drenagem pluvial

- **Ponto 18 - Córrego Água Preta**

	Montante	Jusante
Vegetação aquática	Parcialmente	Parcialmente
APP	Mata ripária original alterada	Mata ripária original alterada
Uso da terra	Pecuária	Pecuária
Fontes de poluição	Resíduos sólidos, águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes	Resíduos sólidos, águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes

- **Ponto 19 - Rio Itambacuri**

	Montante	Jusante
Vegetação aquática	Ausente	Ausente
APP	Mata ripária original alterada	Mata ripária original alterada parcialmente
Uso da terra	Pecuária	Pecuária
Fontes de poluição	águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes	águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes

- **Ponto 20 - Córrego Todos os Santos**

	Montante	Jusante
Vegetação aquática	Em todo espelho d'água	Em todo espelho d'água
APP	Mata ripária original alterada	Mata ripária original alterada
Uso da terra	Urbano	Urbano
Fontes de poluição	Poluição urbana difusa, esgotos domésticos, resíduos sólidos, águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes	Poluição urbana difusa, esgotos domésticos, resíduos sólidos, águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes

- **Ponto 21 - Rio Mucuri**

	Montante	Jusante
Vegetação aquática	Parcialmente	Parcialmente
APP	Mata ripária original alterada parcialmente	Mata ripária original alterada parcialmente
Uso da terra	Urbano	Urbano
Fontes de poluição	Poluição urbana difusa, esgotos domésticos, resíduos sólidos, águas de drenagem pluvial	Poluição urbana difusa, esgotos domésticos, resíduos sólidos, águas de drenagem pluvial

- **Ponto 22 - Rio Preto**

	Montante	Jusante
Vegetação aquática	Ausente	Ausente
APP	Mata ripária original alterada parcialmente	Mata ripária original alterada parcialmente
Uso da terra	Agricultura	Agricultura
Fontes de poluição	Resíduos sólidos, esgotos domésticos e águas de drenagem pluvial	Resíduos sólidos, esgotos domésticos e águas de drenagem pluvial

- **Ponto 23 - Ribeirão Santa Cruz**

	Montante	Jusante
Vegetação aquática	Ausente	Ausente
APP	Mata ripária original alterada	Mata ripária original alterada
Uso da terra	Urbano	Urbano
Fontes de poluição	Poluição urbana difusa, esgotos domésticos, resíduos sólidos, águas de drenagem pluvial	Poluição urbana difusa, esgotos domésticos, resíduos sólidos, águas de drenagem pluvial

- **Ponto 24 - Ribeirão São João**

	Montante	Jusante
Vegetação aquática	Parcialmente	Parcialmente
APP	Mata ripária original alterada	Mata ripária original alterada
Uso da terra	Urbano	Urbano
Fontes de poluição	Poluição urbana difusa, esgotos domésticos, resíduos sólidos, águas de drenagem pluvial	Poluição urbana difusa, esgotos domésticos, resíduos sólidos, águas de drenagem pluvial

- **Ponto 25 - Ribeirão Comprido**

	Montante	Jusante
Vegetação aquática	Ausente	Ausente
APP	Mata ripária original alterada parcialmente	Mata ripária original alterada parcialmente
Uso da terra	Pecuária/Agricultura	Pecuária/Agricultura
Fontes de poluição	Resíduos sólidos, esgotos domésticos e águas de drenagem pluvial	Resíduos sólidos, esgotos domésticos, águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes

- **Ponto 26 - Rio São Joânico**

	Montante	Jusante
Vegetação aquática	Ausente	Ausente
APP	Alterada parcialmente	Alterada parcialmente
Uso da terra	Pecuária/Agricultura	Pecuária/Agricultura
Fontes de poluição	Resíduos sólidos, esgotos domésticos, águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes	Resíduos sólidos, esgotos domésticos, águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes

- **Ponto 27 - Rio Jequitinhonha**

	Montante	Jusante
Vegetação aquática	Ausente	Ausente
APP	Mata ripária original alterada parcialmente	Mata ripária original alterada parcialmente
Uso da terra	Urbano	Urbano/Pecuária
Fontes de poluição	Resíduos sólidos, esgotos domésticos, águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes	Resíduos sólidos, esgotos domésticos, águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes

• **Ponto 28 - Ribeirão São Roque**

	Montante	Jusante
Vegetação aquática	Ausente	Ausente
APP	Mata ripária original alterada parcialmente	Mata ripária original alterada parcialmente
Uso da terra	Pecuária	Pecuária
Fontes de poluição	Esgotos domésticos, águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes	Esgotos domésticos, águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes

• **Ponto 29 - Rio São Pedro**

	Montante	Jusante
Vegetação aquática	Parcialmente	Parcialmente
APP	Mata ripária original alterada parcialmente	Mata ripária original alterada parcialmente
Uso da terra	Pecuária/Urbano	Pecuária/Urbano
Fontes de poluição	Águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes	Águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes

6.1.6.2.4 Análise das Amostras de Água

Os parâmetros Condutividade, Sólidos Totais Dissolvidos, pH, Temperatura e Turbidez foram analisados em campo, na coleta de amostras, através de dois aparelhos e de suas sondas:

- Turbidímetro Portátil (Modelo 2100Q; Marca HACH);
- Medidor Multiparâmetro Digital Mono Canal Completo (Modelo HQ30D, Marca HACH);
- Eletrodo de Condutividade Intellical (Marca HACH);
- Eletrodo de PH Digital Intellical (Marca HACH).

Os demais parâmetros foram analisados pelo Laboratório ControlTech, que emitiu os laudos laboratoriais para posterior análise dos resultados e que estão disponíveis no ANEXO V.

Para o caso dos sólidos sedimentáveis e totais, foram realizados em campo os parâmetros sólidos totais dissolvidos e turbidez, uma vez que abrangem características físicas de suspensão, coloidal e dissolvida dos sólidos. O parâmetro turbidez, nos pontos coletados, apontam coerência com a

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-116/MG

literatura sobre a matéria, em que o “parâmetro [turbidez] determina a interferência à passagem de luz (CONAMA n 357/05 – Valor Máximo Permissível: 100 UNT – Classe 2) de um líquido em função de obstruções” (ANA 2005). Ou que a turbidez é “entendida como o grau de atenuação da intensidade (CONAMA n 357/05 – Valor Máximo Permissível: 100 UNT – Classe 2) que um feixe de luz sofre ao atravessar uma coluna de água em razão da presença de sólidos em suspensão” (CETESB 2008). Nesse sentido, a obtenção do parâmetro Sólidos Totais Dissolvidos, associado ao parâmetro turbidez, permite apontar para elementos de caracterização de Sólidos Totais (CONAMA n 357/05 – Valor Máximo Permissível: 500 mg/L – Classe 2), fato que atende ao Diagnóstico da área de estudo para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental – EIA, o que indica, com amparo em referenciais técnico/científico, a não necessidade de realização da análise deste parâmetro no presente momento. A confirmação desse quadro deve ser objeto da primeira campanha do Subprograma Ambiental de Monitoramento da Água, antes do início das obras

Para os fotopigmentos são considerados suficientemente análogos os parâmetros nitrogênio total e fósforo total, parâmetros estes que tem sua importância para o meio aquático relacionada com a produção primária do ambiente. Logo, a mensuração de tais parâmetros satisfaz a condição de indicação de eutrofização. Para medidas de controle deste fenômeno durante as obras de instalação, devem ser monitorados, em ambas as estações (seca e chuva) nos corpos hídricos.

6.1.6.2.4.1 Métodos e Limites de Análise dos Parâmetros de Qualidade de Água

Os métodos de análise dos parâmetros de qualidade de água seguiram o recomendado pelo “21th Ed STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER” da AWWA (America Water Works Association). Os parâmetros e métodos juntamente com os seus respectivos limites de quantificação estão dispostos na Tabela 9.

Tabela 9 - Parâmetros, métodos e limites - Qualidade da água

Parâmetro	Método	Limites de quantificação
Temp. Amostra [campo]	2550 B	0
pH	4500-H+ A	0
Turbidez	2130 B	0,1
Sólidos totais dissolvidos	2520B	0,01
Condutividade elétrica	2520B	0,02
Oxigênio dissolvido	4500- O G	0,01
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	5120	0,01
Óleos e graxas (Águas)	5520	0,0001
Fósforo total	4500 P D	0,01
N-total	4500 N-org	0,01
Coliformes totais Sup/Eflu/Sub	9223-B	1
Coliformes fecais Sup/Eflu/Sub		

6.1.6.2.4.2 Campanha de Coleta de Amostras de Água

Foi realizada campanha única de coleta de amostras para análise da qualidade da água durante o período seco da área de estudo. A campanha foi realizada no mês de setembro do ano de 2013. Para a execução da análise da qualidade da água, dos corpos hídricos selecionados na área de estudo foram analisados 11 parâmetros de qualidade da água: Temperatura da Água, Turbidez, Sólidos Totais Dissolvidos, pH, Oxigênio Dissolvido, Nitrogênio total, Fósforo Total, DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), Óleos e Graxas, Condutividade Elétrica, e Coliformes Termotolerantes.

6.1.6.2.4.3 Cálculo do Índice de Qualidade da Água - IQA.

Essencialmente, os indicadores propostos neste diagnóstico correspondem ao Índice de Qualidade de Água (IQA) proposto para o diagnóstico das águas dos recursos hídricos seccionados pela rodovia. O principal objetivo do IQA é facilitar o entendimento a respeito das condições físico-químicas do estado do corpo d'água. O IQA é a combinação por meio de formulação matemática dos parâmetros de qualidade da água medidos. Para o cálculo do Índice de Qualidade da Água - IQA foi utilizado o parâmetro de Sólidos Totais Dissolvidos – STD associado aos demais parâmetros, cujo resultado é suficiente para o alcance dos objetivos estabelecidos para caracterização da qualidade da água dos corpos hídricos amostrados em relação ao empreendimento e encontra fundamento em metodologia amplamente divulgada na literatura relacionada ao tema. Ademais, é previsto que o Índice de Qualidade da Água - IQA obtido na fase de Diagnóstico será confirmado quando da execução da primeira campanha (precedente ao início das obras) do Subprograma Ambiental de Monitoramento da Qualidade da Água.

6.1.6.2.5 Parâmetros Físicos

6.1.6.2.5.1 Temperatura

Medida da intensidade de calor; é um parâmetro importante, pois, influi em algumas propriedades da água (densidade, viscosidade, oxigênio dissolvido), com reflexos sobre a vida aquática. A temperatura pode variar em função de fontes naturais (energia solar) e fontes antropogênicas (despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas).

6.1.6.2.5.2 Turbidez

Presença de matéria em suspensão na água, como argila, silte, substâncias orgânicas finamente divididas, organismos microscópicos e outras partículas. O padrão de potabilidade: turbidez inferior a 1 unidade.

6.1.6.2.5.3 Sólidos Totais Dissolvidos

Material que passa através do filtro. Representa a matéria em solução ou em estado coloidal presente na amostra de efluente.

6.1.6.2.5.4 Condutividade Elétrica

Capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos a água, que são partículas carregadas eletricamente. Quanto maior for à quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica na água.

6.1.6.2.5.5 Óleos e graxas

Os óleos e graxas são definidas como substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal. São geralmente hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, entre outros. São raramente encontrados em águas naturais, sendo normalmente oriundos de despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolina, estradas e vias públicas.

6.1.6.2.6 Parâmetros Químicos

6.1.6.2.6.1 pH (Potencial Hidrogeniônico)

Representa o equilíbrio entre íons H⁺ e íons OH⁻; varia de 7 a 14; indica se uma água é ácida (pH inferior a 7), neutra (pH igual a 7) ou alcalina (pH maior do que 7). O pH da água depende de sua origem e características naturais, mas pode ser alterado pela introdução de resíduos; pH baixo torna a água corrosiva; águas com pH elevado tendem a formar incrustações nas tubulações. A vida aquática depende do pH, sendo recomendável a faixa de 6 a 9.

6.1.6.2.6.2 Nitrogênio

O nitrogênio pode estar presente na água sob várias formas: molecular, amônia, nitrito, nitrato. É um elemento indispensável ao crescimento de algas, mas, em excesso, pode ocasionar um

exagerado desenvolvimento desses organismos, fenômeno chamado de eutrofização. São causas do aumento do nitrogênio na água: esgotos domésticos e industriais, fertilizantes, excrementos de animais.

6.1.6.2.6.3 Fósforo

Encontram-se na água nas formas de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico; é essencial para o crescimento de algas, mas, em excesso, causa a eutrofização. Suas principais fontes são: dissolução de compostos do solo; decomposição da matéria orgânica, esgotos domésticos e industriais; fertilizantes; detergentes; excrementos de animais.

6.1.6.2.6.4 Oxigênio Dissolvido (OD)

É indispensável aos organismos aeróbios. A água, em condições normais, contém oxigênio dissolvido, cujo teor de saturação depende da altitude e da temperatura. Águas com baixos teores de oxigênio dissolvido indicam que receberam matéria orgânica. A decomposição da matéria orgânica por bactérias aeróbias é, geralmente, acompanhada pelo consumo e redução do oxigênio dissolvido da água. Dependendo da capacidade de autodepuração do manancial, o teor de oxigênio dissolvido pode alcançar valores muito baixos, ou zero, extinguindo-se os organismos aquáticos aeróbios.

6.1.6.2.6.5 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

É definida como a quantidade de oxigênio necessária à oxidação da matéria orgânica por ação de bactérias aeróbias. Representa, portanto, a quantidade de oxigênio que seria necessário fornecer às bactérias aeróbias, para consumirem a matéria orgânica presente em um líquido (água ou esgoto). A DBO é determinada em laboratório, observando-se o oxigênio consumido em amostras do líquido, durante 5 dias, à temperatura de 20 °C.

6.1.6.2.7 Parâmetros Biológicos

6.1.6.2.7.1 Coliformes Termotolerantes

O grande grupo coliformes pode ser dividido em coliformes totais e termotolerantes. São indicadores de presença de microrganismos patogênicos na água. Os coliformes termotolerantes existem em grande quantidade nas fezes de animais de sangue quente e, quando encontrados na água, significa que a mesma pode ter recebido esgotos domésticos ou outras fontes de contaminação, podendo conter microrganismos causadores de doenças.

6.1.6.2.8 Resultados da Qualidade da Água

6.1.6.2.8.1 Parâmetros Físicos

a. Temperatura da Amostra

A temperatura não possui valor máximo permissível estipulado pela Resolução CONAMA n°357/2005. No monitoramento realizado a temperatura variou de 19,1 °C a 31,2°C nos pontos a montante e de 18,7°C a 31,6°C nos pontos a jusante (Tabela 10). A temperatura média a montante foi de 25,9°C e de 25,7°C a jusante.

Tabela 10 - Resultados da Temperatura

Ponto	Temp. Amostra °C		Ponto	Temp. Amostra °C		Ponto	Temp. Amostra °C	
	Montante	Jusante		Montante	Jusante		Montante	Jusante
P-1	24,6	24,9	P-12	27,3	27,6	P-23	27,5	26,5
P-2	21,2	20,4	P-13	27,4	27,2	P-24	26,6	26,0
P-3	25,7	25,8	P-14	31,7	29,7	P-25	29,6	28,5
P-4	23,6	23,7	P-15	31,6	30,7	P-26	31,7	31,6
P-5	25,0	24,8	P-16	28,6	29,1	P-27	32,1	30,2
P-6	21,0	20,9	P-17	29,1	28,3	P-28	27,3	28,9
P-7	19,4	20,0	P-18	25,0	26,0	P-29	26,5	27,5
P-8	19,1	18,7	P-19	24,7	24,7	MED	25,9	25,7
P-9	20,3	19,9	P-20	26,1	26,8	MIN	19,1	18,7
P-10	23,2	23,6	P-21	27,0	26,5	MAX	32,1	31,6
P-11	22,9	22,3	P-22	26,0	25,0			

A Figura 164 mostra o gráfico relativo as variações de temperaturas nos pontos de amostragem tanto a montante quanto a jusante. As linhas dos resultados mostraram uma tendência ambígua entre as duas séries de dados, contudo em alguns pontos há uma pequena diferença de temperatura entre o ponto montante e o ponto a jusante.

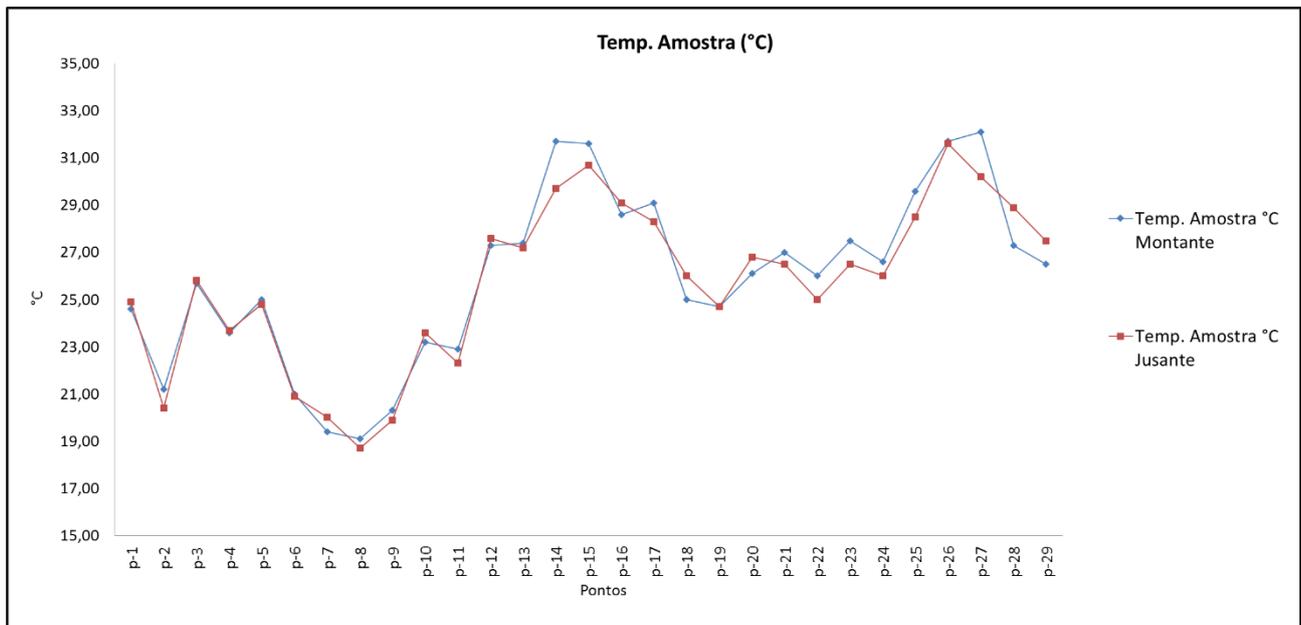


Figura 164 - Gráfico de temperatura a montante e jusante dos pontos de coleta da BR-116/MG

b. Turbidez

O valor máximo permissível estipulado pela Resolução CONAMA n°357/2005 para a turbidez é de 40 UNT para a classe 1 e de 100 UNT para a classe 2. Durante o monitoramento a turbidez variou de 4,4 UNT a 128,55 UNT a montante e de 5,6 UNT a 53,4 UNT a jusante. A média da turbidez a montante foi de 24,7 UNT e a jusante foi de 18,8 UNT (Tabela 11).

Tabela 11 - Resultados turbidez

Ponto	Turbidez UNT		Ponto	Turbidez UNT		Ponto	Turbidez UNT	
	Montante	Jusante		Montante	Jusante		Montante	Jusante
P-1	4,4	5,6	P-12	11,7	11,8	P-23	16,7	18,1
P-2	13,8	11,5	P-13	98,7	46,3	P-24	21,7	24,1
P-3	14,0	14,5	P-14	30,0	28,0	P-25	38,4	39,7
P-4	50,1	48,0	P-15	17,4	22,5	P-26	8,0	7,7
P-5	19,2	20,7	P-16	7,4	7,7	P-27	12,1	12,7
P-6	9,2	10,3	P-17	17,5	12,3	P-28	5,9	6,3
P-7	12,6	11,5	P-18	128,5	46,8	P-29	32,1	14,1
P-8	8,3	8,7	P-19	14,3	14,3	MED	24,7	18,8
P-9	9,6	10,9	P-20	7,0	7,0	MIN	4,4	5,6
P-10	73,5	53,4	P-21	10,9	11,4	MAX	128,5	53,4
P-11	15,5	10,7	P-22	7,9	8,7			

A Figura 165 Figura 164 mostra o gráfico relativo as variações de turbidez nos pontos de amostragem tanto a montante quanto a jusante. Apenas o ponto 18 a montante esteve acima do valor máximo permissível pela Resolução CONAMA 357/2005.

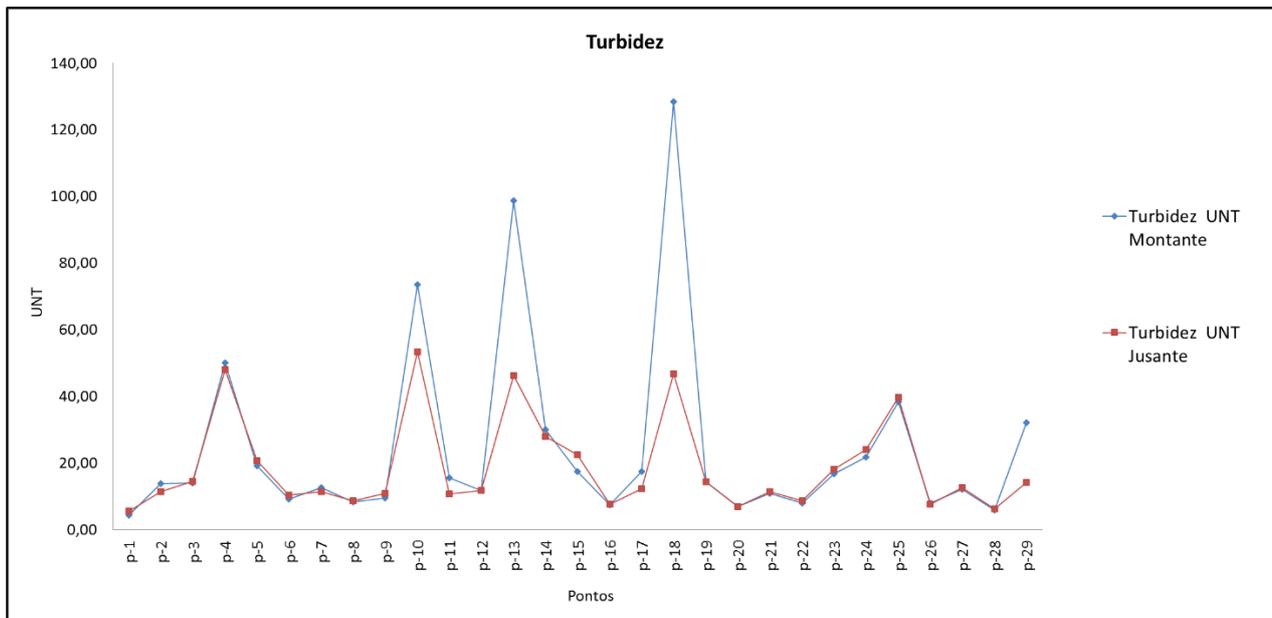


Figura 165- Gráfico da Turbidez

c. Sólidos Totais Dissolvidos

Para o parâmetro Sólidos totais dissolvidos não há valor máximo permissível estipulado pela Resolução CONAMA n°357/2005. Durante o monitoramento os STD variaram de 15,3 mg/L a 147,5 mg/L a montante e de 7,2 mg/L a 153,8 mg/L a jusante. A média dos STD a montante foi de 46,0 mg/L e a jusante foi de 44,2 mg/L (Tabela 12).

Tabela 12 - Resultados Sólidos totais dissolvidos

Ponto	Sólidos totais dissolvidos (mg/L)		Ponto	Sólidos totais dissolvidos (mg/L)		Ponto	Sólidos totais dissolvidos (mg/L)	
	Montante	Jusante		Montante	Jusante		Montante	Jusante
P-1	37,6	38,1	P-12	99,9	99,0	P-23	25,8	27,2
P-2	16,4	16,2	P-13	41,5	41,0	P-24	60,4	59,2
P-3	66,2	34,1	P-14	147,5	153,8	P-25	29,9	29,9
P-4	29,6	29,6	P-15	69,5	68,1	P-26	36,4	33,6
P-5	23,6	24,0	P-16	34,9	33,5	P-27	15,3	13,3
P-6	26,2	26,0	P-17	27,3	27,4	P-28	76,3	76,7
P-7	19,9	20,5	P-18	90,8	89,2	P-29	57,1	55,6
P-8	23,3	23,2	P-19	75,2	75,5	MED	46,0	44,2
P-9	25,8	28,9	P-20	64,0	64,8	MIN	15,3	7,2
P-10	31,4	29,3	P-21	28,3	28,0	MAX	147,5	153,8
P-11	36,2	28,3	P-22	18,6	7,2			

A Figura 166 mostra o gráfico relativo as variações de STD nos pontos de amostragem tanto a montante quanto a jusante. As linhas dos resultados mostraram uma tendência ambígua entre as

duas séries de dados, contudo há uma diferença notável no ponto 14 de amostragem tanto a montante quanto a jusante, sendo o ponto que apresentou a maior concentração de sólidos.

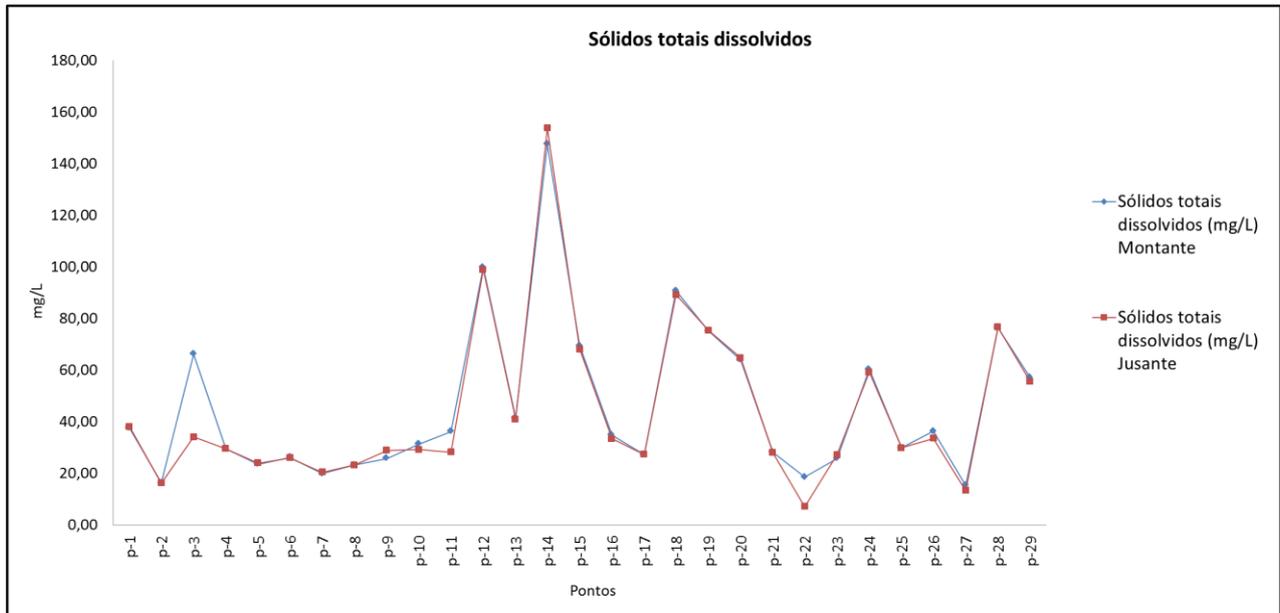


Figura 166 - Gráfico dos sólidos dissolvidos totais

d. Condutividade Elétrica

Para o parâmetro de Condutividade Elétrica não há valor máximo permissível estipulado pela Resolução CONAMA n°357/2005. Durante o monitoramento a condutividade elétrica variou de 32,3 $\mu\text{s/cm}$ a 351,0 $\mu\text{s/cm}$ a montante e de 28,5 $\mu\text{s/cm}$ a 352,0 $\mu\text{s/cm}$ a jusante. A média da CE a montante foi de 99,2 $\mu\text{s/cm}$ e a jusante foi de 95,8 $\mu\text{s/cm}$ (Tabela 13).

Tabela 13 - Resultados da Condutividade elétrica

Ponto	Condutividade elétrica ($\mu\text{s/cm}$)		Ponto	Condutividade elétrica ($\mu\text{s/cm}$)		Ponto	Condutividade elétrica ($\mu\text{s/cm}$)	
	Montante	Jusante		Montante	Jusante		Montante	Jusante
P-1	79,4	80,8	P-12	219,8	219,4	P-23	55,0	58,0
P-2	32,3	31,5	P-13	92,6	91,1	P-24	127,7	125,2
P-3	141,7	73,8	P-14	351,0	352,0	P-25	64,2	63,7
P-4	61,2	61,4	P-15	166,3	160,6	P-26	77,4	71,3
P-5	50,3	50,9	P-16	79,7	77,3	P-27	32,8	28,5
P-6	51,4	50,7	P-17	63,3	62,2	P-28	161,0	161,8
P-7	37,7	40,0	P-18	191,1	188,2	P-29	120,9	117,7
P-8	43,7	43,2	P-19	157,6	158,1	MED	99,2	95,8
P-9	49,7	55,2	P-20	138,0	141,0	MIN	32,3	28,5
P-10	54,4	60,7	P-21	62,2	61,5	MAX	351,0	352,0
P-11	73,7	54,4	P-22	39,9	36,8			

A Figura 167 mostra o gráfico relativo as variações da CE nos pontos de amostragem tanto a montante quanto a jusante. As linhas dos resultados mostraram uma tendência ambígua entre as duas séries de dados, contudo há uma diferença notável no ponto 14 novamente, diferente dos outros pontos de amostragem, tanto a montante quanto a jusante, sendo o ponto que apresentou a maior condutividade elétrica.

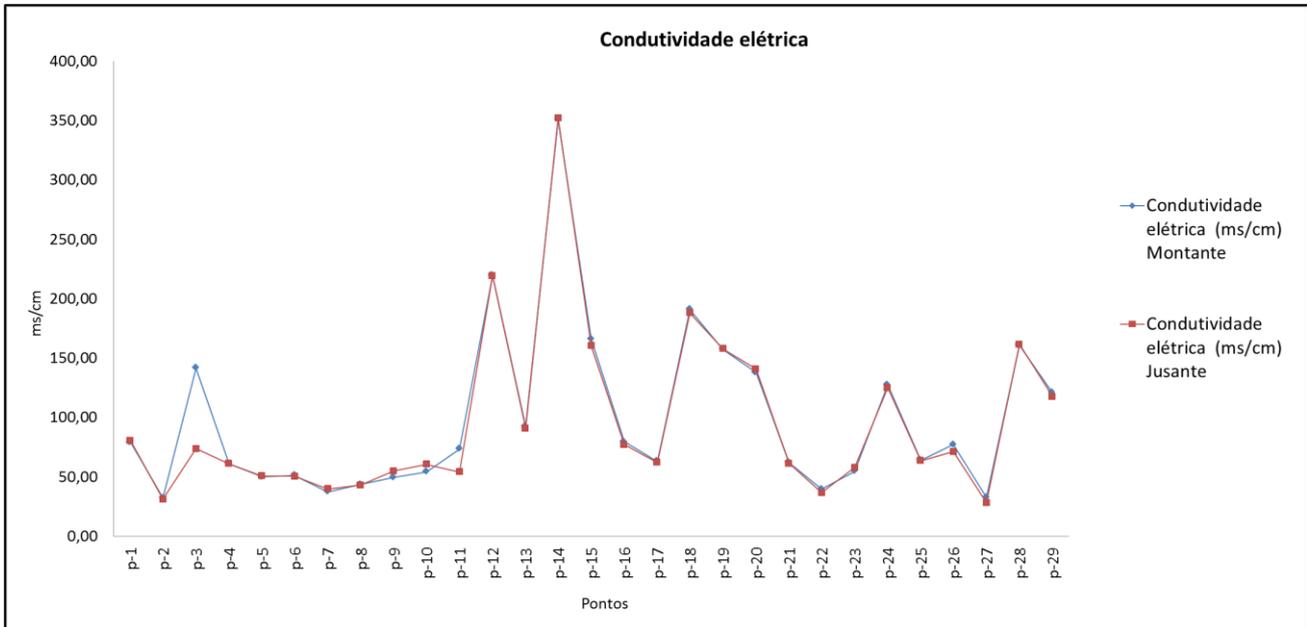


Figura 167 – Gráfico condutividade elétrica

e. Óleos e Graxas

O valor máximo permissível delimitado pela Resolução CONAMA nº357/2005 para óleos e graxas é “virtualmente ausentes”. Tal VMP pode ser interpretado como o óleo e graxa visível a olho nu. Contudo as análises do parâmetro quantificam a massa de óleo existente em 1 litro da amostra. Os resultados destas análises dos pontos são demonstrados a seguir na Tabela 14.

Tabela 14- Resultados óleos e graxas

Ponto	Óleos e graxas (mg/L)		Ponto	Óleos e graxas (mg/L)		Ponto	Óleos e graxas (mg/L)	
	Montante	Jusante		Montante	Jusante		Montante	Jusante
P-1	0,0	0,0	P-12	0,0	0,0	P-23	0,1	0,0
P-2	0,0	0,0	P-13	0,0	0,0	P-24	0,0	0,0
P-3	0,0	0,0	P-14	0,1	0,0	P-25	0,0	0,0
P-4	0,0	0,0	P-15	0,0	0,1	P-26	0,0	0,1
P-5	0,0	0,0	P-16	0,0	0,0	P-27	0,0	0,0
P-6	0,0	0,0	P-17	0,0	0,0	P-28	0,0	0,1
P-7	0,0	0,0	P-18	0,2	0,3	P-29	0,2	0,0
P-8	0,0	0,0	P-19	0,0	0,0	MED	0,0	0,0

Ponto	Óleos e graxas (mg/L)	
	Montante	Jusante
P-9	0,1	0,0
P-10	0,0	0,0
P-11	0,0	0,0

Ponto	Óleos e graxas (mg/L)	
	Montante	Jusante
P-20	0,0	0,0
P-21	0,2	0,0
P-22	0,0	0,0

Ponto	Óleos e graxas (mg/L)	
	Montante	Jusante
MIN	0,0	0,0
MAX	0,2	0,3

Os valores de óleos e graxas variaram de 0 mg/L a 0,2 mg/L a montante e de 0 mg/L a 0,3 mg/L a jusante. A Figura 168 mostra o gráfico relativo as variações de óleos e graxas nos pontos de amostragem tanto a montante quanto a jusante.

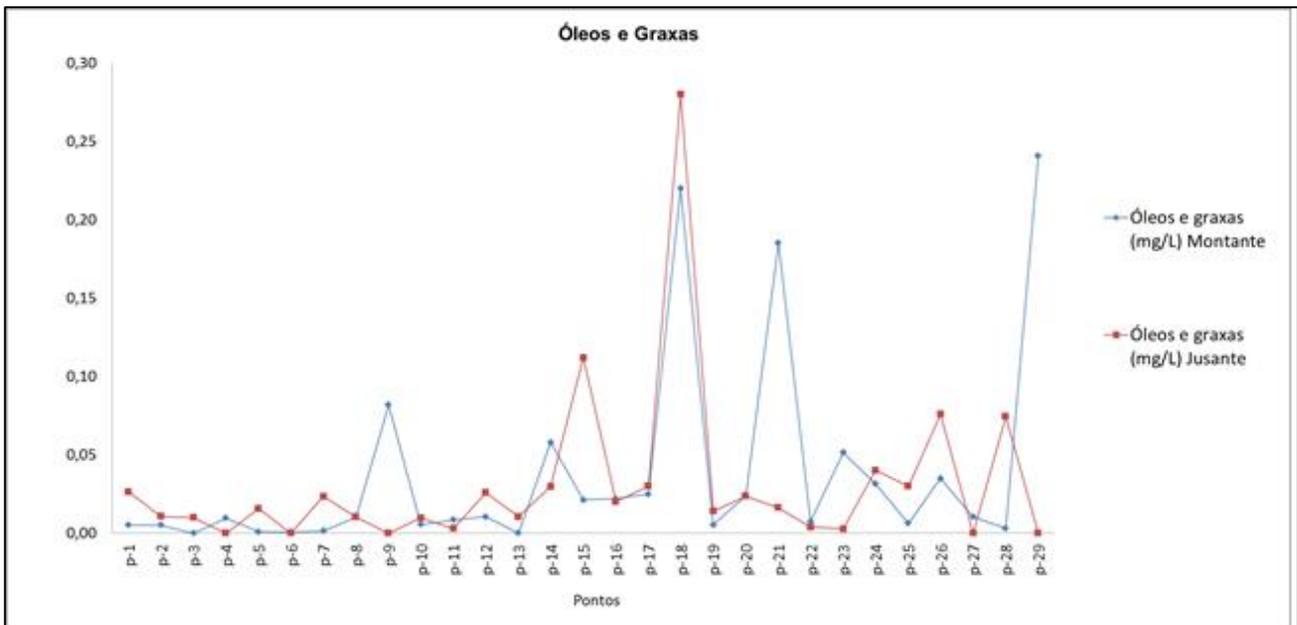


Figura 168 - Gráfico do parâmetro Óleos e Graxas

6.1.6.2.9 Parâmetros Químicos

a. pH

O pH possui valor máximo permissível estipulado pela Resolução CONAMA n°357/2005 de 6 a 9 unidades tanto para a classe 1 quanto para a classe 2. No monitoramento realizado o pH variou de 6,1 a 10,1 a montante e de 6,1 a 10,2 a jusante. A média do pH a montante e a jusante foi de 9,0 (Tabela 15). De todos os pontos analisados, 12 (doze) estiveram dentro do VMP estipulado pela legislação pertinente tanto a montante quanto a jusante.

Tabela 15 - Resultados do pH

Ponto	pH		Ponto	pH		Ponto	pH	
	Montante	Jusante		Montante	Jusante		Montante	Jusante
P-1	8,6	8,5	P-12	9,3	9,2	P-23	9,1	8,9
P-2	8,3	8,4	P-13	9,3	9,3	P-24	8,9	8,8
P-3	6,1	6,1	P-14	9,4	9,4	P-25	9,3	9,4
P-4	8,6	8,5	P-15	9,9	10,2	P-26	10,1	9,7
P-5	8,7	8,7	P-16	8,7	9,0	P-27	9,4	9,4
P-6	9,0	8,9	P-17	9,8	10,0	P-28	9,5	9,6
P-7	8,5	8,2	P-18	9,0	9,4	P-29	9,1	9,2
P-8	8,6	9,8	P-19	9,5	9,4	MED	9,0	9,0
P-9	8,7	8,5	P-20	9,9	9,0	MIN	6,1	6,1
P-10	8,4	8,5	P-21	9,5	9,6	MAX	10,1	10,2
P-11	7,9	7,9	P-22	8,8	10,0			

Assim como na temperatura as linhas de resultados das séries a montante a jusante seguiram tendências parecidas com algumas divergências em alguns pontos. A Figura 169 mostra o gráfico relativo as variações de pH nos pontos de amostragem tanto a montante quanto a jusante.

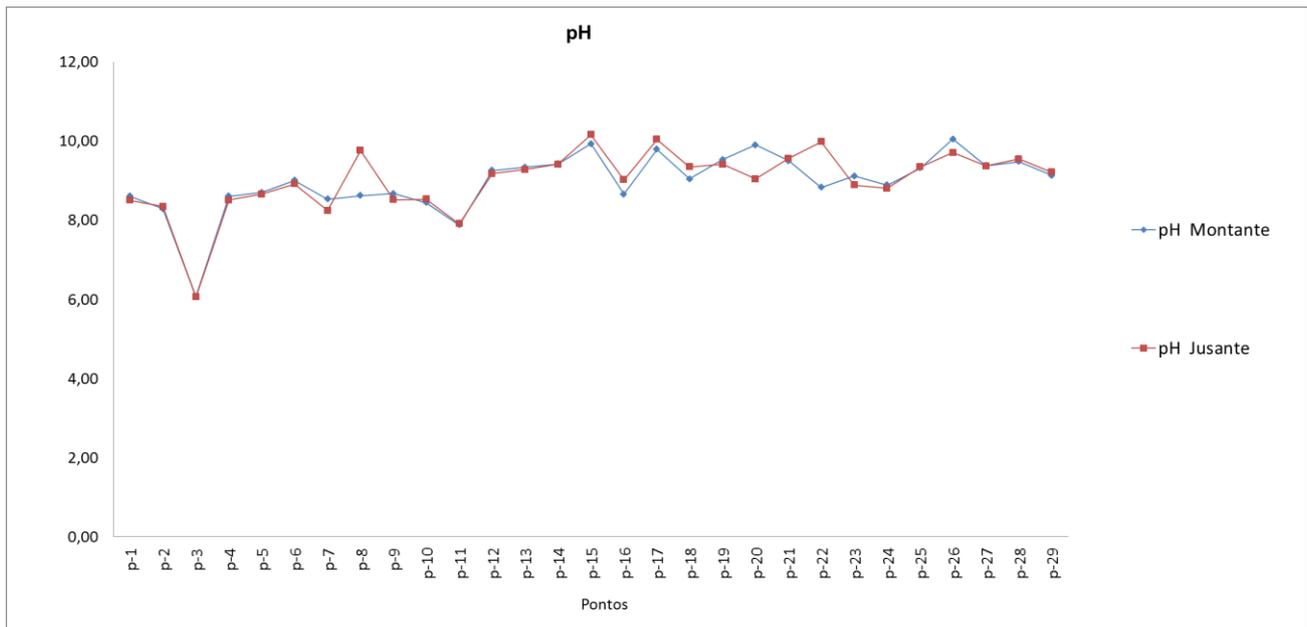


Figura 169 - Gráfico do parâmetro pH

b. Nitrogênio Total

O nitrogênio total não possui valor máximo permissível estipulado pela Resolução CONAMA nº357/2005, ressalvo no artigo 9º inciso terceiro:

“§ 3o Para águas doces de classes 1 e 2, quando o nitrogênio for fator limitante para eutrofização, nas condições estabelecidas pelo órgão ambiental competente, o valor de nitrogênio total (após oxidação) não deverá ultrapassar 1,27 mg/L para ambientes lênticos e 2,18 mg/L para ambientes lóticos, na vazão de referência.”

Como não se estudos a função do nitrogênio total para fator limitante da eutrofização ou não se aplica o referido VMP.

Durante o monitoramento nitrogênio total variou de 0,2 mg/L a 7,7 mg/L a montante e de 0,1 mg/L a 8,8 mg/L a jusante. A média de N-total a montante foi de 1,8 mg/L a montante e a jusante (Tabela 16).

Tabela 16 - Resultados do nitrogênio total

Ponto	N-total (mg/L)		Ponto	N-total (mg/L)		Ponto	N-total (mg/L)	
	Montante	Jusante		Montante	Jusante		Montante	Jusante
P-1	2,4	2,0	P-12	2,4	2,0	P-23	1,8	2,3
P-2	1,0	0,9	P-13	1,4	1,7	P-24	5,2	4,9
P-3	1,2	0,9	P-14	7,7	8,8	P-25	0,6	2,1
P-4	2,5	2,4	P-15	2,5	2,7	P-26	0,3	0,3
P-5	0,7	0,9	P-16	3,3	1,8	P-27	0,8	0,3

Ponto	N-total (mg/L)	
	Montante	Jusante
P-6	0,6	0,7
P-7	0,2	0,8
P-8	1,0	0,3
P-9	1,7	1,2
P-10	1,4	0,7
P-11	1,8	2,0

Ponto	N-total (mg/L)	
	Montante	Jusante
P-17	0,9	0,9
P-18	1,5	1,3
P-19	3,2	2,8
P-20	2,8	2,8
P-21	0,5	0,1
P-22	1,6	1,7

Ponto	N-total (mg/L)	
	Montante	Jusante
P-28	0,2	1,0
P-29	1,6	1,8
MED	1,8	1,8
MIN	0,2	0,1
MAX	7,7	8,8

Novamente o ponto 14 mostrou-se com os maiores valores dentre todos os pontos (Figura 170).

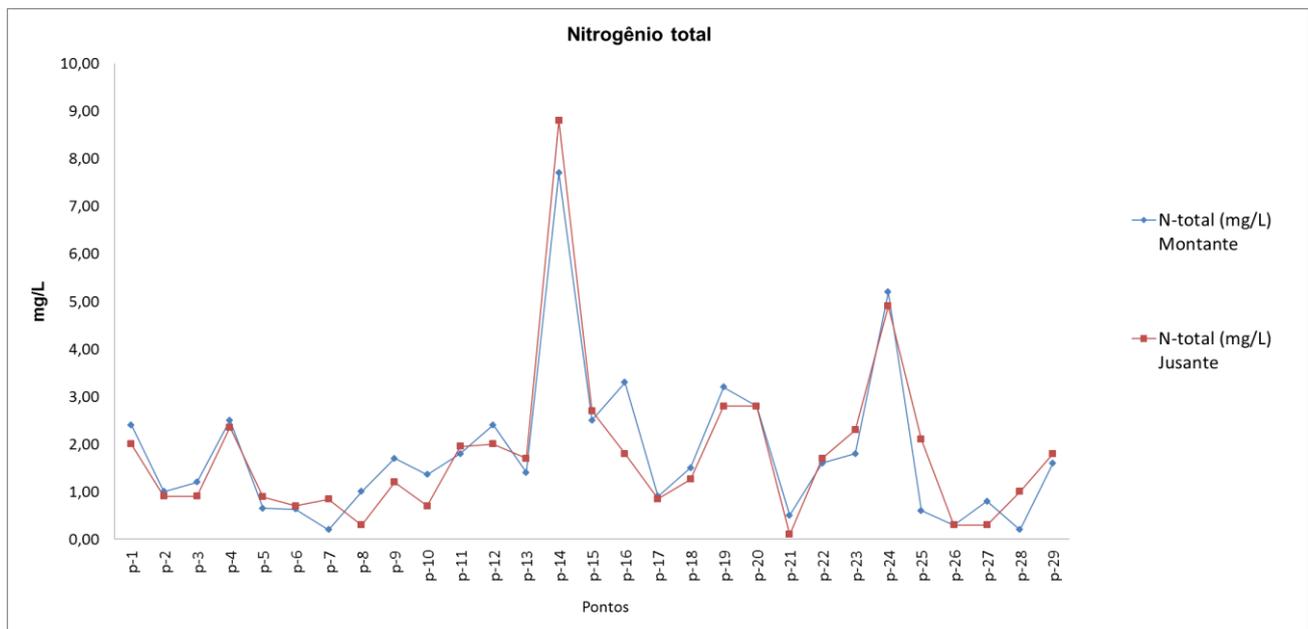


Figura 170 – Gráfico do Nitrogênio total

c. Oxigênio Dissolvido

O valor máximo permissível estipulado pela Resolução CONAMA n°357/2005 para o oxigênio dissolvido é de maior que 6 mg/L para a classe 1 e de maior que 5 mg/L para a classe 2. O oxigênio dissolvido variou de 3,7 mg/L a 8,8 mg/L a montante e de 3,1 mg/L a 8,6 mg/L jusante. A média a montante foi de 7,7 mg/L e a jusante foi de 7,5 mg/L (Tabela 17). O ponto com o oxigênio dissolvido mais baixo foi o ponto 24, onde as concentrações a montante e jusante foram de 3,7 e 3,7 mg/L, respectivamente. O ponto se localiza no centro da cidade de Padre Paraíso/MG, logo acredita-se que o fato de estar inserido na cidade e que ocorram lançamentos de esgoto doméstico in natura no corpo hídrico corrobore para o declínio do oxigênio dissolvido.

Tabela 17 - Resultados do oxigênio dissolvido

Ponto	Oxigênio dissolvido (mg/L)		Ponto	Oxigênio dissolvido (mg/L)		Ponto	Oxigênio dissolvido (mg/L)	
	Montante	Jusante		Montante	Jusante		Montante	Jusante
P-1	8,6	8,6	P-12	8,3	5,6	P-23	7,2	6,5
P-2	8,3	8,4	P-13	8,3	8,0	P-24	3,7	3,1
P-3	7,1	7,3	P-14	4,4	5,1	P-25	8,4	8,0
P-4	6,7	7,4	P-15	8,0	7,9	P-26	8,1	7,9
P-5	7,6	8,3	P-16	8,4	8,3	P-27	8,5	8,5
P-6	8,7	8,5	P-17	8,8	8,4	P-28	8,1	8,0
P-7	7,4	8,5	P-18	6,4	8,3	P-29	8,1	8,0
P-8	8,4	8,5	P-19	7,8	7,6	MED	7,7	7,5
P-9	8,0	8,3	P-20	8,2	4,2	MIN	3,7	3,1
P-10	8,2	8,3	P-21	7,8	8,6	MAX	8,8	8,6
P-11	8,5	6,6	P-22	7,7	8,3			

A Figura 171 mostra o gráfico relativo as variações de O.D nos pontos de amostragem tanto a montante quanto a jusante.

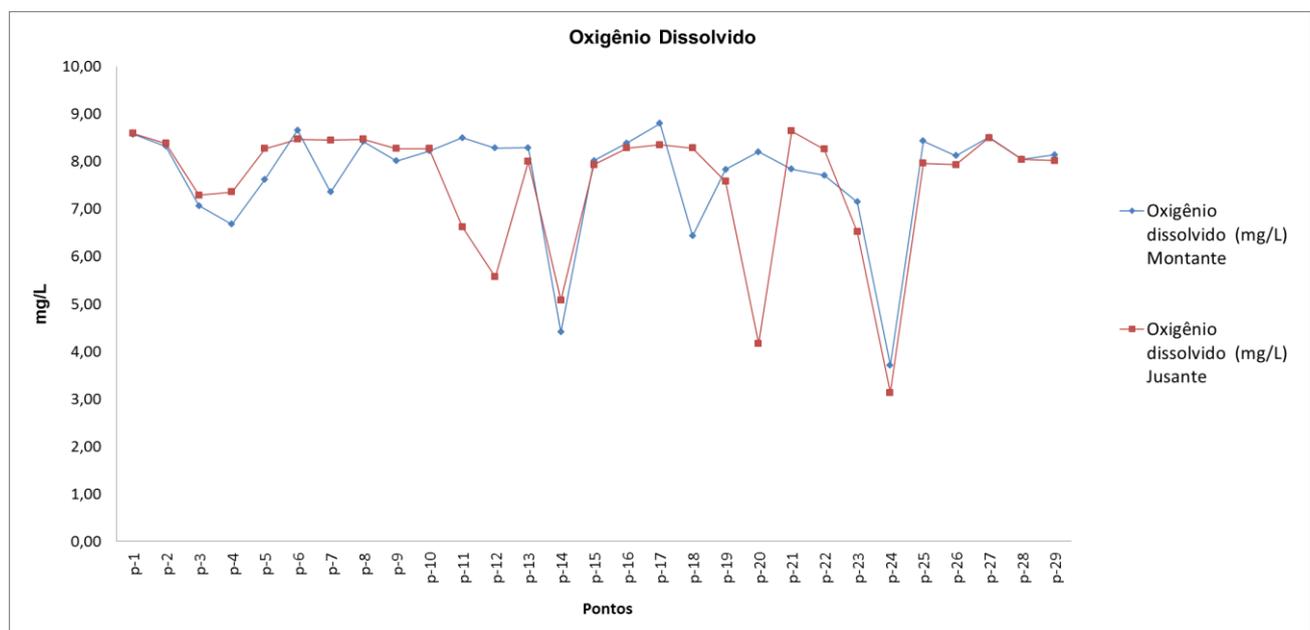


Figura 171 - Gráfico do oxigênio dissolvido

d. Demanda Bioquímica de Oxigênio

O valor máximo permissível estipulado pela Resolução CONAMA n°357/2005 para a DBO é menor que 3 mg/L para a classe 1 e de menor que 5 mg/L para a classe 2. A DBO variou de 0,0

mg/L a 2,3, mg/L a montante e de 0,0 mg/L a 2,4 mg/L a jusante. A média de DBO foi de 0,6 mg/L a montante e de 0,5 mg/L a jusante (Tabela 18).

Tabela 18 - Resultados da DBO

Ponto	DBO (mg/L)		Ponto	DBO (mg/L)		Ponto	DBO (mg/L)	
	Montante	Jusante		Montante	Jusante		Montante	Jusante
P-1	0,23	0,21	P-12	2,28	0,32	P-23	0,01	0,08
P-2	0,18	0,28	P-13	0,08	2,43	P-24	0,11	0,25
P-3	0,14	0,20	P-14	0,34	0,74	P-25	0,52	0,12
P-4	0,04	0,08	P-15	0,05	0,20	P-26	0,32	0,35
P-5	0,19	1,07	P-16	0,51	0,01	P-27	0,57	0,36
P-6	1,19	0,14	P-17	0,52	1,07	P-28	0,16	0,16
P-7	0,52	0,85	P-18	0,23	1,02	P-29	1,60	1,38
P-8	0,06	0,11	P-19	0,41	0,32	MED	0,6	0,5
P-9	0,38	0,15	P-20	1,80	0,54	MIN	0,0	0,0
P-10	2,34	2,10	P-21	0,03	0,29	MAX	2,3	2,4
P-11	2,26	0,28	P-22	0,02	0,06			

A Figura 172 demonstra o gráfico com os valores da DBO para os pontos analisados. O ponto 16 a jusante demonstrou a menor DBO dentre todos os pontos e a maior concentração foi no ponto 13 também a jusante.

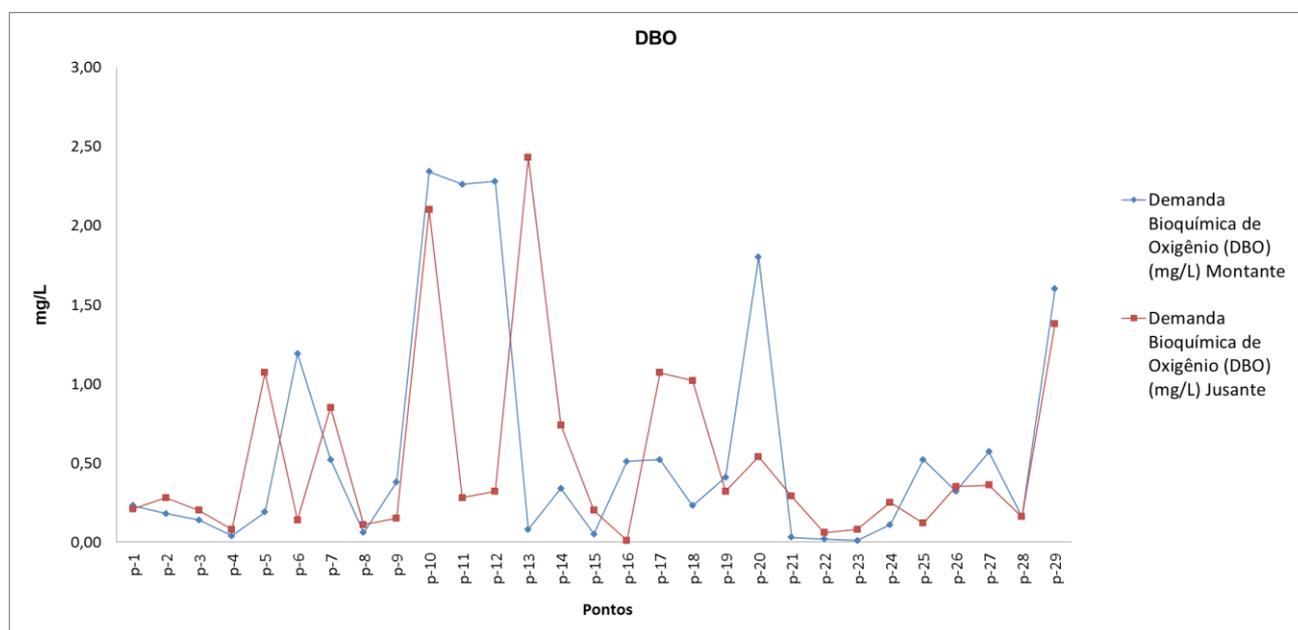


Figura 172 - Gráfico da DBO

e. Fósforo Total

O valor máximo permissível estipulado pela Resolução CONAMA nº357/2005 para a fósforo total é 0,1 mg/L para a classe 1 e para a classe 2. O fósforo variou de 0,1 mg/L (abaixo do limite de quantificação) a 2,69 mg/L a montante e 2,73 mg/L a jusante. A média de fósforo total entre os pontos monitorados foi de 0,5 mg/L a montante e a jusante (Tabela 19).

Tabela 19 - Resultados do fósforo total

Ponto	Fósforo total (mg/L)		Ponto	Fósforo total (mg/L)		Ponto	Fósforo total (mg/L)	
	Montante	Jusante		Montante	Jusante		Montante	Jusante
P-1	1,200	1,100	P-12	0,910	1,010	P-23	0,870	0,850
P-2	0,150	0,200	P-13	0,170	0,160	P-24	1,490	1,560
P-3	0,320	0,320	P-14	2,690	2,730	P-25	0,510	0,430
P-4	0,160	0,180	P-15	0,270	0,300	P-26	0,250	0,200
P-5	0,190	0,220	P-16	0,130	0,150	P-27	0,220	0,260
P-6	0,100	0,200	P-17	0,050	0,070	P-28	0,270	0,240
P-7	0,190	0,270	P-18	0,990	0,660	P-29	0,610	0,570
P-8	0,200	0,200	P-19	0,700	0,710	MED	0,5	0,5
P-9	0,120	0,160	P-20	1,220	1,170	MIN	0,1	0,1
P-10	0,260	0,280	P-21	0,220	1,010	MAX	2,69	2,73
P-11	0,120	0,120	P-22	0,100	0,140			

A Figura 173 traz o gráfico que demonstra a disparidade do ponto 14 de amostragem com os demais pontos, tanto a montante quanto a jusante.

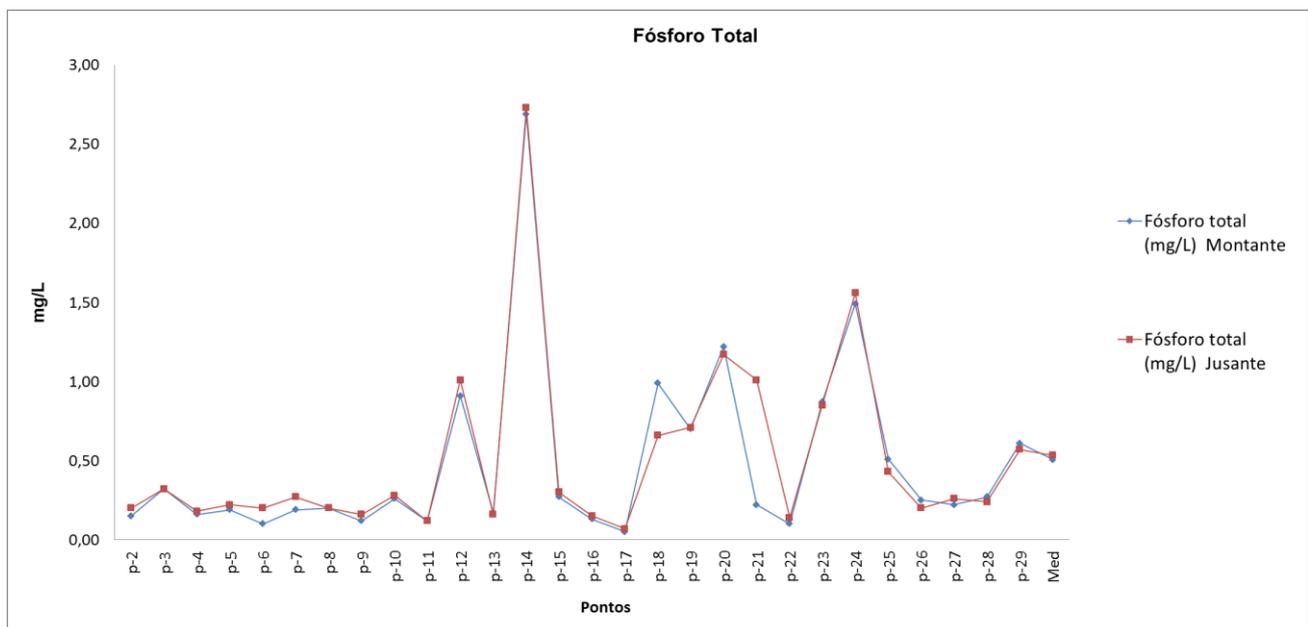


Figura 173 - Gráfico do fósforo total

6.1.6.2.10 Parâmetros Biológicos

Coliformes termotolerantes

Os coliformes termotolerantes, no caso *E.coli*, possuem valor máximo permissível estipulado pela Resolução CONAMA nº357/2005 de 800 NMP/100mL. Todos os pontos estiveram dentro do estipulado. Os coliformes variaram de 21,0 NMP/100mL a 269,0 NMP/100mL a montante e de 27,0 NMP/100mL a 271,0 NMP/100mL a jusante (Tabela 20).

Tabela 20 - Resultados dos coliformes termotolerantes (*E.coli*)

Ponto	Coliformes Termotolerantes NMP/100mL		Ponto	Coliformes Termotolerantes NMP/100mL		Ponto	Coliformes Termotolerantes NMP/100mL	
	Montante	Jusante		Montante	Jusante		Montante	Jusante
P-1	69,0	52,0	P-12	98,0	125,0	P-23	79,0	82,0
P-2	43,0	37,0	P-13	36,0	71,0	P-24	230,0	228,0
P-3	82,0	71,0	P-14	269,0	271,0	P-25	49,0	64,0
P-4	98,0	95,0	P-15	51,0	89,0	P-26	42,0	38,0
P-5	63,0	71,0	P-16	174,0	53,0	P-27	31,0	27,0
P-6	57,0	27,0	P-17	21,0	62,0	P-28	52,0	61,0
P-7	33,0	47,0	P-18	94,0	71,0	P-29	46,0	38,0
P-8	37,0	29,0	P-19	187,0	87,0	MED	83,9	80,7
P-9	36,0	54,0	P-20	162,0	203,0	MIN	21,0	27,0
P-10	109,0	80,0	P-21	36,0	45,0	MAX	269,0	271,0
P-11	87,0	102,0	P-22	63,0	60,0			

A Figura 174 mostra o gráfico que demonstra a disparidade do ponto 14 de amostragem com os demais pontos, tanto a montante quanto a jusante.

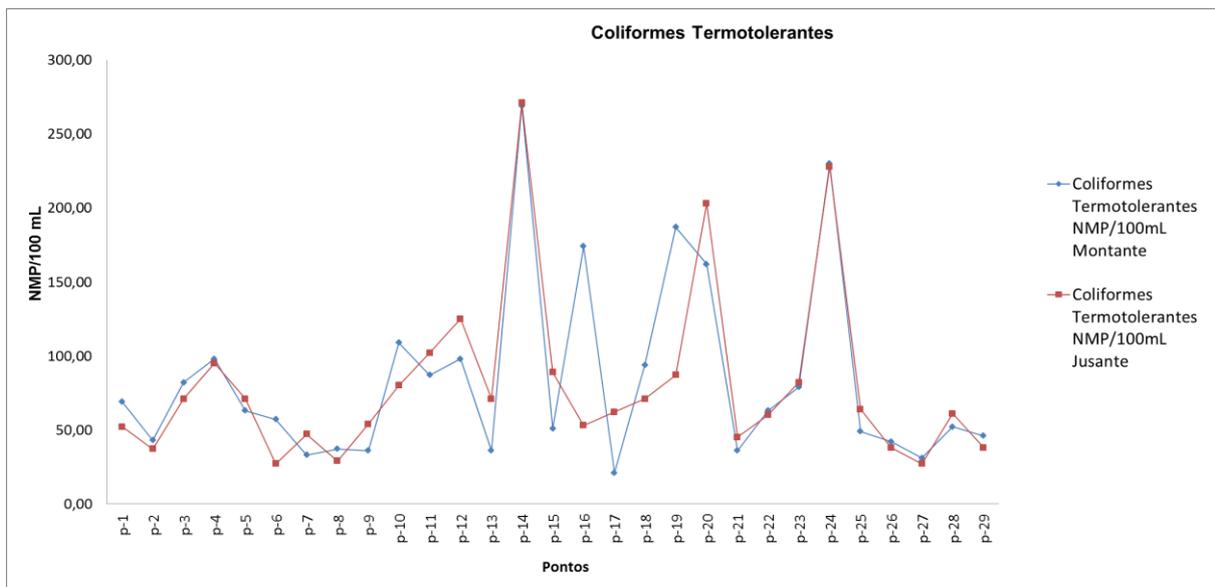


Figura 174 – Gráfico dos coliformes termotolerantes

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-116/MG

6.1.6.2.11 Conclusão dos Resultados

Os valores de temperatura analisados se encontram dentro da normalidade esperada para o período de coleta dos pontos. Valores de pH de acima dos limites delineados pela Resolução CONAMA 357/2005 podem ser causados pela influência de produtos agrícolas utilizados para correção de pH do solo, visto que as margens da BR-116/MG são amplamente abrangidas por áreas agrícolas. Esses produtos em excesso podem ser lixiviados e/ou percolam no solo durante a estação da chuva e por fim aportam nos lençóis freáticos que abastecem os rios podendo causar alterações tais como a do valor do pH.

O parâmetro óleos e graxas foi quantificado com seu valor máximo de 0,4 mg/L. Resultado esse que se considera virtualmente ausente conforme a deliberação da Resolução CONAMA 357/2005. Esse resultado era esperado devido à proximidade da via com o corpo hídrico, onde o óleo e graxa provenientes dos automóveis são depositados na pista e quando ocorrem as chuvas e são levados ao corpo hídrico.

O ponto 14 apresentou altas concentrações nos parâmetros coliformes termotolerantes, nitrogênio total e fósforo total. Esses parâmetros juntamente com a visita a campo demonstram claramente que está ocorrendo a eutrofização do local. O pH do local esteve na faixa de 10 unidades, demonstrando também o processo de eutrofização quando em período de intensa insolação o saldo da fotossíntese em relação à respiração é grande e a retirada de gás carbônico provoca elevação de pH.

6.1.6.2.12 Resultados do IQA

Os valores do Índice de Qualidade de Águas – IQA, variaram de 46,4 a 79,0 a montante com média de 67 unidades, com desvio padrão de 9,0 unidades e amplitude de 32,6 unidades (Tabela 21). A variação compreende entre as faixas "REGULAR" a "BOA" do IQA proposto pela CETESB baseado no IQA da "National Sanitation Foundation" dos Estados Unidos no ano de 1970.

A jusante os valores de IQA variaram de 47,0 a 78,6 com média de 66,7, desvio padrão de 8,1 unidades e amplitude de 31,5 unidades (Tabela 21). A variação também compreende entre as faixas "REGULAR" a "BOA" do IQA proposto pela CETESB baseado no IQA da "National Sanitation Foundation" dos Estados Unidos no ano de 1970.

Tabela 21 - Resultados do IQA

Ponto	IQA quantitativo Montante	IQA qualitativo Montante	IQA quantitativo Jusante	IQA qualitativo Jusante
p-1	64,4	Boa	66,9	Boa
p-2	79,0	Boa	78,6	Boa
p-3	71,2	Boa	71,7	Boa
p-4	69,7	Boa	71,4	Boa
p-5	74,3	Boa	72,2	Boa
p-6	74,9	Boa	75,0	Boa
p-7	77,5	Boa	76,1	Boa
p-8	77,8	Boa	70,6	Boa
p-9	77,9	Boa	78,2	Boa
p-10	66,1	Boa	68,4	Boa
p-11	75,5	Boa	76,4	Boa
p-12	59,9	Boa	59,6	Boa
p-13	64,1	Boa	65,8	Boa
p-14	46,4	Regular	47,0	Regular
p-15	63,9	Boa	58,7	Boa
p-16	71,7	Boa	74,4	Boa
p-17	71,2	Boa	65,4	Boa
p-18	50,1	Regular	60,9	Boa
p-19	59,9	Boa	62,8	Boa
p-20	53,9	Boa	52,5	Boa
p-21	71,4	Boa	61,2	Boa
p-22	75,8	Boa	67,2	Boa
p-23	63,7	Boa	62,9	Boa
p-24	48,4	Regular	48,7	Regular
p-25	63,8	Boa	64,2	Boa
p-26	64,2	Boa	71,2	Boa
p-27	70,6	Boa	70,0	Boa
p-28	70,5	Boa	69,5	Boa
p-29	64,7	Boa	66,8	Boa
Média	67,0	Boa	66,7	Boa
Mínimo	46,4	Regular	47,0	Regular
Máximo	79,0	Boa	78,6	Boa
Amplitude	32,6		31,5	
Desvio Padrão	9,0		8,1	

Com base nos resultados do IQA pode se afirmar que a qualidade das águas está amplamente BOA, contudo os pontos 14 e 24 de amostragem ilustraram os menores valores de IQA, classificando sua qualidade como REGULAR (Figura 175). Portanto o IQA dos pontos analisados demonstra caracterização da qualidade da água nos pontos anteriormente a influência das obras de duplicação e regularização da rodovia. A memória de cálculo do IQA se encontra no ANEXO VI.

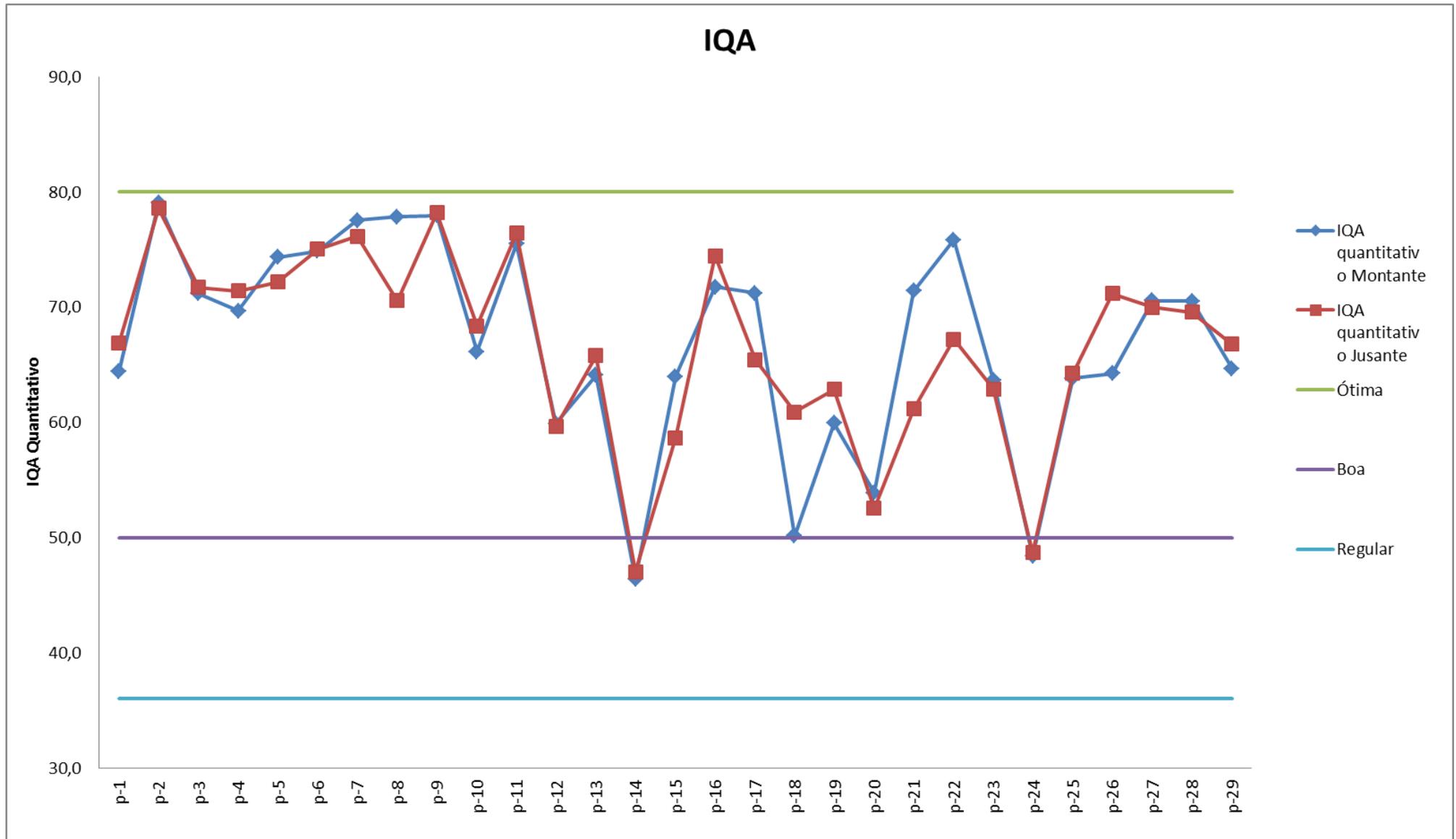


Figura 175- Gráfico do IQA

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-116/MG

6.1.7 Qualidade do Ar

De acordo com Gonçalves (1997) poluentes atmosféricos podem ser definidos como qualquer substância que esteja no ar em concentrações altas o necessário para produzir efeitos quantitativos e danosos nos seres humanos, animais, plantas ou materiais. O poluente pode ser tanto de origem de atividades antropogênicas como também proveniente de emissões com causas naturais, por exemplo, pela decomposição microbiana e erupções vulcânicas, entre outras fontes.

Os poluentes atmosféricos classificam-se em dois grandes grupos: poluentes primários e poluentes secundários (Seinfeld e Pandis, 1998). Os poluentes primários são emitidos diretamente pelas fontes emissoras e são exemplo o monóxido de carbono, o dióxido de enxofre, NO_x, entre outros. Estes poluentes podem, na baixa atmosfera, sofrer transformações e reações fotoquímicas dando origem a poluentes denominados secundários. Dado que a formação de poluentes secundários, tais como o ozônio, necessita-se de certo tempo, e ocorrem à medida que as massas de ar se deslocam, com isso é normal que concentrações elevadas destes poluentes atinjam áreas mais afastadas das fontes de emissão que os poluentes primários (Lyons, 1990 e Seinfeld, 1986).

Seinfeld (1986) e Lyons (1990) consideram que normalmente substâncias poluentes do ar podem ser classificadas em materiais particulados ou partículas em suspensão como uma mistura de compostos em estado sólido ou líquido, compostos de enxofre, óxidos (SO₂, SO₃), gás sulfídrico (H₂S), sulfatos (SO₄₋₂), monóxido de carbono, compostos de nitrogênio (NO, NO₂ e NH₃), ácido nítrico (HNO₃), compostos halogenados, ácido clorídrico (HCl), ácido fluorídrico (HF), cloretos, fluoretos, compostos orgânicos, hidrocarbonetos, alcoóis, aldeídos, cetonas, ácidos orgânicos.

Cavalcanti (2010) cita que a determinação da qualidade do ar está restrita a um grupo de poluentes, motivado pela sua maior frequência de ocorrência e pelos efeitos adversos que causam ao meio ambiente. O grupo de poluentes indicadores mais abrangentes da qualidade do ar é composto por: partículas total em suspensão (PTS), monóxido de carbono (CO), ozônio (O₃) e óxidos de nitrogênio (NO_x). Esses poluentes são os melhores indicadores, pois a sua maior frequência de ocorrência está ligada aos efeitos adversos que causam ao meio ambiente.

Com o crescimento dos centros urbanos as emissões atmosféricas vêm crescendo e se tornando um problema que pode impactar a saúde das pessoas e o meio ambiente. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), por meio da Resolução nº 05 de 15 de junho de 1989, criou O Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR).

O PRONAR tem como objetivo a melhoria da qualidade do ar ao atender os padrões estabelecidos e o não comprometimento da qualidade do ar em áreas consideradas não degradadas, tendo como princípio básico limitar, em nível nacional, as emissões por tipologia de

fontes e poluentes prioritários, reservando o uso dos padrões de qualidade do ar como ação complementar.

O PRONAR estabeleceu padrões de qualidade do ar, o primário e o secundário (Tabela 22), sendo esses padrões definidos oficialmente pela Resolução CONAMA nº03 de 28 de junho de 1990.

Tabela 22 - Padrões PRONAR

Padrão	Descrição
Primário	São as concentrações de poluentes atmosféricos que, quando ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população, bem como a fauna, a flora, os materiais e o meio ambiente em geral. Podem ser entendidos como níveis máximos toleráveis.
Secundário	São as concentrações de poluentes atmosféricos abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna e à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral, podendo ser entendidos como níveis desejados, constituindo-se em meta de longo prazo.

De acordo com a legislação ambiental em vigor, Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990, em seu parágrafo único do artigo primeiro define:

“Entende-se como poluente atmosférico qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar:

I - impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde;

II - inconveniente ao bem-estar público;

III - danoso aos materiais, à fauna e flora;

IV- prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade”.

A Resolução CONAMA nº03 de 28 de junho de 1990 cita as concentrações máximas para os padrões para os seguintes poluentes: Partículas Totais em Suspensão, Monóxido de Carbono, Ozônio e Dióxido de Nitrogênio. A resolução supracitada discorre que os padrões para os poluentes são:

6.1.7.1 Partículas Totais em Suspensão

Padrão Primário

- concentração média geométrica anual de 80 (oitenta) microgramas por metro cúbico de ar.

- concentração média de 24 (vinte e quatro) horas de 240 (duzentos e quarenta) microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

Padrão Secundário

- concentração média geométrica anual de 60 (sessenta) micro gramas por metro cúbico de ar.
- concentração média de 24 (vinte e quatro) horas de 150 (cento e cinquenta) microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

6.1.7.2 Monóxido de Carbono (CO)

Padrão Primário

- Concentração média de 8 horas de 10.000 microgramas por metro cúbico de ar (9 ppm), que não deve ser excedida mais de uma vez por ano;

Padrão Secundário

- Concentração média de 1 hora de 40.000 microgramas por metro cúbico de ar (35 ppm), que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

6.1.7.3 Ozônio (O₃)

Padrão Primário e Secundário

- Concentração média de uma hora de 160 microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

6.1.7.4 Dióxido de nitrogênio (NO₂)

Padrão Primário

- Concentração média aritmética anual de 100 microgramas por metro cúbico do ar;
- Concentração média de 1 hora de 320 microgramas por metro cúbico de ar.

Padrão Secundário

- Concentração média aritmética anual de 100 microgramas por metro cúbico de ar;
- Concentração média de 1 hora de 190 microgramas por metro cúbico de ar

Além dos limites primário e secundário, a Resolução CONAMA 03/90 estabelece critérios para episódios agudos de poluição do ar. Os estados característicos de Atenção, Alerta e Emergência requerem, além dos níveis de concentração atingidos, a previsão das condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes (Tabela 23).

Tabela 23 - Critérios para Episódios Agudos de Poluição do Ar

Parâmetros	Atenção	Alerta	Emergência
Partículas Totais em Suspensão (PTS) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24 h	375	625	875
Monóxido de Carbono (ppm) - 8 h	15	30	40
Ozônio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 1 h	400	800	1.000
Partículas Inaláveis ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24 h	250	420	500
Dióxido de Nitrogênio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 1 h	1.130	2.260	3.000

Fonte: Adaptado de Resolução CONAMA nº 03, 26/06/90.

6.1.7.5 Qualidade do Ar na Área do Empreendimento

O estudo da qualidade do ar na área do empreendimento compreendeu, a princípio, a pesquisa da legislação vigente sobre o tema, com a indicação dos principais poluentes considerados como indicadores da qualidade do ar, bem como suas características, origens e seus efeitos ao meio ambiente, além dos respectivos índices limites de emissões de cada substância. A legislação ambiental estadual sobre a temática também foi levantada, assim como os parâmetros e diretrizes determinadas pela Resolução CONAMA 03/1990, e complementada pela Resolução CONAMA 08/1990. Atualmente, as principais referências legais no estudo da qualidade do ar são descritas na Tabela 24. A avaliação da qualidade do ar para o diagnóstico foi realizada por meio de dados secundários obtidos em pesquisa dos dados do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET da qualidade do ar em municípios com centros urbanos significativos abrangidos pelo empreendimento.

Tabela 24 - Referências legais de qualidade do ar

Instrumento	Ano	Conteúdo	Jurisdição
Res. CONAMA 05	1989	Cria o PRONAR; fixa parâmetros para emissão de poluentes gasosos e materiais particulados por fontes fixas.	Federal
Res. CONAMA 03	1990	Padrões de qualidade do ar; define padrões de qualidade do ar e concentrações de poluentes atmosféricos.	Federal
Res. CONAMA 08	1990	Limites máximos de emissão de poluente no ar	Federal

Instrumento	Ano	Conteúdo	Jurisdição
		em combustão externa de fontes de poluição.	
Res. CONAMA 382	2006	Limites máximos de poluentes atmosféricos para fontes fixas; fixação de limites específicos de emissão de para tipos de fontes e combustíveis.	Federal
Res. CONAMA 436	2011	Limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas; restringe emissões, e determina limites e prazos.	Federal
Deliberação Normativa COPAM 11	1986	Estabelece normas e padrões para emissões de poluentes na atmosfera e dá outras providências.	Estadual (MG)

6.1.7.5.1 Comportamento Geral dos Poluentes ao Longo da Área do Empreendimento.

Em contato a Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM na Gerencia de Monitoramento da Qualidade do Ar e Emissões – GESAR e das Superintendências Regionais de Regularização Ambiental (SUPRAMS), que no caso do estudo são: SUPRAM Zona da Mata; SUPRAM Leste Mineiro; SUPRAM Jequitinhonha e SUPRAM Norte de Minas e da FEAM, não foi possível a obtenção dos dados devido a rede de monitoramento da qualidade do ar em atividade no estado de Minas Gerais ser a da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), área onde não está inserida a rodovia.

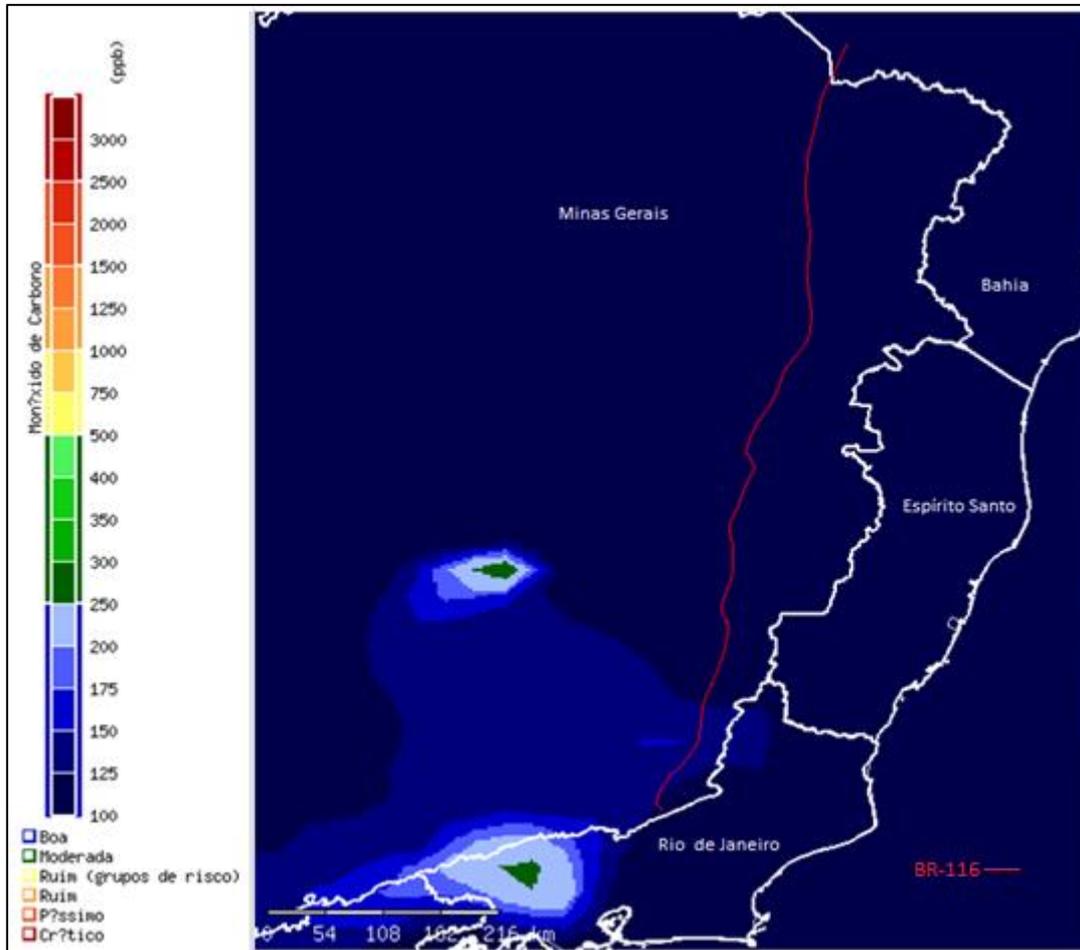
Em consulta ao sítio virtual do INMET, foi possível a captação dos dados de qualidade do ar onde disponibiliza informações de qualidade do ar baseadas no modelo de transporte 3D on-line **CATT-BRAMS** (*Coupled Aerosol and Tracer Transport model to the Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modelling System*) acoplado com um modelo de emissões. O modelo gera como resultado cartogramas do Brasil com informações colorimétricas em escalas dos poluentes: materiais particulados, óxidos de nitrogênio, monóxido de carbono e ozônio.

Para visualização dos poluentes ao longo da área do empreendimento foi plotada a rodovia BR-116/MG nos cartogramas disponíveis e os dados do modelo do mês de abril de 2015 dos centros urbanos representativos, sendo esses: Além Paraíba/MG, Muriaé/MG, Caratinga/MG, Governador Valadares/MG e Teófilo Otoni/MG foram ilustrados graficamente.

6.1.7.5.1.1 Monóxido de Carbono

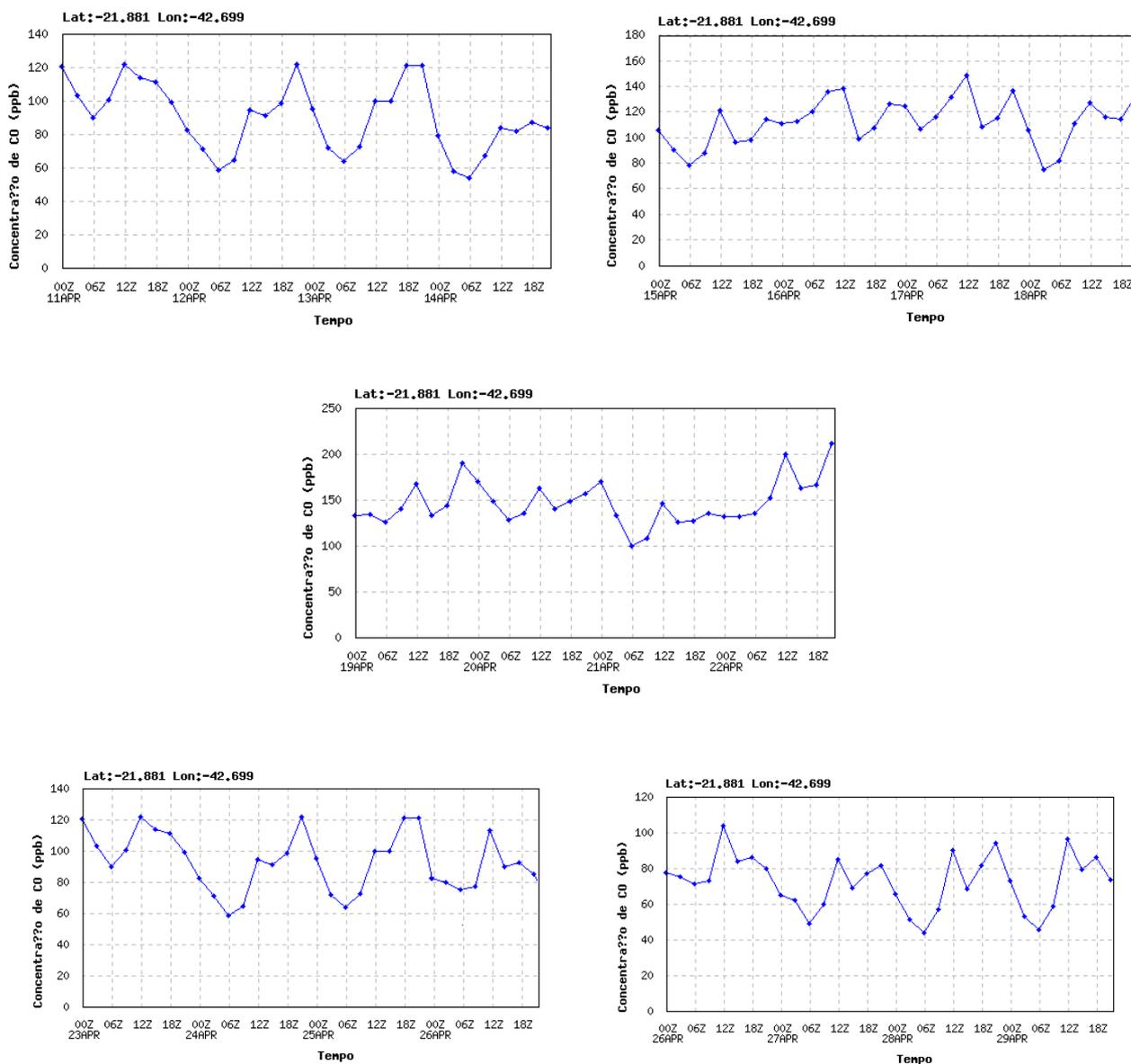
Membro da família dos asfixiantes químicos, o monóxido de carbono – CO, é um gás perigoso, incolor, inodoro, sem sabor e não irritante. Podendo deixar uma pessoa inconsciente ou mesmo matar em poucos minutos é chamado de assassino silencioso. É produzido pela combustão incompleta de matérias carbonáceas orgânicas, como o carbono, a madeira, o papel, o óleo, o gás e a gasolina (WHO, 1994).

De acordo com a Figura 176, o comportamento do monóxido de carbono ao longo da BR-116/MG esteve em todo o trecho na classe “Boa”. Por meio dos gráficos expostos a seguir é possível perceber que há uma oscilação da concentração de monóxido de carbono ao longo do dia nos centros urbanos estudados. A amplitude da oscilação opera dentro da faixa segura de acordo com a Resolução CONAMA nº 03/1990 e Deliberação Normativa COPAM 11.



**Figura 176 - Comportamento do monóxido de carbono ao longo da BR-116/MG.
Fonte: Adaptado INMET, 2015d.**

• Além Paraíba/MG



**Figura 177 - Comportamento do monóxido de carbono em Além Paraíba/MG.
Fonte: Adaptado INMET, 2015d**

- Muriaé/MG

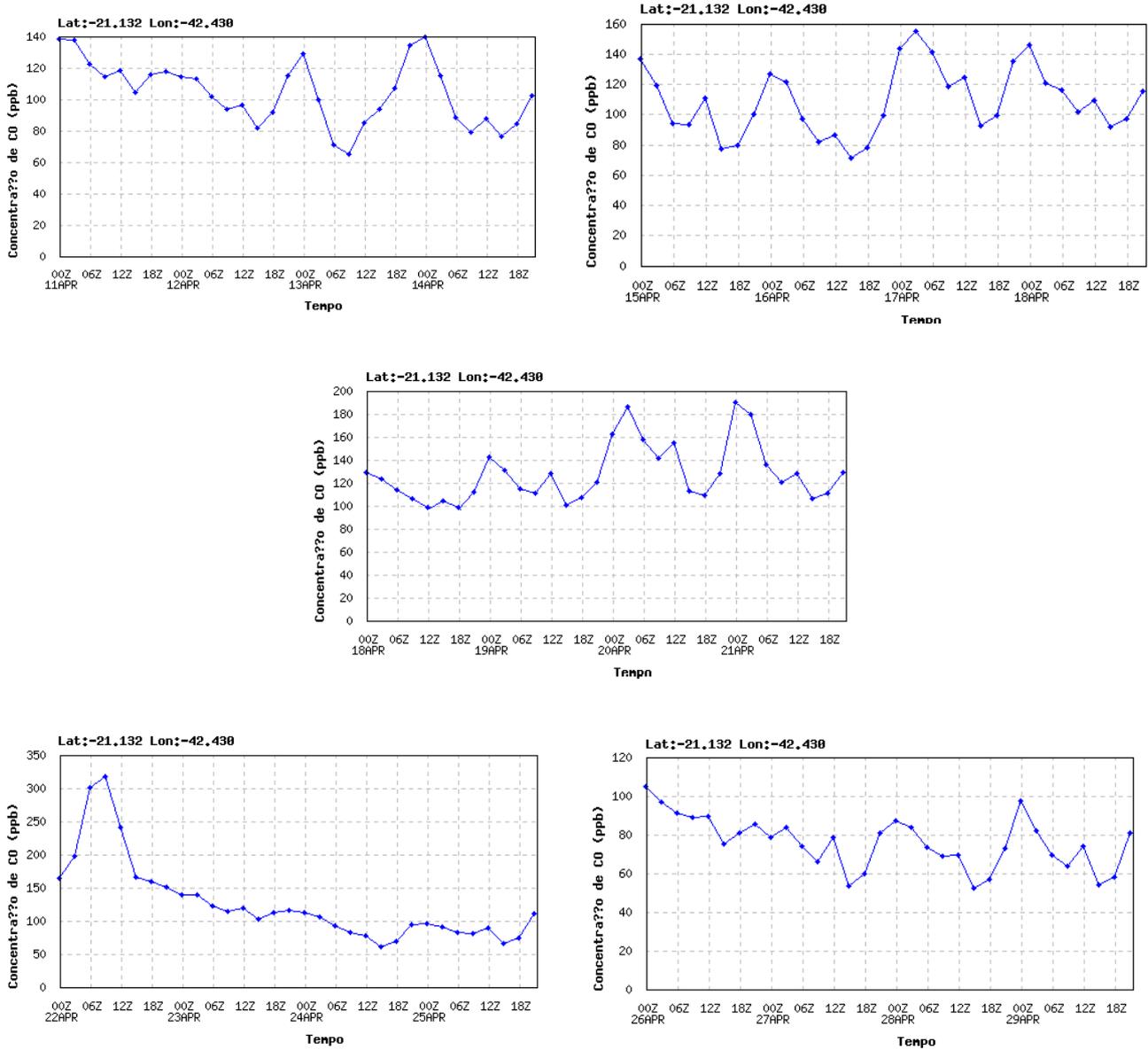


Figura 178 - Concentração de monóxido de carbono em Muriaé/MG.
 Fonte: Adaptado INMET, 2015d

• Caratinga/MG

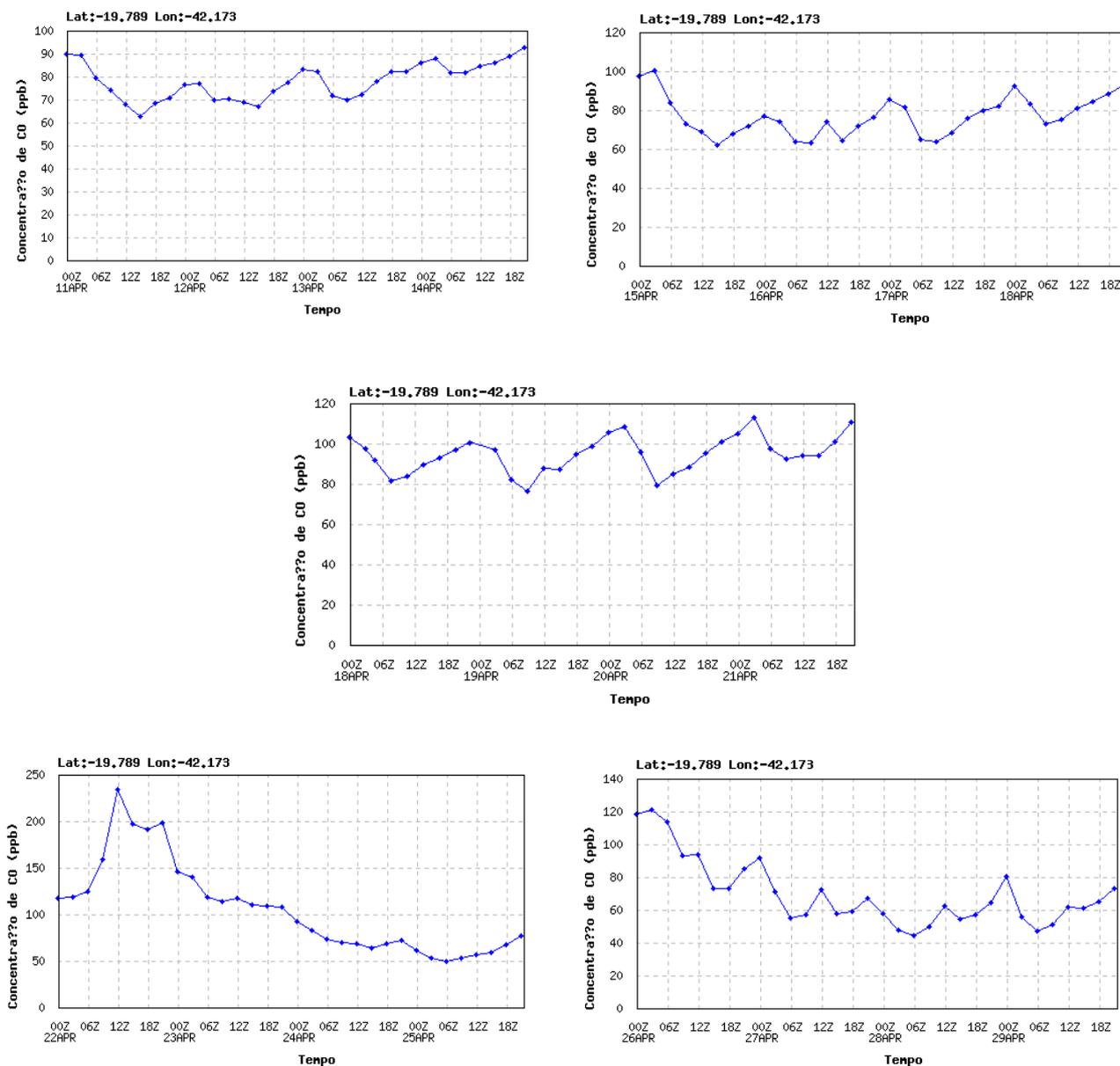


Figura 179 - Concentração de monóxido de carbono em Caratinga/MG.

Fonte: Adaptado INMET, 2015d

- Governador Valadares/MG

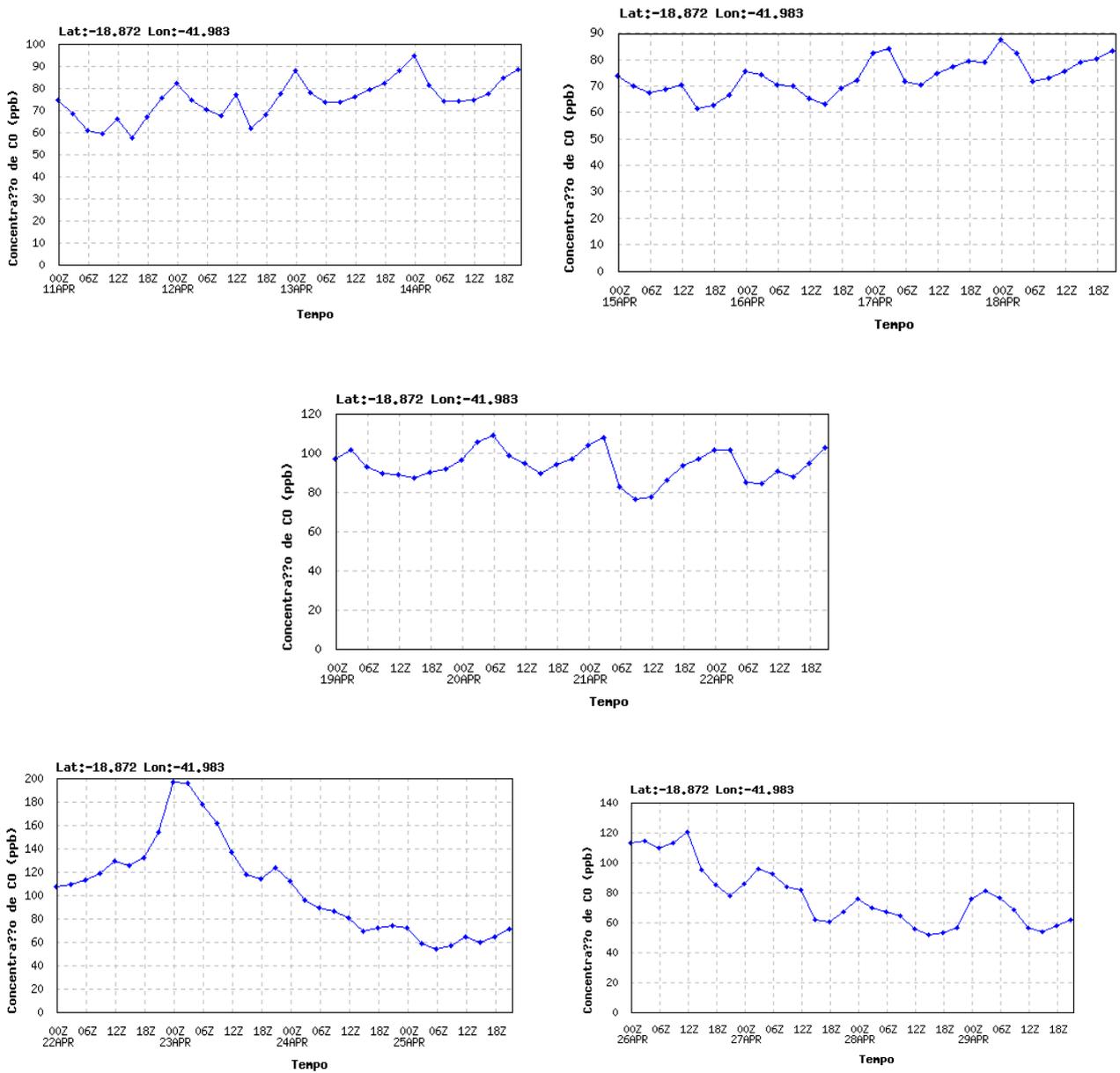


Figura 180 - Concentração de monóxido de carbono em Governador Valadares/MG.

Fonte: Adaptado INMET, 2015d

• Teófilo Otoni/MG

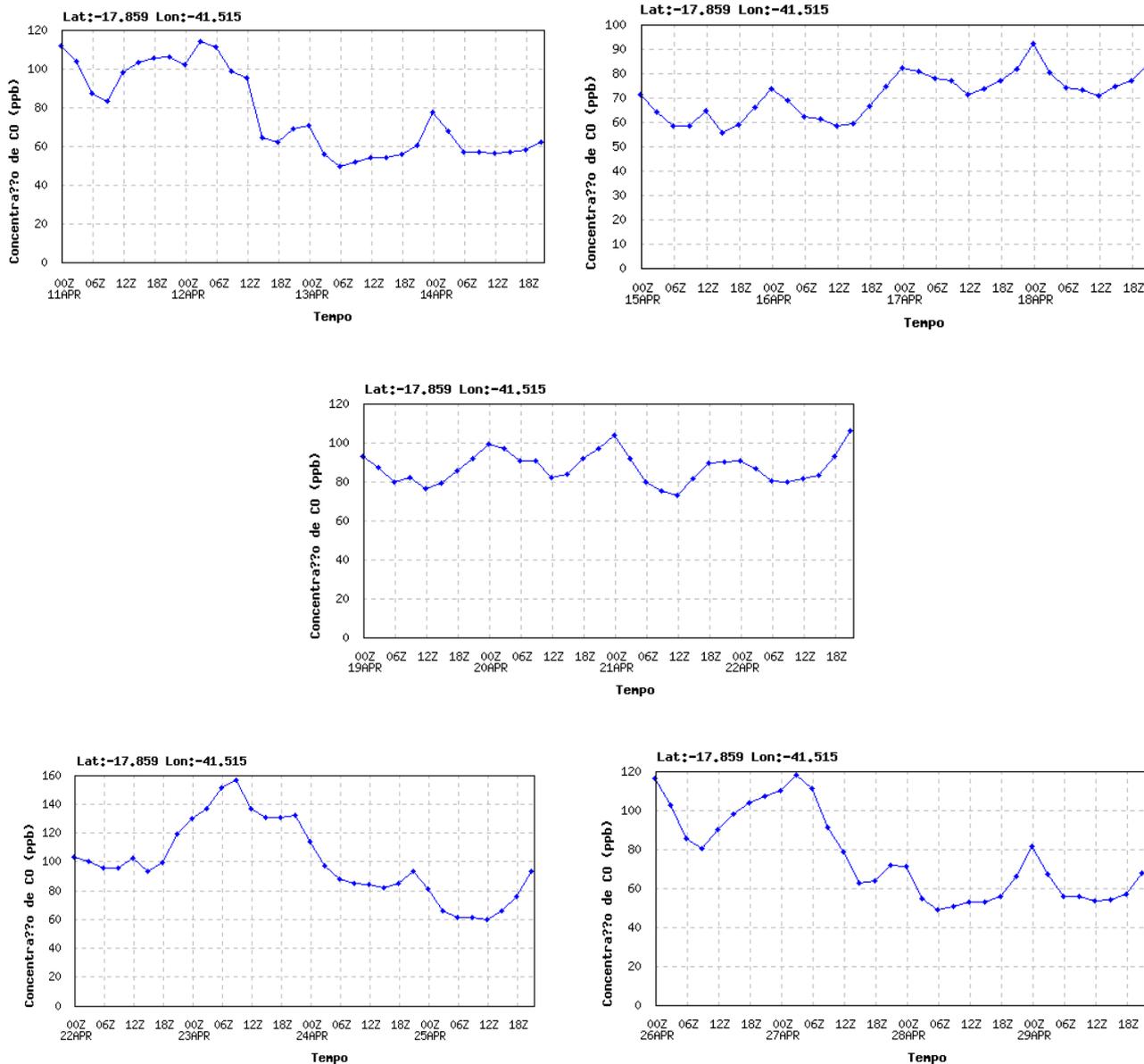


Figura 181 - Concentração de monóxido de carbono em Teófilo Otoni/MG.
Fonte: Adaptado INMET, 2015d

6.1.7.5.1.2 Material Particulado

Material particulado é o termo utilizado para uma mistura de partículas sólidas e gotas de líquidos encontrados na atmosfera. Algumas dessas partículas podem ser grandes, escuras e, portanto, visíveis, tais como a fumaça ou a fuligem. Outras são tão pequenas que somente podem ser vistas através de um microscópio (QUEIROZ, 2007). O comportamento do Material Particulado, ao longo da BR-116/MG foi no patamar da faixa “Boa”. A Figura 182 ilustra o comportamento do material particulado ao longo da rodovia.

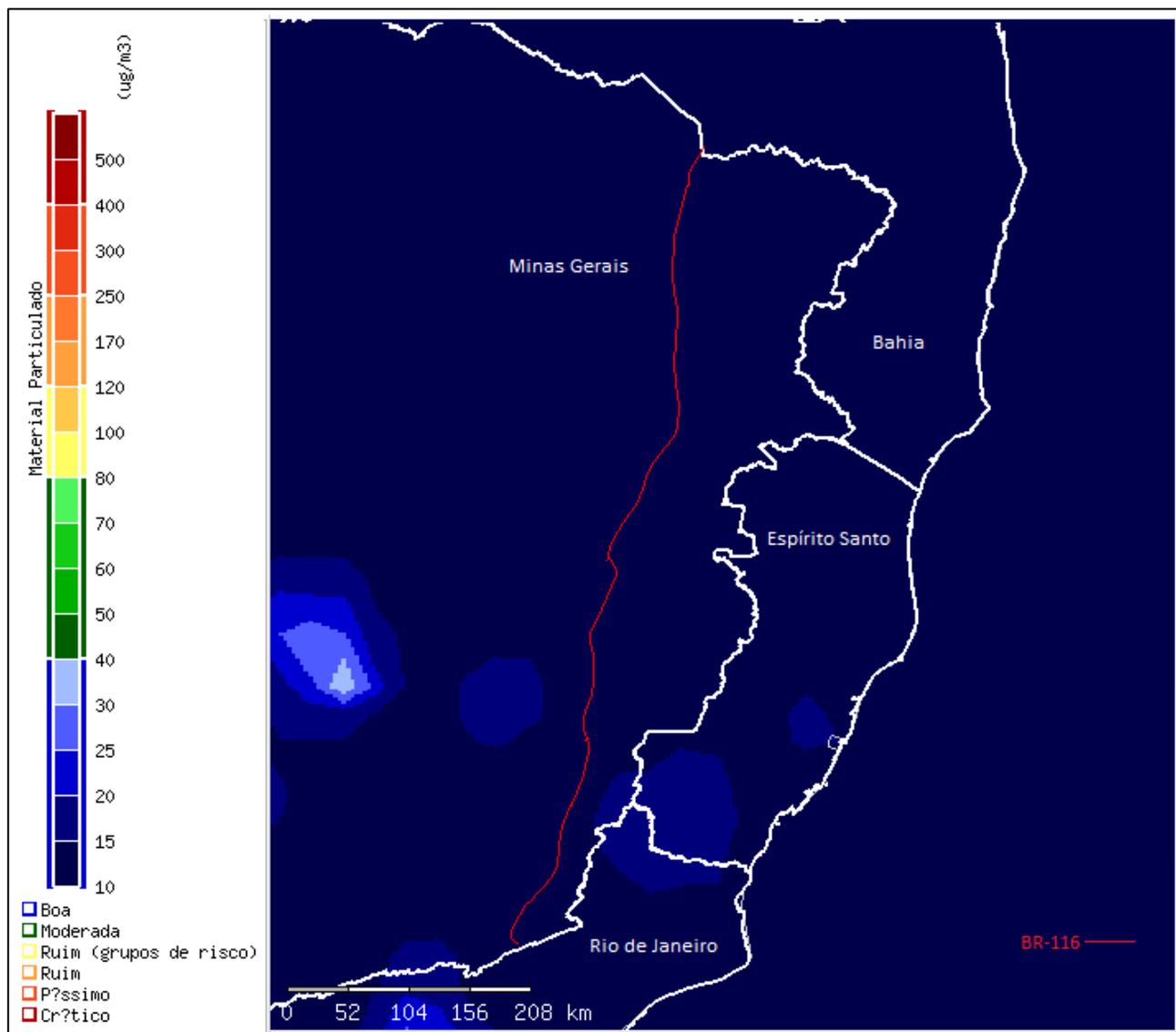


Figura 182 - Comportamento do Material Particulado ao longo da BR-116/MG.
Fonte: Adaptado INMET, 2015d.

Pela interpretação dos gráficos das concentrações de material particulado dos centros urbanos estudados, é possível perceber ao longo do dia há uma variação com picos de concentração geralmente nos horários de maior fluxo de veículos. Contudo, a amplitude da oscilação opera

dentro da faixa segura de acordo com a Resolução CONAMA nº 03/1990 e Deliberação Normativa COPAM 11.

- Além Paraíba/MG

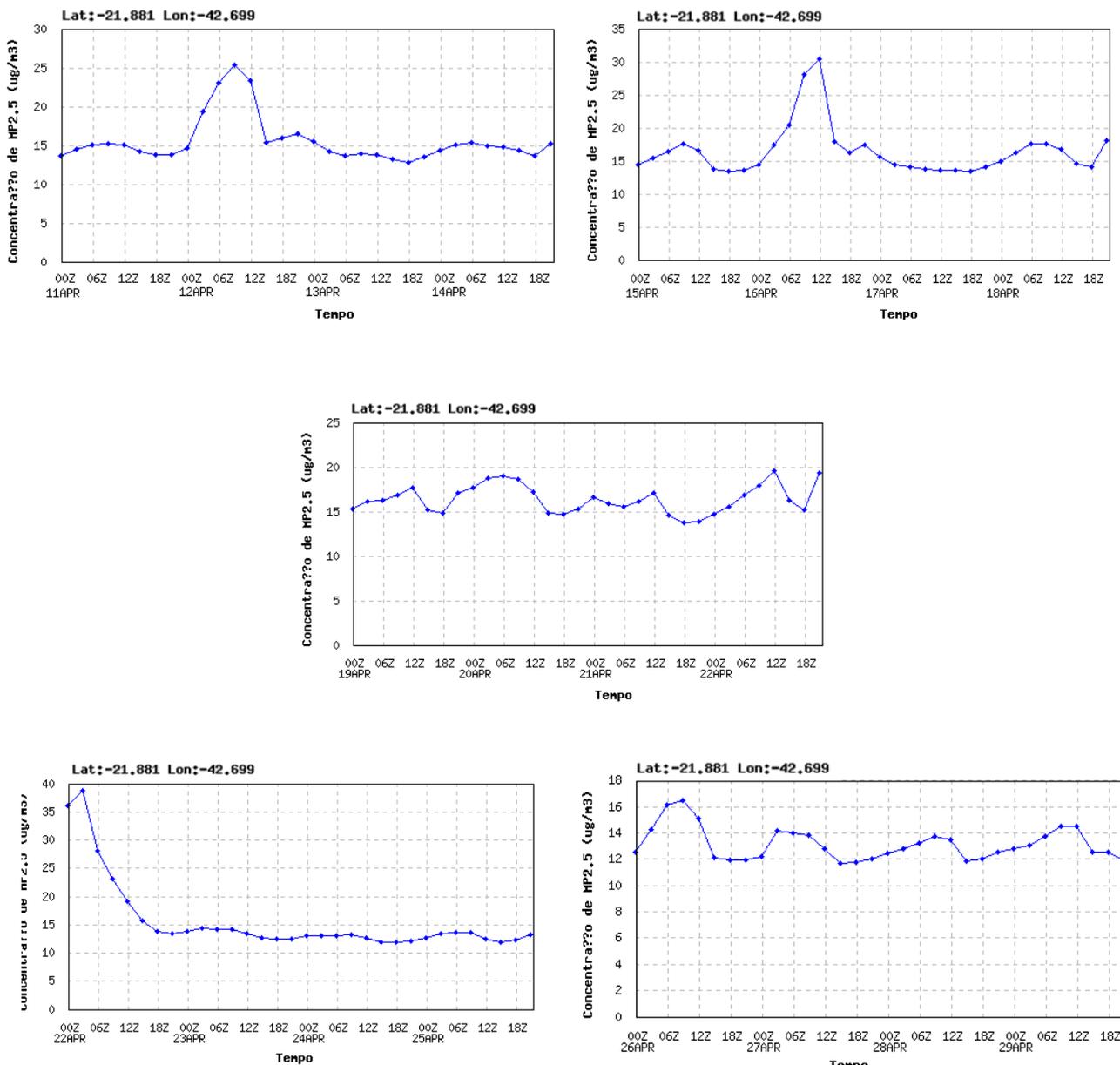


Figura 183 - Comportamento do material particulado em Além Paraíba/MG.

Fonte: Adaptado INMET, 2015d

• **Muriae/MG**

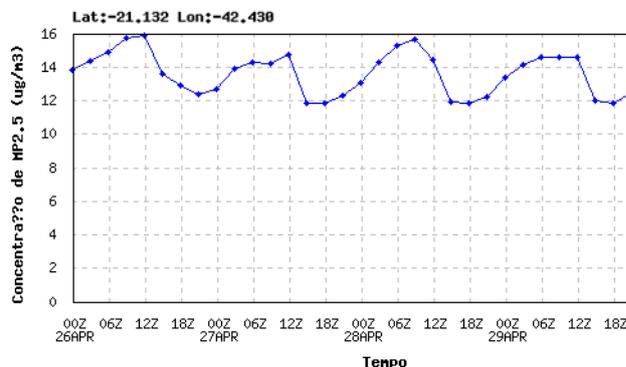
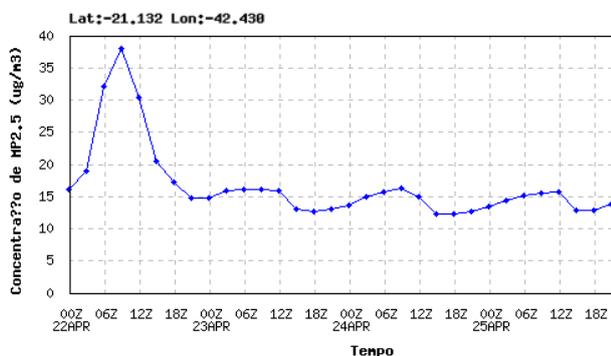
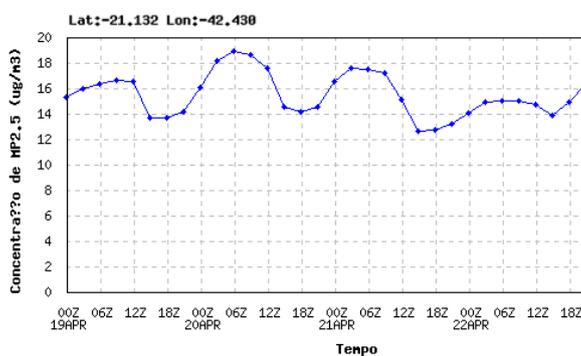
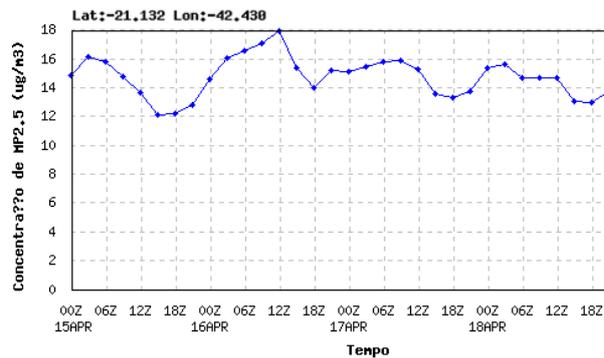
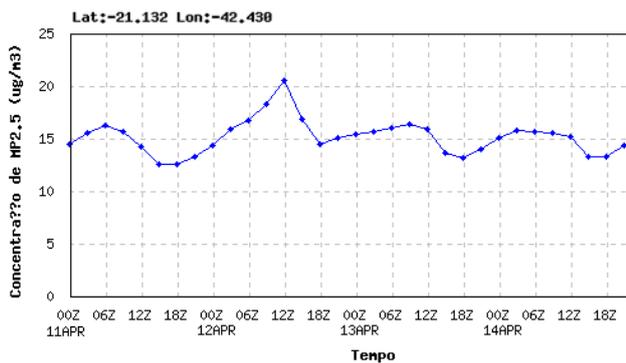


Figura 184 - Concentração do material particulado em Muriae/MG.
Fonte: Adaptado INMET, 2015d

• Caratinga/MG

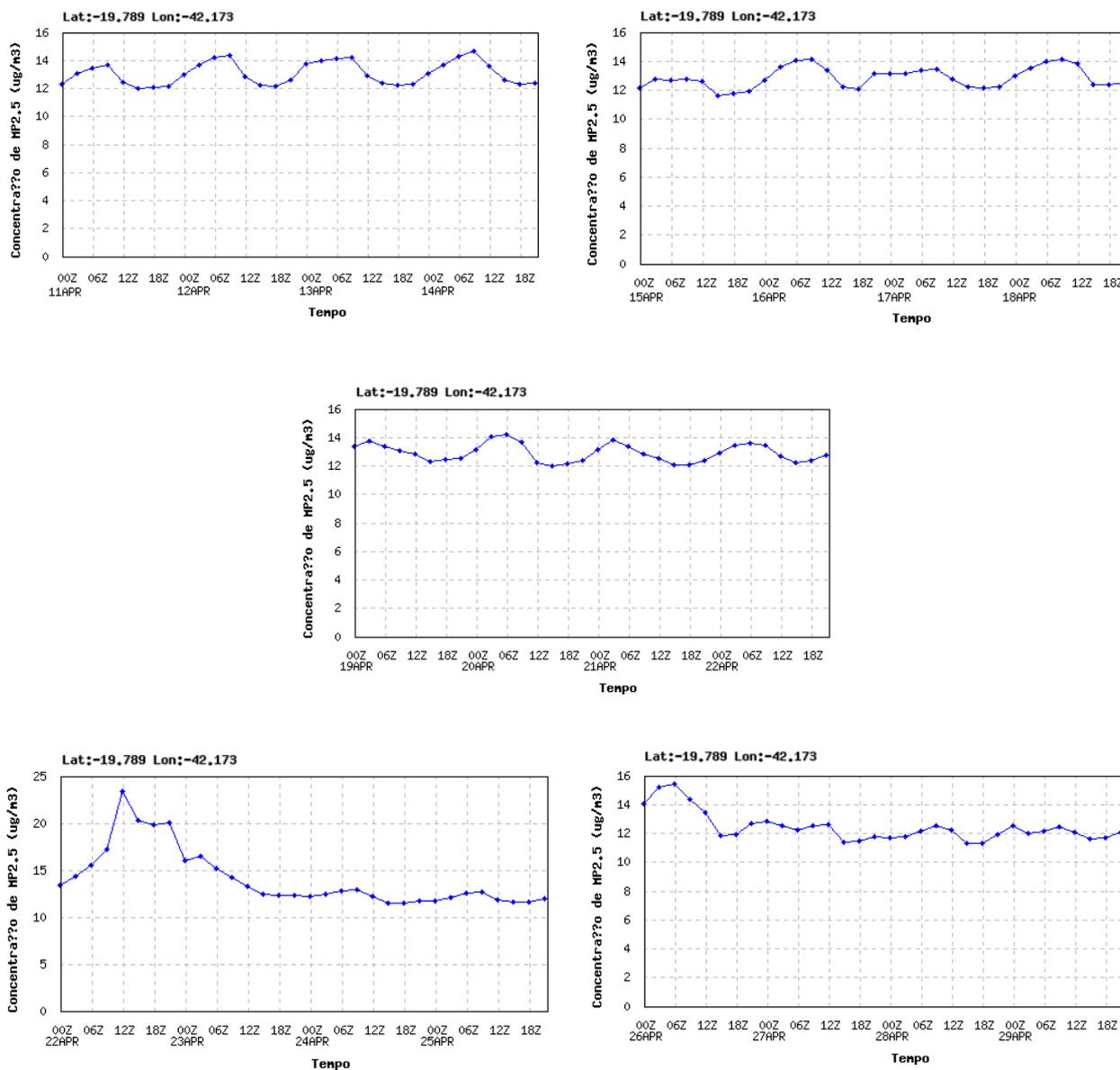


Figura 185 - Concentração do material particulado em Caratinga/MG.
Fonte: Adaptado INMET, 2015d

- Governador Valadares/MG

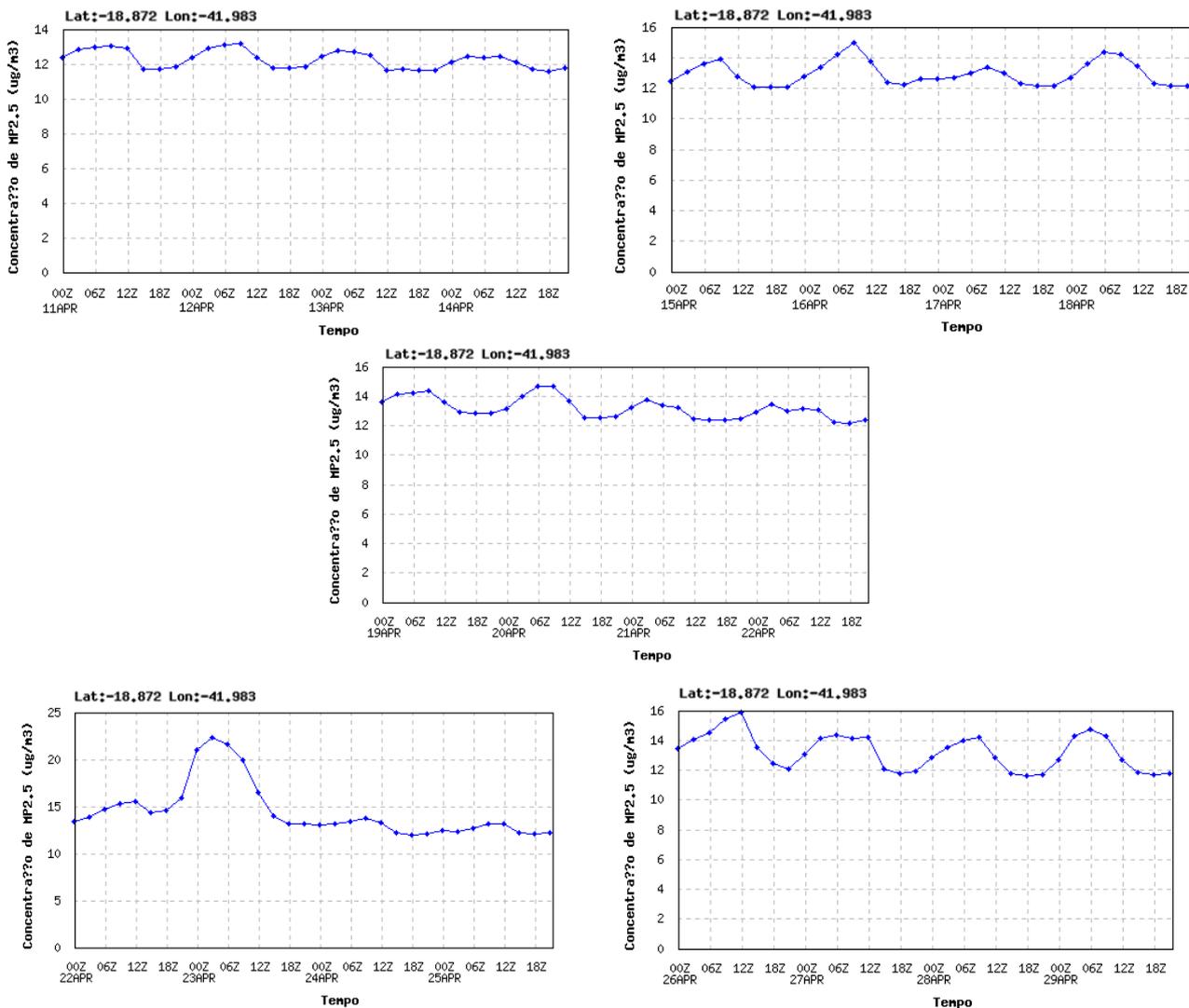


Figura 186 - Concentração do material particulado Valadares/MG.
 Fonte: Adaptado INMET, 2015d

- Teófilo Otoni/MG

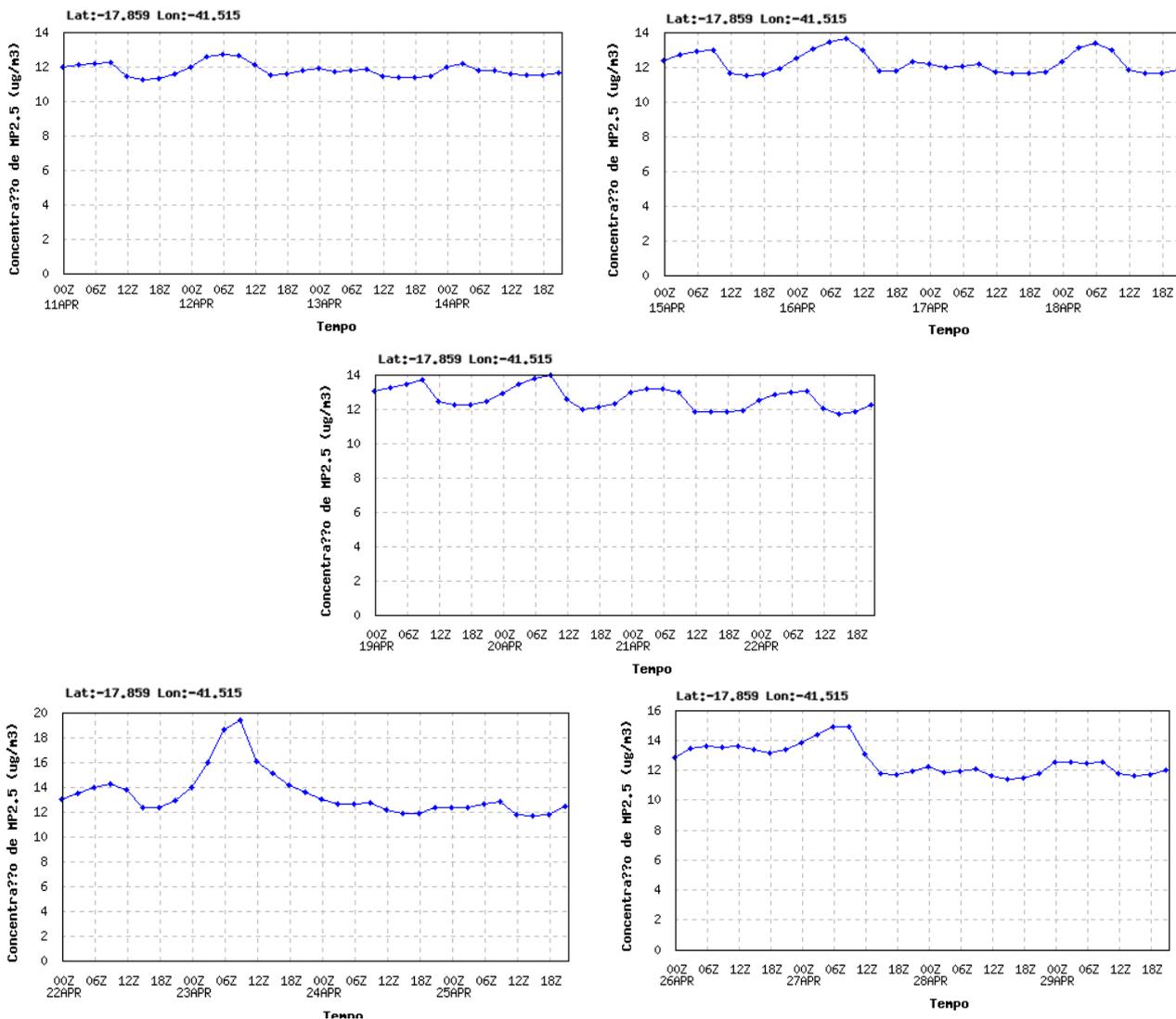


Figura 187 - Concentração do material particulado em Teófilo Otoni/MG.
 Fonte: Adaptado INMET, 2015d

6.1.7.5.1.3 Óxidos de Nitrogênio

Os óxidos de nitrogênio são substâncias formadas durante processos de combustão. Os veículos, geralmente, são os principais responsáveis pela emissão dos óxidos de nitrogênio nos grandes centros urbanos. O NO, sob a ação de luz solar, se transforma em NO₂ e tem papel importante na formação de oxidantes fotoquímicos, como o ozônio. Dependendo das concentrações, o NO₂ causa prejuízos à saúde (CETESB, 2014). A Figura 188 ilustra o comportamento do óxido de nitrogênio ao longo do trecho da rodovia. A imagem ilustra que as concentrações de óxidos de nitrogênio ao longo da rodovia variaram de 0,5 a 7,5 partes por bilhão, estando essas dentro do valor máximo estipulado pela Resolução CONAMA n°03/90.

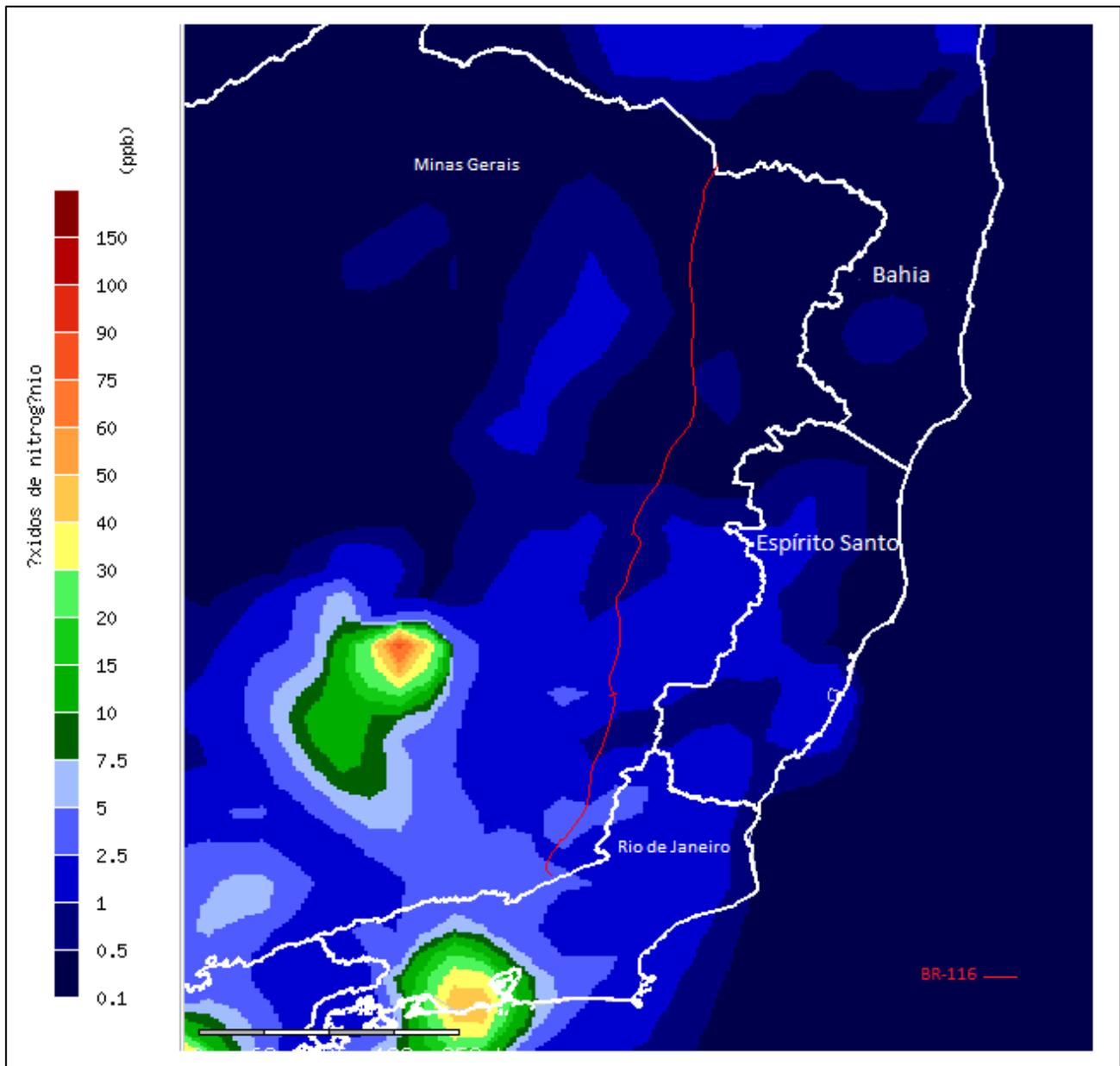


Figura 188 - Comportamento dos óxidos de nitrogênio ao longo da BR-116MG.
Fonte: Adaptado INMET, 2015d.

Nos centros urbanos estudados os valores das concentrações demonstram estar dentro do estipulado pela Resolução CONAMA n° 03/90 e Deliberação Normativa COPAM 11. As figuras a seguir ilustram os gráficos de cada centro urbano.

- Além Paraíba/MG

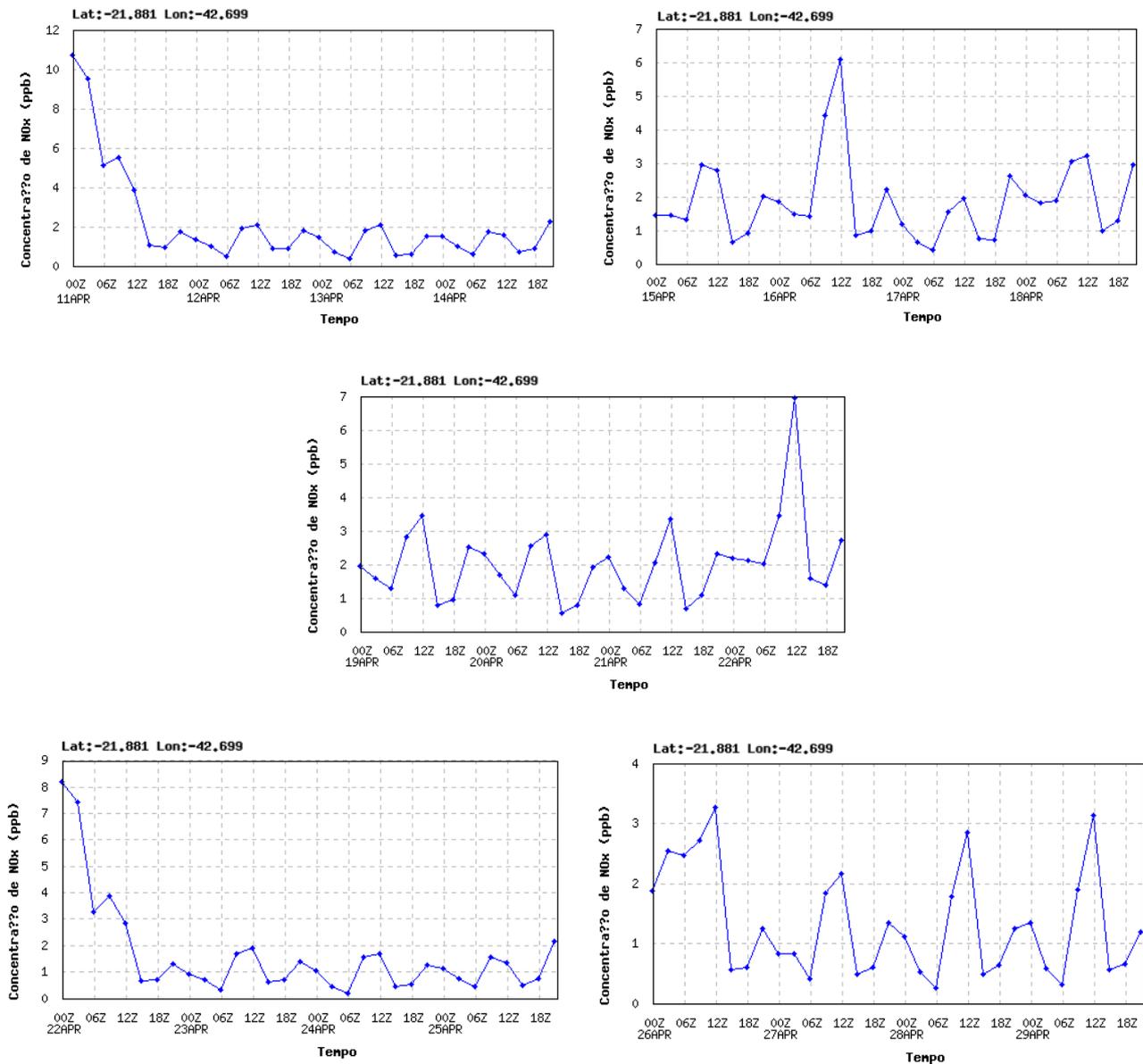
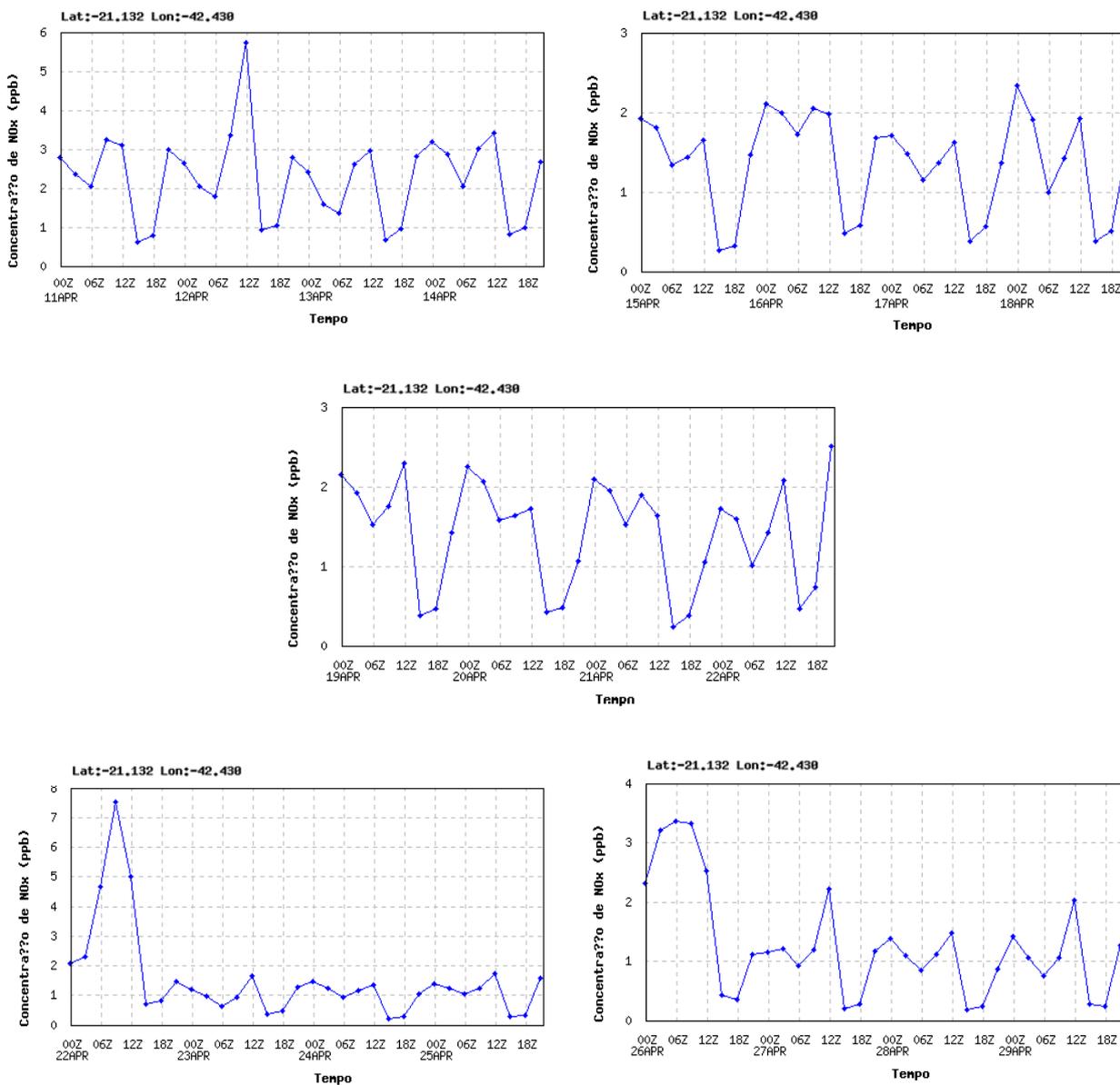


Figura 189 - Concentração dos óxidos de nitrogênio em Além Paraíba/MG.
 Fonte: Adaptado INMET, 2015d

• **Muriaé**



**Figura 190 - Concentração dos óxidos de nitrogênio em Muriaé/MG.
Fonte: Adaptado INMET, 2015d**

- Caratinga/MG

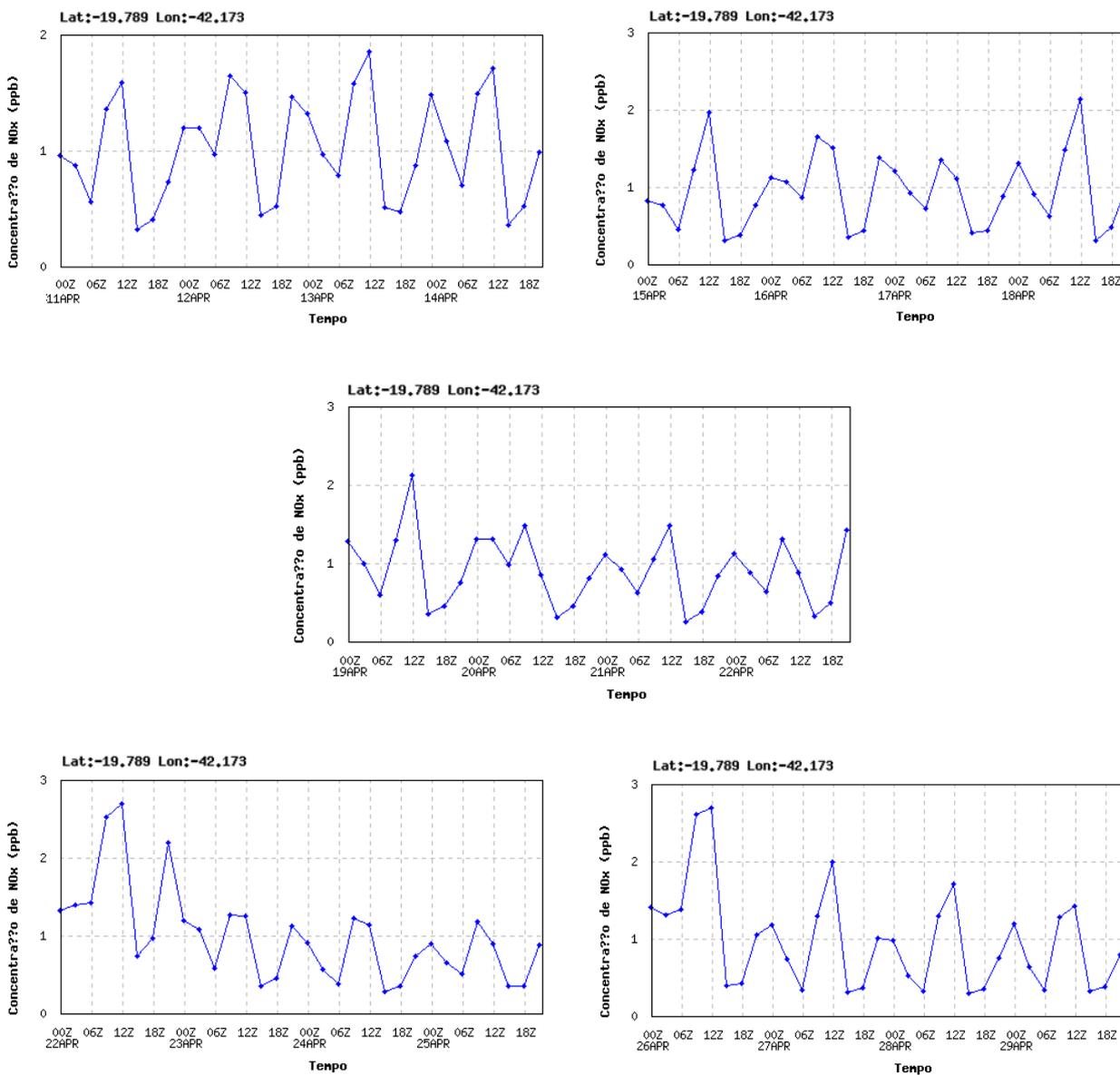
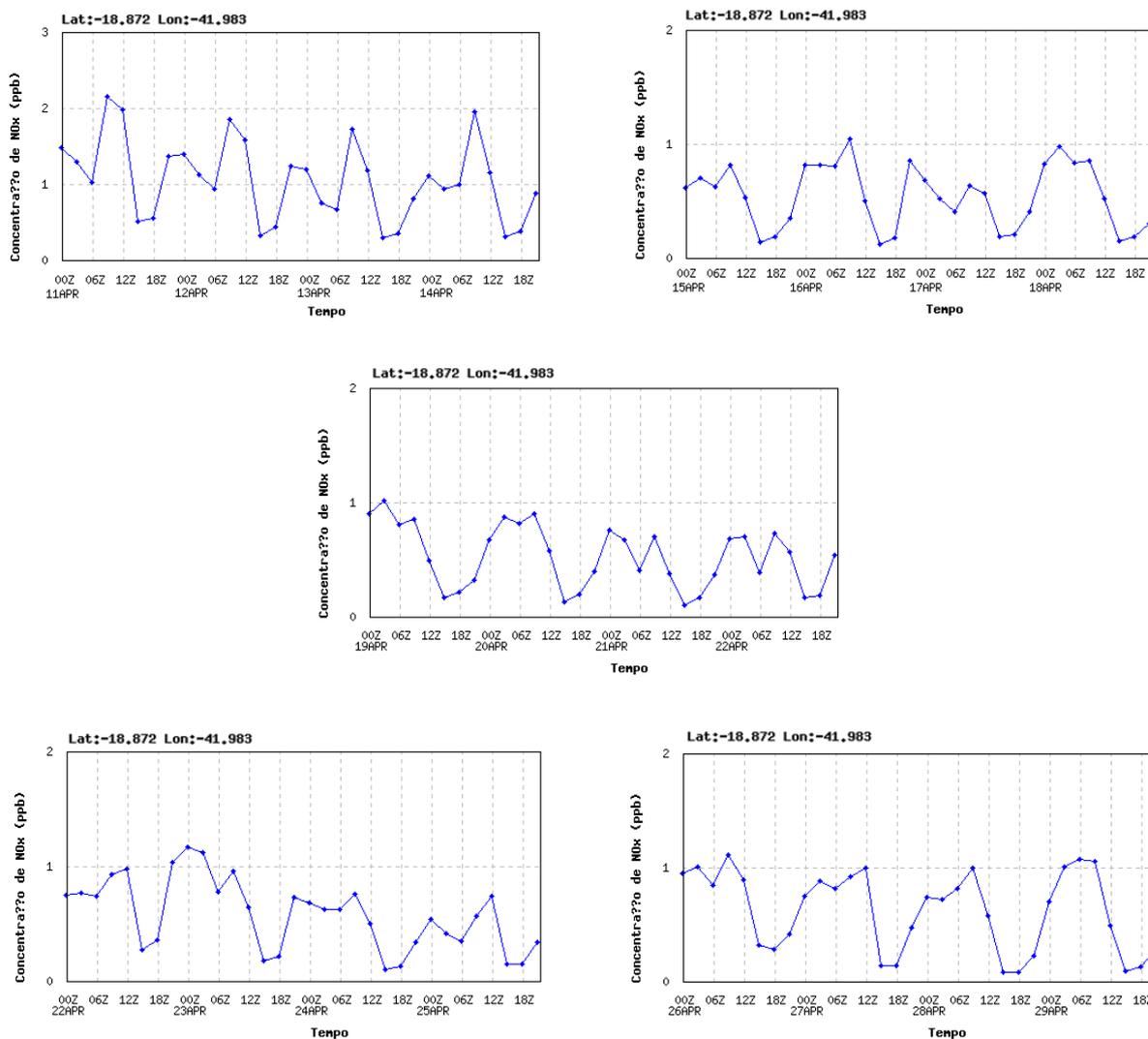


Figura 191 - Concentração dos óxidos de nitrogênio em Caratinga/MG.
Fonte: Adaptado INMET, 2015d

• **Governador Valadares/MG**



**Figura 192 - Concentração dos óxidos de nitrogênio em Governador Valadares/MG.
Fonte: Adaptado INMET, 2015d**

- Teófilo Otoni/MG

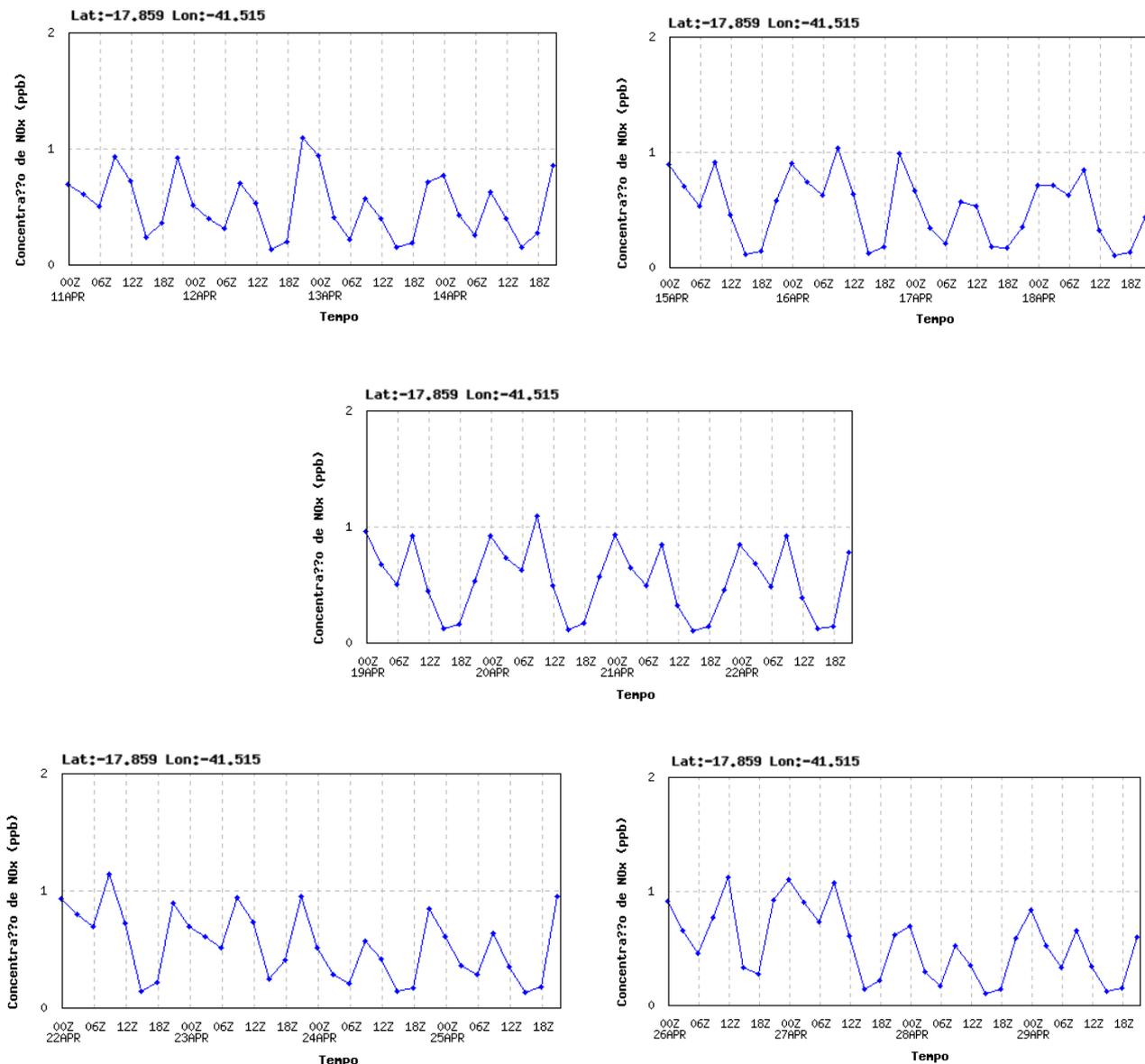


Figura 193 - Concentração dos óxidos de nitrogênio em Teófilo Otoni/MG.
 Fonte: Adaptado INMET, 2015d

6.1.7.5.1.4 Ozônio

O Ozônio (O₃) é um poluente secundário, formado a partir de outros poluentes atmosféricos, e é altamente oxidante na troposfera (camada inferior da atmosfera). A principal fonte de produção de ozônio é por meio de reações químicas complexas que acontecem entre o dióxido de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis, na presença de radiação solar. Estes poluentes são emitidos, principalmente, na queima de combustíveis fósseis, volatilização de combustíveis, criação de animais e na agricultura (MMA, 2014). A Figura 194 ilustra o comportamento do ozônio na área de

estudo. A variação da concentração do poluente variou dentro da faixa “Boa”, estando entre 5 a 20 partes por bilhão.

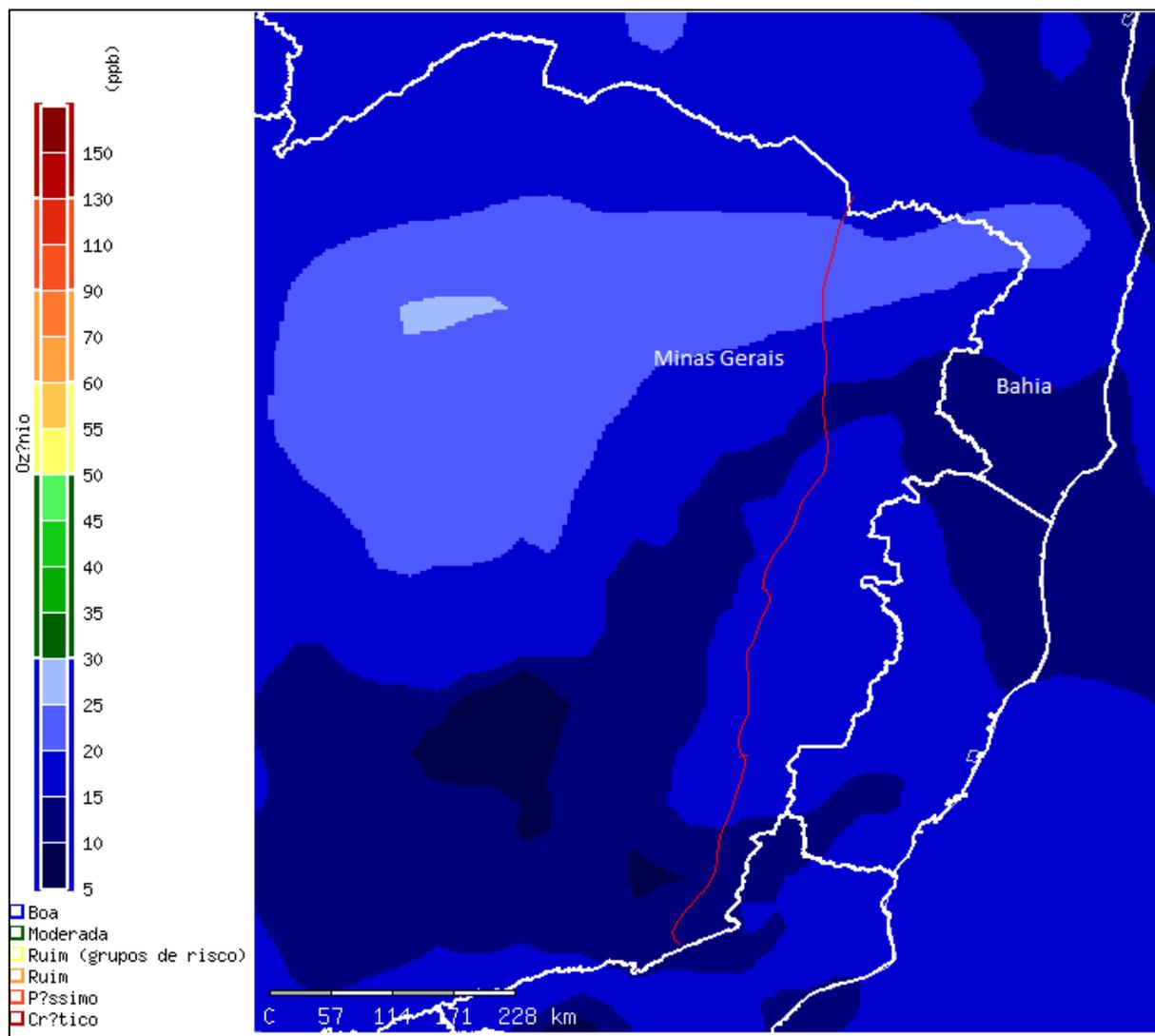


Figura 194 - Comportamento do Ozônio ao longo da BR-116/MG
Fonte: Adaptado INMET, 2015d

Nos centros urbanos estudados a concentração de ozônio não ultrapassou o estipulado pela Resolução CONAMA nº 03/90 de concentração média de uma hora de 160 microgramas por metro cúbico de ar). Assim comum aos demais elementos atmosféricos apresentados, o ozônio demonstrou uma sazonalidade com picos em função dos horários diários. As figuras a seguir ilustram com os gráficos relativos a cada centro urbano e as concentrações encontradas.

• Além Paraíba/MG

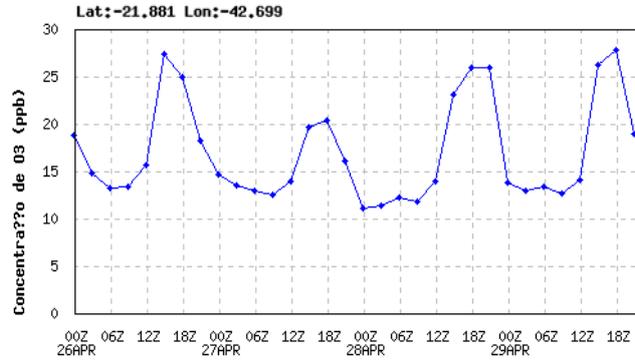
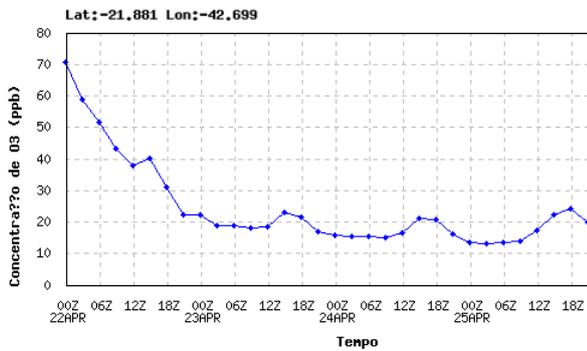
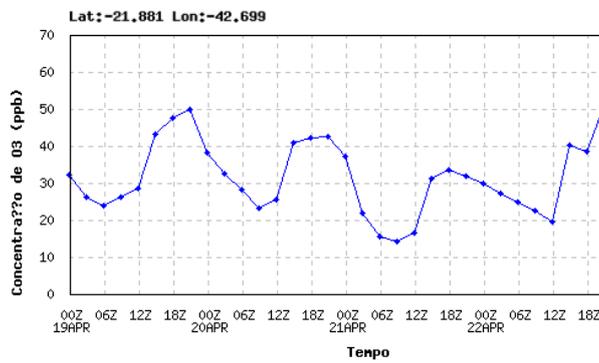
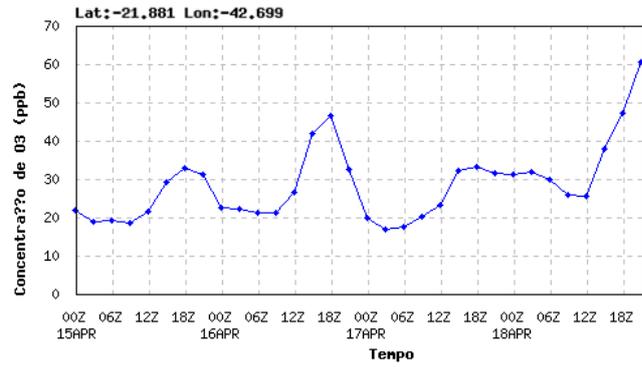
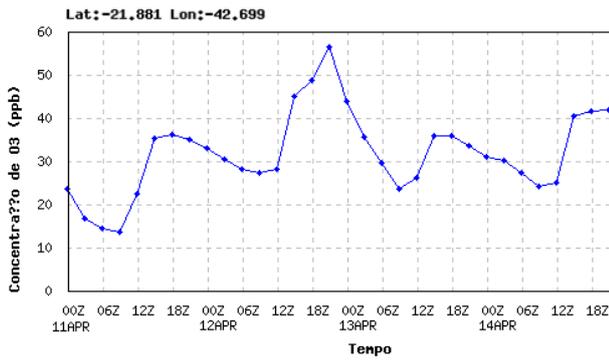
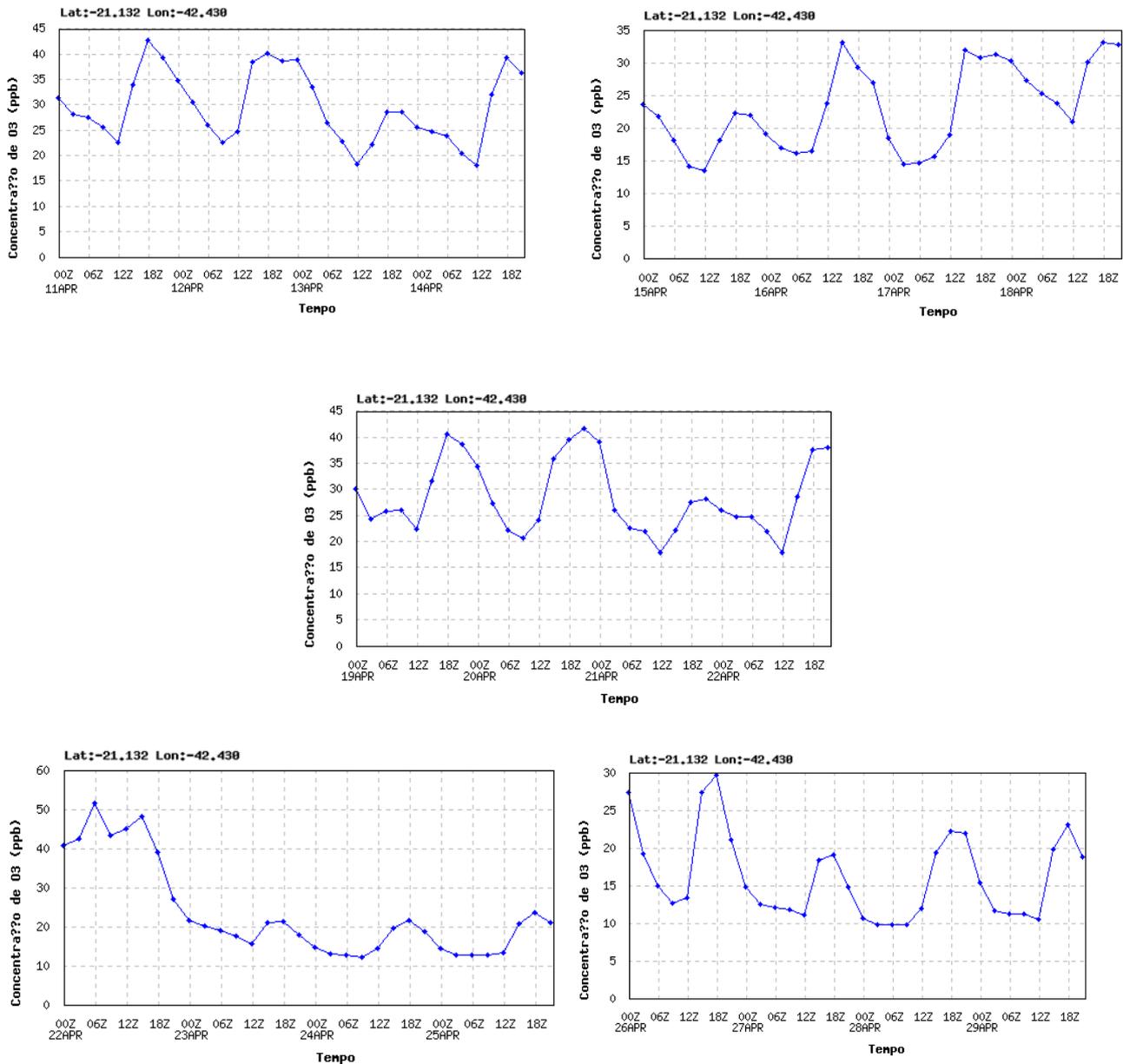


Figura 195 - Concentração de do material particulado em Além Paraíba/MG.
Fonte: Adaptado INMET, 2015d

• **Muriaé/MG**



**Figura 196 - Concentração de do material particulado em Muriaé/MG.
Fonte: Adaptado INMET, 2015d**

• Caratinga/MG

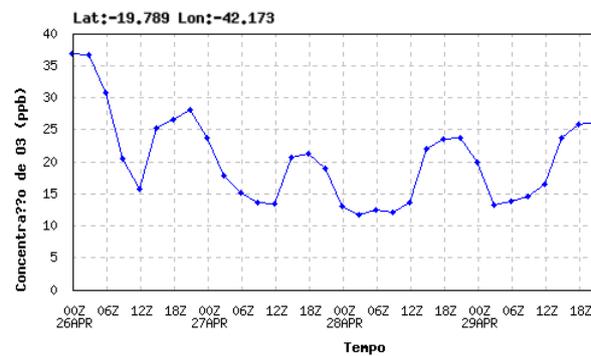
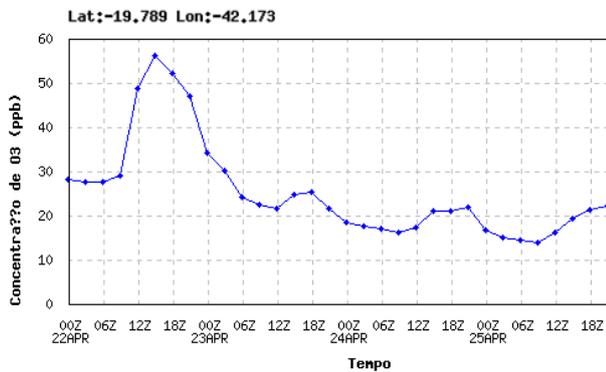
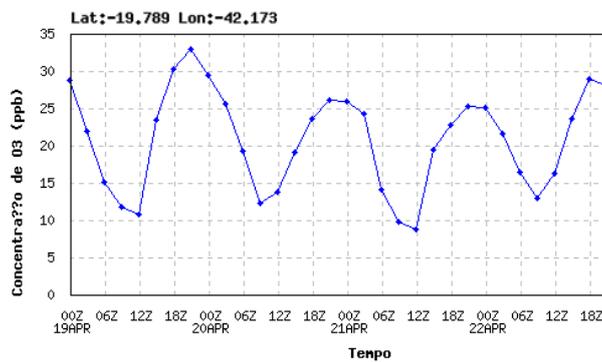
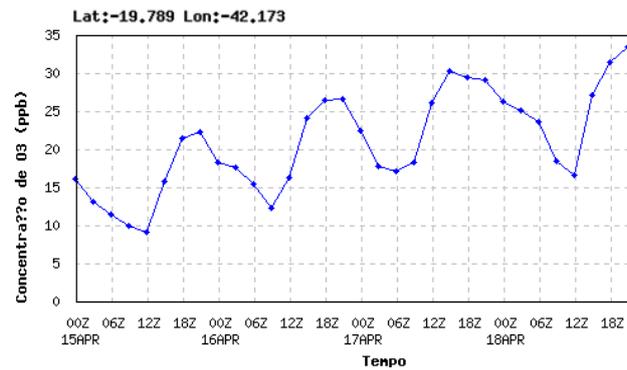
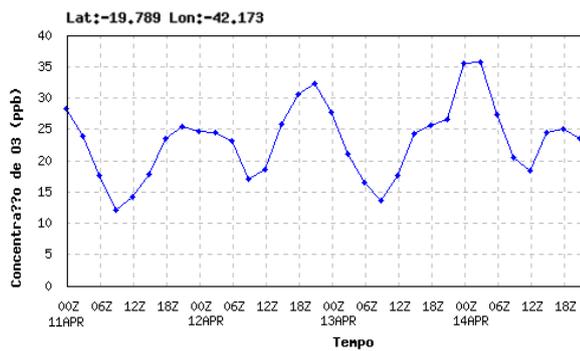


Figura 197 - Concentração de do material particulado em Caratinga/MG.
Fonte: Adaptado INMET, 2015d

• Governador Valadares/MG

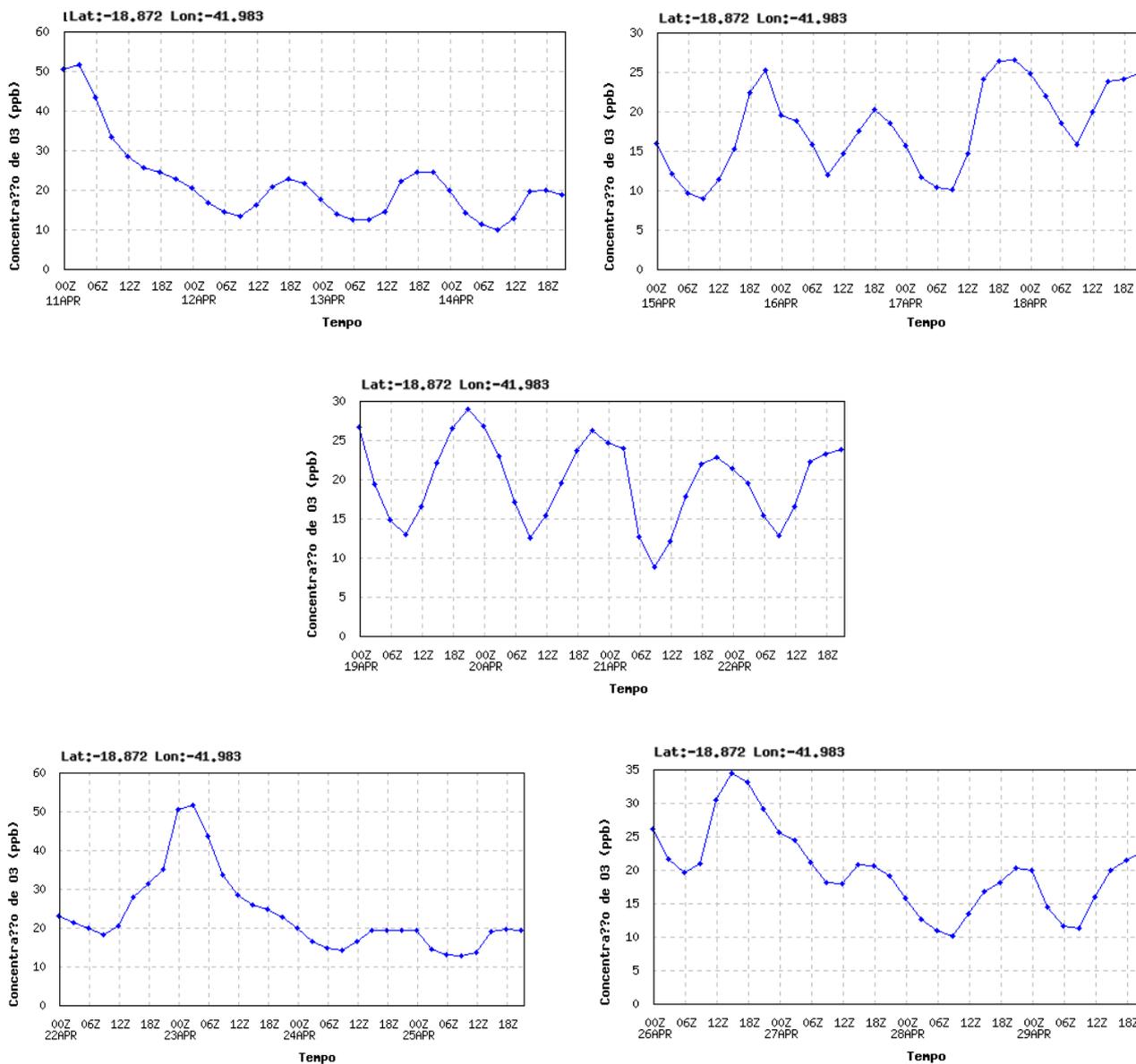


Figura 198 - Concentração de do material particulado em Governador Valadares/MG.
Fonte: Adaptado INMET, 2015d

- Teófilo Otoni/MG

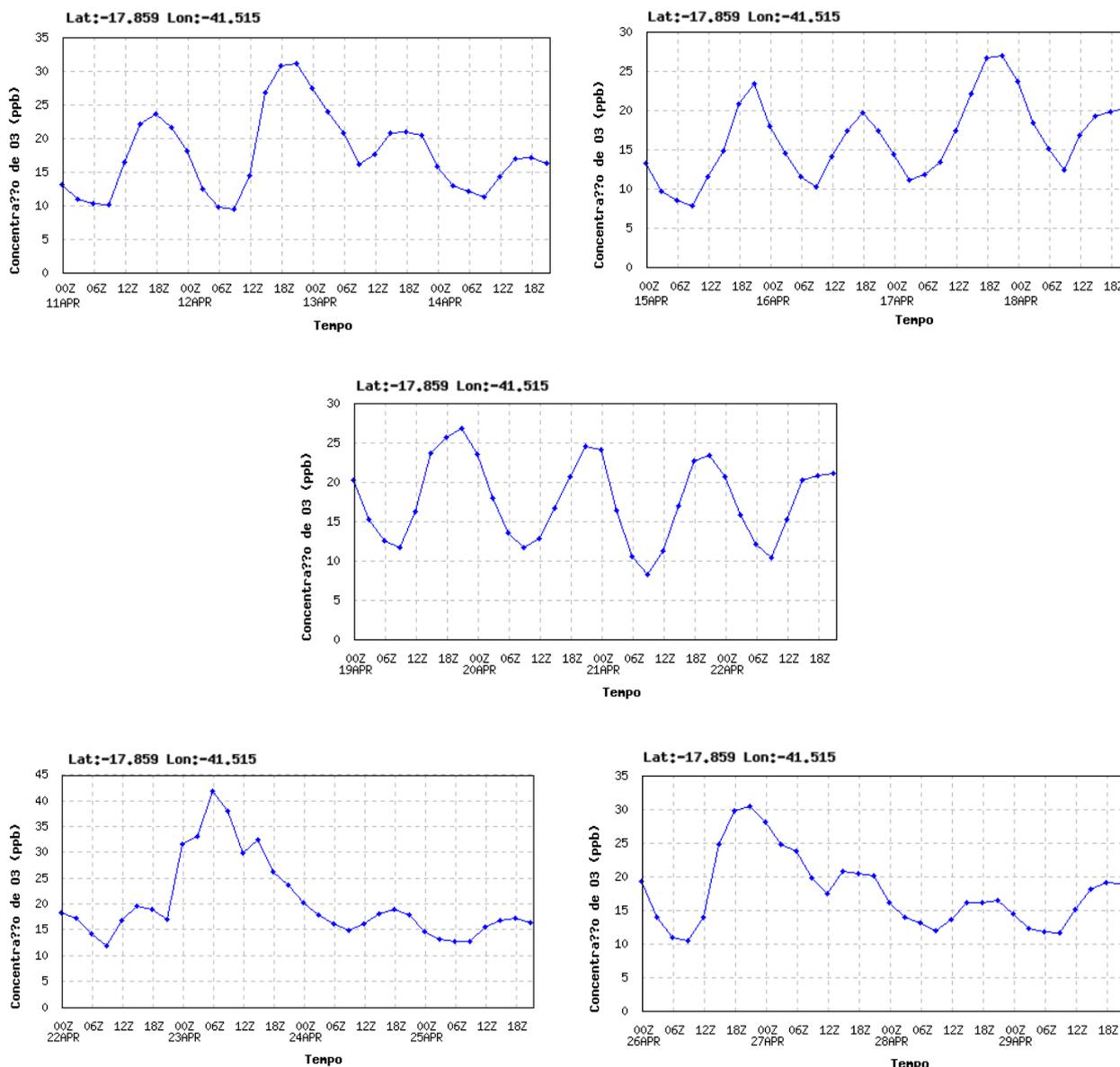


Figura 199 - Concentração de do material particulado em Teófilo Otoni/MG.
 Fonte: Adaptado INMET, 2015d

6.1.7.5.1.5 Poluição Atmosférica na Fase de Obras

Para a fase construtiva, deve ser monitorada a alteração da qualidade do ar no que diz respeito à geração de poeira, principalmente nas áreas de corte/aterro, durante a terraplanagem das áreas e no trecho de grande movimentação de equipamentos.

Os poluentes atmosféricos que mais comumente afetam a qualidade do ar no entorno de obras desse tipo são as partículas em suspensão, oriundas das escavações, do transporte de solos e de materiais de construção, e o manuseio de agregados na produção de concreto. Além disso, temos

os poluentes normais dos escapamentos dos veículos usados pelas construtoras, aliados ao tráfego normal da rodovia. A Tabela 25 traz o agente poluidor e as respectivas fontes poluidoras durante a fase construtiva do empreendimento.

Tabela 25 - Agentes e Fontes Poluidoras

Agente Poluidor	Fontes Poluidoras
Emissão de partículas	A principal fonte é o secador rotativo. Outras fontes são: peneiramento, transferência e manuseio de agregados, balança, pilhas de estocagem, tráfego de veículos e vias de acesso.
Emissão de gases	Combustão do óleo: óxido de enxofre, óxido de nitrogênio, monóxido de carbono e hidrocarbonetos. Misturador de asfalto: hidrocarbonetos. Aquecimento de cimento asfáltico: hidrocarbonetos. Tanques de estocagem de óleo combustível e de cimento asfáltico: hidrocarbonetos.
Emissões fugitivas	As principais fontes são pilhas de estocagem ao ar livre, carregamento dos silos frios, vias de tráfego, área de peneiramento, pesagem e mistura.
Obs: Emissões fugitivas são quaisquer lançamentos ao ambiente, sem passar primeiro por alguma chaminé ou duto projetados para corrigir ou controlar seu fluxo.	

Fonte: Norma DNIT 070/2006

O impacto ambiental causado, tanto pela poeira como pela lama, deverá ser generalizado ao longo da obra, sendo importante a tomada de algumas medidas no sentido de minimizar os efeitos causados. Embora quanto à geração de lama não se possam efetivar ações de maior controle, quanto à poeira pode-se umedecer o solo através de caminhões aspersores evitando o arraste do vento, e a utilização de equipamentos devidamente cobertos por lonas para o transporte de material das jazidas e do bota-fora.

Os equipamentos de britagem e de mistura de agregados devem ser equipados com aspersores de água para evitar o lançamento de material particulado na atmosfera. Centrais de concreto, quando próximas a áreas de ocupação humana, devem ter como equipamento obrigatório de controle um filtro de manga, com sistema de limpeza periódica manual, permitindo controlar a poluição do ar por finos. (Norma DNIT 070/2006).

As estradas de acesso e caminhos de serviço, nos trechos próximos a concentrações habitacionais, deverão receber tratamento apropriado para evitar a formação de nuvens de poeira oriundas do tráfego de veículos e máquinas.

A manutenção de veículos das construtoras, incluindo a verificação do nível de ruídos e a manutenção das características originais do sistema de escapamento, deve atender as

Resoluções CONAMA nº 10/89; 07/93; 226/97; 251/99 e 252/99, referentes aos padrões de emissões veiculares.

Segundo a Norma, o Projeto de Engenharia deve definir as áreas para as instalações de canteiros, jazidas, botafora, instalações industriais, enfim, toda a estrutura de apoio à construção do empreendimento, levando em considerações os seguintes pontos, a fim de se evitar danos maiores ao meio ambiente e à população diretamente afetada, bem como aos operários:

- Os areais, as pedreiras, as instalações de britagem e as usinas de asfalto, concretos e solos – bem como os depósitos para ligantes betuminosos não podem:
 - Situar-se em área de preservação ambiental,
 - Estar sujeitas a instabilidades físicas passíveis de ocorrência em cotas superiores (a exemplo: escorregamentos, deslizamentos, depósitos de tálus etc.);
 - Ser susceptíveis a cheias e inundações.
- As instalações de britagem e as usinas de asfalto bem como os depósitos para ligantes betuminosos, não devem:
 - Situar-se próximas as nascentes de cursos d'água;
 - Situar-se em linha reta com a direção predominante dos ventos e nucleamentos urbanos;
- O setor encarregado da supervisão ambiental das obras deverá consultar os órgãos ambientais com jurisdição nas áreas de operação das usinas, antes de sua instalação, a fim de estabelecer o nível necessário para o controle de emissão de gases e particulados pelas suas chaminés;
- Na operação das Usinas de Asfalto deverão ser adotadas as seguintes medidas:
 - Instalação de sistemas de controle de poluição do ar constituídos por ciclone e filtro de mangas ou de equipamentos que atendam aos padrões estabelecidos nas legislações vigentes;
 - Apresentar junto com o projeto para obtenção de licença, resultados de medições em chaminés que comprovem a capacidade do equipamento de controle proposto, para atender os padrões estabelecidos pelo órgão ambiental;
 - Dotar os silos de estocagem de agregado fino de proteções laterais e cobertura, para evitar dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento;
 - Enclausurar a correia transportadora de agregado frio;
 - Adotar procedimentos de forma que a alimentação do secador seja feita sem emissão visível para a atmosfera;

- Manter pressão negativa no secador rotativo, enquanto a usina estiver em operação, para evitar emissões de partículas na entrada e saída do mesmo;
- Dotar o misturador, os silos de agregado quente e as peneiras classificatórias do sistema de exaustão conectadas ao sistema de controle de poluição do ar, para evitar emissões de vapores e partículas para a atmosfera;
- Fechar os silos de estocagem de massa asfáltica;
- Pavimentar e manter limpas as vias de acesso internas, de tal modo que as emissões provenientes do tráfego de veículos não ultrapassem 20% de opacidade;
- Dotar os silos de estocagem de filler de sistema próprio de filtragem a seco.
- Adotar procedimentos operacionais que evitem a emissão de partículas provenientes dos sistemas de limpeza dos filtros de mangas e de reciclagem do pó retido nas mangas;
- Acionar os sistemas de controle de poluição do ar antes dos equipamentos de processo;
- Manter em boas condições de operação todos os equipamentos de processo e de controle;
- Dotar as chaminés de instalações adequadas para realização de medições;
- Substituir o óleo combustível por outra fonte de energia menos poluidora (gás ou eletricidade) e o estabelecimento de barreiras vegetais no local, sempre que possível.

Em relação aos equipamentos em geral, deverá ser promovido:

- A manutenção preventiva e corretiva permanente das máquinas e equipamentos em operação na obra, considerando a geração de ruídos, a geração de gases e odores e as condições de segurança operacional.

6.1.8 Ruído e Vibração

Entre os dias 16 a 20 de março de 2015 foram realizadas medições de ruídos e vibrações ambientais na BR-116/MG no trecho situado entre Além Paraíba/MG e Divisa Alegre/MG no estado de Minas Gerais.

6.1.8.1 Pontos de Medição

Os pontos de medição foram selecionados objetivando caracterizar os níveis de ruídos e vibrações no trecho da rodovia BR-116MG que será duplicada priorizando a coleta de dados em pontos críticos, como por exemplo: escolas, hospitais, igrejas, dentre outros. Durante avaliação em campo apenas um ponto foi realocado.

A Tabela 26 descreve para cada ponto de medição a sua localização, número de pistas de rolamento, largura da faixa de rolamento e coordenada. O ponto 1 de medição é o ponto inicial saindo da cidade de Além Paraíba/MG e o ponto 26 o ponto de medição na cidade de Divisa Alegre/MG. No ANEXO XI tem-se o registro fotográfico das medições nos pontos e no ANEXO XII o mapa com a localização dos pontos.

Tabela 26 - Pontos de medição de ruídos e vibrações

Pto. Localização	Referência	N.º de pistas norte	N.º de pistas sul	Larg. Da faixa de rolamento	Coordenada	
					Leste	Sul
RV01	Em frente à escola Municipal Anita Junqueira	1	1	3,6 m	737180	7587253
RV02	Próximo a escola Municipal	1	1	3,5 m	734882	7597817
RV03	Perímetro Urbano de Leopoldina	1	1	3,7 m	744907	7617909
RV04	Em frente a base do Corpo de Bombeiros	1	1	3,5 m	761652	7634974
RV05	Perímetro Urbano Bom Jesus da Cachoeira	2	1	3,6 m	769616	7647018
RV06	Em frente ao hospital de Câncer de Muriaé	1	1	3,4 m	772055	7663306
RV07	Perímetro Urbano de Glória	1	1	3,4	776749	7687855
RV08	Bicuíba	1	1	3,2 m	781117	7700915
RV09	Entrada para a Escola Municipal Mariano Francisco Souza	1	1	3,5 m	791198	7723292
RV10	Entrada de Vila Nova	1	1	3,6 m	796065	7759923
RV11	Em frente à Escola A. Mendes Simões	1	1	3,3 m	800303	7799920
RV12	Caratinga	2	2	3,4 m	800086	7809405
RV13	Dom Cavati	1	1	3,2 m	803842	7855008
RV14	Em frente à casa de repouso Nosso Lar	1	1	3,3 m	185713	7898780
RV15	Governador Valadares	1	1	3,2 m	187701	7910242
RV16	Chonin de baixo	1	1	3,7 m	185273	7933056
RV17	Campanário	1	1	3,4 m	211582	7981533
RV18	Perímetro urbano de Teófilo Otoni	2	2	3,3 m	233445	8023572
RV19	Mucuri	1	1	3,4 m	235487	8052382
RV20	Catuji	1	1	3,6 m	232508	8085344
RV21	Padre Paraíso	1	1	3,3 m	235465	8110782
RV22	Ponto dos Volantes	1	1	3,5 m	233109	8146219
RV23	Itaobim	1	1	3,2 m	232786	8167121
RV24	Medina	1	1	3,3 m	235817	8204537
RV25	Em frente a uma unidade de saúde e pousada Paraíso	1	1	3,4 m	243548	8237993
RV26	Divisa Alegre	1	1	3,3 m	248960	8260337

6.1.8.2 Condições Climáticas e Ambientais

As condições metrológicas das medições de campo foram sem chuva e de ventos fraco a moderado.

De acordo com a NBR 10.151 ABNT, em seu item 6.2.2, os limites de horário para o período diurno e noturno podem ser definidos pelas autoridades de acordo com os hábitos da população, contudo o período noturno deve começar às 22 horas e terminar às 7 horas do dia seguinte. Para o Diagnóstico do Meio Físico, foi adotada a norma supracitada com horários de medição no período diurno das 7 horas às 22 horas e noturno das 22 horas às 7 horas da manhã.

A Tabela 27 e a Tabela 28 apresentam os dados ambientais coletados das estações meteorológicas de observação de superfície automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) ao longo da campanha de medição.

Tabela 27 - Dados ambientais no período diurno.

Ponto	(dd/mm/aa)	Hora (hh:mm)	Estação meteorológica	Coordenadas		Temp. (°C)	Umid. (%)	Pressão Atm. (hPa)	Vento (m/s)
				Latitude	Longitude				
RV01	16/03/15	09:38	Juiz de Fora A518	-21.769965°	-43.364329°	23,1	81	911,4	1,8
RV02	16/03/15	10:03	Juiz de Fora A518	-21.769965°	-43.364329°	24,4	71	911,4	1,7
RV03	16/03/15	11:16	Juiz de Fora A518	-21.769965°	-43.364329°	25,2	66	910,9	2,1
RV04	16/03/15	11:54	Muriaé A517	-21.104867°	-42.375904°	29,6	61	980,1	1,3
RV05	16/03/15	12:22	Muriaé A517	-21.104867°	-42.375904°	29,6	58	979,3	1
RV06	16/03/15	14:11	Muriaé A517	-21.104867°	-42.375904°	32,3	48	977,2	2
RV07	16/03/15	15:24	Muriaé A517	-21.104867°	-42.375904°	30,9	54	976,6	0,2
RV08	16/03/15	16:16	Muriaé A517	-21.104867°	-42.375904°	28,9	64	976,1	0,7
RV09	16/03/15	16:40	Manhuaçu A556	-20.263378°	-42.182817°	29,0	45	918,8	3
RV10	16/03/15	17:46	Manhuaçu A556	-20.263378°	-42.182817°	27,3	52	918,7	2,5
RV11	16/03/15	19:00	Caratinga A554	-19.735757°	42.137146°	27,0	67	942,5	0,2
RV12	16/03/15	19:30	Caratinga A554	-19.735757°	42.137146°	27,0	67	942,5	0,2
RV13	17/03/15	08:34	Caratinga A554	-19.735757°	42.137146°	26,8	78	946,3	0,3
RV14	17/03/15	09:41	Gov. Valadares A532	-18.830354°	-41.977007°	Não há informação disponível			
RV15	17/03/15	10:34	Gov. Valadares A532	-18.830354°	-41.977007°	Não há informação disponível			
RV16	17/03/15	11:16	Gov. Valadares A532	-18.830354°	-41.977007°	Não há informação disponível			
RV17	17/03/15	12:00	Teófilo Otoni A527	-17.892840°	-41.515423°	Não há informação disponível			
RV18	17/03/15	12:52	Teófilo Otoni A527	-17.892840°	-41.515423°	Não há informação disponível			
RV19	17/03/15	14:25	Teófilo Otoni A527	-17.892840°	-41.515423°	Não há informação disponível			
RV20	17/03/15	15:26	Teófilo Otoni A527	-17.892840°	-41.515423°	Não há informação disponível			
RV21	17/03/15	15:45	Itaobim A550	-16.575667°	-41.485588°	33,9	28	980,9	1,4
RV22	17/03/15	16:36	Itaobim	-16.575667°	-41.485588°	33,9	28	980,9	1,4
RV23	17/03/15	17:23	Itaobim A550	-16.575667°	-41.485588°	33,9	28	980,9	1,4
RV24	17/03/15	18:11	Itaobim A550	-16.575667°	-41.485588°	33,9	28	980,9	1,4
RV25	17/03/15	18:50	Águas Vermelhas A549	-15.751536°	-41.457787°	26,7	45	926,9	2,7
RV26	17/03/15	19:30	Águas Vermelhas A549	-15.751536°	-41.457787°	24,5	53	926,9	2,7

Tabela 28 - Dados ambientais no período noturno.

Ponto	Data (dd/mm/aa)	Hora (hh:mm)	Estação meteorológica	Coordenadas		Temp. (°C)	Umid. (%)	Pressão Atm. (hPa)	Vento (m/s)
				Latitude	Longitude				
RV01	20/03/15	04:59	Juiz de Fora A518	-21.769965°	-43.364329°	18,4	94	909,7	2,3
RV02	20/03/15	04:41	Juiz de Fora A518	-21.769965°	-43.364329°	18,3	94	949,3	2,8
RV03	20/03/15	04:03	Juiz de Fora A518	-21.769965°	-43.364329°	18,3	94	949,3	2,8
RV04	20/03/15	03:36	Muriaé A517	-21.104867°	-42.375904°	Não há informação disponível			
RV05	20/03/15	03:13	Muriaé A517	-21.104867°	-42.375904°	Não há informação disponível			
RV06	20/03/15	02:29	Muriaé A517	-21.104867°	-42.375904°	Não há informação disponível			
RV07	20/03/15	01:49	Muriaé A517	-21.104867°	-42.375904°	Não há informação disponível			
RV08	20/03/15	01:31	Muriaé A517	-21.104867°	-42.375904°	Não há informação disponível			
RV09	20/03/15	01:00	Manhuaçu A556	-20.263378°	-42.182817°	21,2	77	922	2,8
RV10	20/03/15	00:02	Manhuaçu A556	-20.263378°	-42.182817°	20,5	81	922,7	1,1
RV11	19/03/15	23:21	Caratinga A554	-19.735757°	42.137146°	25,4	67	946	2,8
RV12	19/03/15	23:05	Caratinga A554	-19.735757°	42.137146°	25,4	67	946	2,8
RV13	19/03/15	22:00	Caratinga A554	-19.735757°	42.137146°	25,7	67	946	2,4
RV14	19/03/15	06:12	Gov. Valadares A532	-18.830354°	-41.977007°	Não há informação disponível			
RV15	19/03/15	05:48	Gov. Valadares A532	-18.830354°	-41.977007°	Não há informação disponível			
RV16	19/03/15	05:21	Gov. Valadares A532	-18.830354°	-41.977007°	Não há informação disponível			
RV17	19/03/15	04:36	Teófilo Otoni A527	-17.892840°	-41.515423°	Não há informação disponível			
RV18	19/03/15	03:15	Teófilo Otoni A527	-17.892840°	-41.515423°	Não há informação disponível			
RV19	19/03/15	02:27	Teófilo Otoni A527	-17.892840°	-41.515423°	Não há informação disponível			
RV20	19/03/15	01:53	Teófilo Otoni A527	-17.892840°	-41.515423°	Não há informação disponível			
RV21	19/03/15	01:25	Itaobim A550	-16.575667°	-41.485588°	Não há informação disponível			
RV22	19/03/15	00:35	Itaobim A550	-16.575667°	-41.485588°	Não há informação disponível			
RV23	19/03/15	00:10	Itaobim A550	-16.575667°	-41.485588°	Não há informação disponível			
RV24	18/03/15	23:34	Itaobim A550	-16.575667°	-41.485588°	Não há informação disponível			
RV25	18/03/15	22:58	Águas Vermelhas A549	-15.751536°	-41.457787°	21,3	79	930,5	0,1
RV26	18/03/15	22:10	Águas Vermelhas A549	-15.751536°	-41.457787°	21,5	79	930,5	0,1

6.1.8.3 Tráfego de Veículos

As medições do tráfego de veículos objetivaram caracterizar o trânsito dos veículos relacionando-os com os níveis de ruído e vibração da rodovia BR116/MG nas condições normais ambientais.

Foram contabilizados os veículos em cada ponto durante os períodos diurno e noturno de medição e classificados como:

- **carros** - carros de passeio, caminhonetes, utilitários e vans;
- **caminhões leves** - caminhões e ônibus de dois eixos;
- **caminhões pesados** - caminhões, carretas e veículos de grande porte com mais de dois eixos;
- **ônibus rodoviário** - ônibus grandes, com 3 eixos ou mais e
- **motocicletas.**

Tabela 29 - Classificação e contagem de veículos nos períodos diurno e noturno.

Pto.	Data (dd/mm)	Hora (hh:mm)	Período	Caminhões leves	Caminhões pesados	Ônibus	Carros	Motos	Total de Veículos
RV01	16/03	09:38	Diurno	6	11	2	38	3	60
	20/03	04:59	Noturno	3	4	1	10	0	18
RV02	16/03	10:03	Diurno	5	16	2	22	2	47
	20/03	04:41	Noturno	0	2	0	3	0	5
RV03	16/03	11:16	Diurno	7	14	0	54	5	80
	20/03	04:03	Noturno	1	1	0	2	0	4
RV04	16/03	11:54	Diurno	5	14	3	41	3	66
	20/03	03:36	Noturno	1	1	0	2	0	4
RV05	16/03	12:22	Diurno	4	13	4	25	1	47
	20/03	03:13	Noturno	0	3	1	3	0	7
RV06	16/03	14:11	Diurno	11	16	4	71	28	130
	20/03	2:29	Noturno	0	0	1	7	2	10
RV07	16/03	15:24	Diurno	5	22	1	38	1	67
	20/03	01:49	Noturno	1	6	2	2	0	11
RV08	16/03	16:16	Diurno	3	22	0	18	1	44
	20/03	01:31	Noturno	0	4	0	2	0	6
RV09	16/03	16:40	Diurno	0	13	1	17	3	34
	20/03	01:00	Noturno	0	5	1	2	0	8
RV10	16/03	17:46	Diurno	2	12	2	50	5	71
	20/03	00:02	Noturno	3	3	1	3	1	11
RV11	16/03	19:00	Diurno	1	15	1	24	11	52
	19/03	23:21	Noturno	1	1	1	9	1	13
RV12	16/03	19:30	Diurno	4	18	0	93	26	141
	19/03	23:05	Noturno	0	1	5	29	8	43
RV13	17/03	08:34	Diurno	5	11	0	30	9	55
	19/03	22:00	Noturno	1	4	0	5	1	11
RV14	17/03	09:41	Diurno	1	17	2	44	7	71
	19/03	06:12	Noturno	4	4	3	27	19	57
RV15	17/03	10:34	Diurno	22	22	1	105	59	209
	19/03	05:48	Noturno	3	13	0	22	16	54
RV16	17/03	11:16	Diurno	8	25	0	36	7	76
	19/03	05:21	Noturno	2	13	1	13	2	31
RV17	17/03	12:00	Diurno	4	13	4	34	1	56
	19/03	04:36	Noturno	1	11	1	3	0	16
RV18	17/03	12:52	Diurno	12	20	7	215	82	336
	19/03	03:15	Noturno	1	3	2	3	0	9
RV19	17/03	14:25	Diurno	3	9	1	27	10	50
	19/03	02:27	Noturno	1	1	2	2	0	6
RV20	17/03	15:26	Diurno	0	17	9	24	10	60
	19/03	01:53	Noturno	1	5	0	3	0	9
RV21	17/03	15:45	Diurno	0	16	2	13	2	33
	19/03	01:25	Noturno	0	5	0	2	0	7
RV22	17/03	16:36	Diurno	3	19	2	22	3	49

Pto.	Data (dd/mm)	Hora (hh:mm)	Período	Caminhões leves	Caminhões pesados	Ônibus	Carros	Motos	Total de Veículos
	19/03	00:35	Noturno	0	2	0	0	1	3
RV23	17/03	17:23	Diurno	3	17	1	18	12	51
	19/03	00:10	Noturno	0	5	0	2	0	7
RV24	17/03	18:11	Diurno	1	19	1	8	3	32
	18/03	23:34	Noturno	0	0	0	0	0	0
RV25	17/03	18:50	Diurno	1	13	0	9	7	30
	18/03	22:58	Noturno	0	7	0	1	1	9
RV26	17/03	19:30	Diurno	2	35	2	8	0	47
	18/03	22:10	Noturno	1	5	0	6	0	12
TOTAL DE VEÍCULOS NO PERÍODO DIURNO				118	439	52	1084	301	2365
TOTAL DE VEÍCULOS NO PERÍODO NOTURNO				25	109	22	163	52	

6.1.8.4 Ruídos

6.1.8.4.1 Configuração do Instrumento

Foram utilizados os equipamentos abaixo, os quais estão em conformidade com as normas IEC 60651, IEC 60.804, IEC 61260 e IEC 60.942 Todos os equipamentos possuem certificados de calibração emitidos pela Rede Brasileira de Calibração (RBC).

Tabela 30 - Equipamentos utilizados durante a medição.

Descrição	Fabricante	Modelo	Num. Serie	Data Certificado
Medidor de nível sonoro tipo 1	Larson Davis	Lxt	2586	29/09/2014
Microfone de campo livre (free-field)	PCB	377B02	102043	30/09/2014
Calibrador de Nível Sonoro	Larson Davis	CAL200	3231	15/01/2015

A cadeia de medição de pressão sonora (microfone – pré-amplificador – medidor) foi verificada com o calibrador acústico ajustado em 114,0 dB, antes e após a campanha de medição.

Tabela 31 - Tabela de calibração

	Data	Hora	Nível dB
Pré-calibração	16/03/2015	09:24	114,0
Pós -calibração	16/03/2015	19:43	114,1
Desvio	-	-	0,1
Pré-calibração	17/03/2015	08:30	114,0
Pós -calibração	17/03/2015	19:42	113,8
Desvio	-	-	-0,2
Pré-calibração	18/03/2015	22:08	114,0
Pós -calibração	19/03/2015	06:21	113,8
Desvio	-	-	-0,2
Pré-calibração	19/03/2015	21:56	114,0

	<i>Data</i>	<i>Hora</i>	<i>Nível dB</i>
Pós -calibração	20/03/2015	05:06	114,0
Desvio	-	-	0,0

6.1.8.4.2 Procedimento de Medição

O procedimento adotado para a campanha de medição reportada neste relatório segue as diretrizes gerais contidas na norma NBR 10151.

Configuração do equipamento:

- Circuito de resposta: Fast;
- Circuito de compensação RMS: Curva A;
- Circuito de compensação PICO: Curva C.
- Durante todas as medições, o microfone permaneceu protegido pelo barravento (windscreen), uma espuma especial, que protege contra rajadas de vento, que poderiam causar distorções nos valores medidos.
- O microfone ficou posicionado a 1,20 m do solo e afastado a pelo menos 1,5 m do limite da rodovia.
- A medição teve duração de até 15 minutos.

6.1.8.4.3 Resultados das Medições

Os valores apresentados neste item representam os níveis de ruído proveniente do trânsito de veículos na rodovia e estes veículos estão classificados como veículos de passeio, caminhões leves, caminhões pesados, ônibus rodoviários e motos. Outros ruídos oriundos do ambiente também foram captados.

Os níveis de pressão sonora são expressos em dB(A) e arredondados para o inteiro mais próximo. O L_{Aeq} é o Nível de pressão sonora equivalente, que é o nível de pressão sonora médio captado, o L_{max} é o nível de pressão sonora máximo medido durante a medição, o L_{90} é o dado estatístico (os níveis de ruído observados excedem o L_{90} em 90% do tempo) e os “Ruídos observados” referem-se aos eventos sonoros que foram perceptíveis durante as medições.

6.1.8.4.4 Medições no Período Diurno

As medições do período diurno estão dispostas na Tabela 32, que traz a identificação do ponto (sentido Além Paraíba/MG – Divisa Alegre/MG), a data e horário da medição, o L_{Aeq} , o $L_{máx}$ e o L_{90} , assim como a origem dos ruídos que foram observados durante as medições.

Tabela 32 - Ruído da fonte período diurno.

Ponto	Data (dd/mm)	Hora (hh:mm)	Duração (hh:mm)	L_{Aeq} dB(A)	$L_{máx}$ dB(A)	L_{90} dB(A)	Ruídos observados
RV01	16/03/15	09:38	00:10	76	94	53	Veículos (BR-116) + pássaros
RV02	16/03/15	10:03	00:10	76	94	41	Veículos (BR-116) + pássaros + galo + cavalos
RV03	16/03/15	11:16	00:10	75	92	50	Veículos (BR-116) + conversas + sino ao longe
RV04	16/03/15	11:54	00:10	73	92	55	Veículos (BR-116) + passagem de trator com caçamba batendo
RV05	16/03/15	12:22	00:10	75	93	46	Veículos (BR-116) + conversas + pessoa capinando + pássaros
RV06	16/03/15	14:11	00:10	73	95	54	Veículos (BR-116) + buzina
RV07	16/03/15	15:24	00:10	75	93	52	Veículos (BR-116) + pássaros + conversas + cães ao longe
RV08	16/03/15	16:16	00:10	77	94	51	Veículos (BR-116) + música + vento na vegetação
RV09	16/03/15	16:40	00:10	75	94	52	Veículos (BR-116) + buzina + vento na vegetação + pássaros
RV10	16/03/15	17:46	00:08	73	89	59	Veículos (BR-116) + freio de caminhão + conversas + pássaros
RV11	16/03/15	19:00	00:10	70	90	55	Veículos (BR-116) + música + conversas + passagem de bicicleta
RV12	16/03/15	19:30	00:10	74	99	61	Veículos (BR-116) + sirene de ré + conversas
RV13	17/03/15	08:34	00:10	70	85	61	Veículos (BR-116) + alívio de ar de caminhão (freio) + motor de caminhão ligado + conversas + pessoa varrendo a rua
RV14	17/03/15	09:41	00:10	75	97	54	Veículos (BR-116) + alívio de ar de caminhão (freio) + pássaros
RV15	17/03/15	10:34	00:10	73	86	64	Veículos (BR-116) + alívio de ar de caminhão (freio) + buzina
RV16	17/03/15	11:16	00:10	72	91	51	Veículos (BR-116) + conversas + pássaros
RV17	17/03/15	12:00	00:10	75	104	48	Veículos (BR-116) + buzina + vento na vegetação + alívio de ar de caminhão (freio)
RV18	17/03/15	12:52	00:10	73	87	64	Veículos (BR-116) + buzina + alívio de ar de ônibus (freio) + conversas
RV19	17/03/15	14:25	00:10	77	103	54	Veículos (BR-116) + alívio de ar de caminhão (freio) + música + pássaros
RV20	17/03/15	15:26	00:10	71	88	57	Veículos (BR-116) + buzina + ruído proveniente de instrumento musical + conversas
RV21	17/03/15	15:45	00:10	72	90	55	Veículos (BR-116) + conversas + alívio de ar de caminhão (freio) + máquinas de oficina + buzina
RV22	17/03/15	16:36	00:10	74	94	55	Veículos (BR-116) + freio de caminhão + sirene (ambulância) + conversas + buzina + pássaros
RV23	17/03/15	17:23	00:10	72	89	57	Veículos (BR-116) + buzina + parafusadeira
RV24	17/03/15	18:11	00:10	72	93	51	Veículos (BR-116) + buzina + insetos + cães + crianças + música

6.1.8.4.5 Medições no Período Noturno

As medições do período diurno estão dispostas na Tabela 33.

Tabela 33 - Ruído da fonte período noturno.

Ponto	Data (dd/mm)	Hora (hh:mm)	Duração (hh:mm)	Laeq dB(A)	Lmáx dB(A)	L90 dB(A)	Ruídos observados
RV01	20/03/15	04:59	00:06	74	94	53	Veículos (BR-116) + insetos
RV02	20/03/15	04:41	00:06	69	91	39	Veículos (BR-116) + insetos + galo
RV03	20/03/15	04:03	00:06	67	92	37	Veículo (BR-116) + galo + insetos
RV04	20/03/15	03:36	00:06	65	85	53	Veículos (BR-116) + motor de caminhão ligado + alívio de ar de caminhão + pássaros + cães
RV05	20/03/15	03:13	00:06	69	89	42	Veículos (BR-116) + insetos
RV06	20/03/15	02:29	00:06	65	85	36	Veículos (BR-116) + insetos
RV07	20/03/15	01:49	00:06	69	87	38	Veículos (BR-116) + insetos + ruído proveniente de queda de algum objeto + batida de porta de carro + cães
RV08	20/03/15	01:31	00:06	69	90	47	Veículos (BR-116) + insetos
RV09	20/03/15	01:00	00:06	70	91	40	Veículos (BR-116) + conversas + insetos
RV10	20/03/15	00:02	00:06	64	81	48	Veículos (BR-116) + veículo manobrando fora da BR-116 + música em veículo + insetos
RV11	19/03/15	23:21	00:06	65	86	46	Veículos (BR-116) + pessoas gritando (escola) + vento na vegetação
RV12	19/03/15	23:05	00:06	68	84	56	Veículos (BR-116) + vento na vegetação
RV13	19/03/15	22:00	00:06	67	86	50	Veículos (BR-116) + buzina + conversa
RV14	19/03/15	06:12	00:08	71	90	53	Veículos (BR-116) + pássaros
RV15	19/03/15	05:48	00:06	73	94	58	Veículos (BR-116) + buzina + pássaros
RV16	19/03/15	05:21	00:06	74	95	56	Veículos (BR-116) + galo + pássaros + conversas
RV17	19/03/15	04:36	00:06	71	88	46	Veículos (BR-116) + cães
RV18	19/03/15	03:15	00:06	69	88	42	Veículos (BR-116) + conversas
RV19	19/03/15	02:27	00:06	67	88	36	Veículos (BR-116) + cães + insetos
RV20	19/03/15	01:53	00:06	68	83	46	Veículos (BR-116) + cães
RV21	19/03/15	01:25	00:06	68	88	41	Veículos (BR-116) + buzina + cães + galo
RV22	19/03/15	00:35	00:06	65	88	40	Veículos (BR-116) + alívio de ar de caminhão (freio) + gritos + insetos
RV23	19/03/15	00:10	00:06	74	97	42	Veículos (BR-116) + buzina + insetos
RV24	18/03/15	23:34	00:06	44	61	34	Cães + insetos + vento na vegetação
RV25	18/03/15	22:58	00:06	78	105	50	Veículos (BR-116) + buzina + batida na lataria do caminhão (impulsivo)
RV26	18/03/15	22:10	00:06	74	100	43	Veículos (BR-116) + buzina + vento na vegetação

6.1.8.4.6 Conclusão

O estudo teve como objetivo principal caracterizar os níveis de pressão sonora na atualidade da BR-116/MG no trecho de Além Paraíba/Mg a Divisa Alegre/MG antes da duplicação do trecho. O L_{Aqe} medido, tanto no período diurno quanto noturno não é obedecido de acordo com o estipulado pela NBR 10.151/2000. A única medição que esteve com o limite abaixo do valor da norma foi o

ponto 24 no período noturno, fato este devido durante a medição não ter ocorrido o tráfego de veículos e sim apenas o som ambiente (Tabela 35).

Tabela 34 - Tabela de limites de acordo com a norma NBR 101.51/2000

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: NBR 101.51/2000

Tabela 35 - Resultados das medições de ruídos

Ponto	Período	Ruído ambiente dB(A)	Nível admissível dB(A)	Condição dB(A)	NCA dB(A)
01	Diurno	76	50	Acima	76
	Noturno	74	45	Acima	74
02	Diurno	76	50	Acima	76
	Noturno	69	45	Acima	69
03	Diurno	75	55	Acima	75
	Noturno	67	50	Acima	67
04	Diurno	73	55	Acima	73
	Noturno	65	50	Acima	65
05	Diurno	75	50	Acima	75
	Noturno	69	45	Acima	69
06	Diurno	73	50	Acima	73
	Noturno	65	45	Acima	65
07	Diurno	75	55	Acima	75
	Noturno	69	50	Acima	69
08	Diurno	77	55	Acima	77
	Noturno	69	50	Acima	69
09	Diurno	75	50	Acima	75
	Noturno	70	45	Acima	70
10	Diurno	73	50	Acima	73
	Noturno	64	45	Acima	64
11	Diurno	70	55	Acima	70
	Noturno	65	50	Acima	65
12	Diurno	74	55	Acima	74
	Noturno	68	50	Acima	68
13	Diurno	70	55	Acima	70

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-116/MG

Ponto	Período	Ruído ambiente dB(A)	Nível admissível dB(A)	Condição dB(A)	NCA dB(A)
	Noturno	67	50	Acima	67
14	Diurno	75	55	Acima	75
	Noturno	71	50	Acima	71
15	Diurno	73	50	Acima	73
	Noturno	73	45	Acima	73
16	Diurno	72	50	Acima	72
	Noturno	74	45	Acima	74
17	Diurno	75	50	Acima	75
	Noturno	71	45	Acima	71
18	Diurno	73	50	Acima	73
	Noturno	69	45	Acima	69
19	Diurno	77	50	Acima	77
	Noturno	67	45	Acima	67
20	Diurno	71	50	Acima	71
	Noturno	68	45	Acima	68
21	Diurno	72	50	Acima	72
	Noturno	68	45	Acima	68
22	Diurno	74	50	Acima	74
	Noturno	65	45	Acima	65
23	Diurno	72	50	Acima	72
	Noturno	74	45	Acima	74
24	Diurno	72	50	Acima	72
	Noturno	44	45	Abaixo	45
25	Diurno	72	50	Acima	72
	Noturno	78	45	Acima	78
26	Diurno	75	50	Acima	75
	Noturno	74	45	Acima	74

6.1.8.5 Vibrações

6.1.8.5.1 Descrição do Instrumento e Configuração do Medidor

A descrição do equipamento e sua data de calibração segue o descrito na Tabela 36.

Tabela 36 - Configuração do equipamento

Descrição	Fabricante	Modelo	Num. Série	Calibração
Medidor de vibração	Larson Davis	HVM-100	01001	30/01/14
Acelerômetro triaxial	Dytran	3093M8	00716	19/05/14

A configuração do medidor está disposta na Tabela 37.

Tabela 37- Configuração do medidor acelerômetro

	Eixo X	Eixo Y	Eixo Z
Fator de Soma	1,0	1,0	1,0
Ponderação	WB	WB	WB
Sensibilidade	99,75 mV/g	96,90 mV/g	99,70 mV/g
Ganho	40 dB	40 dB	40 dB
Taxa de amostragem	lento (Slow) – 1s		

6.1.8.5.2 Procedimento de Medição

A execução das medições de vibrações seguiu a Norma Internacional ISO 2631-2:2003 – “Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration – Part 2: Vibration in buildings”.

As medições de vibração deveriam ser executadas a 5m do eixo central da via e a 10m e 12m do eixo principal da via. Essa medição em várias distâncias do eixo da rodovia foi possível apenas nos pontos 02, 06, 07, 09, 10, 13, 14, 19, 22 e 26. Nos demais pontos não havia pavimentação ou um local adequado para fixação do acelerômetro, como pode ser visualizado nas fotos em anexo, não sendo possível dessa forma, medir a 10m e 12m do eixo principal da via.

6.1.8.5.3 Medições no Período Diurno

As medições do período diurno estão dispostas na Tabela 38, que traz a identificação do ponto, a data, horário, duração, sentido do fluxo dos veículos, medição dos eixos do acelerômetro, o somatório e a descrição das fontes de vibração que foram observados durante as medições.

Tabela 38 - Resultados das medições no período diurno

Ponto	Data	Horário	Duração	Sentido do fluxo	Índice	Eixo X m/s ²	Eixo Y m/s ²	Eixo Z m/s ²	SUM m/s ²	Descrição das Fontes
RV01	16/03/15	09:38	00:10	Norte	Aeq	0,009	0,004	0,015	0,018	Veículos
					Amáx	0,030	0,014	0,051	0,054	
					Amp	0,054	0,019	0,097	0,097	
					Amin	0,001	0,001	0,003	0,006	
RV02	16/03/15	10:03	00:10	Norte	Aeq	0,004	0,002	0,009	0,010	Veículos
					Amáx	0,016	0,007	0,024	0,025	
					Amp	0,030	0,015	0,041	0,041	
					Amin	0,001	0,001	0,002	0,002	
RV02 10 m	16/03/15	10:16	00:10	Norte	Aeq	0,003	0,001	0,004	0,005	Veículos
					Amáx	0,012	0,003	0,012	0,014	
					Amp	0,019	0,006	0,020	0,022	
					Amin	0,001	0,000	0,001	0,002	

Ponto	Data	Horário	Duração	Sentido do fluxo	Índice	Eixo X m/s ²	Eixo Y m/s ²	Eixo Z m/s ²	SUM m/s ²	Descrição das Fontes
RV02 12 m	16/03/15	10:29	00:10	Norte	Aeq	0,002	0,001	0,006	0,006	Veículos
					Amáx	0,006	0,004	0,019	0,019	
					Amp	0,011	0,008	0,032	0,031	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
RV03	16/03/15	11:16	00:10	Norte	Aeq	0,027	0,048	0,009	0,055	Veículos
					Amáx	0,078	0,165	0,030	0,171	
					Amp	0,126	0,251	0,035	0,252	
					Amin	0,004	0,005	0,001	0,014	
RV04	16/03/15	11:54	00:10	Norte	Aeq	0,007	0,003	0,023	0,025	Veículos
					Amáx	0,019	0,010	0,121	0,122	
					Amp	0,034	0,015	0,193	0,194	
					Amin	0,001	0,001	0,003	0,004	
RV05	16/03/15	12:22	00:10	Norte	Aeq	0,007	0,004	0,014	0,016	Veículos
					Amáx	0,037	0,065	0,071	0,077	
					Amp	0,056	0,206	0,122	0,205	
					Amin	0,001	0,001	0,003	0,004	
RV06	16/03/15	14:11	00:10	Sul	Aeq	0,027	0,076	0,010	0,081	Veículos
					Amáx	0,079	0,192	0,040	0,200	
					Amp	0,122	0,319	0,059	0,326	
					Amin	0,003	0,016	0,001	0,019	
RV06 10 m	30/12/99	00:00	00:00	Sul	Aeq	0,007	0,003	0,022	0,023	Veículos
					Amáx	0,023	0,014	0,078	0,079	
					Amp	0,037	0,023	0,126	0,126	
					Amin	0,002	0,001	0,004	0,005	
RV06 12 m	16/03/15	14:34	00:10	Sul	Aeq	0,007	0,002	0,019	0,020	Veículos
					Amáx	0,022	0,006	0,069	0,069	
					Amp	0,036	0,013	0,129	0,129	
					Amin	0,001	0,001	0,004	0,006	
RV07	16/03/15	15:24	00:10	Norte	Aeq	0,003	0,002	0,022	0,022	Veículos
					Amáx	0,008	0,009	0,242	0,241	
					Amp	0,018	0,021	0,501	0,499	
					Amin	0,001	0,001	0,002	0,002	
RV07 10 m	16/03/15	15:37	00:10	Norte	Aeq	0,004	0,002	0,008	0,009	Veículos
					Amáx	0,013	0,009	0,022	0,022	
					Amp	0,023	0,016	0,044	0,043	
					Amin	0,001	0,001	0,002	0,002	
RV07 12 m	16/03/15	15:48	00:10	Norte	Aeq	0,003	0,001	0,007	0,008	Veículos
					Amáx	0,009	0,004	0,018	0,018	
					Amp	0,023	0,015	0,036	0,036	
					Amin	0,001	0,001	0,002	0,003	
RV08	16/03/15	16:16	00:08	Norte	Aeq	0,013	0,030	0,003	0,033	Veículos
					Amáx	0,041	0,081	0,009	0,089	
					Amp	0,069	0,127	0,019	0,129	
					Amin	0,004	0,005	0,001	0,010	

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-116/MG

Ponto	Data	Horário	Duração	Sentido do fluxo	Índice	Eixo X m/s ²	Eixo Y m/s ²	Eixo Z m/s ²	SUM m/s ²	Descrição das Fontes
RV09	16/03/15	16:40	00:08	Norte	Aeq	0,005	0,002	0,019	0,020	Veículos
					Amáx	0,013	0,005	0,050	0,051	
					Amp	0,031	0,013	0,098	0,100	
					Amin	0,002	0,001	0,004	0,005	
RV09 10 m	16/03/15	16:50	00:08	Norte	Aeq	0,003	0,002	0,019	0,019	Veículos
					Amáx	0,009	0,006	0,061	0,061	
					Amp	0,025	0,026	0,121	0,121	
					Amin	0,001	0,001	0,005	0,005	
RV09 12 m	30/12/99	00:00	00:00	Norte	Aeq	0,003	0,001	0,007	0,008	Veículos
					Amáx	0,011	0,005	0,022	0,022	
					Amp	0,025	0,016	0,036	0,035	
					Amin	0,001	0,001	0,002	0,002	
RV10	30/12/99	17:46	00:08	Norte	Aeq	0,006	0,013	0,002	0,015	Veículos
					Amáx	0,015	0,034	0,004	0,036	
					Amp	0,023	0,054	0,011	0,054	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,004	
RV10 10 m	30/12/99	17:58	00:06	Norte	Aeq	0,003	0,001	0,005	0,006	Veículos
					Amáx	0,012	0,003	0,020	0,021	
					Amp	0,021	0,008	0,031	0,032	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
RV10 12 m	16/03/15	18:05	00:06	Norte	Aeq	0,002	0,001	0,003	0,003	Veículos
					Amáx	0,005	0,002	0,008	0,009	
					Amp	0,008	0,004	0,015	0,015	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
RV11	16/03/15	19:01	00:08	Norte	Aeq	0,004	0,011	0,002	0,012	Veículos
					Amáx	0,017	0,035	0,006	0,035	
					Amp	0,032	0,059	0,018	0,059	
					Amin	0,001	0,002	0,001	0,003	
RV12	16/03/15	19:30	00:08	Norte	Aeq	0,004	0,008	0,002	0,009	Veículos
					Amáx	0,017	0,035	0,004	0,037	
					Amp	0,030	0,068	0,008	0,068	
					Amin	0,001	0,002	0,001	0,003	
RV13	17/03/15	08:35	00:10	Norte	Aeq	0,010	0,031	0,002	0,032	Veículos
					Amáx	0,035	0,093	0,009	0,093	
					Amp	0,058	0,144	0,012	0,143	
					Amin	0,002	0,002	0,001	0,006	
RV13 10 m	17/03/15	08:46	00:08	Norte	Aeq	0,006	0,002	0,011	0,012	Veículos
					Amáx	0,021	0,007	0,033	0,035	
					Amp	0,037	0,016	0,051	0,053	
					Amin	0,001	0,001	0,003	0,004	
RV13 12 m	17/03/15	08:56	00:08	Norte	Aeq	0,007	0,002	0,018	0,020	Veículos
					Amáx	0,023	0,004	0,058	0,060	
					Amp	0,051	0,008	0,088	0,089	
					Amin	0,002	0,001	0,004	0,005	

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-116/MG

Ponto	Data	Horário	Duração	Sentido do fluxo	Índice	Eixo X m/s ²	Eixo Y m/s ²	Eixo Z m/s ²	SUM m/s ²	Descrição das Fontes
RV14	17/03/15	09:41	00:10	Norte	Aeq	0,018	0,052	0,004	0,055	Veículos
					Amáx	0,055	0,164	0,016	0,164	
					Amp	0,085	0,273	0,030	0,275	
					Amin	0,002	0,006	0,001	0,007	
RV14 10 m	17/03/15	09:53	00:08	Norte	Aeq	0,008	0,002	0,016	0,018	Veículos
					Amáx	0,025	0,007	0,050	0,050	
					Amp	0,047	0,011	0,075	0,074	
					Amin	0,001	0,001	0,004	0,006	
RV14 12 m	17/03/15	10:02	00:08	Norte	Aeq	0,010	0,002	0,019	0,021	Veículos
					Amáx	0,025	0,008	0,078	0,079	
					Amp	0,045	0,011	0,119	0,119	
					Amin	0,002	0,001	0,005	0,007	
RV15	17/03/15	10:35	00:10	Sul	Aeq	0,028	0,065	0,006	0,071	Veículos
					Amáx	0,086	0,189	0,024	0,200	
					Amp	0,154	0,316	0,031	0,320	
					Amin	0,003	0,005	0,001	0,013	
RV16	17/03/15	11:16	00:10	Norte	Aeq	0,013	0,004	0,025	0,028	Veículos
					Amáx	0,039	0,015	0,093	0,101	
					Amp	0,067	0,021	0,180	0,185	
					Amin	0,002	0,001	0,004	0,006	
RV17	17/03/15	12:00	00:10	Norte	Aeq	0,023	0,054	0,005	0,059	Veículos
					Amáx	0,073	0,140	0,023	0,141	
					Amp	0,121	0,222	0,032	0,224	
					Amin	0,003	0,005	0,001	0,015	
RV18	17/03/15	12:52	00:10	Norte	Aeq	0,016	0,034	0,003	0,037	Veículos
					Amáx	0,047	0,119	0,012	0,121	
					Amp	0,081	0,192	0,022	0,193	
					Amin	0,001	0,004	0,001	0,006	
RV19	17/03/15	14:25	10:00	Norte	Aeq	0,015	0,041	0,004	0,043	Veículos
					Amáx	0,063	0,132	0,013	0,132	
					Amp	0,100	0,203	0,022	0,202	
					Amin	0,002	0,006	0,001	0,008	
RV19 10 m	17/03/15	14:37	00:08	Norte	Aeq	0,014	0,002	0,031	0,034	Veículos
					Amáx	0,040	0,015	0,083	0,086	
					Amp	0,075	0,018	0,149	0,149	
					Amin	0,002	0,001	0,005	0,007	
RV19 12m	17/03/15	14:46	00:08	Norte	Aeq	0,012	0,003	0,021	0,024	Veículos
					Amáx	0,042	0,009	0,087	0,091	
					Amp	0,070	0,012	0,140	0,140	
					Amin	0,001	0,001	0,004	0,005	
RV20	17/03/15	15:26	00:10	Norte	Aeq	0,031	0,057	0,005	0,065	Veículos
					Amáx	0,102	0,166	0,021	0,175	
					Amp	0,188	0,253	0,027	0,253	
					Amin	0,002	0,003	0,001	0,007	

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-116/MG

Ponto	Data	Horário	Duração	Sentido do fluxo	Índice	Eixo X m/s ²	Eixo Y m/s ²	Eixo Z m/s ²	SUM m/s ²	Descrição das Fontes
RV21	17/03/15	15:55	00:10	Norte	Aeq	0,008	0,003	0,013	0,015	Veículos
					Amáx	0,085	0,011	0,048	0,086	
					Amp	0,220	0,017	0,078	0,219	
					Amin	0,001	0,001	0,003	0,004	
RV22	17/03/15	16:35	00:10	Norte	Aeq	0,003	0,001	0,006	0,006	Veículos
					Amáx	0,018	0,003	0,022	0,028	
					Amp	0,035	0,008	0,037	0,047	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,001	
RV22 10 m	17/03/15	16:46	00:08	Norte	Aeq	0,002	0,004	0,001	0,005	Veículos
					Amáx	0,011	0,013	0,009	0,015	
					Amp	0,020	0,024	0,017	0,028	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,001	
RV22 12 m	17/03/15	16:55	00:08	Norte	Aeq	0,002	0,001	0,002	0,003	Veículos
					Amáx	0,006	0,002	0,007	0,008	
					Amp	0,011	0,004	0,013	0,012	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
RV23	17/03/15	17:22	00:10	Norte	Aeq	0,002	0,001	0,004	0,004	Veículos
					Amáx	0,010	0,002	0,020	0,022	
					Amp	0,016	0,005	0,030	0,030	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,001	
RV24	17/03/15	18:11	00:10	Norte	Aeq	0,003	0,001	0,005	0,006	Veículos
					Amáx	0,023	0,003	0,040	0,045	
					Amp	0,038	0,009	0,085	0,089	
					Amin	0,001	0,000	0,001	0,002	
RV25	17/03/15	18:50	00:10	Norte	Aeq	0,006	0,017	0,001	0,018	Veículos
					Amáx	0,015	0,037	0,004	0,038	
					Amp	0,025	0,065	0,008	0,065	
					Amin	0,001	0,002	0,001	0,003	
RV26	17/03/15	19:30	00:10	Norte	Aeq	0,003	0,016	0,002	0,016	Veículos
					Amáx	0,012	0,039	0,004	0,040	
					Amp	0,022	0,073	0,011	0,073	
					Amin	0,001	0,003	0,001	0,004	
RV26 10 m	17/03/15	19:42	00:08	Norte	Aeq	0,010	0,001	0,006	0,012	Veículos
					Amáx	0,172	0,003	0,018	0,171	
					Amp	0,521	0,007	0,037	0,518	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
RV26 10 m	17/03/15	19:53	00:08	Norte	Aeq	0,002	0,001	0,003	0,004	Veículos
					Amáx	0,009	0,002	0,014	0,014	
					Amp	0,023	0,008	0,022	0,022	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	

6.1.8.5.4 Medições no Período Noturno

As medições do período diurno estão dispostas na Tabela 39, que traz a identificação do ponto, a data, horário, duração, sentido do fluxo dos veículos, medição dos eixos do acelerômetro, o somatório e a descrição das fontes de vibração que foram observados durante as medições.

Tabela 39 - Resultados das medições no período noturno

Ponto	Data	Horário	Duração	Sentido do fluxo	Índice	Eixo X m/s ²	Eixo Y m/s ²	Eixo Z m/s ²	SUM m/s ²	Descrição das Fontes
RV01	20/03/15	04:59	00:06	Sul	Aeq	0,005	0,011	0,002	0,013	Veículos
					Amáx	0,023	0,070	0,007	0,073	
					Amp	0,034	0,119	0,010	0,120	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
RV02	20/03/15	04:41	00:06	Norte	Aeq	0,003	0,009	0,002	0,010	Veículos
					Amáx	0,012	0,036	0,022	0,041	
					Amp	0,022	0,078	0,040	0,088	
					Amin	0,001	0,001	0,000	0,003	
RV03	20/03/15	04:03	00:06	Sul	Aeq	0,003	0,009	0,002	0,010	Veículos
					Amáx	0,011	0,092	0,015	0,093	
					Amp	0,021	0,094	0,024	0,096	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
RV04	20/03/15	03:36	00:06	Norte	Aeq	0,005	0,005	0,001	0,007	Veículos
					Amáx	0,011	0,019	0,005	0,021	
					Amp	0,018	0,034	0,013	0,033	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
RV05	20/03/15	03:13	00:06	Norte	Aeq	0,003	0,007	0,001	0,007	Veículos
					Amáx	0,010	0,027	0,003	0,027	
					Amp	0,017	0,042	0,006	0,042	
					Amin	0,001	0,001	0,000	0,002	
RV06	20/03/15	02:29	00:06	Sul	Aeq	0,004	0,005	0,001	0,007	Veículos
					Amáx	0,012	0,031	0,004	0,031	
					Amp	0,018	0,038	0,007	0,039	
					Amin	0,002	0,001	0,001	0,002	
RV06 10 m	20/03/15	02:37	00:06	Sul	Aeq	0,005	0,013	0,001	0,014	Veículos
					Amáx	0,051	0,156	0,003	0,155	
					Amp	0,174	0,404	0,009	0,403	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,001	
RV06 12 m	20/03/15	02:44	00:06	Sul	Aeq	0,005	0,002	0,001	0,006	Veículos
					Amáx	0,076	0,011	0,004	0,075	
					Amp	0,253	0,023	0,014	0,252	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,001	
RV07	20/03/15	01:49	00:06	Norte	Aeq	0,006	0,011	0,002	0,013	Veículos
					Amáx	0,014	0,029	0,016	0,030	
					Amp	0,026	0,054	0,017	0,055	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	

Ponto	Data	Horário	Duração	Sentido do fluxo	Índice	Eixo X m/s ²	Eixo Y m/s ²	Eixo Z m/s ²	SUM m/s ²	Descrição das Fontes
RV07 10 m	20/03/15	01:56	00:04	Norte	Aeq	0,003	0,005	0,001	0,006	Veículos
					Amáx	0,013	0,017	0,002	0,017	
					Amp	0,032	0,026	0,004	0,032	
					Amin	0,001	0,002	0,001	0,002	
RV07 12 m	20/03/15	02:01	00:04	Norte	Aeq	0,002	0,003	0,001	0,004	Veículos
					Amáx	0,007	0,007	0,002	0,008	
					Amp	0,018	0,014	0,004	0,017	
					Amin	0,001	0,001	0,000	0,002	
RV08	20/03/15	01:37	00:06	Norte	Aeq	0,004	0,011	0,002	0,012	Veículos
					Amáx	0,019	0,039	0,031	0,048	
					Amp	0,039	0,057	0,061	0,067	
					Amin	0,000	0,001	0,001	0,002	
RV09	20/03/15	01:00	00:06	Norte	Aeq	0,006	0,008	0,002	0,011	Veículos
					Amáx	0,018	0,034	0,004	0,035	
					Amp	0,029	0,061	0,010	0,060	
					Amin	0,002	0,001	0,001	0,003	
RV10	20/03/15	00:02	00:06	Norte	Aeq	0,004	0,001	0,014	0,014	Veículos
					Amáx	0,012	0,013	0,042	0,044	
					Amp	0,022	0,016	0,074	0,076	
					Amin	0,001	0,001	0,003	0,003	
RV10 10 m	20/03/15	00:11	00:06	Norte	Aeq	0,005	0,001	0,004	0,006	Veículos
					Amáx	0,027	0,002	0,015	0,028	
					Amp	0,082	0,008	0,025	0,081	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
RV10 12 m	20/03/15	00:18	00:08	Norte	Aeq	0,002	0,001	0,003	0,003	Veículos
					Amáx	0,019	0,002	0,009	0,019	
					Amp	0,058	0,006	0,013	0,057	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,001	
RV11	20/03/15	23:20	00:06	Norte	Aeq	0,006	0,009	0,001	0,011	Veículos
					Amáx	0,014	0,034	0,004	0,034	
					Amp	0,025	0,054	0,008	0,054	
					Amin	0,001	0,002	0,001	0,003	
RV12	20/03/15	23:05	00:06	Sul	Aeq	0,003	0,007	0,001	0,008	Veículos
					Amáx	0,008	0,043	0,007	0,044	
					Amp	0,014	0,051	0,009	0,051	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
RV13	20/03/15	22:00	00:06	Sul	Aeq	0,004	0,009	0,001	0,010	Veículos
					Amáx	0,014	0,040	0,003	0,040	
					Amp	0,024	0,061	0,006	0,061	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
RV13 10 m	20/03/15	22:08	00:06	Sul	Aeq	0,007	0,001	0,005	0,009	Veículos
					Amáx	0,097	0,002	0,019	0,097	
					Amp	0,310	0,008	0,034	0,309	

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-116/MG

Ponto	Data	Horário	Duração	Sentido do fluxo	Índice	Eixo X m/s ²	Eixo Y m/s ²	Eixo Z m/s ²	SUM m/s ²	Descrição das Fontes
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
RV13 12 m	20/03/15	22:15	00:06	Sul	Aeq	0,002	0,001	0,003	0,004	Veículos
					Amáx	0,005	0,002	0,012	0,013	
					Amp	0,009	0,004	0,023	0,023	
					Amin	0,001	0,000	0,001	0,001	
RV14	19/03/15	06:12	00:08	Norte	Aeq	0,006	0,002	0,009	0,011	Veículos
					Amáx	0,018	0,005	0,028	0,029	
					Amp	0,027	0,013	0,048	0,047	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,003	
RV14 10 m	19/03/15	06:22	00:08	Norte	Aeq	0,013	0,001	0,005	0,014	Veículos
					Amáx	0,204	0,004	0,016	0,203	
					Amp	0,588	0,007	0,031	0,587	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
RV14 12 m	19/03/15	06:30	00:08	Norte	Aeq	0,002	0,001	0,005	0,006	Veículos
					Amáx	0,010	0,002	0,013	0,013	
					Amp	0,024	0,005	0,025	0,026	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
RV15	19/03/15	05:48	00:06	Norte	Aeq	0,004	0,006	0,002	0,007	Veículos
					Amáx	0,012	0,022	0,033	0,036	
					Amp	0,028	0,034	0,047	0,058	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
RV16	19/03/15	05:21	00:06	Sul	Aeq	0,004	0,009	0,001	0,010	Veículos
					Amáx	0,014	0,030	0,004	0,030	
					Amp	0,024	0,052	0,008	0,052	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,003	
RV17	19/03/15	04:36	00:06	Sul	Aeq	0,005	0,012	0,002	0,013	Veículos
					Amáx	0,032	0,050	0,005	0,054	
					Amp	0,049	0,076	0,010	0,077	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
RV18	19/03/15	03:15	00:07	Sul	Aeq	0,003	0,004	0,001	0,005	Veículos
					Amáx	0,009	0,014	0,003	0,014	
					Amp	0,016	0,022	0,008	0,022	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
RV19	19/03/15	02:27	00:06	Sul	Aeq	0,003	0,006	0,001	0,006	Veículos
					Amáx	0,007	0,017	0,005	0,017	
					Amp	0,012	0,027	0,008	0,027	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,001	
RV19 10 m	19/03/15	02:36	00:06	Sul	Aeq	0,003	0,001	0,003	0,005	Veículos
					Amáx	0,035	0,009	0,014	0,035	
					Amp	0,083	0,012	0,023	0,082	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,001	
RV19 12 m	19/03/15	02:42	00:06	Sul	Aeq	0,001	0,001	0,001	0,002	Veículos
					Amáx	0,002	0,001	0,003	0,003	

Ponto	Data	Horário	Duração	Sentido do fluxo	Índice	Eixo X m/s ²	Eixo Y m/s ²	Eixo Z m/s ²	SUM m/s ²	Descrição das Fontes
					Amp	0,004	0,004	0,006	0,006	
					Amin	0,000	0,000	0,001	0,001	
RV20	19/03/15	01:53	00:06	Norte	Aeq	0,004	0,006	0,001	0,007	Veículos
					Amáx	0,016	0,023	0,003	0,025	
					Amp	0,029	0,042	0,012	0,042	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
					Aeq	0,005	0,013	0,002	0,014	
RV21	19/03/15	01:25	00:06	Sul	Amáx	0,019	0,063	0,006	0,063	Veículos
					Amp	0,040	0,089	0,020	0,089	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,003	
					Aeq	0,004	0,003	0,001	0,005	
RV22	19/03/15	00:35	00:06	Norte	Amáx	0,011	0,017	0,003	0,018	Veículos
					Amp	0,018	0,025	0,005	0,027	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
					Aeq	0,018	0,004	0,004	0,018	
RV22 10 m	19/03/15	00:45	00:06	Norte	Amáx	0,234	0,010	0,010	0,233	Veículos
					Amp	0,436	0,017	0,017	0,433	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
					Aeq	0,001	0,003	0,002	0,003	
RV22 12m	19/03/15	00:51	00:06	Norte	Amáx	0,004	0,009	0,005	0,005	Veículos
					Amp	0,007	0,001	0,010	0,010	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,001	
					Aeq	0,004	0,009	0,001	0,010	
RV23	19/03/15	00:11	00:06	Sul	Amáx	0,017	0,025	0,003	0,026	Veículos
					Amp	0,035	0,039	0,007	0,039	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
					Aeq	0,004	0,012	0,001	0,013	
RV24	19/03/15	23:34	00:06	Sul	Amáx	0,010	0,032	0,010	0,032	Veículos
					Amp	0,019	0,056	0,016	0,055	
					Amin	0,001	0,002	0,001	0,002	
					Aeq	0,004	0,013	0,003	0,014	
RV25	19/03/15	22:58	00:06	Norte	Amáx	0,015	0,118	0,041	0,125	Veículos
					Amp	0,024	0,172	0,081	0,189	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,003	
					Aeq	0,020	0,037	0,003	0,042	
RV26	19/03/15	22:11	00:06	Sul	Amáx	0,277	0,470	0,027	0,538	Veículos
					Amp	0,497	0,958	0,049	1,010	
					Amin	0,001	0,002	0,001	0,004	
					Aeq	0,005	0,004	0,010	0,012	
RV26 10 m	19/03/15	22:18	00:06	Sul	Amáx	0,013	0,060	0,039	0,071	Veículos
					Amp	0,027	0,097	0,068	0,114	
					Amin	0,001	0,001	0,002	0,003	
					Aeq	0,002	0,001	0,004	0,005	
RV26 12	19/03/15	22:24	00:06	Sul	Aeq	0,002	0,001	0,004	0,005	Veículos

Ponto	Data	Horário	Duração	Sentido do fluxo	Índice	Eixo X m/s ²	Eixo Y m/s ²	Eixo Z m/s ²	SUM m/s ²	Descrição das Fontes
m					Amáx	0,007	0,003	0,018	0,018	
					Amp	0,018	0,011	0,029	0,029	
					Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	

6.1.8.5.5 Limites de Referência

Os valores aceitáveis de vibração para o conforto depende de muitos fatores de cada aplicação. Consequentemente, um limite de conforto para os ocupantes de edifícios não é definido nas normas internacionais ISO 2631-1 e ISO 2631-2. Ao invés disso, a norma internacional ISO 2631-1 apresenta em seu Anexo C, indicações aproximadas de reações prováveis as várias magnitudes para conforto de valores totais da vibração no transporte público.

A Tabela 40 extraída da norma, reproduz as indicações aproximadas de reações prováveis as várias magnitudes para conforto de valores totais da vibração no transporte público

Tabela 40 - Reprodução da norma ISO 2631-1

Valor de Referência (m/s ²)	Percepção de Conforto
Menor que 0,315	Não desconfortável
Entre 0,315 e 0,63	Pouco desconfortável
Entre 0,63 e 1,0	Ligeiramente Desconfortável
Entre 1,0 e 1,6	Desconfortável
Entre 1,6 e 2,0	Muito desconfortável
Maior que 2,0	Extremamente Desconfortável

A norma internacional ISO 2631-1:1997, Anexo C informa que 50% das pessoas com alta sensibilidade só conseguem detectar a vibração no eixo vertical com magnitude de pico de 0,015 m/s².

Existe uma grande variação entre os indivíduos e suas capacidades de perceber a vibração, enquanto o ponto inicial de percepção médio é aproximadamente 0,015 m/s², esse limite pode se estender de 0,010 m/s² até 0,020 m/s² de pico, aproximadamente.

6.1.8.5.6 Resultados

Este item apresenta os resultados das medições de vibração realizada na área onde a via será duplicada, conforme recomendações da norma internacional ISO 2631-2:2003. A Tabela 41 apresenta os resultados da vibração medidos nos períodos diurno e noturno. A avaliação consiste na comparação entre os valores medidos em cada ponto de medição e os níveis de vibração para conforto em ocupantes de transporte público, sendo informado a condição de conforto.

Tabela 41 - Avaliação da vibração nos períodos diurno e noturno.

Ponto	Limite de conforto (m/s ²)	Aeq (m/s ²) Diurno	Condição Diurno	Aeq (m/s ²) Noturno	Condição Noturno
RV01	0,315	0,018	Não Desconfortável	0,013	Não Desconfortável
RV02	0,315	0,010	Não Desconfortável	0,010	Não Desconfortável
RV02 -10 m	0,315	0,005	Não Desconfortável	-	Não Desconfortável
RV02 -12m	0,315	0,006	Não Desconfortável	-	Não Desconfortável
RV03	0,315	0,055	Não Desconfortável	0,010	Não Desconfortável
RV04	0,315	0,025	Não Desconfortável	0,007	Não Desconfortável
RV05	0,315	0,016	Não Desconfortável	0,007	Não Desconfortável
RV06	0,315	0,081	Não Desconfortável	0,007	Não Desconfortável
RV06 -10 m	0,315	0,023	Não Desconfortável	0,014	Não Desconfortável
RV06 -12 m	0,315	0,020	Não Desconfortável	0,006	Não Desconfortável
RV07	0,315	0,022	Não Desconfortável	0,013	Não Desconfortável
RV07 -10 m	0,315	0,009	Não Desconfortável	0,006	Não Desconfortável
RV07 -12 m	0,315	0,008	Não Desconfortável	0,004	Não Desconfortável
RV08	0,315	0,033	Não Desconfortável	0,012	Não Desconfortável
RV09	0,315	0,020	Não Desconfortável	0,011	Não Desconfortável
RV09 -10 m	0,315	0,019	Não Desconfortável	-	Não Desconfortável
RV09 -12 m	0,315	0,008	Não Desconfortável	-	Não Desconfortável
RV10	0,315	0,015	Não Desconfortável	0,014	Não Desconfortável
RV10 -10	0,315	0,006	Não	0,006	Não

Ponto	Limite de conforto (m/s ²)	Aeq (m/s ²) Diurno	Condição Diurno	Aeq (m/s ²) Noturno	Condição Noturno
m			Desconfortável		Desconfortável
RV10 -12 m	0,315	0,003	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
RV11	0,315	0,012	Não Desconfortável	0,011	Não Desconfortável
RV12	0,315	0,009	Não Desconfortável	0,008	Não Desconfortável
RV13	0,315	0,032	Não Desconfortável	0,010	Não Desconfortável
RV13 -10 m	0,315	0,012	Não Desconfortável	0,009	Não Desconfortável
RV13 -12 m	0,315	0,020	Não Desconfortável	0,004	Não Desconfortável
RV14	0,315	0,055	Não Desconfortável	0,011	Não Desconfortável
RV14 -10 m	0,315	0,018	Não Desconfortável	0,014	Não Desconfortável
RV14 -12 m	0,315	0,021	Não Desconfortável	0,006	Não Desconfortável
RV15	0,315	0,071	Não Desconfortável	0,007	Não Desconfortável
RV16	0,315	0,028	Não Desconfortável	0,010	Não Desconfortável
RV17	0,315	0,059	Não Desconfortável	0,013	Não Desconfortável
RV18	0,315	0,037	Não Desconfortável	0,005	Não Desconfortável
RV19	0,315	0,043	Não Desconfortável	0,006	Não Desconfortável
RV19 -10 m	0,315	0,034	Não Desconfortável	0,005	Não Desconfortável
RV19 -12 m	0,315	0,024	Não Desconfortável	0,002	Não Desconfortável
RV20	0,315	0,065	Não Desconfortável	0,007	Não Desconfortável
RV21	0,315	0,015	Não Desconfortável	0,014	Não Desconfortável
RV22	0,315	0,006	Não	0,005	Não

Ponto	Limite de conforto (m/s ²)	Aeq (m/s ²) Diurno	Condição Diurno	Aeq (m/s ²) Noturno	Condição Noturno
			Desconfortável		Desconfortável
RV22 -10 m	0,315	0,005	Não Desconfortável	0,018	Não Desconfortável
RV22 -12 m	0,315	0,003	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
RV23	0,315	0,004	Não Desconfortável	0,010	Não Desconfortável
RV24	0,315	0,006	Não Desconfortável	0,013	Não Desconfortável
RV25	0,315	0,018	Não Desconfortável	0,014	Não Desconfortável
RV26	0,315	0,016	Não Desconfortável	0,042	Não Desconfortável
RV26 -10 m	0,315	0,012	Não Desconfortável	0,012	Não Desconfortável
RV26 -12 m	0,315	0,004	Não Desconfortável	0,005	Não Desconfortável

A Tabela 42 apresenta para o local investigado, nos períodos diurno e noturno, a comparação entre o Pico de aceleração no eixo vertical (Eixo Z) e o limiar de sensibilidade especificado pela norma ISO 2631-1.

Tabela 42- Avaliação da vibração de pico no eixo vertical nos períodos diurno e noturno.

Ponto	Percepção Humana (m/s ²)	Pico no eixo vertical (m/s ²) Diurno	Condição Diurno	Pico no eixo vertical (m/s ²) Noturno	Condição Noturno
RV01	0,015	0,097	Acima da sensibilidade	0,010	Abaixo da sensibilidade
RV02	0,015	0,041	Acima da sensibilidade	0,040	Acima da sensibilidade
RV02 - 10 m	0,015	0,020	Acima da sensibilidade	-	-
RV02 - 12m	0,015	0,032	Acima da sensibilidade	-	-
RV03	0,015	0,035	Acima da sensibilidade	0,024	Acima da sensibilidade
RV04	0,015	0,193	Acima da sensibilidade	0,013	Abaixo da sensibilidade
RV05	0,015	0,122	Acima da sensibilidade	0,006	Abaixo da sensibilidade
RV06	0,015	0,059	Acima da sensibilidade	0,007	Abaixo da sensibilidade
RV06 - 10 m	0,015	0,126	Acima da sensibilidade	0,009	Abaixo da sensibilidade
RV06 -	0,015	0,129	Acima da	0,014	Abaixo da

Ponto	Percepção Humana (m/s ²)	Pico no eixo vertical (m/s ²) Diurno	Condição Diurna	Pico no eixo vertical (m/s ²) Noturno	Condição Noturna
12 m			sensibilidade		sensibilidade
RV07	0,015	0,501	Acima da sensibilidade	0,017	Acima da sensibilidade
RV07 - 10 m	0,015	0,044	Acima da sensibilidade	0,004	Abaixo da sensibilidade
RV07 - 12 m	0,015	0,036	Acima da sensibilidade	0,004	Abaixo da sensibilidade
RV08	0,015	0,019	Acima da sensibilidade	0,061	Acima da sensibilidade
RV09	0,015	0,098	Acima da sensibilidade	0,010	Abaixo da sensibilidade
RV09 - 10 m	0,015	0,121	Acima da sensibilidade	-	-
RV09 - 12 m	0,015	0,036	Acima da sensibilidade	-	-
RV10	0,015	0,011	Abaixo da sensibilidade	0,074	Acima da sensibilidade
RV10 - 10 m	0,015	0,031	Acima da sensibilidade	0,025	Acima da sensibilidade
RV10 - 12 m	0,015	0,015	Acima da sensibilidade	0,013	Abaixo da sensibilidade
RV11	0,015	0,018	Acima da sensibilidade	0,008	Abaixo da sensibilidade
RV12	0,015	0,008	Abaixo da sensibilidade	0,009	Abaixo da sensibilidade
RV13	0,015	0,012	Abaixo da sensibilidade	0,006	Abaixo da sensibilidade
RV13 - 10 m	0,015	0,051	Acima da sensibilidade	0,034	Acima da sensibilidade
RV13 - 12 m	0,015	0,088	Acima da sensibilidade	0,023	Acima da sensibilidade
RV14	0,015	0,030	Acima da sensibilidade	0,048	Acima da sensibilidade
RV14 - 10 m	0,015	0,075	Acima da sensibilidade	0,031	Acima da sensibilidade
RV14 - 12 m	0,015	0,119	Acima da sensibilidade	0,025	Acima da sensibilidade
RV15	0,015	0,031	Acima da sensibilidade	0,047	Acima da sensibilidade
RV16	0,015	0,180	Acima da sensibilidade	0,008	Abaixo da sensibilidade
RV17	0,015	0,032	Acima da sensibilidade	0,010	Abaixo da sensibilidade
RV18	0,015	0,022	Acima da sensibilidade	0,008	Abaixo da sensibilidade
RV19	0,015	0,022	Acima da sensibilidade	0,008	Abaixo da sensibilidade
RV19 - 10 m	0,015	0,149	Acima da sensibilidade	0,023	Acima da sensibilidade
RV19 - 12 m	0,015	0,140	Acima da sensibilidade	0,006	Abaixo da sensibilidade
RV20	0,015	0,027	Acima da sensibilidade	0,012	Abaixo da sensibilidade
RV21	0,015	0,078	Acima da sensibilidade	0,020	Acima da sensibilidade

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-116/MG

Ponto	Percepção Humana (m/s ²)	Pico no eixo vertical (m/s ²) Diurno	Condição Diurno	Pico no eixo vertical (m/s ²) Noturno	Condição Noturno
RV22	0,015	0,037	Acima da sensibilidade	0,005	Abaixo da sensibilidade
RV22 - 10 m	0,015	0,017	Acima da sensibilidade	0,017	Acima da sensibilidade
RV22 - 12 m	0,015	0,013	Abaixo da sensibilidade	0,010	Abaixo da sensibilidade
RV23	0,015	0,030	Acima da sensibilidade	0,007	Abaixo da sensibilidade
RV24	0,015	0,085	Acima da sensibilidade	0,016	Acima da sensibilidade
RV25	0,015	0,008	Abaixo da sensibilidade	0,081	Acima da sensibilidade
RV26	0,015	0,011	Abaixo da sensibilidade	0,049	Acima da sensibilidade
RV26 - 10 m	0,015	0,037	Acima da sensibilidade	0,068	Acima da sensibilidade
RV26 - 12 m	0,015	0,022	Acima da sensibilidade	0,029	Acima da sensibilidade

6.1.8.5.7 Conclusão

As análises foram realizadas de acordo com a norma ISO 2631-2, que direciona os métodos de avaliação para a norma internacional ISO 2631-1, cujos estudos de conforto são limitados somente para ocupantes de transporte público, não sendo definidos limites para ocupantes de edifícios. Apesar desta referência não ser exatamente adequada para análise no que diz respeito à condição de conforto nos pontos de medição avaliados, é a melhor referência técnica disponível. Então, o que podemos mostrar neste estudo é que se os ocupantes das residências, hospitais e escolas e demais pontos de interesse, estivessem expostos aos níveis de vibração encontrado nos pontos avaliados, os mesmos se encontrariam na condição “Não desconfortável” para o ser humano.

No entanto, de acordo com a mesma norma (ISO 2631-1) experiências demonstram que ocupantes de edifícios são principais reclamantes de desconforto, quando a magnitude da vibração encontra-se ligeiramente acima dos níveis de percepção. Analisando os níveis para percepção, constatamos que alguns valores medidos apresentaram níveis abaixo do limiar de sensibilidade do ser humano, ou seja, o nível mínimo de vibração que o ser humano é capaz de perceber. Já em outras medições, foi constatado níveis acima do limiar de sensibilidade do ser humano, que foram causadas pelas atividades intermitentes da região, como por exemplo, o fluxo de veículos e outros acontecimentos da localidade.

6.1.9 ANEXOS

Anexo I - Mapa com a localização do empreendimento.

Anexo II – Mapa com a localização de todos os corpos d’água interceptados, nascentes de áreas hidrologicamente sensíveis.

Anexo III – Fotos dos pontos de coleta.

Anexo IV – Fichas de campo.

Anexo V – Laudos de Análise de Qualidade de Águas.

Anexo VI – Memória de cálculo IQA.

Anexo VII – Mapas de Geomorfologia.

Anexo VII – Mapas de Geologia.

Anexo IX – Mapas Hidrogeologia.

Anexo X – Mapas de Solos.

Anexo XI - Fotos do campo de Ruídos e Vibrações.

Anexo XII – Mapa com os pontos de localização dos pontos de medição de ruídos e vibrações.

Anexo XIII – Mapa Títulos Minerários.

Anexo XIV – Mapa das Cavidades

Anexo XV – Mapa de Distribuição das Estações Meteorológicas