

SUMÁRIO

ÍNDICE DE TABELAS	II
ÍNDICE DE FIGURAS	V
ÍNDICE DE QUADROS	XIII
ÍNDICE DE FOTOS	XV
6.1. DIAGNÓSTICO MEIO FÍSICO	6.1-1
6.1.1. Metodologia aplicada	6.1-1
6.1.2. Clima	6.1-31
6.1.3. Geomorfologia	6.1-45
6.1.4. Geologia e Geotcnia	6.1-85
6.1.5. Solos	6.1-265
6.1.6. Recursos Hídricos	6.1-325
6.1.7. Qualidade do ar	6.1-418
6.1.8. Ruídos e Vibrações	6.1-451
6.1.9. ANEXOS	6.1-479

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Concessão de Títulos Minerários na área de estudo no Distrito Federal.....	6.1-105
Tabela 2 - Concessão de Títulos Minerários na área de estudo no Estado do Goiás.....	6.1-118
Tabela 3 - Dados das áreas de cava de pedreira, britagem e bota-fora em Goiás, de acordo com o Projeto Básico.	6.1-119
Tabela 4 - Dados das áreas de jazidas de solos lateríticos e canga de minério em Goiás, de acordo com o Projeto Básico.....	6.1-119
Tabela 5 – Estratigrafia do Grupo Bambuí, segundo Dardenne (1978).....	6.1-128
Tabela 6- Sequencia estratigráfica simplificada para o Supergrupo Minas.	6.1-138
Tabela 7 - Concessão de Títulos Minerários na área de estudo no Estado do Goiás.....	6.1-173
Tabela 8 - Dados das áreas de pedreira, britagem e bota-fora localizadas em Minas Gerais, de acordo com o Projeto Básico.....	6.1-179
Tabela 9 - Dados das áreas de jazida de solo laterítico e canga de minério em Minas Gerais, de acordo com o Projeto Básico.....	6.1-179
Tabela 10 - Localização das cavernas próximas ao empreendimento, com coordenadas UTM (Datum SIRGAS 2000), município e distância da rodovia BR-040. Em vermelho, as cavernas que se encontram a menos de 290 m da rodovia.	6.1-200
Tabela 11 - Empreendimentos localizados às margens da BR-040, com número de processo de licenciamento junto à Secretaria de Estado de Meio-Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMAD/MG.....	6.1-211
Tabela 12 – Localização das cavernas afetas ao empreendimento, com coordenadas UTM (Datum SIRGAS 2000) e distância da rodovia BR-040.	6.1-263
Tabela 13 - Cursos d’água interceptados.	6.1-336
Tabela 14 - AHS, quilometragem de localização e município.....	6.1-341
Tabela 15 - Mananciais de captações BR-040	6.1-342
Tabela 16 - Mananciais de abastecimento de Brasília.....	6.1-343
Tabela 17 - Mananciais de abastecimento do município de Belo Horizonte	6.1-352
Tabela 18 - usos preponderantes das águas segundo critérios da Resolução CONAMA nº 357.....	6.1-376
Tabela 19 - Corpos hídricos amostrados da área de estudo – BR-040 DF/GO/MG.	6.1-377

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-040 - DF/GO/MG

Tabela 20 - Parâmetros, métodos e limites - Qualidade da água	6.1-395
Tabela 21 - Pesos e parâmetros IQA	6.1-396
Tabela 22 - Faixas de IQA.....	6.1-397
Tabela 23 - Dados da estação São Bartolomeu - ANA.....	6.1-398
Tabela 24 - Resultados da temperatura	6.1-401
Tabela 25 - Resultados turbidez.....	6.1-402
Tabela 26 - Resultados Sólidos dissolvidos totais	6.1-403
Tabela 27 - Resultados da Condutividade elétrica.....	6.1-404
Tabela 28- Resultados óleos e graxas	6.1-405
Tabela 29 - Resultados do pH.....	6.1-407
Tabela 30 - Resultados do nitrogênio total.....	6.1-408
Tabela 31 - Resultados do oxigênio dissolvido	6.1-409
Tabela 32 - Resultados da DBO.....	6.1-411
Tabela 33 - Resultados do fósforo total.....	6.1-412
Tabela 34 - Resultados dos coliformes termotolerantes (<i>E.coli</i>).....	6.1-413
Tabela 35 - Resultados do IQA	6.1-415
Tabela 36 - Padrões PRONAR.....	6.1-419
Tabela 37 - Critérios para Episódios Agudos de Poluição do Ar	6.1-421
Tabela 38 - Referências legais de qualidade do ar	6.1-421
Tabela 39 - Resultados do monitoramento de Material Particulado nos municípios do estado do Goiás.6.1-432	
Tabela 40 - Localização, parâmetros monitorados e data de instalação das estações automáticas da rede de monitoramento da qualidade do ar na RMBH, 2011.	6.1-435
Tabela 41 - Estatísticas descritivas para as médias diárias de concentrações de partículas inaláveis ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)6.1-436	
Tabela 42- Estatísticas descritivas para as médias diárias de concentrações.	6.1-439
Tabela 43 - Estatísticas Descritivas para as Maiores Médias de 8 horas das Concentrações de Monóxido de Carbono (ppm).....	6.1-441
Tabela 44 - Estatísticas descritivas para as máximas concentrações diária de ozônio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	6.1-443

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-040 - DF/GO/MG

Tabela 45 - Estatísticas descritivas para as máximas concentrações diárias de dióxido de nitrogênio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).	6.1-445
Tabela 46 - Distribuição percentual das classes de qualidade do ar na Estação Rui Barbosa	6.1-446
Tabela 47 - Agentes e Fontes Poluidoras	6.1-448
Tabela 48 - Pontos de medição de ruídos e vibrações	6.1-452
Tabela 49 - Dados ambientais no período diurno.	6.1-455
Tabela 50 - Dados ambientais no período noturno.	6.1-456
Tabela 51 - Classificação e contagem de veículos período diurno.....	6.1-459
Tabela 52 - Classificação e contagem de veículos período noturno.	6.1-459
Tabela 53 - Equipamentos utilizados durante a medição.	6.1-460
Tabela 54 - Tabela de calibração	6.1-461
Tabela 55 - Ruído da fonte período diurno.	6.1-462
Tabela 56 - Ruído da fonte período noturno.	6.1-463
Tabela 57 - Tabela de limites de acordo com a norma NBR 101.51/2000	6.1-464
Tabela 58 - Configuração do equipamento	6.1-465
Tabela 59- Configuração do medidor acelerômetro	6.1-465
Tabela 60 - Resultados das medições no período diurno.....	6.1-466
Tabela 61 - Resultados das medições no período noturno.....	6.1-469
Tabela 62 - Reprodução da norma ISO 2631-1	6.1-473
Tabela 63 - Avaliação da vibração nos períodos diurno e noturno.	6.1-474
Tabela 64- Avaliação da vibração de pico no eixo vertical nos períodos diurno e noturno.	6.1-475

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- A) Um dos veículos utilizados no deslocamento das equipes. B) Serviço de espeleotopografia. C) Espeleólogo em trabalho de prospecção a pé. D) Utilização de solução de ácido clorídrico para identificação de rochas carbonáticas.....	6.1-9
Figura 2 - Modelo de Ficha de Coleta	6.1-21
Figura 3 - – Equipamento de medição	6.1-27
Figura 4 - Equipamento de Medição de Vibração VM-52	6.1-29
Figura 5 - Relação dos eixos X, Y e Z.....	6.1-30
Figura 6 - Zoneamento climático do Brasil	6.1-32
Figura 7 - Estações INMET Goiás.....	6.1-33
Figura 8 - Temperatura média compensada anual	6.1-35
Figura 9 - Evaporação total média anual.....	6.1-37
Figura 10 – Precipitação acumulada mensal e anual.	6.1-39
Figura 11 - Gráfico termopluviométrico da estação de Brasília.	6.1-40
Figura 12 - Gráfico termopluviométrico da estação de Goiânia.....	6.1-40
Figura 13 - Gráfico termopluviométrico da estação de Belo Horizonte.....	6.1-41
Figura 14 - Insolação total.	6.1-42
Figura 15 - Direção e velocidade do vento.....	6.1-44
Figura 16 - Proposta de compartimentação geomorfológica do Distrito Federal adaptada de Novaes Pinto, 1994 e Martins & Baptista, 1998.....	6.1-50
Figura 17 – Esboço Mapa Geomorfológico de Goiás. Adaptado de Mamede (1993).	6.1-55
Figura 18 – Esboço das Unidades Geomorfológicas atravessadas pela rodovia BR-040 DF/GO/MG no Estado de Goiás. Adaptado do Mapa Geomorfológico do Estado de Goiás – 2005.	6.1-63
Figura 19 - Mapa Geomorfológico adaptado do sul do Estado de Minas Gerais. Autor: Rafael Rangel Giovanni - 2006.....	6.1-67
Figura 20 - Compartimentação geomorfológica do estado de Minas Gerais em Domínios Geomorfológicos. Fonte: alterado de CPRM Geodiversidade de Minas Gerais - 2010.	6.1-75
Figura 21 – Províncias Estruturais Brasileiras. Fonte: Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil – CPRM 2003. (Adaptado).....	6.1-86

Diagnóstico Meio Físico

Figura 22 – Estruturas da Província São Francisco. Fonte: Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil – CPRM 2003.	6.1-88
Figura 23 - Unidades da Província Tocantins. Fonte: Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil – CPRM 2003. (Adaptado).....	6.1-90
Figura 24 - Distribuição dos empurrões e cavalgamentos regionais associados à geologia regional em que o Distrito Federal está inserido. Fonte: Modificado de Faria, 1995. <i>in</i> : ZEE – DF.	6.1-91
Figura 25 – Mapa Geológico Simplificado adaptado do Distrito Federal – 1998, sem as coberturas de solos. Autores: Freitas-Silva & Campos 1998.....	6.1-93
Figura 26 - Arcabouço Tectono Estratigráfico de Goiás. Fonte: adaptado GEOLOGIA – CPRM - 2008. (Adaptado).	6.1-108
Figura 27 – Representação esquemática adaptada das Províncias Estruturais no Estado de Minas Gerais. Fonte: Mapa Geológico de Minas Gerais 2003.	6.1-121
Figura 28 – Mapa Geológico Simplificado do Cráton São Francisco (adaptado Bizzi <i>et. al</i> , 2003).	6.1-123
Figura 29 – Coluna estratigráfica da Bacia do São Francisco (Alkmim & Martins Neto, 2001).....	6.1-125
Figura 30 - Coluna estratigráfica do Supergrupo São Francisco no alto e médio rio São Francisco. Modificado de Alkmim <i>et al.</i> (1993).....	6.1-127
Figura 31- Empilhamento estratigráfico da Bacia Alto Sanfranciscana, segundo Kattah (1991).	6.1-132
Figura 32 - Sequencia estratigráfica simplificada região central de Minas Gerais. CPRM – Excursão pela Estrada Real site: http://www.cprm.gov.br/estrada_real/geologia_estratigrafia.html	6.1-134
Figura 33 – Mapa de localização da BR-040/DF/GO/MG, iniciada no Distrito Federal e finalizada no município de Juiz de Fora/MG.	6.1-188
Figura 34- - A) Planície próxima à caverna PEA-0574, com a Serra da Lapa ao fundo. B) Mata de galeria e afloramento da lente carbonática apresentando a entrada da caverna.	6.1-214
Figura 35 - A) Acamamento horizontalizado do maciço que abrange a PEA-0574. B) Fratura espaçada que forma o conduto principal da caverna.....	6.1-214
Figura 36 - A e B) Banco de sedimentos alóctones na dolina de entrada e no piso do conduto principal da cavidade PEA-0574.	6.1-215
Figura 37 - A) Dolina da entrada principal da caverna que canaliza águas meteóricas para seu interior. B) Sedimento terrígeno sobre as paredes. C) Marca d'água (seta vermelha) e lixo sobre a parede da cavidade (seta azul). D) Entrada secundária em ressurgência.....	6.1-216
Figura 38 - A) Guano de morcegos hematófagos. B) Carcaça em estágio avançado de decomposição. C) Raízes pendentes do teto. D) Serapilheira.....	6.1-217

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-040 - DF/GO/MG

Figura 39 - A) Colônia de morcegos. B) Mariposa.	6.1-217
Figura 40 - A) Lata de Cerveja. B) Isopor. C) Garrafa Pet.	6.1-218
Figura 41- A) Mata de galeria acompanhando os dois lados da Rodovia onde está inserida a cavidade. B) Pastagem com a Serra da Lapa ao fundo.	6.1-219
Figura 42 - A) Teto do salão da cavidade formado por solo e raízes. B) Conduto principal seguindo a fratura.	6.1-219
Figura 43- A) Entrada da caverna PEA-0575 na parede da dolina. B) Cânion seco adjacente com teto formado por raízes e solo.	6.1-220
Figura 44- A) Entrada do teto baixo do último conduto. B) Vista da câmara final da caverna.	6.1-221
Figura 45- A) Sedimentos errígenos alóctones e presença de raízes. B) Blocos abatidos próximos à entrada da caverna PEA-0575.	6.1-221
Figura 46- A) Cânion lateral que canaliza parte da enxurrada para dentro da cavidade e parte para drenagem subjacente. B) Entrada do cânion vista da drenagem.....	6.1-222
Figura 47- A) Caixa de maribondo no teto da entrada da cavidade. B) Lixo e detritos vegetais no interior da caverna PEA-0575.	6.1-222
Figura 48- A) Lagoa do Sobrado/Lagoa Azul. B) Mata de Galeria onde está inserida a caverna.	6.1-224
Figura 49- A) Aspecto geral da entrada da caverna PEA-0576. B) Parede carbonática com destaque aos sulcos formados pela ação física e química de águas turbulentas.	6.1-224
Figura 50- A) Entrada da caverna PEA-0576 parcialmente obstruída por blocos. B) Morfologia do conduto inicial desta caverna.	6.1-225
Figura 51 - A) acúmulo de sedimento terrígeno sobre o piso da PEA-0576 . B) Banco de detritos no início do teto baixo desta caverna.	6.1-225
Figura 52 - A) Guano de morcego hematófago. B) Sementes em germinação. C e D) Invertebrados encontrados no interior da caverna.	6.1-226
Figura 53 - A e B) Lixo encontrado em profusão na PEA-0576.	6.1-227
Figura 54 - A) Lagoa do Sabrado/Lago Azul com a Serra do Pião ao fundo. B) Transição entre pasto e a mata de galeria onde a PEA-0577 está inserida.	6.1-228
Figura 55 - A) Conduto principal da cavidade. B) Acamamento horizontal observado nas paredes da cavidade.	6.1-229
Figura 56 - A) Entrada leste formada em uma quebra no terreno. B) Entrada principal formada ao fundo da dolina de maiores dimensões.	6.1-229
Figura 57 - A e B) Sedimentos alóctones sobre o piso da caverna PEA-0577.	6.1-230

Diagnóstico Meio Físico

- Figura 58 - A) Raízes e serrapilheira na extremidade leste da cavidade. B) Mariposa próxima à entrada da PEA-0577..... 6.1-230
- Figura 59 – A) Morro que comporta a caverna MS-28 (PEA-0579), com destaque à placa do gasoduto da GASMIG. B) Fragmento vegetal onde a caverna está localizada. C) Área de influência da caverna MS-28 (PEA-0579) alterada pela BR-040 e pelo gasoduto. D) Interior do fragmento de vegetação. Em destaque, o local da entrada da caverna..... 6.1-232
- Figura 60 – A) Vista externa da entrada da caverna MS-28 (PEA-0579). B) Vista interna da entrada da caverna. 6.1-232
- Figura 61 – A) Porção central do salão da MS-28 (PEA-579). B) Vista da lateral, onde teto e piso se encontram. 6.1-233
- Figura 62 – A) Material terrígeno não consolidado no piso da caverna MS-28 (PEA-0579). B) Blocos abatidos e raízes na região central do salão. 6.1-234
- Figura 63 – A) Vegetação da área de influência da caverna. B) Área no entorno da entrada da caverna SM-22 (PEA-0580). 6.1-235
- Figura 64 – A) Vista externa da entrada da caverna SM-22 (PEA-0580). B) Etiqueta de identificação. 6.1-236
- Figura 65 – A e B) Material terrígeno contendo raízes na entrada e interior da SM-22 (PEA-0580). ... 6.1-237
- Figura 66 – A) Lixeira de formiga no interior da SM-22 (PEA-0580). B) Fauna subterrânea: opilião..... 6.1-237
- Figura 67 – A) Curso d'água próximo à caverna SM-21 (PEA-0581). B) Vegetação presente na área de influência da caverna. Em destaque, sua boca de entrada..... 6.1-239
- Figura 68 – A) Vista externa da entrada da caverna SM-21 (PEA-0581). B) Vista interna da entrada, formada em teto baixo..... 6.1-239
- Figura 69 – A) Blocos abatidos ao logo da caverna. B) Material terrígeno contendo raízes na lateral esquerda da SM-21 (PEA-581)..... 6.1-240
- Figura 70 – A) Fauna subterrânea: Formicidae e Araneae. B) Fauna subterrânea: *Zelurus* sp..... 6.1-241
- Figura 71 – A) Mata de galeria que circunda a caverna SM-20 (PEA-0582). B) Fita de identificação encontrada no interior da caverna. 6.1-242
- Figura 72 – A) Vista externa da entrada da caverna SM-20 (PEA-0582). B) Morfologia do primeiro salão. C) Passagem estreita que permite acesso ao conduto final da caverna. D) Segundo conduto da caverna, em teto baixo..... 6.1-243
- Figura 73– A) Material terrígeno e blocos sobre o piso. B) Coraloides presentes na SM-20 (PEA-0582).6.1-244
- Figura 74 – A) Vegetação presente no morro que comporta a PEA-0583. B) Fragmento vegetal em que a caverna está localizada. Destaque, a posição da entrada principal..... 6.1-245

Diagnóstico Meio Físico

Figura 75 – A e B) Blocos abatidos ao longo de toda a caverna.	6.1-246
Figura 76 – A) Entrada principal da caverna PEA-0583. B) Entrada secundária da caverna. C) Conduitos de acesso à entrada secundária. D) Passagens que dá acesso ao conduto final da caverna.	6.1-246
Figura 77 – A) Material terrígeno inconsolidado entre blocos. B) Blocos abatidos no interior da caverna PEA-0583.	6.1-247
Figura 78– A) Gotejamentos existentes no interior da caverna PEA-0583. B) Umidade localizada no piso da caverna, provinda do gotejamento existente no teto.	6.1-247
Figura 79 – A) Cobra cascavel (<i>Crotalus</i> sp.). B) Raízes sobre solo terrígeno.	6.1-248
Figura 80 – A) Vista de cima do morro que comporta a MS-24 (PEA-0584). B) Vegetação localizada próxima à entrada da caverna.	6.1-249
Figura 81– A) Entradas da MS-24 (PEA-0584). B) Vista interna da entrada principal desta caverna. ..	6.1-250
Figura 82 – A) Secção transversal do conduto principal. B) Conduto final em teto baixo.	6.1-250
Figura 83– A e B) Sedimento terrígeno e blocos desmoronados no conduto principal da MS-24 (PEA-0584).	6.1-251
Figura 84– A) Teia de aracnídeo com presa emaranhada. B) Vestígios de mamíferos (dente) e de aves (ovo).	6.1-251
Figura 85 – A) Paisagem externa vista da entrada da MS-25 (PEA-0585). B) Vegetação localizada próxima a entrada da caverna. C e D) Grande quantidade de orquídeas na área de influência da caverna.	6.1-253
Figura 86 – A) Vista externa da entrada da MS-25 (PEA-0585). B) Vista interna da entrada da caverna. C) Secção lenticular do salão principal. D) Secção circular do conduto secundário.	6.1-254
Figura 87 – A e B) Blocos abatidos sobre nos condutos principal e secundário, respectivamente.	6.1-254
Figura 88 – A) Ootecas de aranhas. B) Opilião morto, coberto por fungos. C) Morcego hematófago <i>Desmodus rotundus</i> . D) Fezes de tamanduá-mirim <i>Tamandua tetradactyla</i>	6.1-255
Figura 89 – A) Morro que comporta a caverna PEA-0586, com destaque à sua boca de entrada. B) Grota ao lado da referida cavidade, densamente vegetada.	6.1-256
Figura 90 – A) Vista externa da entrada da caverna PEA-0586. B) Vista interna desta caverna, do conduto inicial para a entrada. Observa-se alisamento na parede esquerda (foto).	6.1-257
Figura 91 – A) Passagem estreita que secciona o primeiro conduto do salão central. B) Vista da entrada do último conduto da PEA-0586 para o cone de desmoronamento do salão central.	6.1-258
Figura 92 – A) Blocos abatidos que compõem o piso do salão central. B) Material terrígeno inconsolidado na entrada da caverna. C) Depósito mineral secundário. D) Disposição da vertical do acamamento.	6.1-259

Diagnóstico Meio Físico

Figura 93– Animais vertebrados encontrados no interior da caverna PEA-0586. A) Indivíduo do gênero <i>Leptodactylus</i> sp. B) Indivíduo da espécie <i>Desmodus rotundus</i>	6.1-259
Figura 94 – A) Vegetação da área de influência da caverna PEA-0587, com destaque ao espeleólogo na base do paredão. B) Desnível abrupto com a entrada da caverna ao fundo.	6.1-260
Figura 95 – A) Salão em teto baixo após a entrada da cavidade. B) Teto tabular sobre rampa de blocos.	6.1-261
Figura 96 – A) Vista de cima da rampa de blocos no terço final da caverna PEA-0587. B) Espeleólogo sobre piso recoberto por grandes blocos.....	6.1-262
Figura 97– A) Colônia de morcegos no interior da caverna PEA-0587. B e C) Invertebrados não identificados. D) Pichação no centro da caverna.	6.1-263
Figura 98 – Mapa Pedológico do Distrito Federal adaptado EMBRAPA – 1978. (Adaptado).	6.1-270
Figura 99 – Esboço do Mapa Pedológico do Estado de Goiás. Alterado de Selma Simões de Castro in: CASTRO & SILVA – 2002.	6.1-277
Figura 100 – Mosaico do Mapa de Solos de Minas Gerais – 2010. (Adaptado).....	6.1-290
Figura 101 - Localização das estações fluviométricas da ANA.	6.1-326
Figura 102 – Região Hidrográfica do Paraná.	6.1-327
Figura 103 - Regiões Hidrográficas da bacia do São Francisco.	6.1-331
Figura 104 - Área alagada a direita da rodovia (foto esquerda) e a esquerda (foto direita) da ponte do Córrego Extreminha (Sentido Brasília – Juiz de Fora).	6.1-338
Figura 105 - Vegetação da área alagada margeante a rodovia.....	6.1-339
Figura 106 – Vegetação da área alagada do ponto de coleta 9 - Córrego Extreminha a montante.....	6.1-339
Figura 107 - Área alagada no Córrego do Facão com eucaliptos ao fundo (margem direita da rodovia).	6.1-340
Figura 108 - Área alagada no Córrego do Facão (margem esquerda da rodovia).	6.1-340
Figura 109 - Captação no Córrego Lava Pés.....	6.1-343
Figura 111 - Mapa Hidrogeológico do DF (adaptado) – Aquíferos do Domínio Poroso. Fonte: site ADASA – DF.	6.1-362
Figura 112- Mapa Hidrogeológico do DF (adaptado) – Aquíferos do Domínio Fraturado. Fonte: site ADASA – DF.	6.1-363
Figura 113- Províncias Hidrogeológicas do Brasil. Adaptado DNPM/CPRM 1983. Citado em MMA 2003. Fonte: Site MMA, in: www.abas.org.br.	6.1-364

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-040 - DF/GO/MG

Figura 114- Distribuição dos Sistemas Aquíferos Freáticos em Goiás. Fonte: Hidrogeologia do Estado de Goiás – 2006. (Adaptado).....	6.1-366
Figura 115- Distribuição dos Domínios Aquíferos Profundos em Goiás. Fonte: Hidrogeologia do Estado de Goiás – 2006. (Adaptado).....	6.1-369
Figura 116 - 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).	6.1-372
Figura 117- Sistemas aquíferos do Estado de Minas Gerais, adaptado do trabalho “Disponibilidades hídricas subterrâneas no Estado de Minas Gerais, 1995” <i>in</i> : ZEE - MG.	6.1-374
Figura 118 - Modelo de ficha de campo	6.1-394
Figura 119 - Gráfico de temperatura a montante e jusante dos pontos de coleta	6.1-401
Figura 120- Gráfico da Turbidez.....	6.1-403
Figura 121 - Gráfico dos sólidos totais dissolvidos	6.1-404
Figura 122 – Gráfico condutividade elétrica	6.1-405
Figura 123 - Gráfico do parâmetro Óleos e Graxas	6.1-406
Figura 124 - Gráfico do parâmetro pH.....	6.1-407
Figura 125 – Gráfico do Nitrogênio total.....	6.1-409
Figura 126 - Gráfico do oxigênio dissolvido	6.1-410
Figura 127 - Gráfico da DBO	6.1-411
Figura 128 - Gráfico do fósforo total.....	6.1-413
Figura 129 – Gráfico dos coliformes termotolerantes	6.1-414
Figura 130- Gráfico do IQA	6.1-417
Figura 131 - Comportamento do monóxido de carbono ao logo da BR-040 DF/GO/MG.	6.1-423
Figura 132 - Comportamento do Material Particulado ao logo da BR-040 DF/GO/MG.	6.1-424
Figura 133 - Comportamento dos Óxidos de nitrogênio ao logo da BR-040 DF/GO/MG.....	6.1-425
Figura 134 - Comportamento do Ozônio ao longo da BR-040 DF/GO/MG	6.1-426
Figura 135 - Localização das estações do DF	6.1-427
Figura 136 - Série histórica de dados de monitoramento do Distrito Federal de partículas em suspensão.6.1-428	

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-040 - DF/GO/MG

Figura 137 - Legenda de cores das tabelas	6.1-429
Figura 138 - Série histórica de dados de monitoramento do Distrito Federal de óxidos de enxofre.	6.1-429
Figura 138 - Série histórica de dados de monitoramento do Distrito Federal de fumaça.....	6.1-430
Figura 139 - Estações no estado do Goiás	6.1-431
Figura 141 - Estações do estado de Minas Gerais	6.1-434
Figura 142 - Concentração média diária de partículas inaláveis (MP10), estação Praça Rui Barbosa ano 2011.....	6.1-436
Figura 143 - Médias anuais das concentrações de partículas inaláveis.....	6.1-437
Figura 144 - Série histórica de dados de monitoramento do estado de Minas Gerais de partículas em suspensão.....	6.1-438
Figura 145 - Concentração média diária de dióxido de enxofre na Estação Praça Rui Barbosa.	6.1-439
Figura 146 - Série histórica de dados de monitoramento do estado de Minas Gerais de dióxido de enxofre.	6.1-440
Figura 147 - Concentração diária de monóxido de carbono, na Estação Praça Rui Barbosa.....	6.1-441
Figura 148 - Série histórica de dados de monitoramento do estado de Minas Gerais de monóxido de carbono.	6.1-442
Figura 149 - Concentração diária de ozônio na Estação Praça Rui Barbosa.....	6.1-443
Figura 150 - Série histórica de dados de monitoramento do estado de Minas Gerais de ozônio.	6.1-444
Figura 151 - Concentração diária de dióxido de nitrogênio na Estação Praça Rui Barbosa.	6.1-445
Figura 152 - Série histórica de dados de monitoramento do estado de Minas Gerais de ozônio.	6.1-446

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Estações meteorológicas utilizadas para obtenção de dados	6.1-2
Quadro 2 - Classes de água.....	6.1-16
Quadro 3 - Usos preponderantes das águas segundo critérios da resolução CONAMA nº 357.....	6.1-16
Quadro 4 - Corpos hídricos da área de estudo a serem amostrados – BR-040 DF/GO/MG	6.1-18
Quadro 5 - Pesos relativos para cálculo do IQA.	6.1-22
Quadro 6 - Classificação do IQA.	6.1-23
Quadro 7 - Estações ANA	6.1-23
Quadro 8 - Referências legais de qualidade do ar	6.1-24
Quadro 9 - Estações meteorológicas localizadas nos municípios interceptados pelo empreendimento que não possuíam dados de série histórica.	6.1-33
Quadro 10- Temperatura média	6.1-34
Quadro 11- Evaporação média anual.....	6.1-36
Quadro 12 -Precipitação acumulada média mensal e anual	6.1-38
Quadro 13 - Insolação média – horas	6.1-41
Quadro 14- Direção Predominante do Vento	6.1-43
Quadro 15 - Intensidade do Vento	6.1-43
Quadro 16 - Estações fluviométricas ANA.	6.1-325
Quadro 17 - Vazões Q_m , Q_{95} , q e Q_{95esp} nas unidades hidrográficas Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná	6.1-327
Quadro 18 - Vazões Q_{uem} , Q_{95} , q e Q_{95esp} nas unidades hidrográficas Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná.....	6.1-328
Quadro 19- Vazões de retirada(demanda), de retorno e de consumo, em m^3/s e para usos consultivos .	6.1-328
Quadro 20 -Vazões Q_m , Q_{95} , q e $Q_{95 esp}$ nas unidades hidrográficas Sub 2 da Região Hidrográfica do Paraná	6.1-328
Quadro 21- Estações Sub-Bacia Paranaíba	6.1-329

Quadro 22 - Disponibilidade de recursos hídricos superficiais na Região Hidrográfica São Francisco por Sub 2	6.1-331
Quadro 23 - Áreas de drenagens das Sub-Bacias.....	6.1-334
Quadro 24 - Estações fluviométricas ANA.	6.1-334
Quadro 25 - Disponibilidade dos recursos hídricos nas Unidades Hidrográficas da Região Atlântico Sudeste	6.1-335
Quadro 26 - Estações fluviométricas ANA.	6.1-336

ÍNDICE DE FOTOS

Foto - 1 – Na área de estudo o relevo é predominantemente plano, sem morros ou fundos de vales característicos, indicando baixo risco a movimentação de massa.....	6.1-51
Foto - 2 – Na área de estudo o relevo é predominantemente plano, sem morros ou fundos de vales característicos, indicando baixo risco a movimentação de massa.....	6.1-51
Foto - 3 - Na área de estudo o relevo é predominantemente plano, sem morros ou fundos de vales característicos, indicando baixo risco a movimentação de massa.....	6.1-52
Foto - 4– Superfície de Aplainamento, relevo plano a suave ondulado.	6.1-58
Foto - 5 - Superfície de Aplainamento, relevo plano a suave ondulado.	6.1-58
Foto - 6 – Superfície de Aplainamento, relevo com morros de topo arredondados.	6.1-59
Foto - 7 – Superfície de Aplainamento, relevo com vales ‘chatos’	6.1-59
Foto - 8 - Blocos Falhados, relevo mantido pelos quartzitos existentes no domo de Cristalina.....	6.1-60
Foto - 9 - Blocos Falhados, relevo mantido pelos quartzitos existentes no domo de Cristalina.....	6.1-61
Foto - 10 – Blocos Falhados, relevo mantido pelos quartzitos existentes no Domo de Cristalina. Na mesma foto é possível identificar o contato com as Zonas de Erosão Recuante.	6.1-61
Foto - 11 - Contato entre as Unidades de Aplainamento e de Erosão Recuante.....	6.1-62
Foto - 12- Morros de topos chatos com processos de ravinamento marcantes e espesso manto de intemperismo.....	6.1-79
Foto - 13 - Relevo com predomínio de morros esparsos com topo arredondado e vales amplos de fundo chato com espesso manto de intemperismo.	6.1-79
Foto - 14 - Relevo com predomínio de morros esparsos com topo arredondado e vales amplos de fundo chato com espesso manto de intemperismo.	6.1-80
Foto - 15 - Relevo com cumes acentuados, vales encaixados e predominância da morfogênese estrutural.	6.1-80
Foto - 16 - Relevo com formas alongadas tipo cristas e linhas de cumeadas.....	6.1-81
Foto - 17 - Relevo com formas alongadas tipo cristas e linhas de cumeadas.....	6.1-81
Foto - 18 - Chapada característica dessa Unidade.....	6.1-82
Foto - 19 - Morros com topos chato/arredondados com ravinamento acentuado e formação de espessos mantos de intemperismo.....	6.1-82

Diagnóstico Meio Físico

Foto - 20 - Relevo de formas suaves, quase planas com elevações espaçadas, com topos arredondados.....	6.1-83
Foto - 21 - Morros baixos, topos arredondados, vales amplos e de fundo chato com espessos mantos de intemperismo.....	6.1-83
Foto - 22 – Morros baixos, topos arredondados, vales amplos e de fundo chato com espessos mantos de intemperismo.....	6.1-84
Foto - 23 - Morro baixo, topo arredondado.	6.1-84
Foto - 24 – Afloramento meramente ilustrativo da Unidade R3 (nas proximidades do Porto Seco - DF).	6.1-98
Foto - 25 – Afloramento meramente ilustrativo da Unidade R3 (nas proximidades do Porto Seco - DF).	6.1-98
Foto - 26 – Afloramento meramente ilustrativo de quartzito da Unidade Q3 (área próxima ao clube da Marinha – DF. Entroncamento BR 250/040)	6.1-99
Foto - 27 - Detalhe do afloramento ilustrativo de quartzito da Unidade Q3. (área próxima ao clube da Marinha – DF. Entroncamento BR 250/040)	6.1-99
Foto - 28– Detalhe do afloramento ilustrativo de quartzito da Unidade Q3. (área próxima ao clube da Marinha – DF. Entroncamento BR 250/040)	6.1-99
Foto - 29 – Afloramento ilustrativo de quartzito da Unidade Q3. (área próxima ao clube da Marinha – DF. Entroncamento BR 250/040)	6.1-100
Foto - 30 – Início do processo de erosão linear em talude.	6.1-102
Foto - 31 – Desenvolvimento de erosão linear em Latossolo.	6.1-103
Foto - 32 – Desenvolvimento de erosão linear em Latossolo.	6.1-103
Foto - 33 – Amostra cobertura laterítica.....	6.1-111
Foto - 34 – Amostra cobertura laterítica.....	6.1-111
Foto - 35 – Amostra de concreção laterítica.	6.1-112
Foto - 36 – Afloramento de quartzito da Formação Paracatu. Apresentam-se como blocos esparsos principalmente nos altos topográficos.	6.1-112
Foto - 37 – Detalhe afloramento de quartzito da Formação Paracatu. Apresentam coloração avermelhada/esbranquiçada.....	6.1-113
Foto - 38 – Detalhe afloramento de quartzito da Formação Paracatu. A variação na coloração deve-se ao processo de alteração causado pelo intemperismo.	6.1-113

Diagnóstico Meio Físico

Foto - 39 – Unidade Rítmica Quartzítica suportando o relevo nas proximidades de Cristalina.	6.1-114
Foto - 40 – Afloramento dos quartzitos que compõem a Unidade Rítmica Quartzítica.	6.1-114
Foto - 41 – Detalhe dos quartzitos característicos com granulação média e coloração esbranquiçada. Apresentam-se também como blocos esparsos.....	6.1-115
Foto - 42 – Processo erosivo instalado as margens da rodovia BR-040 DF/GO/MG. Causado pelo fluxo da água da chuva e retirada da cobertura vegetal.	6.1-116
Foto - 43 - Processo erosivo instalado as margens da rodovia BR-040 DF/GO/MG. Causado pelo fluxo da água da chuva e retirada da cobertura vegetal.	6.1-117
Foto - 44 - Processo erosivo instalado as margens da rodovia BR-040 DF/GO/MG. Causado pelo fluxo da água da chuva e retirada da cobertura vegetal.	6.1-117
Foto - 45 – Quartzito pertencente ao Grupo Canastra. Afloramentos geralmente esparsos com blocos isolados.	6.1-141
Foto - 46 – Detalhe quartzito pertencente ao Grupo Canastra.	6.1-141
Foto - 47- – Afloramento de filitos pertencentes ao Grupo Canastra.	6.1-142
Foto - 48- – Amostra da cobertura detrítica com grandes concreções de ferro.	6.1-142
Foto - 49 - Amostra da cobertura detrítica	6.1-143
Foto - 50-- Amostra da cobertura detrítica.	6.1-143
Foto - 51– amostra de quartzito do Grupo Vazante. Afloramento localizado logo após a cidade de Paracatu.....	6.1-144
Foto - 52 – Detalhe do afloramento de quartzito do Grupo Vazante. Amostra de coloração esbranquiçada, granulação grosseira.....	6.1-144
Foto - 53 - Afloramento de ardósias avermelhadas pertencentes ao Grupo Vazante, 10km antes da cidade de Paracatu.	6.1-145
Foto - 54 - Afloramento de argilito as margens da BR-040 DF/GO/MG.	6.1-145
Foto - 55 – Detalhe do afloramento de argilito as margens da BR-040 DF/GO/MG.	6.1-146
Foto - 56 – Amostra de calcarenito pertencente ao Subgrupo Paraopeba Indiviso.	6.1-146
Foto - 57 – Arenito feldspático avermelhado pertencente ao Grupo Areado.....	6.1-147
Foto - 58 - Arenito esbranquiçado (devido ao grau de alteração) pertencente ao Grupo Areado..	6.1-147
Foto - 59 – Siltito de coloração esverdeada pertencente ao Grupo Areado.	6.1-148

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-040 - DF/GO/MG

Foto - 60 – Detalhe do siltito pertencente ao Grupo Areado.....	6.1-148
Foto - 61 – Afloramento de siltito, esverdeado formando blocos ao longo da rodovia.	6.1-149
Foto - 62- – Detalhe de siltito esverdeado pertencente a Fm Três Marias.	6.1-149
Foto - 63 – Detalhe de arenito silicificado.	6.1-150
Foto - 64 - Arenito avermelhado silicificado pertencente a Formação Três Marias.....	6.1-150
Foto - 65 – Siltito no leito do rio pertencente a Formação Serra de Santa Helena.	6.1-151
Foto - 66- Siltito no leito do rio pertencente a Formação Serra de Santa Helena.	6.1-151
Foto - 67 – Siltito acinzentado no leito do rio pertencente a Formação Serra de Santa Helena....	6.1-152
Foto - 68 – Grande afloramento as margens da BR-040 DF/GO/MG.....	6.1-152
Foto - 69 – Detalhe do afloramento as margens da BR-040 DF/GO/MG de metapelitos.	6.1-153
Foto - 70 - Afloramento de rocha carbonática as margens da BR-040 DF/GO/MG.	6.1-153
Foto - 71 - Afloramento de gnaisses formando o Complexo Ortognáissico Belo Horizonte.....	6.1-154
Foto - 72- Afloramento de gnaisses formando o Complexo Ortognáissico Belo Horizonte.	6.1-154
Foto - 73- Afloramento de gnaisses formando o Complexo Ortognáissico Belo Horizonte.	6.1-155
Foto - 74 – Xistos pertencentes ao Grupo Itabira.	6.1-155
Foto - 75 – Afloramento as margens da BR-040 DF/GO/MG de rocha dolomítica pertencente ao Grupo Itabira.	6.1-156
Foto - 76 – Detalhe de rocha dolomítica pertencente ao Grupo Itabira.	6.1-156
Foto - 77 - Afloramento de itabirito pertencente ao Grupo Itabira.....	6.1-157
Foto - 78 – Detalhe do afloramento de itabirito pertencente ao Grupo Itabira.....	6.1-157
Foto - 79 – Detalhe afloramento de filitos pertencentes ao Grupo Piracicaba.	6.1-158
Foto - 80 - Detalhe afloramento de filitos pertencentes ao Grupo Piracicaba.	6.1-158
Foto - 81 – Afloramento de itabirito com hematita pertencente ao Grupo Itabira.	6.1-159
Foto - 82 – Afloramento de itabirito com hematita pulverulenta pertencente ao Grupo Itabira.	6.1-159
Foto - 83 – Rocha granítica (possivelmente pertencente ao Granito Maranhão).	6.1-160
Foto - 84 – Rocha granítica (possivelmente pertencente ao Granito Maranhão).	6.1-160
Foto - 85 - Rocha granítica (possivelmente pertencente ao Granito Maranhão).	6.1-161

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-040 - DF/GO/MG

Foto - 86 - Rocha granítica (possivelmente pertencente ao Granito Cupim).....	6.1-161
Foto - 87 - Afloramento de gnaiss pertencente ao Complexo Piedade.	6.1-162
Foto - 88 – Afloramento de gnaiss pertencente ao Complexo Piedade.	6.1-162
Foto - 89 – Afloramento de gnaiss pertencente ao Complexo Piedade.	6.1-163
Foto - 90 – Afloramento de gnaiss pertencente ao Complexo Juiz de Fora.	6.1-163
Foto - 91 - Afloramento de gnaiss pertencente ao Complexo Juiz de Fora.....	6.1-164
Foto - 92 - Afloramento de gnaiss pertencente ao Complexo Juiz de Fora. (foto do final do trecho). 6.1-164	
Foto - 93 - Processo erosivo característico das áreas da Província Tocantins.	6.1-166
Foto - 94 - Processo erosivo característico das áreas da Província Tocantins.	6.1-167
Foto - 95 - Processo erosivo característico das áreas da Província Tocantins.	6.1-167
Foto - 96 - Processo erosivo característico das áreas da Província Tocantins.	6.1-168
Foto - 97 - Processo erosivo característico das áreas da Província Tocantins.	6.1-168
Foto - 98 - Processo erosivo característico das áreas da Província Tocantins.	6.1-169
Foto - 99 - Processo de movimentação de massa característico da região da Província São Francisco	6.1-169
Foto - 100 - Processo de movimentação de massa característico da região da Província São Francisco.	6.1-170
Foto - 101 - Processo de movimentação de massa característico da região da Província São Francisco.	6.1-170
Foto - 102 - Processo de movimentação de massa característico da região da Província São Francisco.	6.1-171
Foto - 103 - Processo de movimentação de massa característico da região da Província São Francisco.	6.1-171
Foto - 104 – Processo de movimentação de massa característico da região da Província São Francisco.	6.1-172
Foto - 105 – Processo de movimentação de massa característico da região da Província São Francisco.	6.1-172
Foto - 106 – Processo de movimentação de massa característico da região da Província São Francisco.	6.1-173

Diagnóstico Meio Físico

Foto - 107 – Coloração avermelhada intensa.	6.1-272
Foto - 108 – Relevo plano, sem ondulações.	6.1-272
Foto - 109 – Textura argilosa, apresentando gretas de contração.	6.1-273
Foto - 110 – Solo profundo com horizonte homogêneo.	6.1-273
Foto - 111 – Solo profundo com horizonte homogêneo.	6.1-274
Foto - 112 – Sem proteção os taludes são facilmente erodidos devido à declividade.	6.1-274
Foto - 113 - Latossolo Vermelho-amarelo em área de relevo plano a suave ondulado.	6.1-283
Foto - 114 – Latossolo Vermelho em área de relevo plano a suave ondulado.	6.1-283
Foto - 115 – corte Latossolo Vermelho-amarelo.	6.1-284
Foto - 116 – Corte Latossolo Vermelho	6.1-284
Foto - 117 – Greta de contração devido à grande presença de argila.	6.1-285
Foto - 118 – Concreção laterítica característica do processo de latossolização.	6.1-285
Foto - 119 - Relevo mais movimentado característico do Cambissolo.	6.1-286
Foto - 120 – Corte de um horizonte cascalhento.	6.1-286
Foto - 121 –Horizonte cascalhento.	6.1-287
Foto - 122 - Horizonte cascalhento com cristais de quartzo que são mais resistentes ao intemperismo.	6.1-287
Foto - 123 - Horizonte cascalhento com grande quantidade de silte.	6.1-288
Foto - 124 – Horizonte cascalhento com elevado grau de pedregosidade.	6.1-288
Foto - 125 - Latossolo Vermelho-Amarelo em relevo plano característico.	6.1-303
Foto - 126– Latossolo Vermelho-Amarelo em relevo plano característico.	6.1-303
Foto - 127 – Perfil Latossolo Vermelho-Amarelo, horizonte profundo e homogêneo.	6.1-304
Foto - 128 - Neossolo Litólico, solo com contato com o substrato rochoso em profundidade menor que 40cm.	6.1-304
Foto - 129 – Neossolo Litólico, o solo ainda mantém as estruturas preservadas do seu protolito.	6.1-305
Foto - 130– Neossolo Litólico, solo com contato com o substrato rochoso em profundidade menor que 40cm. Ainda é possível observar o protolito do solo.	6.1-305
Foto - 131 - Cambissolo amarelado.	6.1-306

Diagnóstico Meio Físico

Foto - 132 – Cambissolo com horizonte cascalhento.	6.1-306
Foto - 133 - Cambissolo com horizonte cascalhento.	6.1-307
Foto - 134 – Latossolo Vermelho-Amarelo.....	6.1-307
Foto - 135 – Latossolo Vermelho-Amarelo.....	6.1-308
Foto - 136 - Latossolo Vermelho-Amarelo, com concreções lateríticas.	6.1-308
Foto - 137 – Neossolo Litólico, onde é possível ver o protolito do solo a uma profundidade inferior a 40cm.	6.1-309
Foto - 138 – Neossolo Litólico, onde é possível ver o protolito do solo a uma profundidade inferior a 40cm.	6.1-309
Foto - 139 – Neossolo Litólico, onde é possível ver o protolito do solo a uma profundidade inferior a 40cm.	6.1-310
Foto - 140 – Neossolo Quartzarênico, onde é possível observar o protolito a profundidade superior a 50cm.	6.1-310
Foto - 141 – Neossolo mosqueado.	6.1-311
Foto - 142 – Neossolo Quartzarênico.	6.1-311
Foto - 143 – detalhe do Neossolo Quartzarênico acima mostrando que ainda ha minerais resistentes ao intemperismo no horizonte A que é superior a 150cm.	6.1-312
Foto - 144 - Cambissolo com horizonte cascalhento.	6.1-312
Foto - 145 – Cambissolo com concreções ferrugionosas centimétricas.....	6.1-313
Foto - 146 – Cambissolo com horizonte cascalhento.	6.1-313
Foto - 147 – Cambissolo com horizonte cascalhento.	6.1-314
Foto - 148 – Corte Cambissolo amarelado com horizonte homogêneo.	6.1-314
Foto - 149 – Detalhe do corte acima mostrando que por ser um solo imaturo ainda persistem minerais resistentes ao intemperismo, principalmente a “base” de quartzo.	6.1-315
Foto - 150 – Latossolo Vermelho característico de relevos planos a suave ondulados.	6.1-315
Foto - 151 – Latossolo Vermelho característico de relevos planos a suave ondulados.	6.1-316
Foto - 152 – Latossolo Vermelho característico de relevos planos a suave ondulados.	6.1-316
Foto - 153 – Latossolo Vermelho característico de relevos planos a suave ondulados.	6.1-317
Foto - 154 – Neossolos Litólicos, onde ainda ha o protolito do solo.....	6.1-317

Diagnóstico Meio Físico

Foto - 155 – Neossolo Litólico, detalhe dos minerais mais resistentes ao intemperismo, geralmente “quartzo”	6.1-318
Foto - 156 - Neossolo Litólico, detalhe dos minerais mais resistentes ao intemperismo, geralmente “quartzo”	6.1-318
Foto - 157 – Cambissolo amarelado.	6.1-319
Foto - 158 – Horizonte cascalhento característico do cambissolo.....	6.1-319
Foto - 159 - Horizonte cascalhento característico do cambissolo. Ainda demonstrando minerais mais resistentes ao intemperismo.	6.1-320
Foto - 160 - Latossolo Vermelho característico de relevos planos e horizontes profundos.	6.1-320
Foto - 161 – Latossolo Vermelho característico de relevos planos e horizontes.....	6.1-321
Foto - 162 – Latossolo Vermelho característico de relevos planos e horizontes profundos.	6.1-321
Foto - 163 - Latossolo Vermelho-Amarelo característico de relevos planos e horizontes profundos...6.1-322	
Foto - 164 – Latossolo Vermelho-Amarelo característico de relevos planos e horizontes profundos..6.1-322	
Foto - 165 – Argissolo Vermelho. Estrutura semelhante ao Latossolo, mas em um relevo mais movimentado e com uma vegetação diferenciada.	6.1-323
Foto - 166 – Argissolo Vermelho. Estrutura semelhante ao Latossolo, mas em um relevo mais movimentado e com uma vegetação diferenciada.	6.1-323
Foto - 167 – Argissolo Vermelho. Estrutura semelhante ao Latossolo, mas em um relevo mais movimentado e com uma vegetação diferenciada.	6.1-324

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 também foram consultadas informações das estações de monitoramento da ANA – Agência Nacional de Águas. Para os estudos do clima foram considerados os dados das estações pluviométricas.

- 1ª. Etapa

A primeira etapa consistiu no levantamento das estações meteorológicas em funcionamento na área de estudo e 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 oito estações meteorológicas localizadas nos municípios interceptados pelo empreendimento no estado de Minas Gerais, uma na cidade de Brasília no Distrito Federal e três estações no estado do Goiás. A estação de Goiânia não está localizada dentro dos municípios interceptados, porém auxiliou na caracterização climática do estado do Goiás (Quadro 1)

Dessas estações, os dados dos elementos do clima (temperatura, evaporação, insolação, direção predominante e velocidade média dos ventos e índices pluviométricos) foram analisados no período de 01/01/1983 a 01/04/2014, período relativo à série histórica e a sazonalidade dos elementos climáticos solicitados no Termo de Referência. Foi incluída a estação de Goiânia localizada próximo à área de estudo para a complementação de dados relativos ao estado de Goiás. Os dados foram obtidos por meio do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa - BDMEP – do INMET.

Para uma complementação dos dados e ilustração das normais climatológicas, 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 foram apresentadas em cartogramas que ilustram os valores médios no referido período de tempo.

Quadro 1 - Estações meteorológicas utilizadas para obtenção de dados

Nome da Estação-número	Localização
BRASILIA-83377	Brasília/DF
GOIÂNIA-83423	Goiânia/GO
LUZIÂNIA-A012	Luziânia/GO
CRISTALINA-A036	Cristalina/GO
TRES MARIAS-A528	Três Marias/MG
BELO HORIZONTE - CERCADINHO-A558	Belo Horizonte/MG
BARBACENA-83689	Barbacena/MG
BELO HORIZONTE - 83587	Belo Horizonte/MG
CURVELO-83536	Curvelo/MG
JUIZ DE FORA-83481	Juiz de Fora/MG
JOÃO PINHEIRO-83423	João Pinheiro/MG
SETE LAGOAS-83586	Sete Lagoas/MG

Fonte: INMET, 2014b

Além disso, foram levantadas 60 estações pluviométricas da Agência Nacional de Águas - ANA que se localizam em um raio de 10 km do eixo da rodovia. Os dados dessas estações foram consultados e refinados, a fim de complementar os estudos climáticos, bem como fazer o levantamento dos eventos extremos de precipitação. Os dados das estações estavam disponíveis, contudo sem possibilidade de contemplação, devido a não demonstrarem continuidade na série histórica e, por isso, tendo de serem utilizados apenas os dados de séries históricas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

O estudo climático da área em questão, também se baseou em pesquisas e dados da produção científica, relacionados ao tema e publicados sobre a região, assim como de dados divulgados por órgãos estaduais.

- 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 da região.

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 termopluviométricos, 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 os Estados de Goiás, Minas Gerais e para o Distrito Federal, utilizando - para isso os Mapas Geomorfológicos de cada Estado e do Distrito Federal.

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 dos Estados de Goiás, Minas Gerais e do Distrito Federal. 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, tanto para os Estados de Goiás e Minas Gerais, quanto para o Distrito Federal:

Os produtos do Programa de Geodiversidade do Serviço Geológico Brasileiro – CPRM;

Teses elaboradas por pesquisadores das Universidades Federais tais como: GIOVANNI R.R. (2006) – *Regiões em Movimento*; Carneiro, C. D. R. e Souza, J. J. (2005) – *Mapeamento Geomorfológico em Semi Detalhe*; MARTINS et. al. (2004) – *Evolução Geomorfológica do Distrito Federal* e NOVAES PINTO (1994) – *Caracterização Geomorfológica do Distrito Federal*.

Os Zoneamentos Ecológicos Econômicos para os Estados de Goiás, Minas Gerais e para o Distrito Federal.

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-040 DF/GO/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.

Diagnóstico Meio Físico

A partir dessa classificação foram criados os mapas temáticos para a geomorfologia dos Estados de Goiás, Minas Gerais e do Distrito Federal. 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 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 dos Estados e do Distrito Federal 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.

Diagnóstico Meio Físico

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 cartográfica em escala compatível.

A representação cartográfica da Geologia da Área de Estudo foi baseada nos mapas oficiais dos Estados de Goiás, Minas Gerais e do Distrito Federal e em correlações de campo. Os mapas foram apresentados em escala cartográfica compatível.

6.1.1.3.1. Metodologia de Levantamento de Cavidades Naturais

Os estudos espeleológicos de uma área pressupõem ações em duas frentes:

- Em Gabinete - Levantamento bibliográfico e análise dos dados cartográficos, geológicos e geomorfológicos, integração das informações e elaboração de relatórios;
- Em Campo - Trabalhos in loco, propriamente ditos, compostos por prospecções e avaliações.

- **Atividades em Gabinete**

Na etapa de gabinete são levantadas as 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 Secretarias Estaduais 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-040/DF/GO/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 (Brasil, 2008b). 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 cavidades 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.

- **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 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.

O serviço de campo foi realizado por equipes autônomas de espeleólogos, realizando prospecções (de carro e a pé) e entrevistas ao longo de toda a extensão do trajeto (Figura 1A).

Diagnóstico Meio Físico

Para demarcação dos trajetos percorridos e localização geográfica dos pontos de interesse, foram utilizados GPS individuais, modelos Garmin® GPS Map 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.

Para a documentação das cavernas, 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 $\pm 1,5\text{mm}$. Foram utilizadas bases topográficas flutuantes, sendo a precisão topográfica aplicada aos mapas finais 2B UIS, melhorados com instrumentação. As cavernas receberam plaquetas de identificação cadastral em PVC.

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 1C).

Para a confirmação de presença de rochas carbonáticas (solúveis) em campo, foi utilizada solução de ácido clorídrico (HCl) com concentração a 10% (Figura 1D).



Figura 1- A) Um dos veículos utilizados no deslocamento das equipes. B) Serviço de espeleotopografia. C) Espeleólogo em trabalho de prospecção a pé. D) Utilização de solução de ácido clorídrico para identificação de rochas carbonáticas.

Devido à presença de grande quantidade de empreendimentos de naturezas diversas às margens da rodovia – mineradoras, siderurgias e áreas de proteção ambiental, entre outros, situados especialmente no trecho vizinho à cidade de Sete Lagoas e no trecho compreendido entre Belo Horizonte e Conselheiro Lafaiete, ambos em Minas Gerais –, foi enviada a campo uma equipe de reconhecimento, com a finalidade de realizar o levantamento prévio das empresas e estabelecer primeiro contato com os responsáveis para posterior pedido formal de autorização de entrada e prospecção nas respectivas áreas.

Em seguida, foi gerado um conjunto de documentos de descrição do serviço, apresentação das empresas envolvidas e de solicitação de permissão de acesso às áreas, enviado via e-mail para o responsável técnico indicado por cada empresa.

Os documentos enviados digitalmente foram:

- Termo de Referência para contratação de prestação de serviços de elaboração do estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental e de assessoria técnica

para acompanhamento do processo de licenciamento ambiental para regularização e duplicação da Rodovia Federal BR-040;

- Homologação da licitação de contrato realizado pela Empresa de Planejamento e Logística - EPL adjudicado à empresa Serviços Técnicos de Engenharia - STE;
- Carta de apresentação da empresa Serviços Técnicos de Engenharia - STE;
- Termo de contratação da Panorama Ambiental pela empresa Serviços Técnicos de Engenharia - STE;
- Carta de apresentação da Panorama Ambiental e de solicitação de estudos espeleológicos anteriores e de acesso às áreas (incluindo mapa com polígonos de interesse);
- Caso solicitado, arquivos em formato shape file dos polígonos de interesse.

Concomitantemente, foi solicitado à Superintendência Regional de Regularização Ambiental – Central Metropolitana (SUPRAM-CM), da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e de Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais a relação dos números de processo de licenciamento ambiental das empresas levantadas, para posterior pedido de vistas.

- **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, a priori, como marco de referência para a 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, além das variações litológicas – utilizadas exclusivamente nas produções anteriores do Centro Nacional de Estudos, Proteção e Manejo de Cavernas (CECAV) – aproximações do potencial 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 - CECV em 01/06/2012 (Jansen et. al., 2012).

Para a revisão desta cartografia e seu enquadramento na realidade 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, trecho a trecho, com ênfase em mapas geológicos, levantamento geomorfológico/hidrológicos da área, informações das cavidades naturais conhecidas – com atualização em 28/02/2014 –, 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 em novo mapa de potencialidade (Anexo V), que serviu de referência para a alocação dos esforços de campo durante este inventário. 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;
- Sem potencial espeleológico - 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-040 DF/GO/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

Os estudos para identificação e amostragem dos tipos de solos das áreas atingidas pelo empreendimento seguiram a mesma metodologia para os Estados de Goiás, Minas Gerais e para o Distrito Federal. Inicialmente, para o levantamento dos dados secundários, foram utilizados os mapas de solos dos Estados de Goiás, Minas Gerais e do Distrito Federal, 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-040 DF/GO/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-040 DF/GO/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 carregamento 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 nos Estados de Goiás, Minas Gerais e Distrito Federal, 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 houve um 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-040 DF/GO/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 – 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 2,5 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 dos Estados e do Distrito Federal, 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%).

Quadro 2 - Classes de água

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

No Quadro 3 a seguir são apresentados os usos preponderantes das Águas, segundo os critérios da Resolução CONAMA nº 357/2005.

Quadro 3 - Usos preponderantes das águas segundo critérios da resolução CONAMA nº 357.

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						

Uso Preponderante da Água	Classificação				
	Classe Especial	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
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 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 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 38 possíveis pontos para amostragem conforme a Quadro 4 a seguir:

Quadro 4 - Corpos hídricos da área de estudo a serem amostrados – BR-040 DF/GO/MG

	Corpo D'Água	Coordenada X	Coordenada Y	Bacia Hidrográfica
01	Rio São Bartolomeu	201300,09	8169520,98	Paranaíba
02	Ribeirão Furnas ¹	203554,03	8163685,15	Paranaíba
03	Ribeirão Casa Branca	258844	8122271	Paranaíba
04	Ribeirão Cristal ¹	254102,78	8124796,16	Paranaíba
05	Rio São Marcos	272081,00	8116766,00	Paranaíba
06	Ribeirão Santa Isabel ¹	283603,88	8110106,92	São Francisco
07	Córrego Rico	311935,00	8085908,00	São Francisco
08	Rio Paracatu	331510,00	8062483,00	São Francisco
09	Córrego Extreminha ¹	343889,31	8052229,20	São Francisco
10	Córrego Poções	345979,53	8049530,44	São Francisco
11	Rio da Prata	356355,00	8046385,00	São Francisco
12	Rio Taquara ¹	392374,31	8014023,29	São Francisco
13	Rio do Sono ¹	396305,96	8012873,64	São Francisco
14	Ribeirão das Almas ¹	408647,51	8009290,78	São Francisco
15	Córrego Facão ¹	417099,67	8010636,61	São Francisco
16	Rio Santo Antônio ¹	425500,21	8013957,14	São Francisco
17	Rio Abaeté	451938,00	7998295,00	São Francisco
18	Rio São Francisco	473278,25	7988983,97	São Francisco
19	Ribeirão do Boi ¹	488338,87	7974427,02	São Francisco

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-040 - DF/GO/MG

	Corpo D'Água	Coordenada X	Coordenada Y	Bacia Hidrográfica
20	Riacho Frio ¹	490177,73	7970790,28	São Francisco
21	Ribeirão da Extrema ¹	492077,98	7952235,82	São Francisco
22	Córrego Jacaré ¹	498922,23	7942876,69	São Francisco
23	Ribeirão do Peixe ¹	500615,57	7935269,90	São Francisco
24	Córrego do Bolina ¹	515601,00	7928258,00	São Francisco
25	Rio Manso ¹	523612,74	7917822,85	São Francisco
26	Córrego do Meleiro ¹	526122,74	7915148,30	São Francisco
27	Córrego dos Gomes	533420,00	7908333,00	São Francisco
28	Ribeirão das Pedras ¹	536403,00	7895757,00	São Francisco
29	Ribeirão do Leitão ¹	536387,30	7890975,01	São Francisco
30	Córrego Mocambo	561324,33	7871267,06	São Francisco
31	Córrego das Pedras	579524,15	7837504,87	São Francisco
32	Córrego das Almas ¹	614704,13	7745940,78	São Francisco
33	Rio Maranhão ¹	622906,00	7727755,00	São Francisco
34	Rio Paraopeba ¹	624139,00	7696863,00	São Francisco
35	Ribeirão do Loures ou Alberto Dias ou Bandeira ¹	628078,84	7661571,12	São Francisco
36	Córrego Lava Pés ¹	632252	7651275	Paraíba do Sul
37	Rio Novo ¹	650039,30	7628987,62	Paraíba do Sul
38	Córrego São Pedro ¹	662117,56	7591125,67	Paraíba do Sul

1 - Cursos d'água onde ocorrerão estudos da ictiofauna.

- 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);

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-040 - DF/GO/MG

- 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 de Águas (LAA), da Universidade Católica de Brasília – UCB, 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 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** 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 ultimas 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"/> desesdentação 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"/> Desesdentação Animal <input type="checkbox"/> Lavagem de roupas e utensílios domésticos <input type="checkbox"/> Pesca, extrativismo, aquicultura <input type="checkbox"/> Diluição de efluêntes <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

Diagnóstico Meio Físico

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 5, a seguir.

Quadro 5 - Pesos relativos para cálculo do IQA.

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

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

wi = 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.

Quadro 6 - Classificação do IQA.

Classificação do IQA		
	Ótima	91 a 100
	Boa	71 a 90
	Media	51 a 70
	Ruim	26 a 50
	Muito Ruim	0 a 25

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. A classificação de cada corpo hídrico, conforme o Quadro 4, foi o principal resultado do Diagnóstico do Meio Físico, a respeito da Qualidade da Água. Os parâmetros analisados irão embasar o enquadramento dos corpos hídricos, assim como nortear as atividades de instalação do empreendimento.

- Redes de monitoramento da qualidade da água

Os dados das estações de monitoramento da qualidade da água produzidos pela Agência Nacional de Águas – ANA foram consultados. As estações descritas na tabela a seguir, são as que estão inseridas na Área de Estudos e seus dados foram agregados ao Diagnóstico da Qualidade da Água:

Quadro 7 - Estações ANA

Código	Nome da Estação	Coord. X	Coord. Y
58470650	Rio Paraibuna (pte. acesso rep. João Penido)	43° 24' 6.12"" W	21° 42' 48.96"" S
58470550	Rio Paraibuna (ponte ant. BR-040 DF/GO/MG)	43° 26' 8.16"" W	21° 40' 50.88"" S
58460000	Rio Paraibuna (jusante Chapéu D'Uvas)	43° 30' 27.00"" W	21° 36' 2.16"" S
58754700	Ribeirão das Posses (jus. Santos Dumont)	43° 31' 54.84"" W	21° 29' 35.16"" S
61088100	Rio das Mortes (mont. Barbacena)	43° 40' 46.92"" W	21° 14' 57.12"" S
40537000	Rio Paraopeba (mont. Cristiano Otoni)	43° 48' 2.16"" W	20° 50' 9.96"" S
40579500	Gagé (rio Maranhão)	43° 48' 0.00"" W	20° 34' 59.88"" S
41172000	Ribeirão do Silva (mont. Cór. das Almas)	43° 53' 53.88"" W	20° 21' 41.04"" S
41190500	Barragem Lagoa Grande	43° 56' 31.92"" W	20° 10' 37.92"" S

Diagnóstico Meio Físico

Código	Nome da Estação	Coord. X	Coord. Y
41190600	Córrego Lagoa Grande (mont. rep. Codornas)	43° 55' 35.04" W	20° 10' 27.12" S
41195300	Córrego Fechos (barragem principal)	43° 57' 51.84" W	20° 4' 22.08" S
41195500	Córrego Seco (captação Fechos)	43° 57' 43.92" W	20° 3' 56.88" S
41195400	Córrego Fechos (barragem auxiliar)	43° 57' 11.16" W	20° 3' 56.88" S
41200320	Córrego Mutuca (barragem principal)	43° 58' 5.88" W	20° 0' 38.88" S
41200350	Córrego Capão Do Boi (barragem auxiliar)	43° 58' 6.96" W	20° 0' 33.12" S
41020003	Três Marias	45° 16' 0.12" W	18° 10' 59.88" S
41090500	Rio Abaeté (próximo à foz)	45° 27' 47.88" W	18° 6' 34.92" S
42364000	João Pinheiro jusante (Rio da Prata)	46° 21' 15.12" W	17° 39' 47.16" S
42350500	Rio Paracatu (Mont. Rio da Prata)	46° 34' 14.16" W	17° 30' 3.96" S
42370001	Paracatu Jusante (Córrego Rico)	46° 46' 14.88" W	17° 18' 15.12" S
60500000	Ponte São Bartolomeu	47° 48' 2.16" W	16° 32' 15.00" S
60444000	Alagado Jusante Captação	48° 1' 9.12" W	16° 0' 7.92" S
60478460	Catetinho III	47° 58' 48.00" W	15° 57' 43.92" S

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 003/1990, e complementada pela Resolução CONAMA 08/1990.

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

Quadro 8 - 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 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)

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.

Atualmente, a única rede de monitoramento de qualidade do ar, em atividade na área de estudo, é a da Região Metropolitana de Belo Horizonte, implantada pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM).

O Instituto Brasília Ambiental – IBRAM monitora a qualidade do ar no Distrito Federal, porém sua rede não se sobrepõe à área de estudo da BR-040 DF/GO/MG, uma vez que seus pontos de amostragem estão localizados na Rodoviária do Plano Piloto, no Setor Comercial Sul, em Taguatinga, na Comunidade do Engenho Velho (Fercal I) e na Cimento Tocantins (Fercal). Já no Estado de Goiás, a única rede de monitoramento ativa, possui pontos de amostragem nas cidades de Goiânia e Anápolis, que também estão fora da área de estudo.

Dessa forma, as informações a respeito da coleta de amostras e da qualidade do ar na rede de monitoramento da região metropolitana de Belo Horizonte, foram apresentadas no Diagnóstico do Meio Físico, somadas às produções científicas relacionadas à Área de Estudo.

- 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.

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

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.

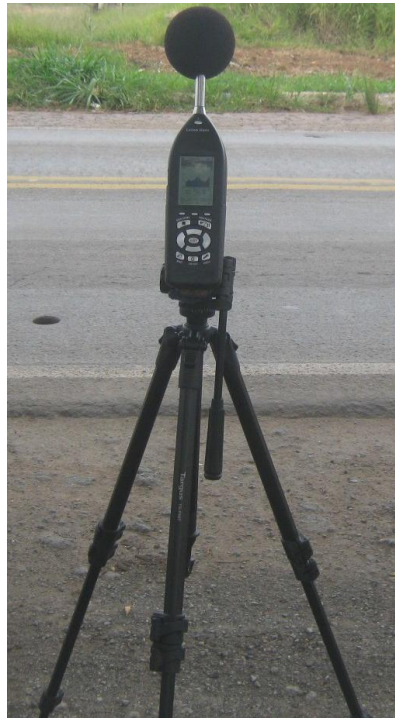


Figura 3 - – Equipamento de medição

Fonte: Campanha de campo de medição BR-040 DF/GO/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:

Diagnóstico Meio Físico

- 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.

O equipamento utilizado para esse tipo de medição é o acelerômetro: o aparelho Vibration Level Meter VM-52 de marca RION, foi o equipamento empregado para medir os percentuais, a média e o valor máximo dos níveis de 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 à vibração.

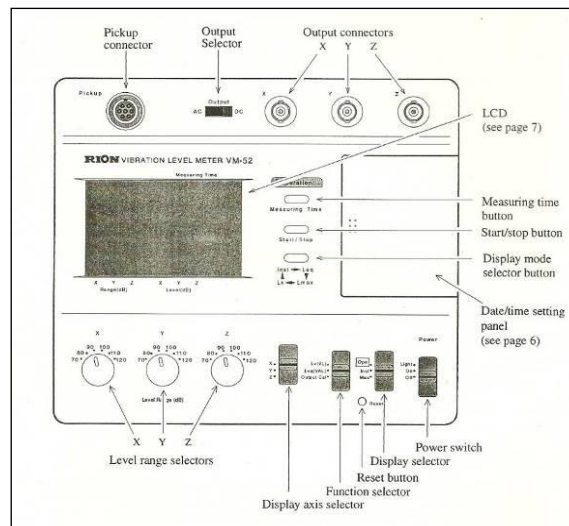


Figura 4 - Equipamento de Medição de Vibração VM-52

- 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.

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

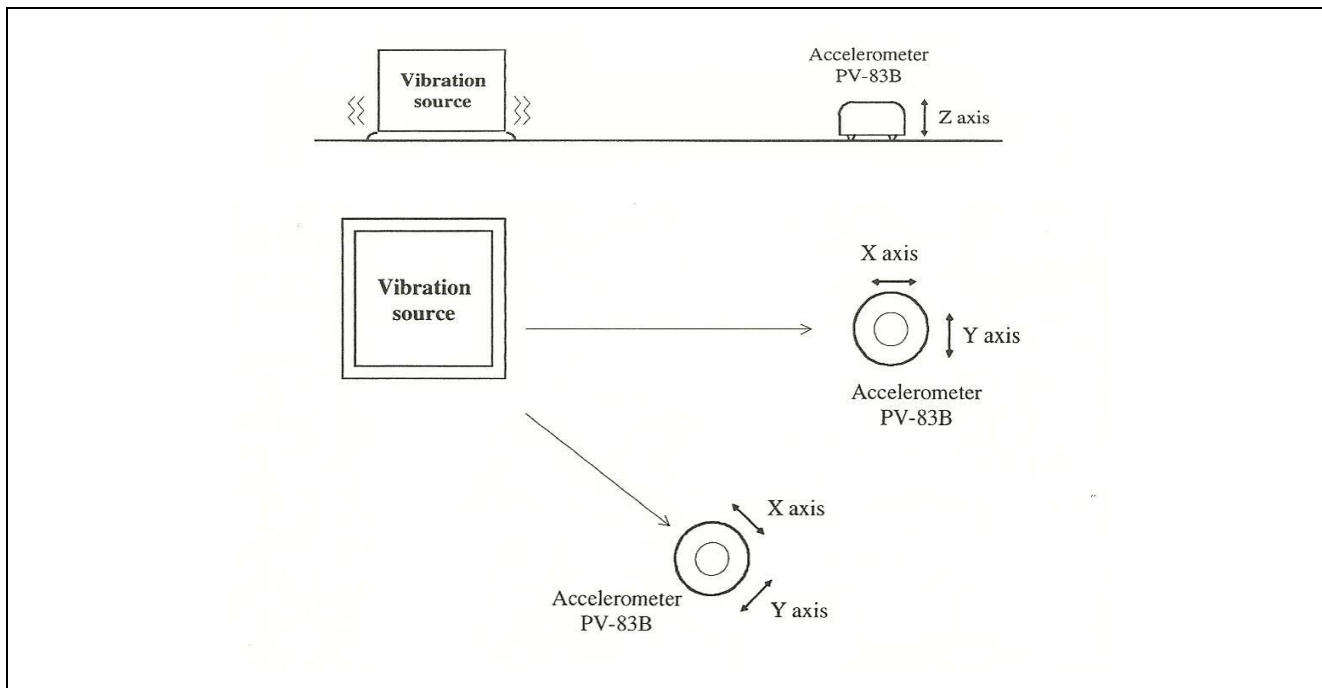


Figura 5 - Relação dos eixos X, Y e Z

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 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. Também, se refere às características da atmosfera inseridas das observações contínuas durante certo período. O clima abrange maior número de dados e eventos possíveis das condições de tempo para uma determinada localidade ou região. Inclui considerações sobre os desvios em relação às médias, variabilidade climática, condições extremas e frequências de eventos que ocorrem em determinada condição do tempo (INMET,2014a).

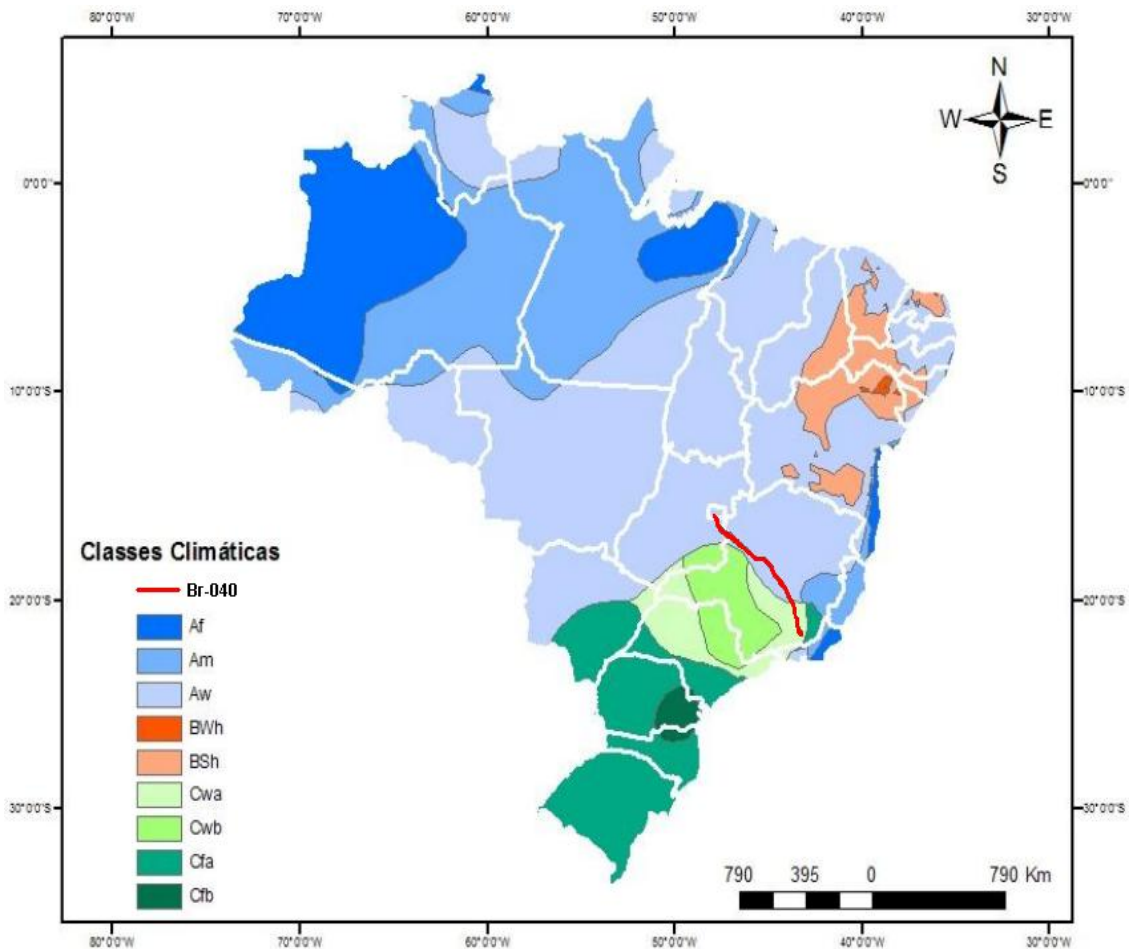
Existem algumas classificações climáticas adotadas no mundo, que levam em consideração, principalmente, as variações dos elementos do clima, tais como umidade, temperatura e pressão atmosférica.

A classificação climática de Köppen 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.

A área de estudo envolve dois estados, Goiás e Minas Gerais, e o Distrito Federal. O clima do Distrito Federal tem forte sazonalidade com dois períodos distintos (seca e chuva) bem caracterizados. O período entre maio e setembro é marcado pela baixa taxa de precipitação, com baixa nebulosidade, alta taxa de evaporação, com umidades relativas diárias muito baixas (com registros de valores inferiores a 15%). O período entre outubro e abril apresenta padrões contrastantes, sendo que os meses de dezembro a março concentram 47% da precipitação anual. De acordo CODEPLAN (1984), a classificação climática de Köppen no Distrito Federal, em função de variações de temperaturas médias (dos meses mais frios e mais quentes) e da altitude, podem ocorrer climas do tipo: Tropical Aw, Tropical de Altitude Cwa e Tropical de Altitude Cwb, sendo o Tropical Aw o predominante.

No estado do Goiás, na área de abrangência do empreendimento, o padrão climático dominante é o da classe Aw (Tropical de savana com estação seca de inverno). Segundo o Governo do Estado de Goiás (2014), o clima da região é predominantemente tropical, com a divisão marcante de duas estações bem definidas durante o ano: verão úmido, nos meses de dezembro a março, e inverno seco, predominante no período de junho a agosto. Conforme Figura 6, que expõe o zoneamento climático do Brasil, é possível perceber que a classe Aw abrange a maioria do estado, mas tendo

também a ocorrência das classes Cwa (clima temperado úmido com Inverno seco e Verão quente) e Cwb (clima temperado úmido com Inverno seco e Verão moderadamente quente).



Fonte: Adaptado de Sampaio *et al* (2011)

Figura 6 - Zoneamento climático do Brasil

No estado de Minas Gerais, de acordo com Sá Júnior (2009), 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%.

6.1.2.2. Série histórica de normais climatológicas

As séries descritas a seguir, foram baseadas em dados obtidos pela rede de monitoramento do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) no período compreendido de 01/01/1983 a 01/04/2014 para as tabelas de dados (BDMEP) e entre 1961 a 1990 para os cartogramas. As estações

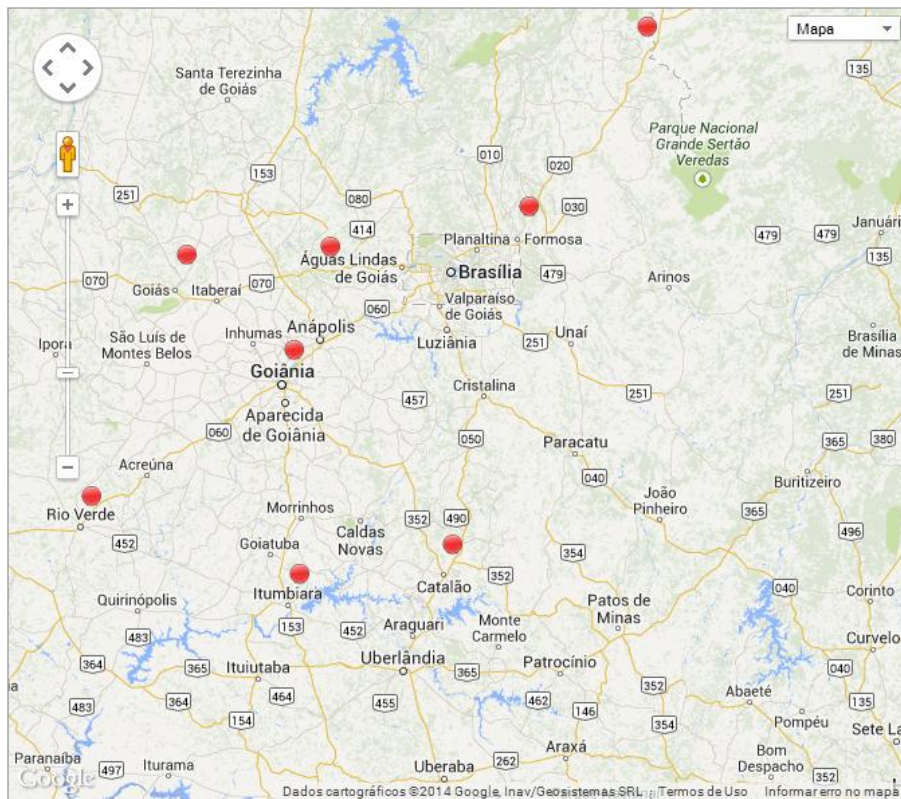
consultadas foram: Brasília/DF, Barbacena/MG, Belo Horizonte/MG, Curvelo/MG, João Pinheiro/MG, Juiz de Fora/MG, Sete Lagoas/MG e Goiânia/GO, sendo estas interceptadas pelo empreendimento, ressalvando a estação de Goiânia/GO. A estação foi escolhida devido a ser a única com dados de série histórica disponíveis no estado de Goiás, além de ser a que se situa mais próxima ao empreendimento (Figura 7).

As estações do Quadro 9, levantadas ao longo da área do empreendimento, não possuíam dados de séries históricas, mas apenas, dados dos últimos 90 dias, que para a caracterização climática, não tornou possível a utilização de seus dados para o estudo climático. Com isso, foram utilizadas as demais estações listadas no Quadro 9.

Quadro 9 - Estações meteorológicas localizadas nos municípios interceptados pelo empreendimento que não possuíam dados de série histórica.

Nome da Estação	Localização
LUZIÂNIA-A012	Luziânia/GO
CRISTALINA-A036	Cristalina/GO
TRES MARIAS-A528	Três Marias/MG
BELO HORIZONTE - CERCADINHO-A558	Belo Horizonte/MG

Fonte: INMET, 2014b.



Fonte: INMET, 2014c.

Figura 7 - Estações INMET Goiás

A seguir, são apresentados os quadros com as informações de: código da estação, nome da estação, unidade federativa, 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

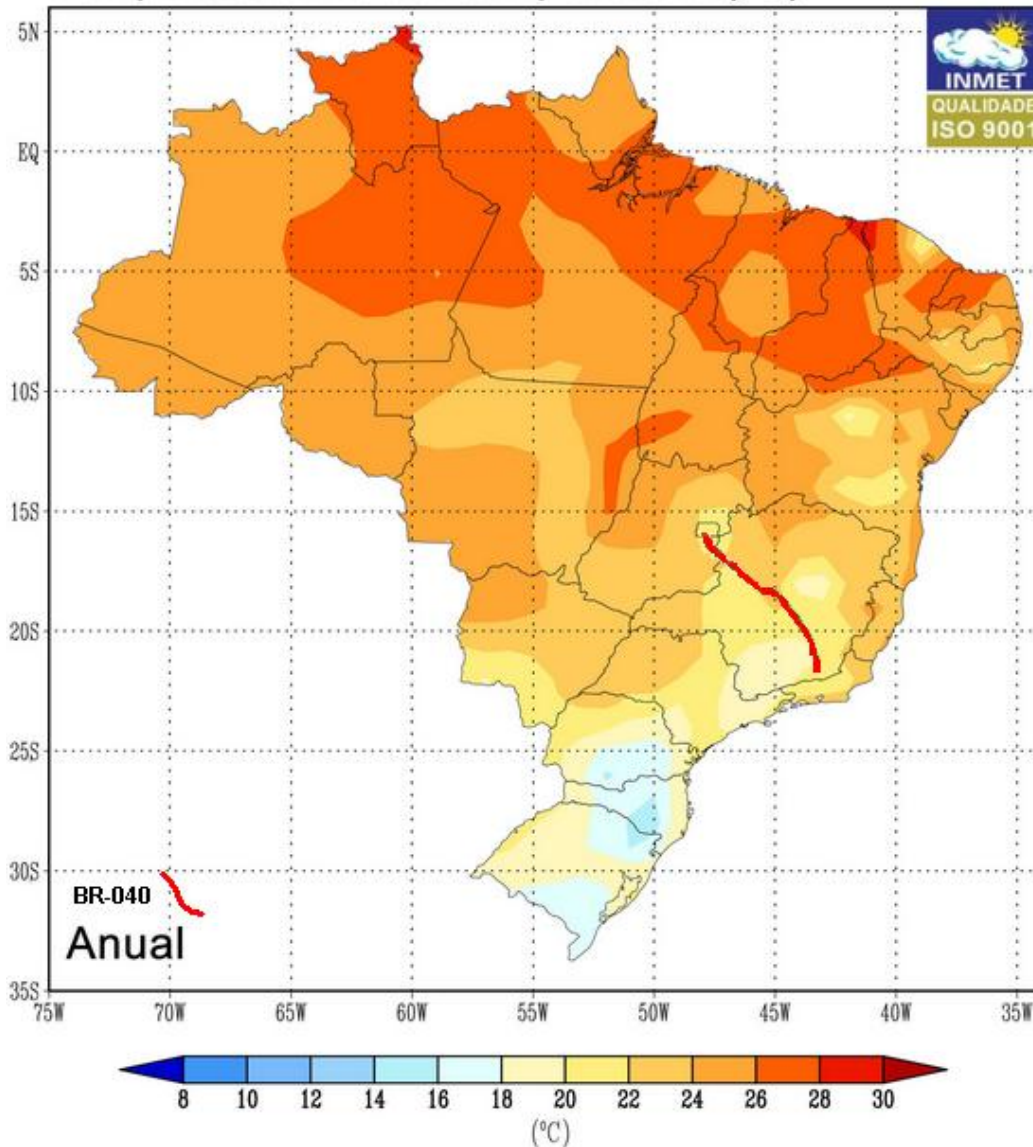
A temperatura média anual do período histórico de 1983 a 2014, na estação de Brasília, foi de 20,6 °C. Já no estado de Minas Gerais a temperatura foi de 17,9°C , 21,1°C , 22,6 °C, 22,5 °C, 19,3 °C e 20,9 °C para as estações de Barbacena, Belo Horizonte, Curvelo, João Pinheiro, Juiz de Fora e Sete Lagoas, respectivamente. Para o estado do Goiás, a temperatura na estação de Goiânia foi de 23,2 °C (Figura 8 e Quadro 10).

Quadro 10- Temperatura média

Código	Temperatura média - °C							
	83377	83423	83689	83587	83536	83481	83692	83586
Nome da Estação	Brasília	Goiânia	Barbacena	Belo Horizonte	Curvelo	João Pinheiro	Juiz de Fora	Sete Lagoas
UF	DF	GO	MG	MG	MG	MG	MG	MG
Janeiro	21.2	20.2	22.8	24.3	23.2	21.9	23.8	22,7
Fevereiro	21.3	20.5	23.0	24.7	23.7	22.4	23.8	22,9
Março	21.5	20.0	22.9	24.3	23.6	21.4	24.0	22,7
Abril	20.9	18.1	21.7	23.1	23.0	19.5	23.6	21,1
Maio	19.6	16.3	19.6	20.9	21.7	17.6	22.2	19
Junho	18.5	15.2	18.5	19.5	20.3	16.5	20.9	17,8
Julho	18.3	14.7	18.0	19.2	19.9	16.1	20.9	17,5
Agosto	20.3	16.1	19.7	20.9	21.8	17.2	23.0	19,4
Setembro	21.7	17.0	21.1	22.6	23.1	18.0	24.5	21
Outubro	21.6	18.1	21.7	23.8	23.7	19.4	24.6	22,1
Novembro	21.1	18.9	22.2	23.9	23.5	20.3	24.1	22,3
Dezembro	21.0	19.5	22.2	24.0	22.9	21.1	23.5	22,4
Ano	20.6	17.9	21.1	22.6	22.5	19.3	23.2	20,9

Fonte: INMET, 2014c.

Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990
Temperatura média compensada (°C)



Fonte: Adaptado INMET, 2014b.

Figura 8 - Temperatura média compensada anual

6.1.2.2.2. Evaporação média anual

A evaporação média anual na estação de Brasília foi de 150,72 mm. No estado de Minas Gerais, a evaporação foi de 65,67 mm, 100,50 mm, 93,18 mm, 128,32 mm, 72,44 mm e 83,74 mm, para as estações de Barbacena, Belo Horizonte, Curvelo, João Pinheiro, Juiz de Fora e Sete Lagoas, respectivamente. Para o estado do Goiás, a evaporação total média anual na estação de Goiânia foi de 130,78 mm (Quadro 11).

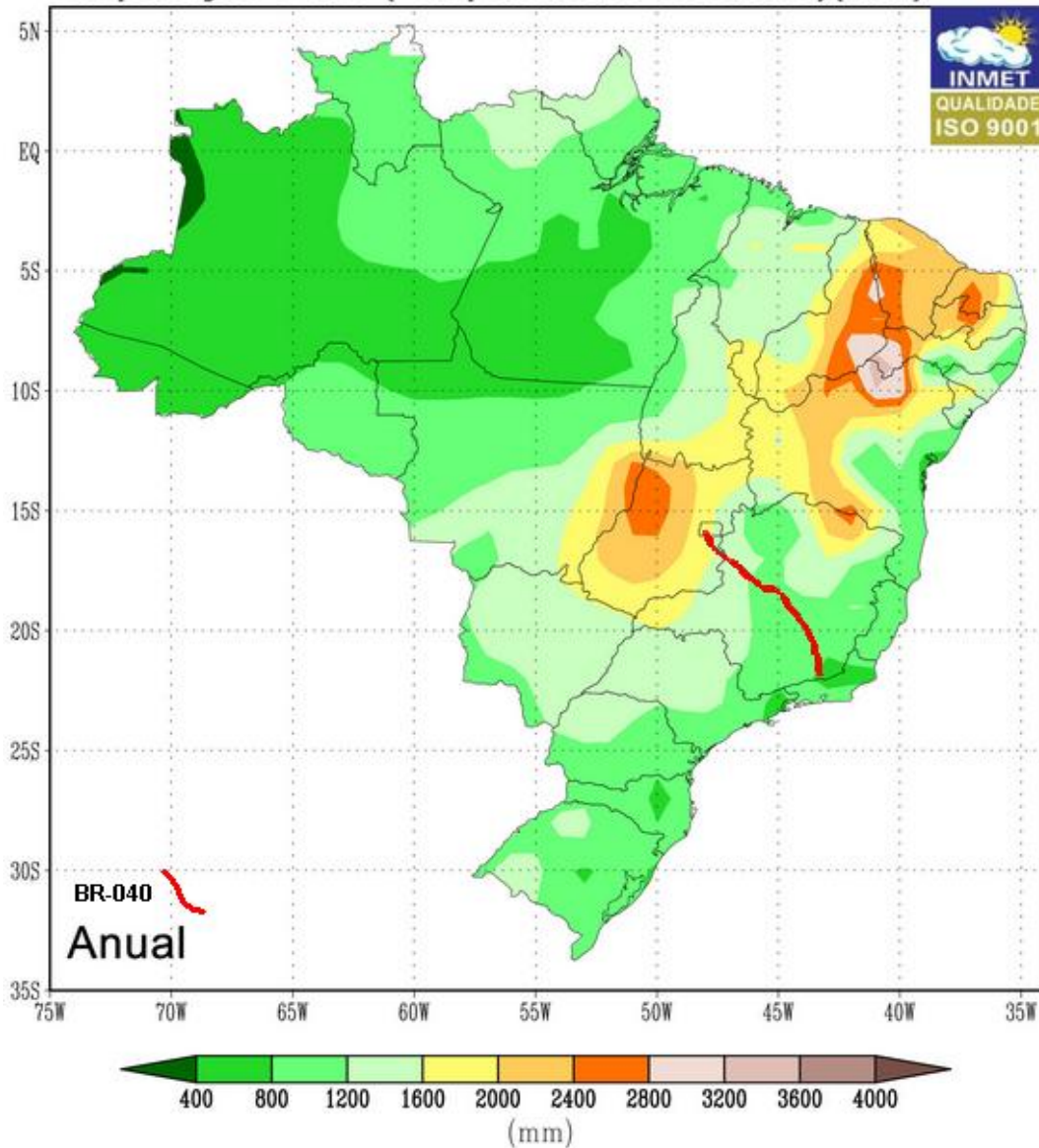
Quadro 11- Evaporação média anual

	Evaporação média e anual - Evaporímetro de Piché (mm)							
Código	83377	83423	83689	83587	83536	83481	83692	83586
Nome da Estação	Brasília	Goiânia	Barbacena	Belo Horizonte	Curvelo	João Pinheiro	Juiz de Fora	Sete Lagoas
UF	DF	GO	MG	MG	MG	MG	MG	MG
Janeiro	122.2	91.1	65.0	88.1	81.2	92.2	73.2	67,3
Fevereiro	105.0	85.9	59.3	81.2	84.9	102.5	73.1	66,6
Março	112.7	101.8	63.2	93.5	85.0	103.9	72.5	73,2
Abril	115.8	110.3	56.2	92.3	88.4	108.0	57.5	68,9
Mai	135.5	125.5	59.7	90.8	89.7	120.2	62.8	73,9
Junho	155.4	141.8	59.5	89.5	91.7	141.2	64.4	77,1
Julho	192.2	170.3	66.1	103.3	106.5	153.6	72.8	90,5
Agosto	251.0	203.7	85.9	132.9	114.3	188.2	93.3	119,2
Setembro	242.1	190.6	84.9	143.6	100.5	180.3	84.3	124
Outubro	156.1	147.9	68.1	117.6	111.6	152.7	76.2	102
Novembro	117.4	105.7	60.9	90.8	94.7	102.5	68.6	74,6
Dezembro	103.2	94.8	59.2	82.4	69.7	94.5	70.6	67,6
Ano	150,72	130,78	65,67	100,5	93,18	128,32	72,44	83,74

Fonte: INMET, 2014c.

De acordo com a Figura 9, a evaporação total média anual na área de estudo variou de 800 mm a 2000 mm no período de 1961 a 1990.

Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990
Evaporação Total (Evaporímetro de Piché)(mm)



Fonte: Adaptado INMET, 2014b.

Figura 9 - Evaporação total média anual

6.1.2.2.3. Índices pluviométricos

As frentes frias estão relacionadas à ocorrência de chuvas, especialmente no verão, aos ventos originados do sul e à queda da temperatura, sendo que a velocidade, a frequência desses ventos e a redução da temperatura, na maioria das vezes, de forma brusca, ocorrem com maior intensidade, no inverno. Assim, uma frente fria consiste numa massa de ar proveniente do polo sul e direcionada à região Equatorial. A alta pressão atmosférica, nos polos, cria as condições necessárias para o deslocamento do ar polar (seco e frio) que, sendo mais pesado, obriga o ar tropical (quente e úmido) a subir, formando nuvens de chuvas.

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-040 - DF/GO/MG

No que se refere aos movimentos ascendentes, estes são responsáveis pela ocorrência de chuvas e os descendentes, pela ausência destas. Sua ocorrência está relacionada à dinâmica de circulação das massas de ar, devido ao seu aquecimento ou resfriamento. As chuvas localizadas ocorrem principalmente devido ao efeito do relevo e, na precipitação pluviométrica, originada da evapotranspiração local.

Dentre os elementos climáticos, a precipitação pluviométrica tem importância fundamental na definição do quadro climático das regiões tropicais semiáridas, pois de sua quantidade e frequência dependem os ciclos da fauna e vegetação e de todas as atividades antrópicas, bem como o regime de escoamento dos cursos d'água.

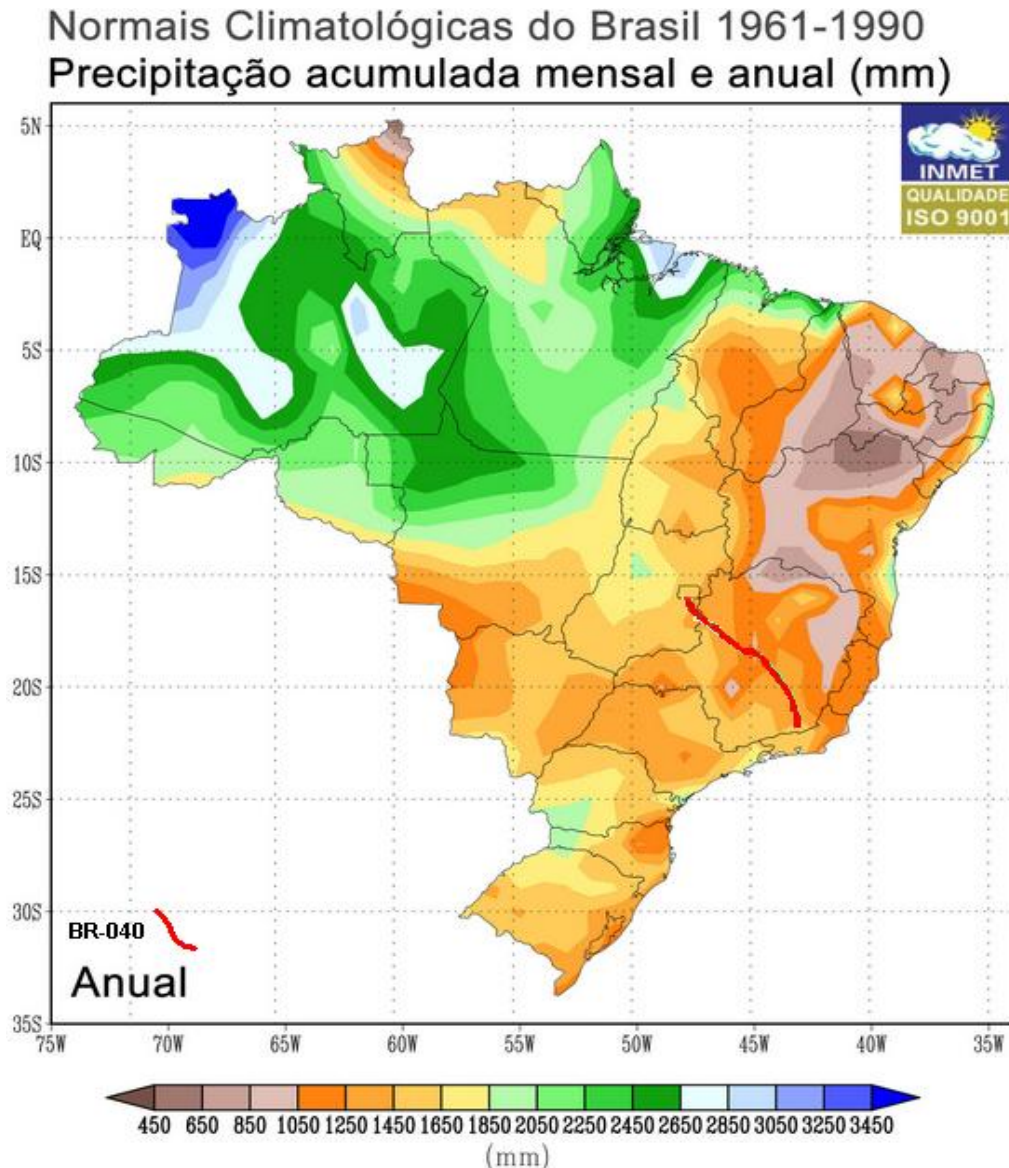
A precipitação acumulada média na estação de Brasília, foi de 128,4 mm. No estado de Minas Gerais precipitação acumulada média anual foi de 116,7 mm, 122,0 mm, 86,8 mm, 108,6 mm, 133,1 mm e 106,0 mm, para as estações de Barbacena, Belo Horizonte, Curvelo, João Pinheiro, Juiz de Fora e Sete Lagoas, respectivamente. Para o estado do Goiás a precipitação acumulada na estação de Goiânia, foi de 131,0 mm (Quadro 12).

De acordo com a Figura 10, a precipitação acumulada anual na área de estudo variou de 1050 mm a 1650 mm no período de 1961 a 1990.

Quadro 12 -Precipitação acumulada média mensal e anual

	Precipitação acumulada média mensal e anual (mm)							
Código	83377	83423	83689	83587	83536	83481	83692	83586
Nome da Estação	Brasília	Goiânia	Barbacena	Belo Horizonte	Curvelo	João Pinheiro	Juiz de Fora	Sete Lagoas
UF	DF	GO	MG	MG	MG	MG	MG	MG
Janeiro	247.4	266.8	251.9	274.1	166.9	255.3	286.7	251,8
Fevereiro	217.5	214.8	178.9	206.3	117.6	196.2	181.3	172,6
Março	180.6	206.8	137.0	142.7	109.0	148.4	186.4	106,3
Abril	123.8	118.9	60.6	55.8	54.2	62.4	92.5	49,3
Maio	38.6	35.9	39.1	28.8	22.6	18.7	48.6	23,9
Junho	8.7	9.2	24.1	11.5	3.9	1.6	31.7	7,8
Julho	11.1	6.6	21.0	15.3	10.6	11.7	23.2	16,4
Agosto	13.9	13.2	20.6	14.8	8.7	9.0	22.1	11,8
Setembro	55.2	45.4	62.5	39.2	21.9	28.0	75.8	30,1
Outubro	166.6	166.9	130.3	141.7	124.2	124.4	155.2	120,9
Novembro	231.1	219.0	230.0	241.6	180.4	181.7	216.4	224,2
Dezembro	246.0	267.9	244.5	292.0	221.6	266.3	277.1	256,7
Ano	128.4	131.0	116.7	122.0	86.8	108.6	133.1	106,0

Fonte: INMET, 2014c.



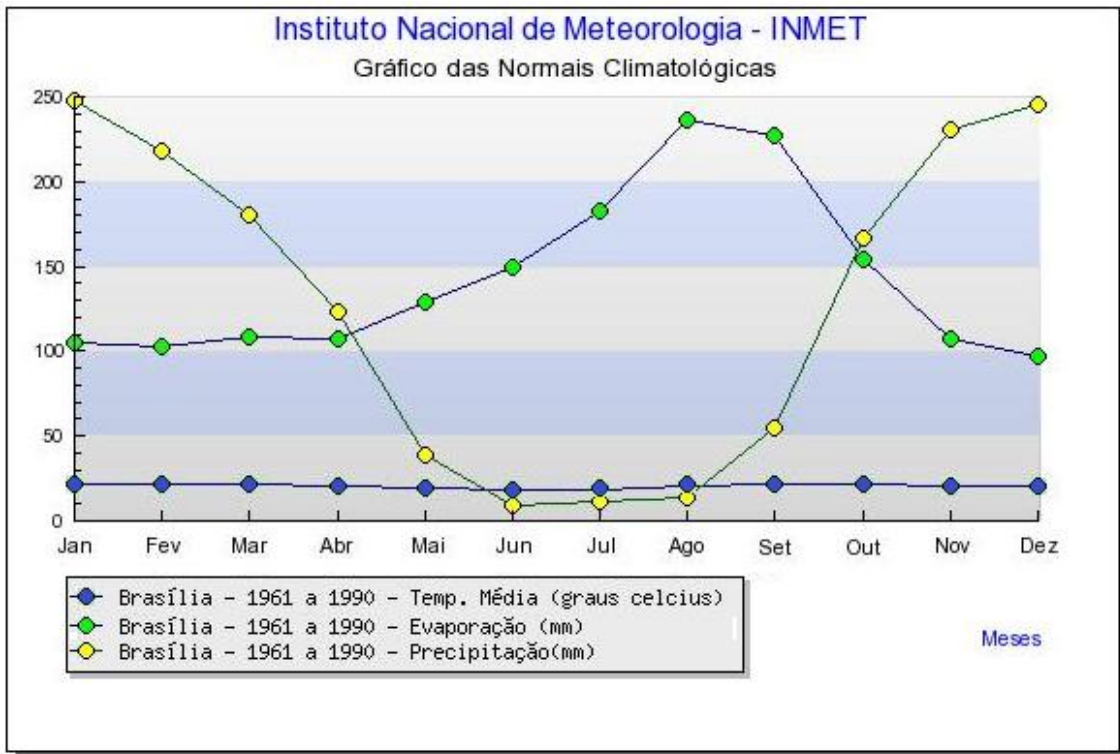
Fonte: Adaptado INMET, 2014b.

Figura 10 – Precipitação acumulada mensal e anual.

6.1.2.2.4. Gráficos termopluviométricos

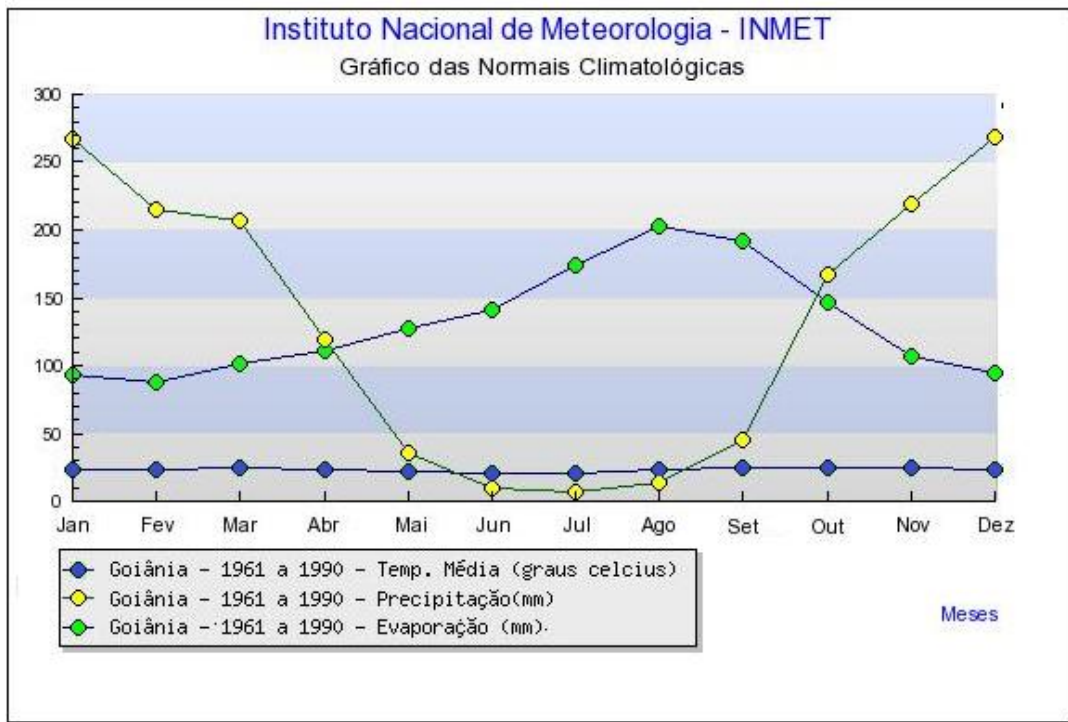
De acordo com o estipulado no Termo de Referência, os dados de temperatura, evaporação e precipitação devem ser demonstrados em um gráfico termopluviométrico. O gráfico encontra-se disponível, para confecção, no sítio virtual do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), contudo, apenas os dados das capitais dos estados da Federação encontram-se disponíveis. O gráfico contempla toda a série história disponível do ano de 1961 a 1990. Segue abaixo, na Figura 11, Figura 12 e Figura 13 os gráficos referentes às cidades de Brasília, Goiânia e Belo Horizonte.

Pode-se perceber que nos meses maio a setembro ocorreu uma baixa precipitação e uma grande evaporação, que nos meses de abril e outubro se invertem.



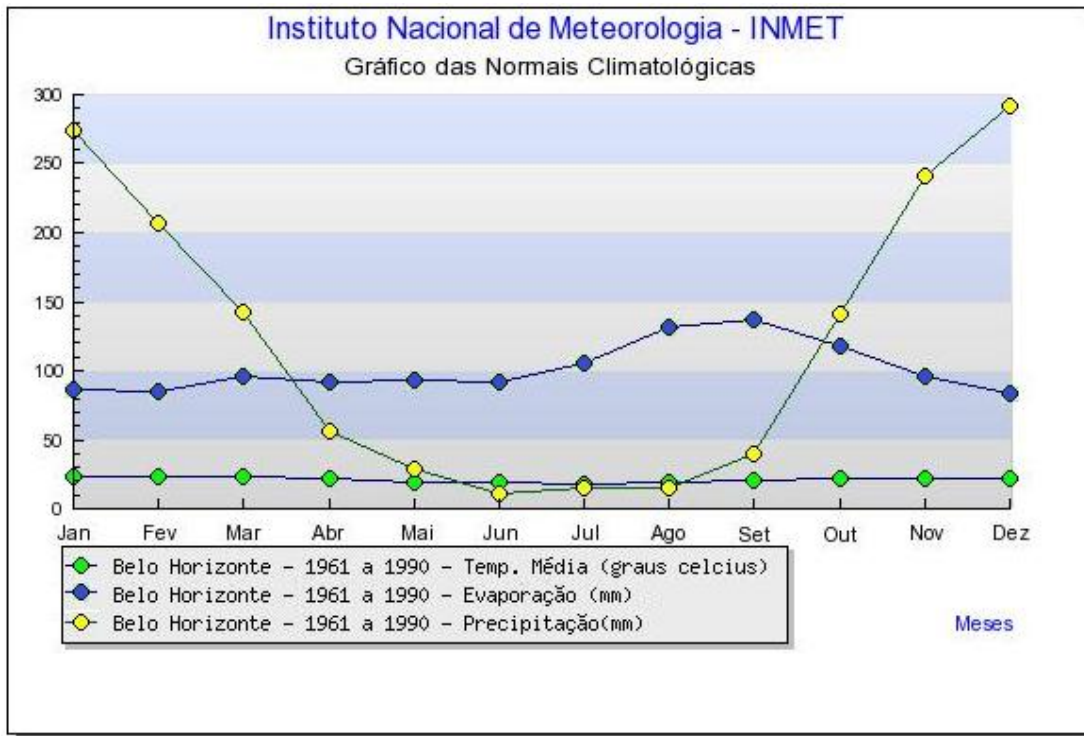
Fonte: INMET adaptado, 2014b.

Figura 11 - Gráfico termopluiométrico da estação de Brasília.



Fonte: INMET adaptado, 2014b.

Figura 12 - Gráfico termopluiométrico da estação de Goiânia



Fonte: INMET adaptado, 2014b.

Figura 13 - Gráfico termopluiométrico da estação de Belo Horizonte

6.1.2.2.5. Insolação média

A insolação média na estação de Brasília foi de 196,91 horas. No estado de Minas Gerais, a insolação média anual foi de 180,15 horas, 214,10 horas, 191,64 horas, 222,5 horas, 151,97 horas e 225,3 horas, para as estações de Barbacena, Belo Horizonte, Curvelo, João Pinheiro, Juiz de Fora e Sete Lagoas, respectivamente. Para o estado do Goiás, a insolação na estação de Goiânia foi de 217,13 horas (Quadro 13 e Figura 14).

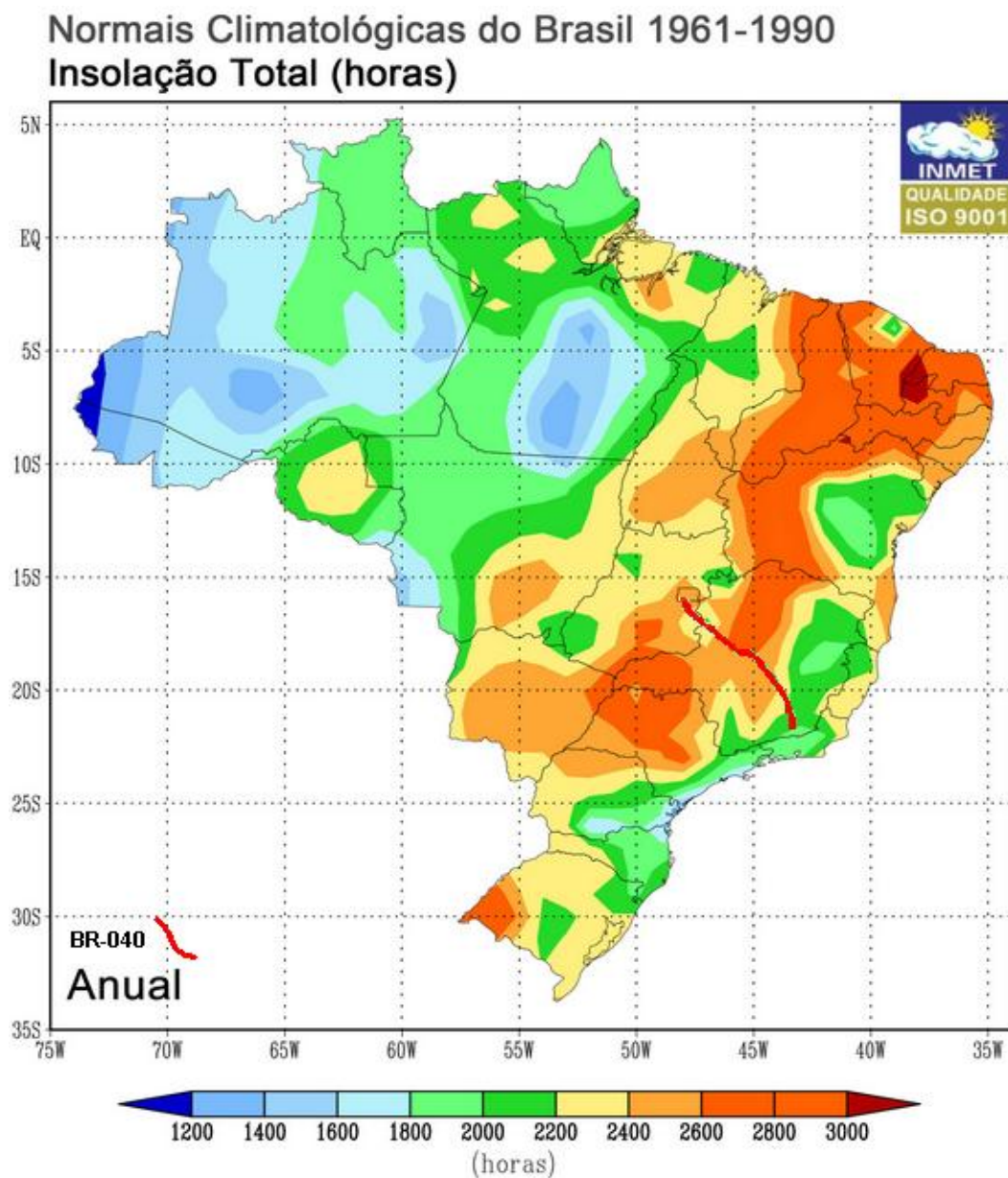
Quadro 13 - Insolação média – horas

	Insolação média anual - horas							
	83377	83423	83689	83587	83536	83481	83692	83586
Código	83377	83423	83689	83587	83536	83481	83692	83586
Nome da Estação	Brasília	Goiânia	Barbacena	Belo Horizonte	Curvelo	João Pinheiro	Juiz de Fora	Sete Lagoas
UF	DF	GO	MG	MG	MG	MG	MG	MG
Janeiro	154.4	183.8	183.7	189.8	179	190.2	141.7	195,7
Fevereiro	157.5	156.9	183.8	195.5	170.6	203	161.2	205,9
Março	180.9	203.1	186.1	215.1	183.6	207	153.8	217
Abril	201.1	229	183.2	228.9	206.8	236.7	162.3	240,1
Maio	234.3	249.7	193.8	237.1	223.9	260	169.4	258,3
Junho	253.4	269	190.4	240.1	214.4	254	165.5	263,3
Julho	266.5	286.8	201.9	256.5	230.6	272.9	187.5	273,5
Agosto	262.9	281.2	212.4	255.6	227.8	252.3	181.9	277,6

	Insolação média anual - horas							
Código	83377	83423	83689	83587	83536	83481	83692	83586
Setembro	203,2	212,3	169,3	210,1	188,4	219,4	119,4	224,7
Outubro	168,2	188,2	157,4	184,9	177,7	217,5	115,4	194,7
Novembro	142,5	174,2	156,3	184	157,3	189,3	135	183,4
Dezembro	138,1	172,6	143,6	171,7	139,6	167,7	130,6	169,7
Ano	196,91	217,23	180,15	214,1	191,64	222,5	151,97	225,3

Fonte: INMET, 2014c.

De acordo com a Figura 14, a insolação total anual na área de estudo, variou de 1800 horas a 2600 horas no período de 1961 a 1990.



Fonte: Adaptado INMET, 2014b.

Figura 14 - Insolação total.

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-040 - DF/GO/MG

6.1.2.2.6. Direção predominante e velocidade média dos ventos

A direção predominante do vento, na estação de Brasília, foi de leste a $2,56 \text{ m.s}^{-1}$. No estado de Minas Gerais a direção média anual predominante do vento foi de sudeste a $1,50 \text{ m.s}^{-1}$, leste a $1,52 \text{ m.s}^{-1}$, noroeste a $1,40 \text{ m.s}^{-1}$, nordeste a $1,77 \text{ m.s}^{-1}$, norte a $2,84 \text{ m.s}^{-1}$ e calmo a $1,49 \text{ m.s}^{-1}$, para as estações de Barbacena, Belo Horizonte, Curvelo, João Pinheiro, Juiz de Fora e Sete Lagoas, respectivamente. Para o estado do Goiás a direção média anual predominante do vento na estação de Goiânia foi de calmo a 1 m.s^{-1} (Quadro 14 e Quadro 15)

Quadro 14- Direção Predominante do Vento

	Direção Predominante do Vento (pontos cardeais e colaterais)							
Código	83377	83423	83689	83587	83536	83481	83692	83586
Nome da Estação	Brasília	Goiânia	Barbacena	Belo Horizonte	Curvelo	João Pinheiro	Juiz de Fora	Sete Lagoas
UF	DF	GO	MG	MG	MG	MG	MG	MG
Janeiro	Calmo	Calmo	Calmo	E	NW	NE	N	Calmo
Fevereiro	Calmo	Calmo	Calmo	E	NW	NE	N	Calmo
Março	Calmo	Calmo	Calmo	E	NW	NE	N	Calmo
Abril	E	Calmo	SE	E	Indef.	NE	S	Calmo
Maio	E	Calmo	SE	E	Indef.	SE	N	Calmo
Junho	E	Calmo	Calmo	E	Indef.	SE	N	Calmo
Julho	E	Calmo	SE	E	Indef.	NE	N	Calmo
Agosto	E	Calmo	SE	E	NE	NE	N	E
Setembro	E	Calmo	SE	E	NE	NE	N	SE
Outubro	Calmo	Calmo	SE	E	NW	NE	S	Calmo
Novembro	Calmo	Calmo	SE	E	NW	NE	N	Calmo
Dezembro	Calmo	Calmo	Calmo	E	NW	NE	N	Calmo
Ano	E	Calmo	SE	E	NW	NE	N	Calmo

Fonte: INMET, 2014c.

Quadro 15 - Intensidade do Vento

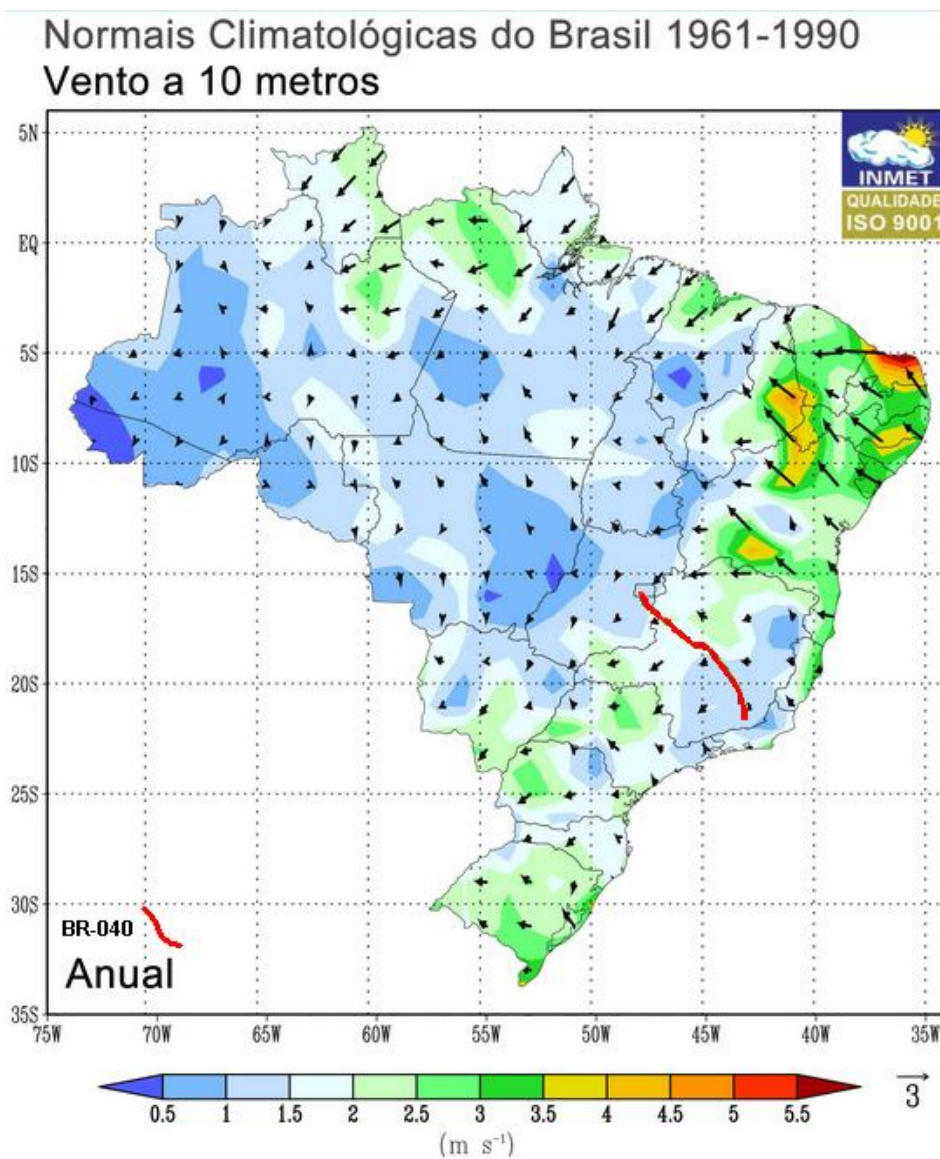
	Intensidade do Vento (m.s^{-1})							
Código	83377	83423	83689	83587	83536	83481	83692	83586
Nome da Estação	Brasília	Goiânia	Barbacena	Belo Horizonte	Curvelo	João Pinheiro	Juiz de Fora	Sete Lagoas
UF	DF	GO	MG	MG	MG	MG	MG	MG
Janeiro	2.54	1.16	1.31	1.41	1.36	1.49	2.86	1,4
Fevereiro	2.43	1.08	1.36	1.42	1.42	1.52	2.86	1,43
Março	2.23	0.91	1.40	1.40	1.39	1.57	2.87	1,31
Abril	2.37	0.85	1.50	1.47	1.32	1.70	2.53	1,28
Maio	2.43	0.82	1.36	1.36	1.20	1.73	2.46	1,2
Junho	2.61	0.75	1.27	1.44	1.17	1.82	2.57	1,31
Julho	2.89	0.97	1.49	1.55	1.35	2.07	2.68	1,48

Diagnóstico Meio Físico

	Intensidade do Vento (m.s ⁻¹)							
Código	83377	83423	83689	83587	83536	83481	83692	83586
Agosto	3.00	1.02	1.64	1.69	1.54	2.10	3.03	1,68
Setembro	2.83	1.11	1.80	1.96	1.70	1.99	3.29	1,93
Outubro	2.53	1.12	1.73	1.69	1.53	1.87	2.99	1,72
Novembro	2.39	1.10	1.58	1.45	1.43	1.71	2.91	1,61
Dezembro	2.53	1.14	1.55	1.40	1.42	1.63	3.04	1,55
Ano	2.56	1.00	1.50	1.52	1.40	1.77	2.84	1,49

Fonte: INMET, 2014c.

De acordo com a Figura 15, a intensidade e direção dos ventos 0,5 m.s⁻¹ a 2,5 m.s⁻¹ anual na área de estudo, variou de 1800 horas a 2600 mm no período de 1961 a 1990.



Fonte: Adaptado INMET, 2014b.

Figura 15 - Direção e velocidade do vento.

6.1.3. Geomorfologia

O projeto de duplicação da rodovia BR-040 DF/GO/MG abrange um pequeno trecho do Distrito Federal, parte do sudeste de Goiás e corta o Estado de Minas Gerais em uma direção de Noroeste para Sudeste, mais precisamente nos trechos: entrada da BR-050/BR 251/DF-001/003 (Brasília), até a entrada da rodovia MG – 353, no sentido Juiz de Fora – MG, com extensão de, aproximadamente, 941,2 km.

Devido a essa grande extensão, as obras atravessarão diversas Unidades Litoestratigráficas, Unidades Geomorfológicas, solos e tipos de aquíferos, sendo que os capítulos referentes a cada um desses tópicos foram, desenvolvidos conforme a sua localização nos Estados de Goiás, Minas Gerais e Distrito Federal, com o objetivo de facilitar a visualização do contexto.

6.1.3.1. Geomorfologia do Distrito Federal

O Distrito Federal situa-se em uma das porções mais elevadas do Planalto Central, que segundo King (1956) e Braun (1968), corresponde a remanescentes dos aplainamentos resultantes dos ciclos de erosão Sul-americano e Velhas, que desenvolveram-se entre o Terciário Inferior e Médio, e entre o Terciário Médio e Superior, respectivamente.

Segundo Ab'Saber (1964), as características geomorfológicas da paisagem no domínio morfoclimático do Cerrado, resultam de uma prolongada interação de regime climático tropical semi-úmido, com fatores litológicos, edáficos e bióticos.

Estudos específicos da região foram inicialmente desenvolvidos por Belcher & Associates (1954), seguidos por diversos estudos, dentre eles os de: Penteadó (1976), Novaes Pinto & Carneiro (1984) e Novaes Pinto (1986, 1987 e 1994).

O relatório restringirá sua abordagem aos trabalhos iniciados pelo Projeto RADAMBRASIL, por Novaes Pinto e Martins & Baptista, por considerar esses estudos suficientes e os mais relevantes para o entendimento da compartimentação geomorfológica do Distrito Federal.

RADAMBRASIL (1982)

Os levantamentos realizados pelo Projeto RADAM (Folha Brasília-SD-23), designam as superfícies residuais de aplainamento, encontradas na região do Distrito Federal, como, por exemplo, as Chapadas do Distrito Federal. Estas se caracterizam por modelados constituídos, principalmente, de uma superfície de aplainamento degradada e retocada pela dissecação incipiente produzida pelos rios São Bartolomeu e o Preto. Nos interflúvios, as vertentes são convexo-côncavas, apresentando desníveis de 28 a 69 m e declividades mais frequentes entre 5 e 15°. De maneira geral, a dissecação é diferencial nos vales, com índices de aprofundamento de drenagem entre 50 e 112 m.

Os processos considerados atuantes para modelamento do relevo, são alterações por lixiviação, erosão superficial por escoamento difuso e saltação com ou sem pavimentação e, ainda, escoamento concentrado elementar ocorrendo, geralmente, ravinamentos e voçorocamentos. Algumas vezes, as ravinas e voçorocas encontram-se revegetadas.

O RADAM (1982) descreve que, durante as fortes chuvas ocorridas, geralmente no verão, existe um intenso remanejamento do material coluvial friável. Este material, quando removido das encostas, é carregado para as partes mais baixas e favorece a formação de *badlands*, sendo citado no Relatório de 1984, já ser comum à ocorrência de voçorocas nas áreas urbanizadas de Brasília.

O Relatório classifica as crostas lateríticas como pedogenéticas, em alteritos e na forma de detritos recimentados, propondo idades de geração das crostas correlacionáveis às superfícies de aplainamento, entre o Terciário e Quaternário. Considera que as chapadas mais elevadas constituem residuais de pediplano do Terciário Inferior, onde ocorrem crostas lateríticas de diversos tipos.

Esses estudos afirmam que as crostas de topo dos morros, geralmente, formam ressaltos topográficos, a partir dos quais descem rampas em direção aos vales abertos dos rios. Após a formação das crostas ferruginosas que preservaram o pediplano do Terciário Inferior, a região do DF foi submetida a uma nova fase erosiva, com predominância da ação mecânica. Esta fase erosiva degradou fisicamente as crostas, gerando fragmentos que chegam a apresentar 20 cm de diâmetro, e sendo transportados para as áreas mais baixas, em forma de rampas e, posteriormente, recimentados. Esta fase representa os retoques no pediplano do Terciário Inferior. Durante fases de pedimentação no Quaternário, houve remanejamento sobre as encostas, procedendo à dissecação pelos vales.

O Relatório considera que as deformações do pediplano e os basculamentos relacionam-se com a reativação de antigas estruturas falhadas durante os ciclos tectônicos precedentes. Nas ocorrências citadas no Relatório, este relevo desce em rampa, sendo delimitado por ressaltos topográficos que acusam uma movimentação com ajuste nas estruturas. Assim é que um dos planos assume o aspecto de uma depressão, com cerca de 900 a 950 m de altitude, embutida nos topos tabulares que chegam aos 1.250 m, como na chapada da Contagem e no Morro da Canastra. Lineações estruturais também controlam as direções do lago Paranoá, principalmente ao norte, onde é delimitado por uma escarpa adaptada à falha.

6.1.3.1.1. NOVAES PINTO (1986, 1987, 1994)

Os trabalhos de Novaes Pinto caracterizam a paisagem natural do Distrito Federal como composta por 13 Unidades Geomorfológicas, que constituem geossistemas inter-relacionados e

hierarquizados. Por suas similaridades morfológicas e genéticas, as unidades geomorfológicas agrupam-se em três tipos de paisagem (macrounidades) característicos da região de cerrados.

- Região de Chapada - a Macrounidade Região de Chapada ocupa cerca de 34% da área do Distrito Federal e é caracterizada, predominantemente, por uma topografia plana a plano-ondulada, acima da cota 1.000 m de altitude, destacando-se a Chapada da Contagem, que praticamente contorna a cidade de Brasília. Desenvolve-se sobre quartzitos (Chapadas da Contagem, Brasília e Pipiripau), ardósias, filitos e micaxistos (Chapada Divisora São Bartolomeu - Preto e a Chapada Divisora Descoberto - Alagado). As coberturas são formadas, principalmente, por couraças vesiculares/pisolíticas e Latossolos.
- Área de Dissecação Intermediária – essa Macrounidade ocupa cerca de 31% da área do Distrito Federal e corresponde a áreas fracamente dissecadas, drenadas por pequenos córregos, modeladas sobre ardósias, filitos e quartzitos (Depressão do Paranoá e Vale do rio Preto). Nos interflúvios podem ser observadas couraças, latos solos e fragmentos de quartzo.
- Região Dissecada de Vale - ocupa aproximadamente 35% do Distrito Federal e corresponde às depressões de litologias de resistências variadas, ocupadas pelos principais rios da região.

6.1.3.1.2. MARTINS & BAPTISTA (1998)

Os estudos de Martins e Baptista detalharam a evolução geoquímica e geomorfológica dos perfis de intemperismo do Distrito Federal que apresentaram uma compartimentação geomorfológica para a região, incluindo os seguintes aspectos para a determinação dos compartimentos: a hipsometria, o padrão de relevo e a declividade. Os compartimentos são denominados de Planaltos (grosseiramente coincidente com o Domínio da Região de Chapadas de Novaes Pinto, 1994), Planos Intermediários (equivalentes em parte ao domínio da Área de Dissecação Intermediária de Novaes Pinto 1987, 1994) e Planícies (semelhante ao Domínio da Região Dissecada de Vales de Novaes Pinto, 1987, 1994). Além desses, Martins & Baptista (1998) individualizaram os compartimentos de Rebordos (com declividades < 20%) e de Escarpas (com declividades > 20%).

A melhor compartimentação geomorfológica para o Distrito Federal é a correlação das propostas de Novaes Pinto e os estudos de Martins & Baptista, considerando, portanto, que a geomorfologia do DF pode ser compartimentada em: Plano Elevado, Plano Intermediário, Vale Dissecado, Rebordo e Rampa Íngreme.

As principais características de cada compartimento são:

Diagnóstico Meio Físico

- Plano Elevado – possui padrão de relevo plano a suave ondulado, baixa densidade de drenagens, predominância de Latossolos, declividades inferiores a 10% e cotas superiores a 1.100m. A pedogênese supera a erosão e transporte no balanço morfodinâmico.
- Plano Intermediário - exibe padrão de relevo plano a suave ondulado, baixa densidade de drenagem, ampla predominância de Latossolos, declividades inferiores a 12% e cotas entre 950 e 1.050m. A pedogênese supera a erosão e transporte no balanço morfodinâmico.
- Vale Dissecado - apresenta padrão de relevo ondulado a forte ondulado, elevada densidade de drenagem, ampla predominância de Cambissolos, declividades superiores a 20% e cotas inferiores a 800. A erosão supera a pedogênese na morfogênese.
- Rebordo - mostra padrão de relevo ondulado, moderada densidade de drenagem, predominância de Cambissolos, declividades entre 10 e 20% e cotas entre 950 e 1.100m. A erosão supera a pedogênese no balanço morfodinâmico.
- Rampa Íngreme - tem padrão de relevo forte ondulado a escarpado, alta densidade de drenagem, ampla predominância de Latossolos, declividades superiores a 25% e cotas entre 800 e 1.100m. A erosão e transporte superam fortemente a pedogênese no balanço morfodinâmico.

6.1.3.2. Geomorfologia das áreas de estudos próximas ao eixo da rodovia no Distrito Federal.

A metodologia empregada para a caracterização da geomorfologia das áreas afetadas pelo empreendimento no Distrito Federal, seguiu uma rotina característica nesse tipo de trabalho que foi inicialmente identificar as Unidades Geomorfológicas descritas em artigos universitários, informações oficiais e mapas regionais. A partir dessa identificação, foram realizados 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.

Através do emprego dessa metodologia foi possível identificar que, nas Áreas de Estudos Próximas ao Eixo da Rodovia do empreendimento na região do Distrito Federal, ocorrem as Unidades chamadas “Plano Elevado”, que são as correlações de feições realizadas pelos

pesquisadores Novaes Pinto e Martins & Baptista, que estabelecem como características desse compartimento:

- Padrão de relevo plano a suave ondulado com declividades inferiores a 10%. – feição observada em toda a extensão da rodovia no trecho do Distrito Federal.
- Baixa densidade de drenagens – no trecho do Distrito Federal a rodovia não cruza nenhum curso d'água.
- Predominância de Latossolos – em todo o trecho apenas esse tipo de solo é observado.
- Cotas altimétricas superiores a 1.100 - não existem grandes variações de altitude no percurso dentro do DF.
- A pedogênese supera a erosão e transporte no balanço morfodinâmico, ou seja, ha geração de solos nas áreas favoráveis.

A partir da observações das feições características do “Plano Elevado” foi possível concluir que apenas essa Unidade ocorre no trecho da rodovia no Distrito Federal.

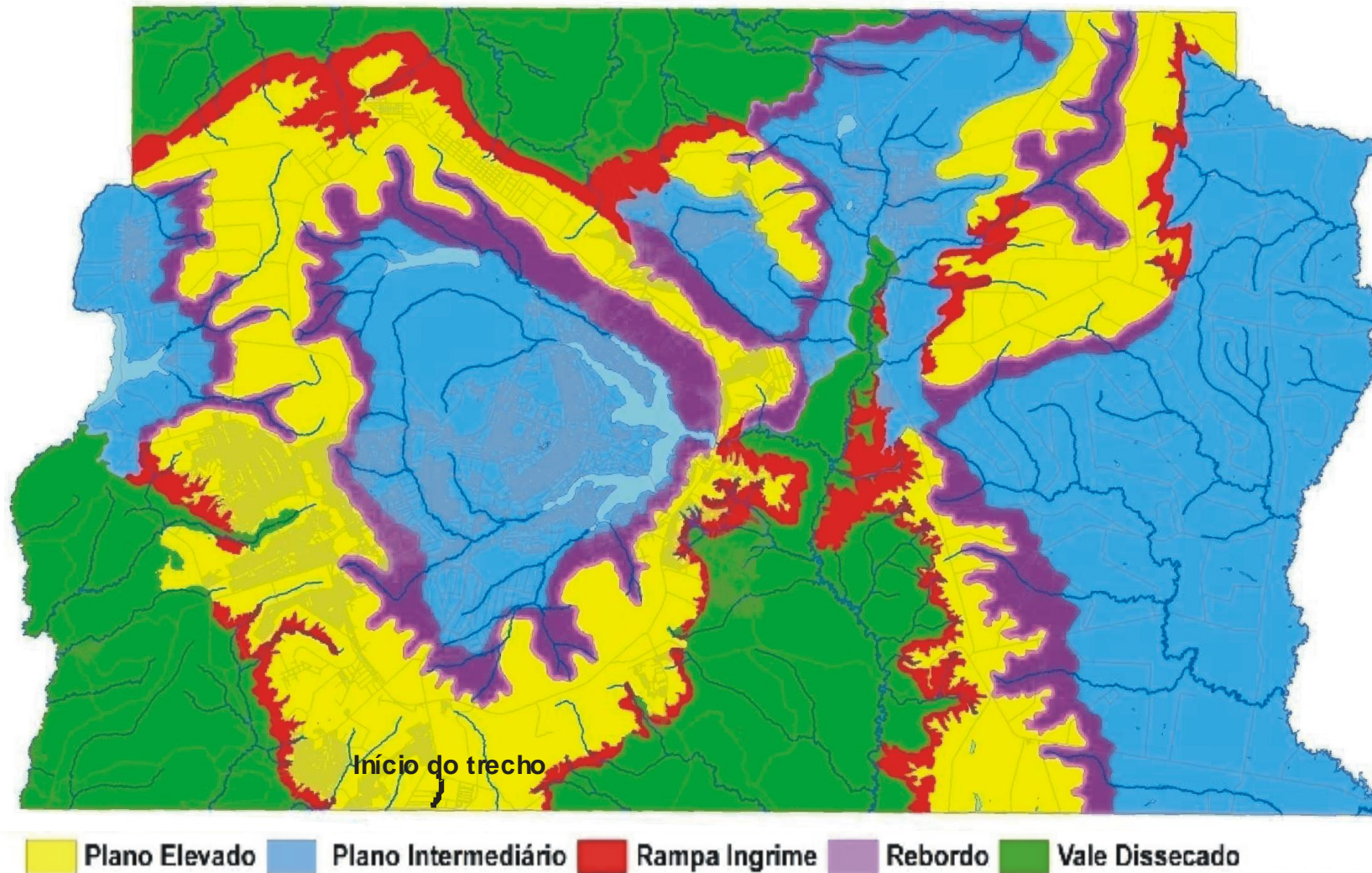


Figura 16 - Proposta de compartimentação geomorfológica do Distrito Federal adaptada de Novaes Pinto, 1994 e Martins & Baptista, 1998.



Foto - 1 – Na área de estudo o relevo é predominantemente plano, sem morros ou fundos de vales característicos, indicando baixo risco a movimentação de massa.



Foto - 2 – Na área de estudo o relevo é predominantemente plano, sem morros ou fundos de vales característicos, indicando baixo risco a movimentação de massa.



Foto - 3 - Na área de estudo o relevo é predominantemente plano, sem morros ou fundos de vales característicos, indicando baixo risco a movimentação de massa.

6.1.3.3. Geomorfologia do Estado de Goiás

Os estudos sobre a geomorfologia do Estado de Goiás são escassos e sempre se referem aos diversos estudos elaborados pelo Projeto RADAMBRASIL. Produtos posteriores seguiram a mesma base metodológica mais recentemente dados parciais foram apresentados no Projeto Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal (2008), resultado de uma releitura dos mapas de Mamede *et al.* 1981a, 1981b e 1983.

Nascimento (1991) realizou uma síntese das informações obtidas nos trabalhos apresentados pelo RADAMBRASIL e fez-se uma redução dos mapas geomorfológicos do Projeto RADAMBRASIL (escala 1:1.000.000) para a escala 1:5.000.000. A pesquisadora adaptou algumas denominações de unidades geomorfológicas à toponímia regional e à escala de mapeamento. Foram assim, identificadas por ela cinco grandes unidades geomorfológicas e onze subunidades a elas associadas, a saber:

- PLANALTO CENTRAL GOIANO
 - . Planalto do Distrito Federal
 - . Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba
 - . Planalto Rebaixado de Goiânia
 - . Depressões Intermontanhas

- PLANALTO SETENTRIONAL DA BACIA DO PARANÁ
 - . Planalto de Caiapônia
 - . Planalto de Rio Verde
- PLANALTO DO DIVISOR SÃO FRANCISCO/TOCANTINS
 - . Patamares do Chapadão
- DEPRESSÃO DO TOCANTINS
 - . Vão do Paraná
 - . Depressão dos rios Maranhão/Santa Tereza
- DEPRESSÃO DO ARAGUAIA
 - . Depressão do rio Araguaia
 - . Planície do Bananal

Para a elaboração do Mapa Geomorfológico do Estado de Goiás – Relatório Final (2005) e a definição das Unidades Geomorfológicas predominantes, aplicou-se uma classificação do tipo genético. Esta classificação foi organizada em vários níveis, sendo as categorias dominantes a de Sistemas Agradacionais e as de Sistemas Denudacionais. Cada um destes Sistemas pode envolver tanto processos de agradação como de denudação, mas o critério de classificação será determinado pela dominância das geoformas, sejam erosivas (denudacionais), ou de deposição (agradacionais) identificadas no mapeamento.

Na classificação proposta para o Estado, a diferenciação entre as distintas hierarquias geomorfológicas não contempla as variáveis de estado atuais, assim como tipos de vegetação, clima e solos, e, numa forma particular, as variáveis de transformação, tais como processos morfogenéticos atuantes no presente, muito embora, parcialmente, as mesmas possam ser contempladas para diferentes ambientes, segundo sua dominância nos processos de erosão ou agradação.

6.1.3.3.1. Sistemas Denudacionais

Os Sistemas Denudacionais se subdividem em Sistemas Denudacionais com fraco ou imperceptível controle estrutural e com forte (ou marcante) controle estrutural.

No caso dos Sistemas Denudacionais com forte controle estrutural teremos como elemento determinante o estilo estrutural, como por exemplo, blocos falhados e basculados, estratos dobrados gerados por corpos intrusivos, entre outros.

Para os Sistemas Denudacionais com escasso ou imperceptível controle estrutural, se propõe subdividi-lo em dois grandes grupos: Sistemas Denudacionais de Dissecação e Sistemas Denudacionais de Aplainamento. Os Sistemas Denudacionais de Dissecação são aqueles onde predomina a erosão linear e os de Aplainamento as grandes áreas com relevo plano, sem grandes “quebras de relevo”.

6.1.3.3.2. Sistemas Agradacionais

Dentro dos Sistemas Agradacionais tem-se os eólicos, glaciais, lacustres/palustres, fluviais, litorais e flúvio-gravitacionais. Cada um destes subsistemas pode ser subdividido em níveis de números maiores. Em Goiás, os Sistemas Agradacionais foram subdivididos em lacustres/palustres, fluviais.

Os levantamentos para a confecção do Mapa Geomorfológico do Estado de Goiás (2005) identificaram e caracterizaram as seguintes Unidades:

6.1.3.3.3. Sistemas de agradação

Planícies Fluviais (PF) em forma geral (sendo estas indiferenciadas), Planícies Fluviais geradas por rios meandriformes (PFm) e Terraços (T). Sistemas Lacustres: geralmente ocorrendo como unidades associadas às Superfícies Regionais de Aplainamento (SRA).

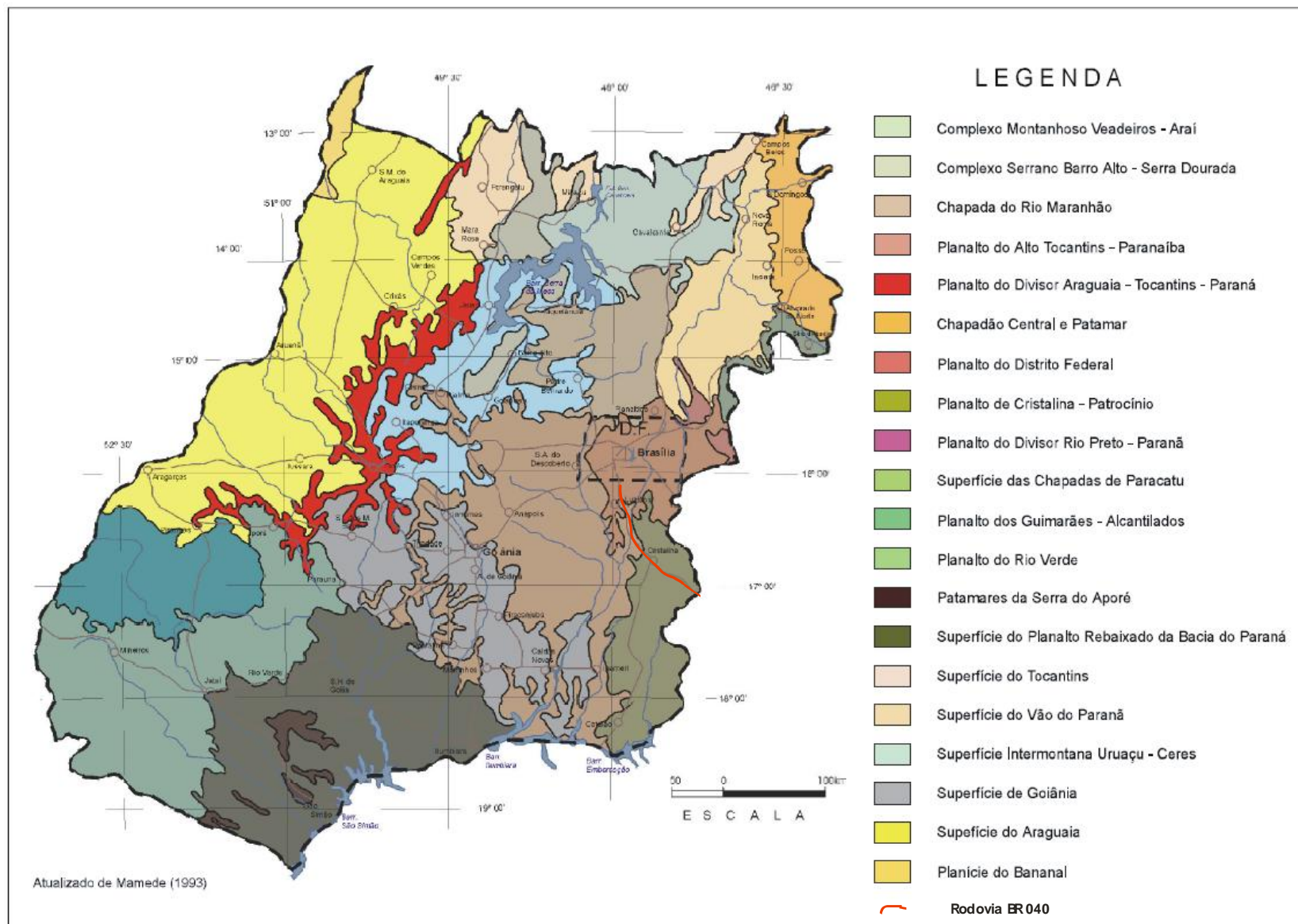


Figura 17 – Esboço Mapa Geomorfológico de Goiás. Adaptado de Mamede (1993).

Conforme a Figura 17, as unidades interceptadas pela rodovia foram Planalto do Distrito Federal e Planalto Cristalina - Patrocínio. Contudo, o mapa tratou-se apenas de um esboço, não sendo consideradas estas unidades geomorfológicas para o estudo, sendo consideradas as unidades geomorfológicas constantes na Figura 18.

6.1.3.3.4. Sistemas de denudação

Foram identificadas as seguintes categorias:

- Superfícies Regionais de Aplainamento (SRA);
- Zonas de Erosão Recuante (ZER);
- Colinas e Morros (CM) com ou sem marcante controle estrutural;
- *Hogbacks* (HB) geradas por processos de dobramentos formando colinas e morros;
- Braquianticlinais (BQ), gerados por dobramentos associados a corpos intrusivos plutônicos;
- Formas dômicas (DM) geradas por blocos falhados;
- Pseudo-domos (PSD) gerados por estruturas tectônicas complexas sobre rochas pré-cambrianas;
- Relevos tabulares (RT) gerados sobre rochas sedimentares horizontais a subhorizontais geralmente relacionados com a formação de algumas Superfícies Regionais de Aplainamento;
- Relevos cársticos (K), não cartografáveis na escala do mapeamento, mas indicados nas unidades correspondentes como unidade associada.

Os diversos trabalhos realizados em conjunto CPRM (Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil), UnB Universidade de Brasília) e METAGO (Companhia Metais de Goiás S/A) foram agregados por Mamede (1993) que resultaram na proposta para a compartimentação geomorfológica do Estado de Goiás, que está representada no esboço da figura 17, ressaltando as várias unidades de relevo cujas feições apresentam filiações genéticas comuns. Seus atributos mais frequentes resultam de peculiaridades internas que permitem distingui-las entre si. Portanto, de acordo com a morfologia e os processos genéticos evolutivos modelados, foi possível distinguir os vários compartimentos geomorfológicos inseridos no Estado de Goiás.

De acordo com esta reestruturação, foram definidas seis regiões subdivididas em 20 unidades geomorfológicas:

- Região do Planalto Central Goiano – unidades: Complexo Montanhoso Veadeiros-Araí, Complexo Serrano Barro Alto-Serra Dourada, Chapada do Rio Maranhão, Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba e Planalto do Divisor Araguaia-Tocantins-Paraná.
- Região do Divisor São Francisco-Tocantins – unidades: Chapadão Central e Patamares do Chapadão.
- Região dos Planaltos e Chapadas Goiás-Minas – unidades: Planalto do Divisor Rio Preto – Paranaíba, Superfície das Chapadas de Paracatu.
- Região dos Planaltos Setentrionais da Bacia Sedimentar do Paraná – unidades: Planalto dos Guimarães Alcantilados.
- Região dos Planaltos Areníticos-Basálticos Interiores – unidades: Planalto do Rio Verde, Patamares da Serra do Aporé e Superfície do Planalto Rebaixado da Bacia do Paraná.
- Região das Superfícies Aplainadas – unidades: Superfície Intermontana Uruaçu-Ceres, Superfície Goiânia, Superfície do Tocantins, Superfície do Vão do Paranaíba e Superfície do Araguaia e Planície do Bananal.

6.1.3.3.5. Geomorfologia das áreas de estudos próximas ao eixo da rodovia no Estado de Goiás.

A metodologia empregada para a caracterização da geomorfologia das áreas possivelmente afetadas pelo empreendimento no Estado de Goiás, seguiu uma rotina característica nesse tipo de trabalho que foi inicialmente identificar as Unidades Geomorfológicas descritas em artigos universitários, informações oficiais e mapas regionais. A partir dessa identificação foram realizados 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.

Através do emprego dessa metodologia foi possível identificar que nas Áreas de Estudos Próximas ao Eixo da Rodovia do empreendimento na região de Goiás ocorrem:

6.1.3.3.6. Superfície Regional de Aplainamento

Esta superfície está bem representada nas formações proterozóicas menos resistentes compostas por metassedimentos, ardósias, calcários, dolomitos. Onde as características geomorfológicas

mostram que as unidades do Grupo Paranoá e as do Grupo Canastra têm se comportado como residuais erosivos.

Apresentam características típicas de uma zona de aplainamento, com vales de fundos 'chatos' e morros com topos arredondados. A densidade de drenagem é baixa e possui relevo predominantemente plano a suave ondulado.



Foto - 4- Superfície de Aplainamento, relevo plano a suave ondulado.



Foto - 5 - Superfície de Aplainamento, relevo plano a suave ondulado.



Foto - 6 – Superfície de Aplainamento, relevo com morros de topo arredondados.



Foto - 7 – Superfície de Aplainamento, relevo com vales ‘chatos’

6.1.3.3.7. Estruturas de Blocos Falhados

A maior parte do Estado de Goiás é formada por rochas do pré-cambriano, fenômenos de deformação rígida como fraturas e falhas são característicos. Porém, em geral, grande parte das estruturas descritas são antigas e não apresentam um estilo estrutural próprio, que caracterize uma unidade morfoestrutural típica de blocos falhados (BF), como ocorre em locais que sofreram

reativação neotectônica de marcada intensidade, como, por exemplo, as “*Basin and Ranges*” nos Estados Unidos e as “Serras Pampeanas” na Argentina.

A única estrutura englobada nesta categoria observada nas Áreas de Estudos Próximas ao Eixo da Rodovia do empreendimento foi o Domo de Cristalina que se caracteriza pela presença de uma rede de drenagem radial. Sem dúvida estudos mais aprofundados de neotectônica na região, poderão futuramente caracterizar melhor a influência na geomorfologia regional da deformação em blocos falhados.



Foto - 8 - Blocos Falhados, relevo mantido pelos quartzitos existentes no domo de Cristalina.



Foto - 9 - Blocos Falhados, relevo mantido pelos quartzitos existentes no domo de Cristalina.



Foto - 10 – Blocos Falhados, relevo mantido pelos quartzitos existentes no Domo de Cristalina. Na mesma foto é possível identificar o contato com as Zonas de Erosão Recuante.

6.1.3.3.8. Zonas de Erosão Recuante

De acordo com a referência *Hidrogeologia do Estado de Goiás – 2006*, as Superfícies Regionais de Aplainamento encontram-se escalonadas em diferentes cotas geralmente delimitadas por escarpas de erosão. Grandes reentrâncias marcam a erosão das superfícies de aplainamento antigas a partir de um nível de base inferior (local ou regional), associado à rede de drenagem que evolui por erosão recuante, dissecando as superfícies de aplainamento e gerando outras

Superfícies. Estas áreas identificadas como Zonas de Erosão Recuante (ZER) frequentemente passam transicionalmente para Superfícies de Aplainamento, que atuam como uma espécie de nível de base local.

O grau de desenvolvimento das ZER varia em função das características da superfície que está sendo erodida. Quando uma ZER está associada a grandes bacias de drenagem pode se estender por amplas áreas, com recuos significativos e vales com vertentes apresentando depósitos coluviais, frequentemente com fragmentos de lateritas erodidas como acontece na dissecação apresentada pelas superfícies de aplainamento. Enquanto que em outras oportunidades está limitada às abruptas frentes/escarpamentos de chapadões, inclusive com presença de taludes formados por processos de queda de blocos.

Nas regiões atingidas pelo empreendimento as ZER foram distinguidas como “grandes vales” entre áreas com relevos mais movimentados.



Foto - 11 - Contato entre as Unidades de Aplainamento e de Erosão Recuante.

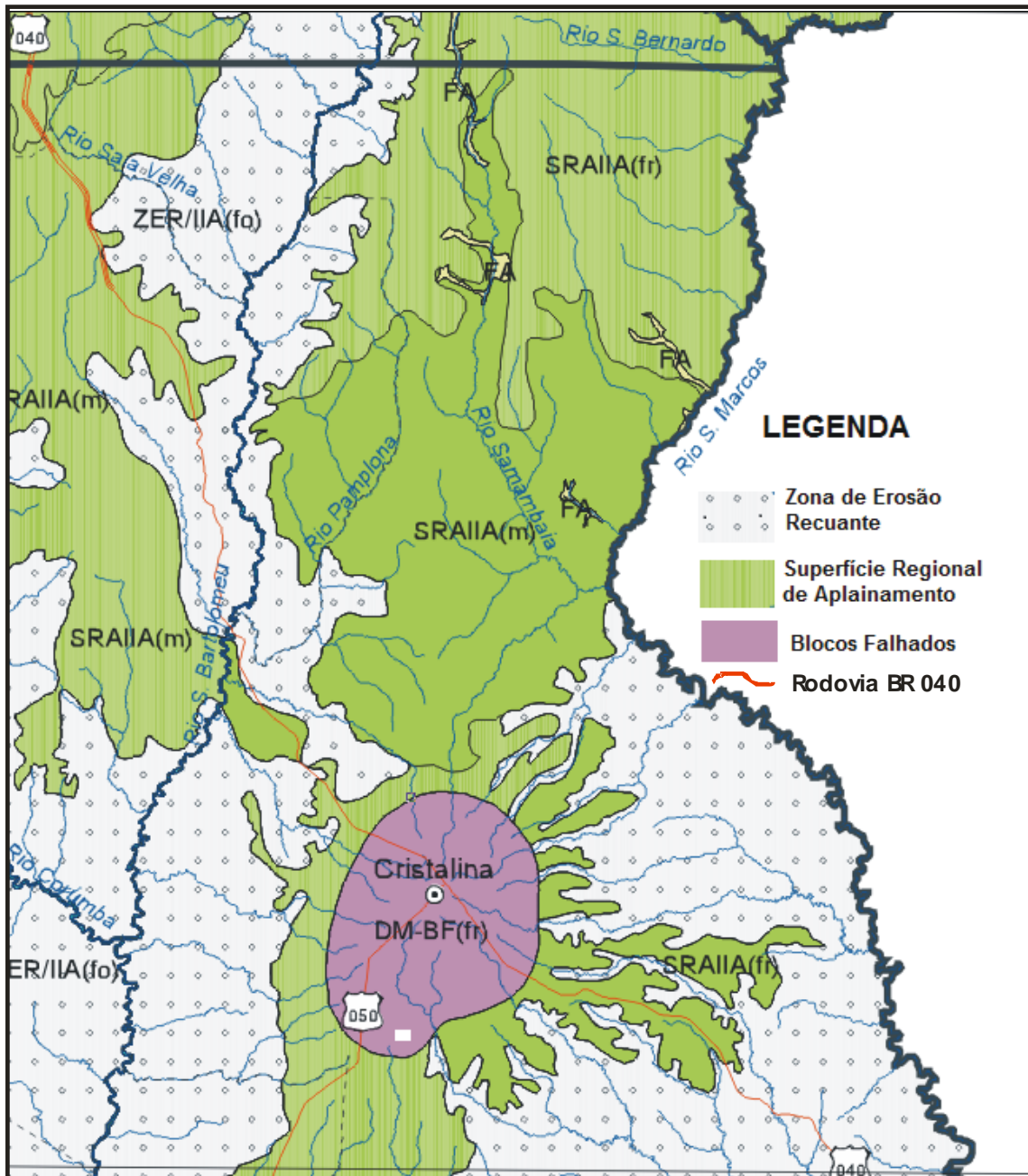


Figura 18 – Esboço das Unidades Geomorfológicas atravessadas pela rodovia BR-040 DF/GO/MG no Estado de Goiás. Adaptado do Mapa Geomorfológico do Estado de Goiás – 2005.

6.1.3.4. Geomorfologia do Estado de Minas Gerais

Os trabalhos para definição da geomorfologia 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. Tendo em vista a extensão do Estado de Minas Gerais, os trabalhos de mapeamento e descrições geomorfológicas se concentraram na região sul do Estado e na Zona da Mata. Tendo como norteadores a classificação e divisão mais usual das Unidades Geomorfológicas adotadas pelos órgãos responsáveis por serviços de mapeamentos.

Para o estudo das feições geomorfológicas do Estado de Minas Gerais dividiremos o Estado em parte sul e norte, tomando respectivamente como referências os estudos de Giovanni (2006) e Saadi (1991a, 1991b). Englobando as duas partes norte e sul 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 de do relevo. Esse estudo também foi utilizado para a caracterização da geomorfologia do Estado. Contudo, a parte sul foi mais bem detalhada, pois é nessa região que está localizado o empreendimento.

Parte Sul - A geomorfologia no Sul de Minas Gerais possui quatro grandes conjuntos de formas, divididos em dezoito 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.

6.1.3.4.1. 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-se 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.

- **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 Supersequencia 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.

- **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”.

- **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 retelinizados e cristas alinhadas” entre outras formas.

- **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.

- **Maçãos 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 retelinizados 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.

- **Serranias da Zona da Mata Mineira**

A Unidade Serranias 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.

- **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.

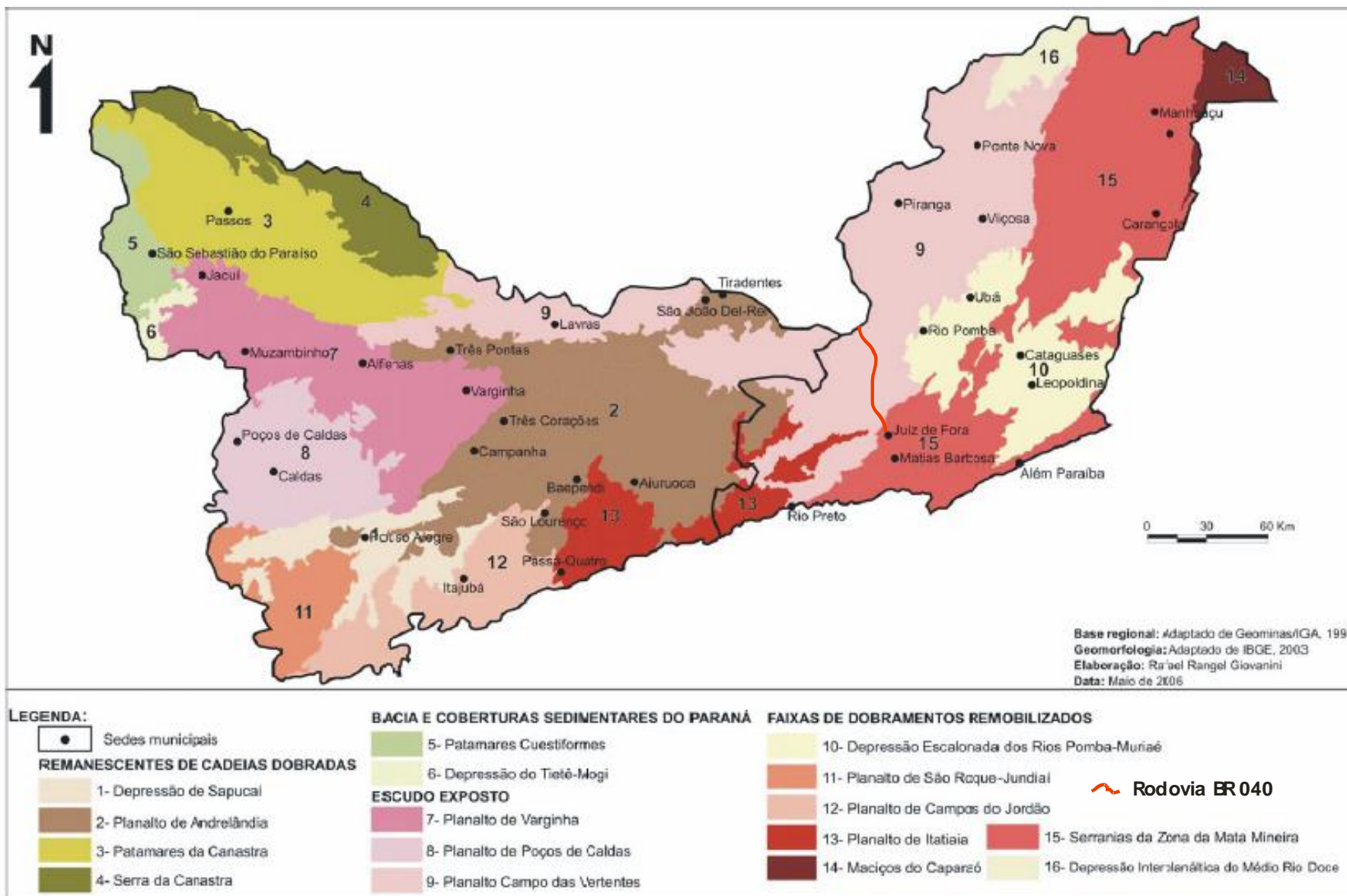


Figura 19 - Mapa Geomorfológico adaptado do sul do Estado de Minas Gerais. Autor: Rafael Rangel Giovanni - 2006.

6.1.3.4.2. 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 consolidadas, 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.

- **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.

- **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*: Giovanni 2006), há 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.

- **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.

6.1.3.4.3. 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 orogênicos 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.

- **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.

- **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.

- **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.

- **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.

- **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.

- **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 ha cursos d'água significativos em seu trecho sul-mineiro que promovam o modelamento do relevo.

- **Patamares Cuestiformes**

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) onde o autor afirma que o relevo de uma região é resultado do conjunto de processos associados às dinâmicas internas e externas atuantes na superfície ao longo do tempo geológico. Logo, o quadro morfológico de uma área é resultado da evolução tectônica somada às ações de ordem climáticas atuantes na referida região. Nos trabalhos pesquisados, Saadi explica a complexa estruturação morfológica, a partir da evolução morfotectônica de quatro províncias que compõem o arcabouço estrutural do Brasil.

Saadi 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.

6.1.3.4.4. 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 para 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 esculturação 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.

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.

No trecho meridional de direção NNW-SSE (Serra do Cipó), é clara sua relação estreita com a frente de empurrão que sobrepõe, de E para W, as sequências do Supergrupo Espinhaço e/ou do Grupo Macaúbas sobre as do Grupo Bambuí. Este caráter morfotectônico da escarpa, facilmente observado em São José de Almeida (ao lado do Morro da Pedreira) é reforçado pela persistência do escarpamento quando os quartzitos são substituídos pelos metatilitos, no trecho próximo a Presidente Juscelino.

Já entre as cidades de Presidente Juscelino e Engenheiro Navarro (Serra de Minas), a escarpa assume uma altura permanente de 500m e um traçado encurvado (direções NNW e NNE), com convexidade voltada para oeste. Este trecho de escarpa parece não manter relação com falhamentos, mas, indiretamente, com uma estrutura anticlinal N-S afetando as sequências do Supergrupo Espinhaço, as quais seriam recobertas discordantemente pelos metassedimentos dos grupos Macaúbas e Bambuí (Almeida Abreu & Pflug 1994). São característicos deste trecho da borda oeste:

- 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.

6.1.3.4.5. 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 sido 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.

6.1.3.4.6. 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 das Unidades Denudacionais em rochas cristalinas ou sedimentares e o Domínio das Unidades Denudacionais em rochas sedimentares pouco litificadas foram observados ao longo da rodovia BR-040 DF/GO/MG no Estado de Minas Gerais e, portanto, apenas esses foram brevemente descritos.

- **Domínio das unidades denudacionais em rochas sedimentares pouco litificadas**

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

- Tabuleiros - constituem formas suavemente dissecadas. São superfícies extensas, gradientes suaves, topos planos e alongados e vertentes retilíneas nos vales encaixados em forma de “U”. Apresentam amplitude de relevo que varia de 20 a 50 m e inclinações de vertentes entre 0-3° e topos planos. Localmente, podem existir vertentes com inclinações superiores, entre 10-25°. Nessas formas de relevo ha predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados). De forma restrita, podem ocorrer processos de erosão laminar ou linear acelerada (sulcos e ravinas).
- Tabuleiros dissecados - constituem formas tabulares. São dissecadas por uma rede de drenagem com alta densidade, apresentando relevo movimentado de colinas com topos tabulares ou alongados e vertentes retilíneas e declivosas nos vales encaixados, resultantes da dissecação

fluvial recente. Apresentam amplitude de relevo que varia de 20 a 50 m, inclinação de vertentes entre 0-3° e topos planos restritos. Assim como as formas de tabuleiros, localmente podem existir vertentes com inclinações superiores, entre 10-25°. Nessas formas de relevo, ha predominio de processos de pedogênese, sendo a ocorrência de processos de erosão laminar ou linear acelerada (sulcos e ravinas) mais comum.

Domínios Geomorfológicos do Estado de Minas Gerais

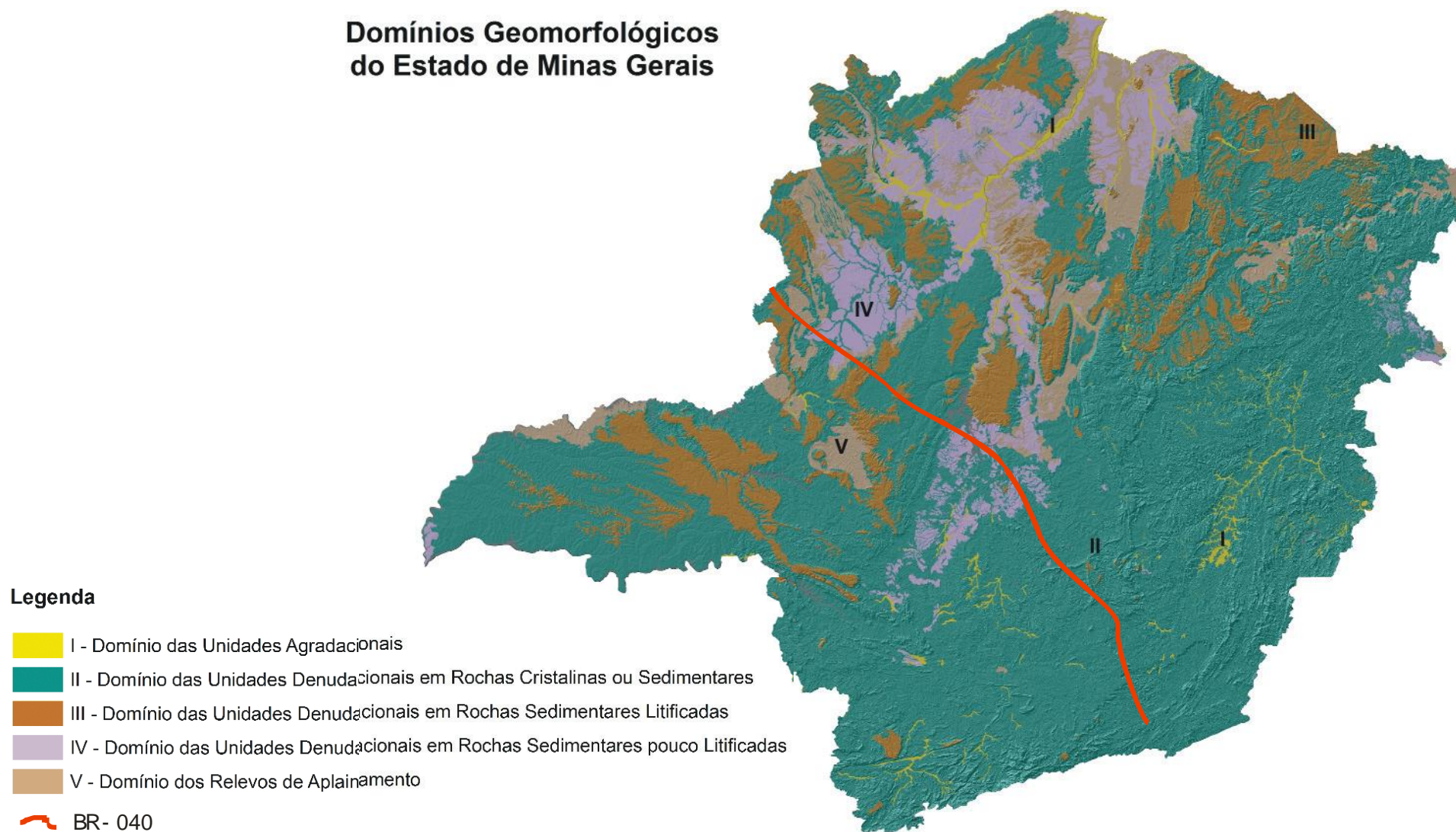


Figura 20 - Compartimentação geomorfológica do estado de Minas Gerais em Domínios Geomorfológicos. Fonte: alterado de CPRM Geodiversidade de Minas Gerais - 2010.

- **Domínio das unidades denudacionais em rochas cristalinas ou sedimentares**

Domínio composto por sete 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 50 m 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 80 m 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 200 m 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 300 m, 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 ha 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 300 m 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 200 m e inclinação de vertentes de 10-25°, com ocorrência de vertentes muito declivosas (acima de 45°). Nesse padrão de relevo ha 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 300 m 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. Ha predomínio de processos de morfogênese (formação de solos rasos), com atuação frequente de processos de erosão laminar e de movimentos de massa.

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

A metodologia empregada para a caracterização da geomorfologia das áreas afetadas pelo empreendimento, no Estado de Minas Gerais, seguiu uma rotina característica nesse tipo de trabalho que foi inicialmente identificar as Unidades Geomorfológicas descritas em artigos universitários, informações oficiais 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-040 DF/GO/MG, podem ser divididas em duas etapas, uma formada por relevos planos a suave ondulados, esculpidos em rochas da Província Tocantins e outra de relevos fortemente ondulados, esculpidos em rochas da Província São Francisco. Essa diferença é marcante também na forma dos vales e inclinação dos taludes.

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

Província São Francisco:

Planalto Campo das Vertentes – Unidade observada na região de Sete Lagoas onde suas características principais são as colinas convexo-côncavas, de dissecação homogênea, que caracteriza um relevo pouco movimentado. O manto de intemperismo é muito espesso, caracterizando uma área profundamente afetada pela ação climática.



Foto - 12- Morros de topos chatos com processos de ravinamento marcantes e espesso manto de intemperismo.



Foto - 13 - Relevo com predomínio de morros esparsos com topo arredondado e vales amplos de fundo chato com espesso manto de intemperismo.



Foto - 14 - Relevo com predomínio de morros esparsos com topo arredondado e vales amplos de fundo chato com espesso manto de intemperismo.

Serranias da Zona da Mata Mineira – Unidade observada a partir de Belo Horizonte até a cidade de Juiz de Fora, caracterizada por relevos de formas alongadas, tipo cristas e linhas de cumeada. 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.



Foto - 15 - Relevo com cumes acentuados, vales encaixados e predominância da morfogênese estrutural.



Foto - 16 - Relevo com formas alongadas tipo cristas e linhas de cumeadas



Foto - 17 - Relevo com formas alongadas tipo cristas e linhas de cumeadas.

Província Tocantins:

A partir da espacialização proposta por Saadi (1991a) é possível identificar características apenas do Planalto Meridional afetando o empreendimento apenas na região próxima a cidade de Três Marias. No restante é conveniente utilizar as classificações do trabalho da CPRM (Geodiversidade de Minas Gerais – 2010) pela sua abrangência.

Tabuleiros - constituem formas suavemente dissecadas. São superfícies extensas, gradientes suaves, topos planos e alongados e vertentes retilíneas nos vales encaixados em forma de “U”. Apresentam relevo de topos planos. Nessas formas de relevo, ha predominio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, Latossolos). De forma restrita, podem ocorrer processos de erosão laminar ou linear acelerada (sulcos e ravinas).



Foto - 18 - Chapada característica dessa Unidade.



Foto - 19 - Morros com topos chato/arredondados com ravinamento acentuado e formação de espessos mantos de intemperismo.



Foto - 20 - Relevo de formas suaves, quase planas com elevações espaçadas, com topos arredondados.

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. 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.



Foto - 21 - Morros baixos, topos arredondados, vales amplos e de fundo chato com espessos mantos de intemperismo.



Foto - 22 – Morros baixos, topos arredondados, vales amplos e de fundo chato com espessos mantos de intemperismo.



Foto - 23 - Morro baixo, topo arredondado.

6.1.4. Geologia e Geotcnia

6.1.4.1. Geologia Regional

O Brasil foi dividido por Almeida *et. al.* (1977, 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, frentes 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 21, 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.

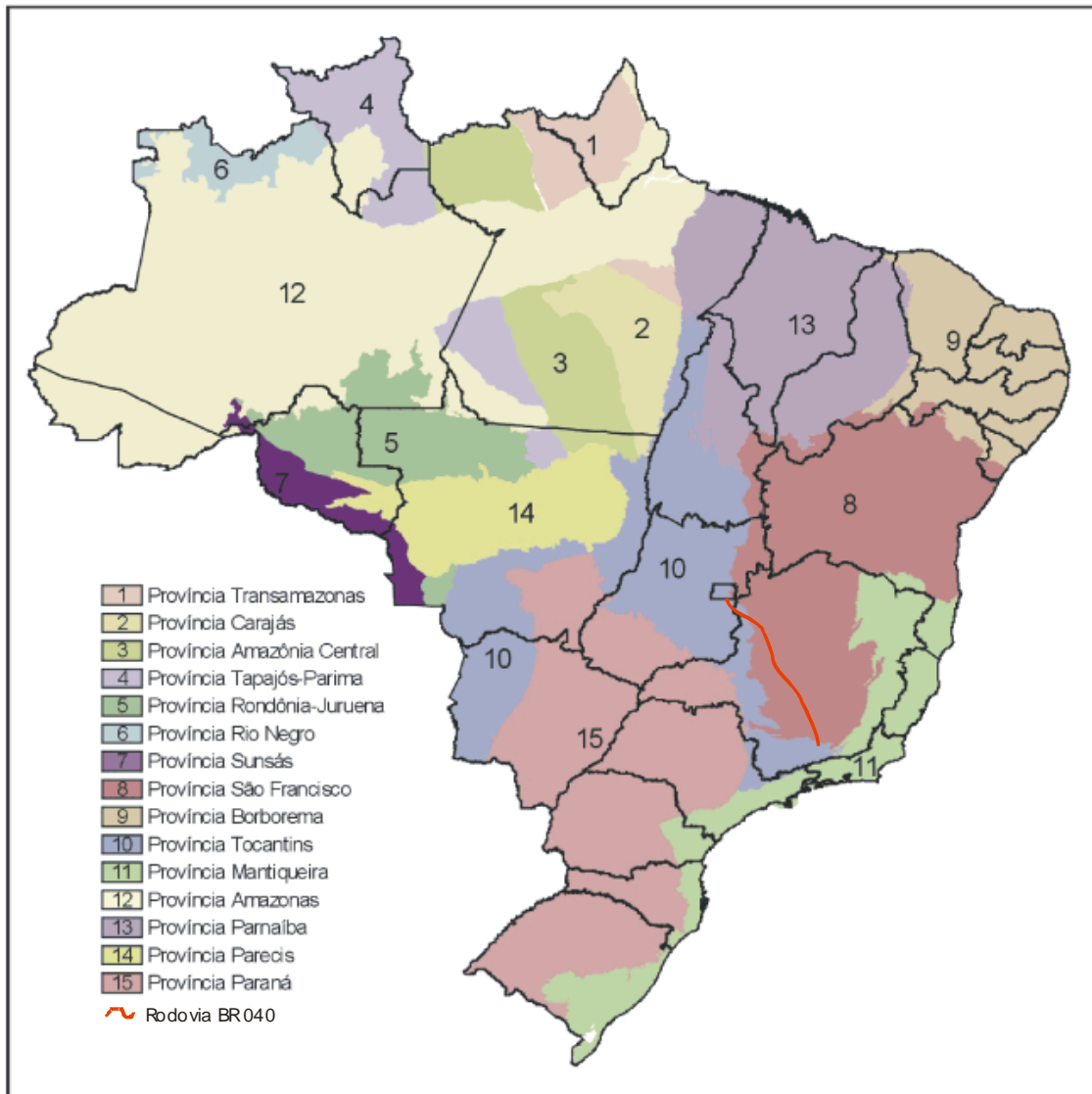


Figura 21 – Províncias Estruturais Brasileiras. Fonte: Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil – CPRM 2003. (Adaptado).

As obras de duplicação da rodovia BR-040 DF/GO/MG estão situadas sobre rochas pertencentes às Províncias Tocantins e São Francisco, onde prevalecem as Unidades Geológicas da São Francisco.

Segundo estudos técnicos de datação e investigação geológica as rochas mais antigas do Brasil (e da América do Sul) estão localizadas nas províncias São Francisco e Borborema e são representadas por ortognaisses acinzentados, tonalítico-trondhjemitico granodioríticos (TTG), que formam pequenos núcleos, domos ou maciços, envolvidos também por ortognaisses similares a TTG ou calcialcalinos, mais jovens (mesoarqueanos e/ou neoarqueanos), o que denota eventos acrescionais sucessivos, na edificação desses segmentos crustais antigos.

A **Província São Francisco** (figura 22) se apresenta como blocos crustais de diversos tamanhos, microcontinentes e terrenos mais antigos, com características litoestruturais próprias e uma

singular evolução geológica. Representam as primeiras placas e micropalacas continentais estabilizadas no tardi-Mesoarqueano que atuaram de forma rígida, segundo os processos relacionados ao ciclo de Wilson, no Neo-arqueano.

No Escudo Atlântico, eles ocorrem, principalmente, na área cratônica da Província São Francisco, onde são identificados os blocos Quadrilátero Ferrífero, Guanhães e Porteirinha, em Minas Gerais, e os blocos Gavião (incluindo o fragmento/*inlier* de Mairi), Paramirim, Guanambi–Correntina, Serrinha, e Sobradinho na Bahia.

Os blocos Gavião, Paramirim e Sobradinho (ou bloco Gavião–Lençóis, segundo Hartmann e Delgado, 2001) afloram em torno da Chapada Diamantina e constituem o seu substrato. A continuidade física desse substrato é assinalada pela distribuição e valores negativos das isogálicas do Mapa Bouguer do Estado da Bahia (Motta *et al.* 1981; Gomes *et al.* 1996). Esse conjunto, com área superior a 300.000 km², já foi denominado de Cráton de Lençóis (Pflug *et al.* 1969), no sentido de crátons arqueanos. Sua forma é oval, ligeiramente sigmoidal e seus limites são sempre tectônicos, marcados por zonas de cisalhamento profundas e de expressão regional.

Os blocos Quadrilátero Ferrífero (com suas estruturas em domos e quilhas) e Guanhães (substrato da faixa Neoproterozóica Araçuaí) estão conectados entre si e formam uma expressiva massa crustal mesoarqueana, retrabalhada pelas orogêneses Transamazônica e Brasiliana (Alkmim e Marshak, 1998; Pinto, 1996a; Teixeira *et al.* 2000). Mais a norte, ocorrem os blocos Porteirinha e Guanambi–Correntina também conectados e separados dos blocos Guanhães, Paramirim e Gavião pelo rifte Espinhaço. Esta estrutura reconhecida no Estateriano, possivelmente, implantou-se sobre uma zona de fraqueza crustal antiga.

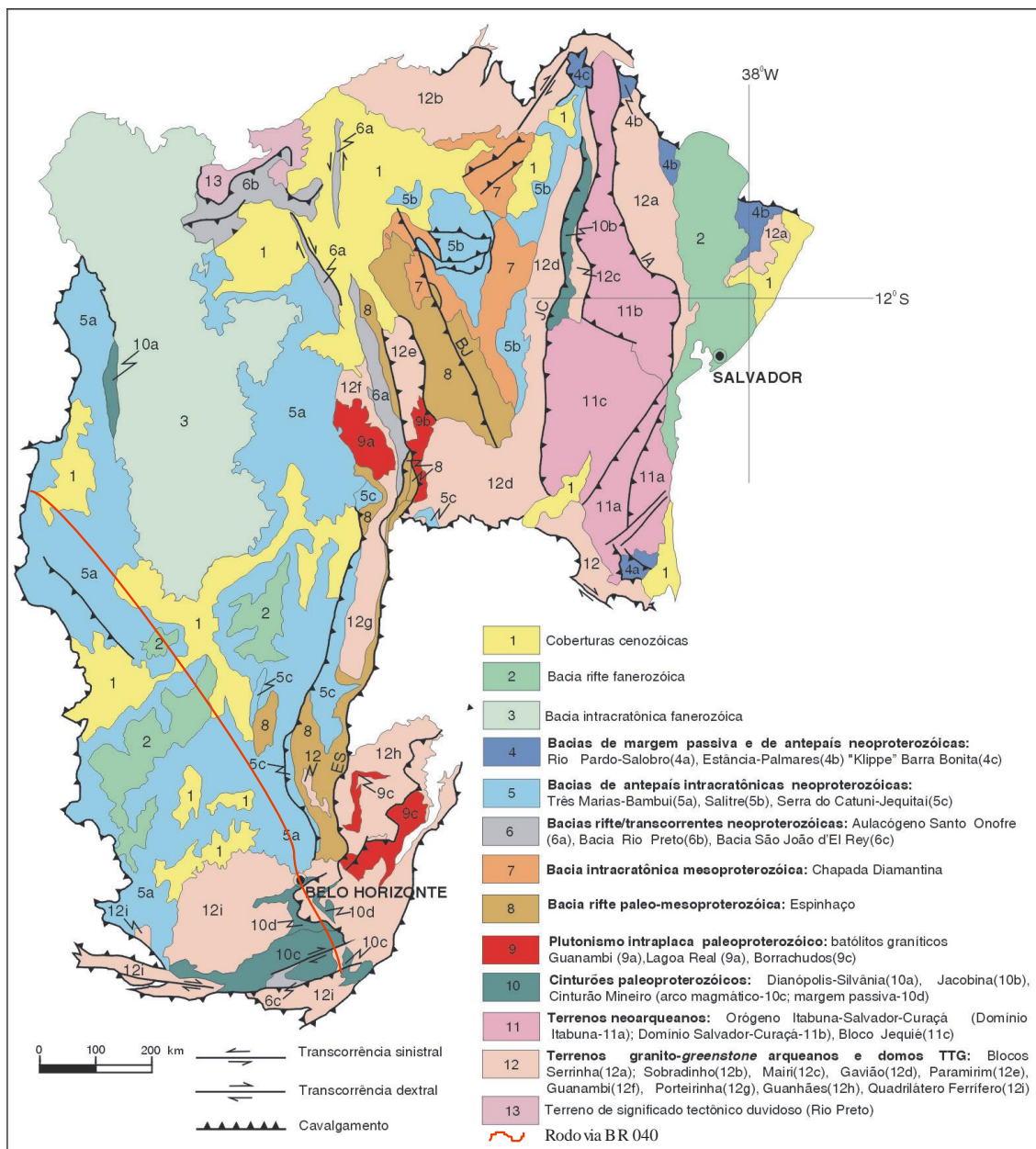


Figura 22 – Estruturas da Província São Francisco. Fonte: Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil – CPRM 2003.

A **Província Estrutural Tocantins**, representada na Figura 23, está localizada segundo estudos de Almeida *et al.* 1977 na região central do Brasil, constituindo um sistema de orógenos brasileiros, caracterizados por cinturões de obras e empurrões denominados de faixas Brasília, Paraguai e Araguaia, resultantes da convergência e colisão de três blocos continentais: Cráton Amazonas; Cráton São Francisco e Cráton Parapanema, encoberto pelas rochas da Bacia do Paraná.

O embasamento da Província é composto por terrenos arqueanos e paleoproterozóicos, anteriormente atribuídos ao Maciço Mediano de Goiás (Almeida, 1967), retrabalhados durante o Ciclo Brasileiro.

Os estudos de Fuck *et al.* (1993) e Fuck (1994) propuseram a compartimentação da Província nas seguintes unidades tectônicas: Zona Cratônica, Faixa Brasília, Maciço de Goiás, Arco Magmático do Oeste de Goiás e Faixa Paraguai-Araguaia. A evolução dessas Unidades envolve uma história pré-orogênica, marcada – inicialmente, pela sedimentação de sequências terrígenas e carbonáticas em ambientes plaformais e, depois, pela geração de crosta oceânica, seguida pelo desenvolvimento de terrenos do tipo arco de ilhas e magmatismo associado no estágio orogênico acrescionário. Na fase colisional, essas faixas experimentaram metamorfismo, deformação e amalgamação de diferentes terrenos às margens continentais. Elas exibem uma evolução similar à das faixas orogênicas modernas, geradas por meio de mecanismos de tectônica de placas (Trompette, 1994).

O arcabouço estrutural dessas faixas é marcado por sistemas de cavalgamentos regionais, com vergência para as zonas cratônicas e sistemas transcorrentes, arcabouço esse estruturado durante a inversão dessas bacias marginais pelas orogêneses brasileiras. Esses eventos imprimiram um caráter diferencial na deformação, que é mais intensa nas zonas internas dessas faixas e diminui em direção às zonas cratônicas. Essa deformação complexa é resultado da diversidade geológica e reflete o posicionamento e o nível crustal em que se desenvolvem as estruturas que promovem o imbricamento tectônico das Unidades envolvidas e colocaram lado a lado a terrenos do embasamento e rochas supracrustais segundo autores renomados tais como: Fuck, 1994; Alvarenga e Trompette, 1993; Gorayeb *et al.*, 2000.

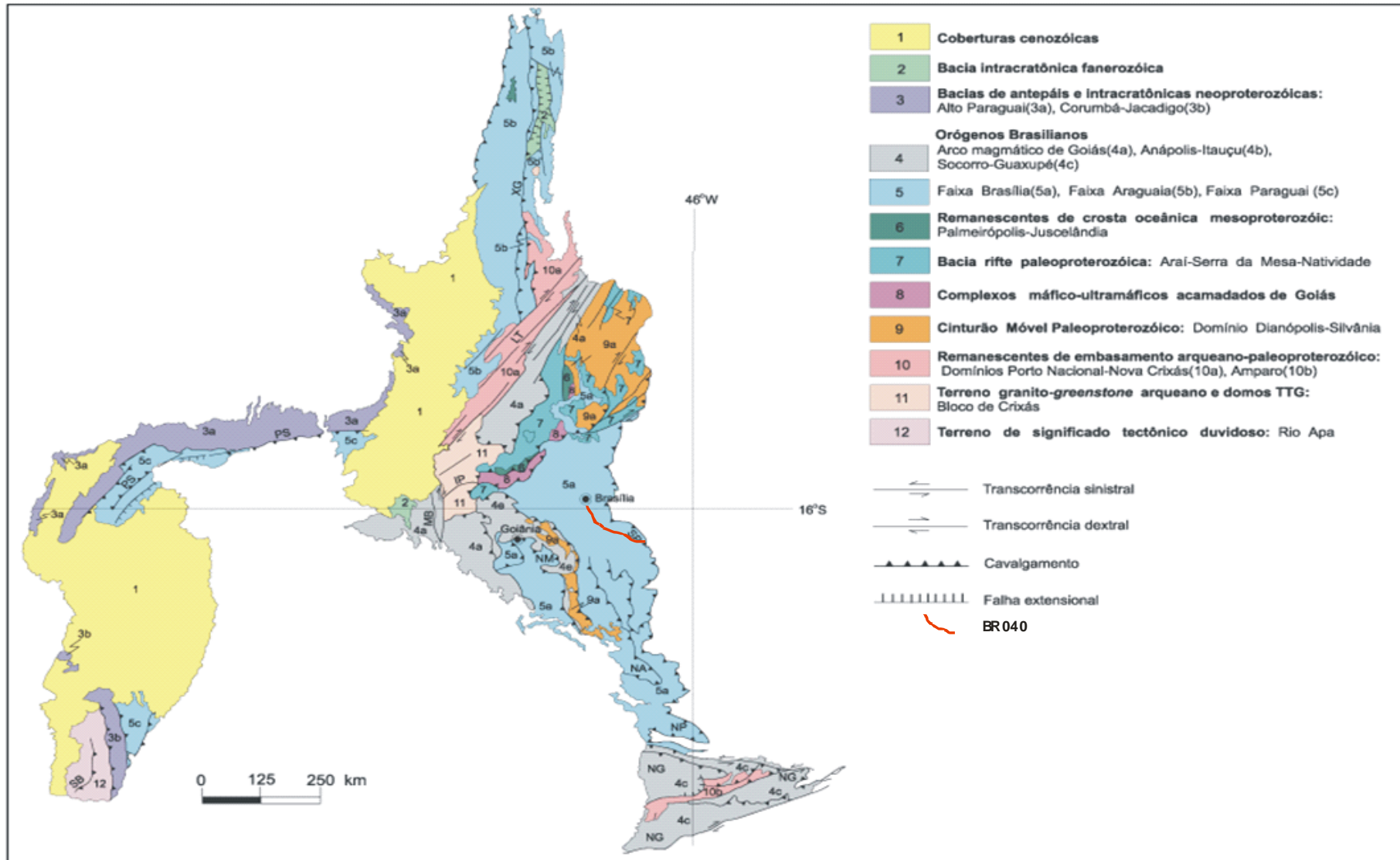


Figura 23 - Unidades da Província Tocantins. Fonte: Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil – CPRM 2003. (Adaptado).

6.1.4.1.1. Geologia do Distrito Federal

O Distrito Federal está localizado no setor oriental da Província Estrutural do Tocantins, mais especificamente, na porção centro sul da Faixa de Dobramentos Brasília (Almeida e Hasui, 1984; Marini *et al.*, 1981, 1984). De acordo com esses autores, a estruturação Brasileira é representada principalmente por dobras isoclinais a recumbentes, lineares, com foliação de transposição, falhamentos inversos, cavalgamentos, transcorrências e, no final do ciclo, uma tectônica distensiva. Todas essas estruturas mostram marcada vergência para leste, em direção ao Cráton do São Francisco.

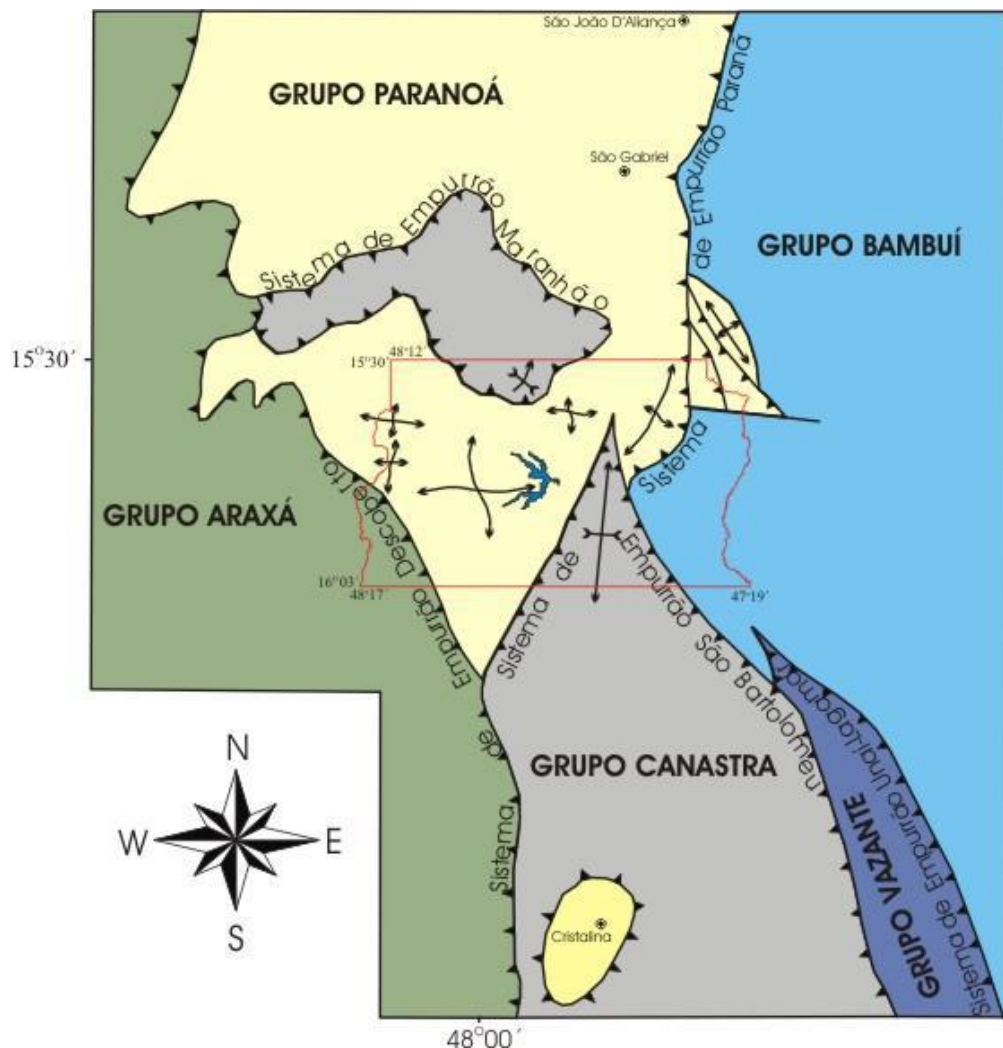


Figura 24 - Distribuição dos empurrões e cavalgamentos regionais associados à geologia regional em que o Distrito Federal está inserido. Fonte: Modificado de Faria, 1995. in: ZEE – DF.

A geologia do Distrito Federal proposta por Freitas-Silva & Campos (1998), estabelece quatro conjuntos litológicos distintos para o contexto geológico regional do DF, os quais incluem os grupos Paranoá, Canastra, Araxá e Bambuí, e suas respectivas coberturas de solos residuais ou coluvionares. Os grupos Paranoá e Canastra, segundo esses autores, apresentam idade Meso/Neoproterozóico (1.300 a 1.100 milhões de anos) e os grupos Araxá e Bambuí, idade

Neoproterozóica (950 a 750 milhões de anos). A partir do trabalho desses autores, foi proposto o esboço do Mapa Geológico do Distrito Federal sem as coberturas de solos, onde é possível identificar as estruturas e unidades litológicas nele predominantes.

A Unidade Litoestratigráfica predominante no Distrito Federal é o **Grupo Paranoá** que ocupa cerca de 65% da área total do DF. Na área do DF é possível caracterizar sete unidades litoestratigráficas correlacionáveis, da base para o topo, com as sequencias deposicionais Q₂, S, A, R₃, Q₃, R₄ e PPC das áreas-tipo da região de Alto Paraíso de Goiás estudadas por Faria (1995).

Unidade Q₂ - Quartzito Conglomerático: essa Unidade ocorre em uma pequena área na borda leste do Domo do Pípiripau com quartzitos grossos predominando e chegando até conglomeráticos na base que passam a quartzitos médios em direção a base da Formação.

Unidade S - Metassilito Argiloso: representa a base da estratigrafia do Grupo Paranoá no Distrito Federal, sendo composta por um conjunto de metassilitos argilosos homogêneos, com coloração cinza esverdeada a amarelada quando frescos, passando a tons rosados e vermelho-escuro com o aumento da alteração. Unidade com exposição extremamente restrita, só observável no interior do Domo Brasília ou amostrada através de poços tubulares na região.

- **Subunidade S_a** – Unidade composta predominantemente por metassilitos intercalados com níveis de quartzitos finos, variando em espessuras desde centímetros a decímetros. Conforme estudos, essa Subunidade é observada apenas em afloramentos intemperizados, por isso sempre apresentam cores avermelhadas. Apresenta aspecto maciço, sendo localmente laminada, e nestes casos, é comum a ocorrência de placas de mica branca detrítica. Essa Subunidade apresenta raras laminações cruzadas, laminações truncadas ou marcas onduladas simétricas.

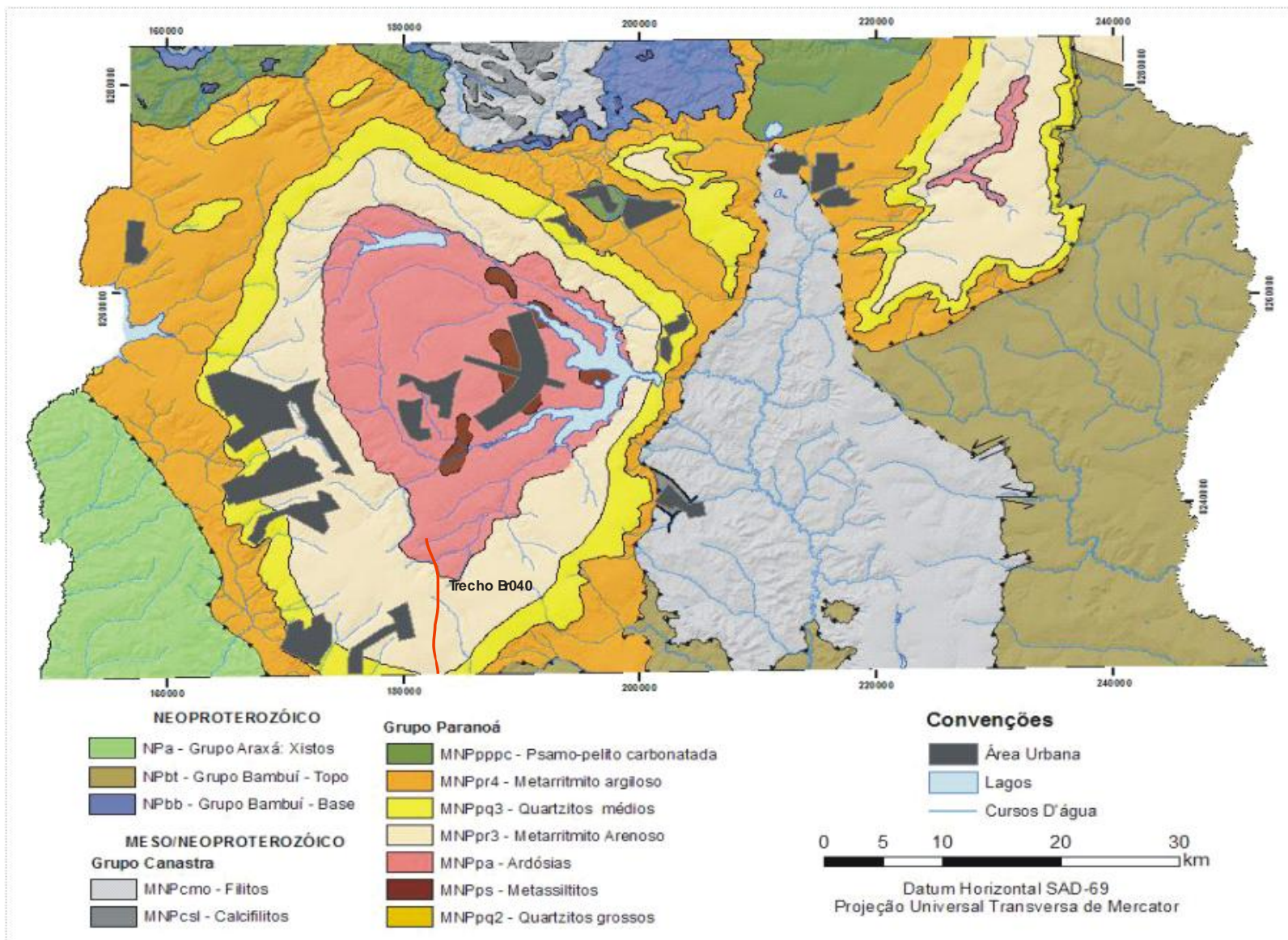


Figura 25 – Mapa Geológico Simplificado adaptado do Distrito Federal – 1998, sem as coberturas de solos. Autores: Freitas-Silva & Campos 1998.

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-040 - DF/GO/MG

- **Subunidade S_b** - caracterizada por um conjunto bastante homogêneo de metassiltitos argilosos, representando o litotipo diagnóstico que contribui com a maior proporção de rochas da Unidade **S**. Nesse pacote as únicas estruturas sedimentares visíveis são laminações plano-paralelas e *climbing ripples*. As cores variam de verde ou cinza até vários tons de vermelho.
- **Subunidade S_c** - essa Subunidade ocorre em pequenos afloramentos, tendo suas características descritas principalmente por dados de poços tubulares. É caracterizada por um metarritmito com bancos de quartzitos arcoseanos, decimétricos, geralmente rosados e comumente com aspecto maciço ou, mais raramente, finamente laminados.

Unidade A - Ardósia: devido a sua baixa resistência aos processos de intemperismo, não é bem exposta no Distrito Federal, sendo os melhores afloramentos observados em cortes de estradas (ex. estradas Parque de Taguatinga e Sobradinho), voçorocas ou em drenagens. As rochas que compõem esta litofácies são capeadas por um espesso latossolo argiloso. Sua área de ocorrência é praticamente restrita ao núcleo do Domo de Brasília, onde o contato com a unidade sobreposta marca uma importante quebra de relevo regional. Outra área de ocorrência é restrita ao interior do Domo Estrutural do Píripau.

As rochas predominantes são as ardósias de coloração roxa quando alteradas ou cinza-esverdeadas, quando frescas. Essas ardósias apresentam-se intensamente fraturadas e, em função de seu caráter pelítico, são os tipos petrográficos onde mais facilmente se desenvolvem as foliações metamórficas. A única estrutura sedimentar observada é a laminação plano-paralela, próximo ao topo da unidade onde ocorrem intercalações siltico-argilosas milimétricas a centimétricas.

Unidade R₃ - Metarritmito Arenoso: é composta predominantemente por alternâncias centimétricas a métricas de quartzitos finos, a médios com níveis geralmente mais delgados de metassiltitos argilosos, metalamitos siltosos e metalamitos micáceos. A maior quantidade de termos arenosos é sempre importante, justificando assim a denominação deste pacote como unidade de metarritmito arenoso.

A distribuição espacial e a proporção de cada uma das frações granulométricas permitiram que esta unidade fosse subdividida, na região do Distrito Federal, em duas subunidades denominadas, informalmente, da base para o topo, de subunidades **R_{3a}** e **R_{3b}**. Ainda que de fácil identificação em campo, essas subunidades não foram cartografadas no Distrito Federal, devido a seus pequenos afloramentos.

- **Subunidade R_{3a}** - inicia-se por um pacote de metassiltitos argilosos, onde níveis de metalamitos são frequentes em direção ao topo. Na medida em que os níveis metapelíticos se tornam cada vez mais raros até desaparecem, aumentam os leitos quartzíticos que formam intercalações milimétricas a métricas, passando a predominar no topo da seção a

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-040 - DF/GO/MG

qual termina com um nível espesso de quartzito, denominado de **Q₁**. O Quartzito **Q₁** apresenta coloração predominantemente branca, granulação fina a média e espessura lenticular variável entre 8 e 20 metros.

- **Subunidade R_{3b}** - marcada por um contato gradacional sobre o quartzito **Q₁**, com metassiltitos areno-argilosos que passam para uma sequência tipicamente rítmica, onde se intercalam estratos argilosos, siltico-argilosos, siltico-arenosos, areno-siltosos e arenosos. Essa subunidade em função da estruturação dômica do Distrito Federal, ocupa uma área anelar em torno das chapadas mais elevadas (chapadas da Contagem e de Brasília). Os metarritmitos apresentam estratos entre 1 e 5cm de espessura, onde raramente esses estratos alcançam espessuras métricas. O acunhamento lateral e o aspecto lenticular de alguns estratos são feições bastante comuns. Os estratos plano-paralelos e as lentes arenosas são distribuídos por todo o conjunto de metarritmitos. Os diques de areia são mais comuns onde os níveis pelíticos se intercalam a leitos delgados de quartzitos e as marcas onduladas são comuns nos bancos de quartzitos decimétricos. As estratificações cruzadas são restritas a bancos de quartzitos, sendo do tipo tabular e em geral, de pequeno porte (até 40 cm), e as laminações cruzadas ocorrem nos níveis arenosos mais delgados e não raramente, junto aos leitos lenticulares.

Unidade Q₃ - Quartzito Médio: considerada uma das mais expressivas essa unidade sustenta as áreas de chapada mais elevadas do Distrito Federal e apresenta contato brusco e concordante com a unidade sotoposta. Está distribuída conforme a unidade anterior, além de aflorar em função da estruturação a nordeste e sudeste de Sobradinho e ao longo das bordas do Domo Estrutural do Pípiripau, onde é bem exposta ao longo da quebra de relevo que coloca os Grupos Paranoá e Bambuí em contato tectônico.

Caracterizada por quartzitos finos a médios de coloração esbranquiçada ou cinza clara, bem selecionados, maduros mineralogicamente e em geral muito silicificados. Localmente, em condições de maior intemperismo, é possível identificar o acamamento plano-paralelo em bancos decimétricos a métricos. Muitas vezes o acamamento original é de difícil percepção em virtude da silicificação e do intenso fraturamento comumente desenvolvidos nesta litofácies. Além do acamamento, são observadas estratificações cruzadas de pequeno a médio porte e de caráter variado, sendo comuns as tabulares, tangenciais, acanaladas e do tipo espinha de peixe, além de raras marcas onduladas assimétricas de cristas sinuosas ou paralelas. Lentes de metarritmitos, com espessuras variando de decimétricas até 10 metros, ocorrem geralmente próximas à base e ao topo dessa sucessão de quartzitos.

Unidade R₄ - Metarritmito Argiloso: é bem exposta junto às bordas do Domo de Brasília e na porção externa do Domo de Sobradinho, marcando um relevo mais movimentado, com vales mais encaixados (com desníveis superiores a 50 metros). Seu contato com a Unidade **Q₃** é nitidamente

gradacional, sendo bem exposto na porção nordeste da Chapada da Contagem, onde a frequência e espessura dos bancos de quartzitos diminuem progressivamente até passar à Unidade **R₄**. No Distrito Federal esta unidade é representada por um metarritmito homogêneo com intercalações centimétricas regulares de metassiltitos, metalamitos e quartzitos finos que apresentam coloração cinza, amarelada, rosada ou avermelhada em função dos diferentes graus de intemperismo. São raros os bancos (de 50 cm até 1,0 metro) de metassiltitos maciços amarelados ou rosados e de quartzitos finos, feldspáticos e rosados, que quebram a regularidade das camadas rítmicas centimétricas. A maior proporção de material pelítico e a pequena espessura dos níveis arenosos, são importantes parâmetros para a classificação desta unidade na escala de afloramentos e para sua distinção dos demais ritmitos do Grupo Paranoá, na região do Distrito Federal.

Unidade PPC - Psamo-Pelito-Carbonatada: essa Unidade apresenta contato transicional com a Unidade sotoposta, sendo marcada pelo aumento progressivo dos metargilitos sobre os quartzitos e metassiltitos. Litologicamente é representada, principalmente, por metalamitos siltosos de coloração cinza-prateada, muito laminados, podendo mostrar foliações e, por vezes, com aspecto sedoso ao tato devido à abundante presença de filossilicatos. Os pelitos são as rochas mais comuns na Unidade Psamo-Pelito-Carbonatada, contribuindo com cerca de 85% do total da sucessão.

Além dos metapelitos, ocorrem rochas carbonáticas e quartzíticas. As rochas carbonáticas presentes no Distrito Federal, são representadas por calcários pretos ou cinza escuros, micríticos ou intraclásticos e subordinadamente por dolomitos com tons cinza-claros. Sua geometria lenticular é facilmente interpretada em função do padrão de afloramentos que mostram clara interdigitação com as fácies pelíticas. As lentes apresentam diâmetros de centenas de metros, podendo as maiores alcançar mais de um quilômetro. Não raramente os calcários e os dolomitos apresentam delgadas lâminas de material argiloso, marcando o acamamento primário.

Na área do Distrito Federal, as rochas pertencentes ao **Grupo Canastra** ocupam cerca de 15% da área total. Essa Unidade ocorre nos vales dos rios São Bartolomeu e Maranhão. Constituído essencialmente por filitos variados, os quais incluem clorita filitos, quartzo-fengita filitos e clorita-carbonato filitos. Além dos filitos, ocorrem, subordinadamente, na forma de lentes decamétricas, mármore finos cinza-claros e quartzitos finos silicificados e cataclados. Estes filitos são correlacionáveis às formações: Serra do Landim e Paracatu (Freitas-Silva & Dardenne, 1994).

O **Grupo Bambuí**, na área do Distrito Federal, é composto por metassiltitos laminados, metassiltitos argilosos e bancos de arcóseos, com cor de alteração rosada/avermelhada e com cor de rocha fresca em vários tons de verde. Esse conjunto litoestratigráfico corresponde às formações Serra da Saudade e Três Marias do topo do Grupo Bambuí. Essa Unidade se distribui

por cerca de 15% da área total do DF, sendo observado na porção Leste, ao longo do Vale do rio Preto.

Com menor expressão em termos de área de distribuição no Distrito Federal, o **Grupo Araxá** está limitado ao setor sudoeste do DF, ocupando uma área de aproximadamente 5% do território. Essa Unidade é composta basicamente por xistos variados com ampla predominância de muscovita xistos e ocorrências restritas de clorita xistos, quartzo-muscovita xistos, granada xistos e lentes de quartzitos micáceos.

- **Geologia das Áreas de Estudos Próximas ao Eixo da Rodovia no Distrito Federal.**

Os trechos da rodovia BR-040 DF/GO/MG compreendidos no estudo dentro dos limites do Distrito Federal estão sobre rochas pertencentes às Unidades Q₃ (quartzitos médios) e R₃ (metarritimitos arenosos).

São áreas caracterizadas por quartzitos finos a médios, com coloração esbranquiçada, bem selecionados e, em geral, bem silicificados. Os afloramentos mostraram-se bem esparsos e inexpressivos não sendo encontradas amostras nas áreas diretamente afetadas pelo empreendimento, devido à intensa urbanização da região. Por isso, a área para amostragem foi estendida até as drenagens mais próximas e caminhamentos pelo cerrado para amostragem.

Não existem afloramentos preservados nas Áreas de Estudos Próximas ao Eixo da Rodovia do empreendimento devido ao relevo arrasado e as obras de implantação do “Expresso Brasília”, por isso foi adotada outra forma de correlação, o uso do relevo para definir a Unidade do Grupo Paranoá presente nas regiões afetadas. Partindo do princípio que o quartzito da Unidade Q₃ é mais resistente que os metarritimitos da Unidade R₃ sendo essa Unidade que sustenta o relevo naquela região, foi possível inferir que as duas Unidades foram atravessadas com variações apenas na topografia da região sem a identificação de afloramentos.

Tendo em vista que não existem afloramentos preservados em toda a área próxima ao empreendimento foram postadas fotos com o objetivo apenas de ilustrar a geologia original da área onde esta encontra-se arrasada, foram coletadas amostras representativas das duas Unidades do Grupo Paranoá, distante do eixo da rodovia aproximadamente 12km.



Foto - 24 – Afloramento meramente ilustrativo da Unidade R₃ (nas proximidades do Porto Seco - DF).



Foto - 25 – Afloramento meramente ilustrativo da Unidade R₃ (nas proximidades do Porto Seco - DF).



Foto - 26 – Afloramento meramente ilustrativo de quartzito da Unidade Q₃ (área próxima ao clube da Marinha – DF. Entroncamento BR 250/040)

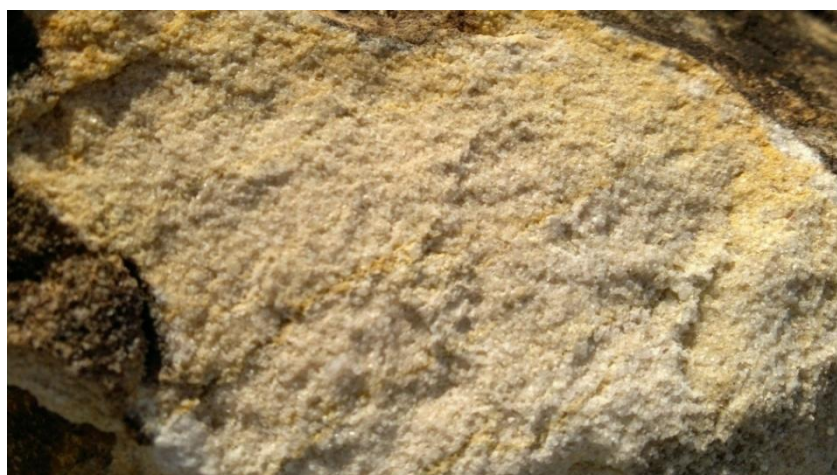


Foto - 27 - Detalhe do afloramento ilustrativo de quartzito da Unidade Q₃. (área próxima ao clube da Marinha – DF. Entroncamento BR 250/040)



Foto - 28– Detalhe do afloramento ilustrativo de quartzito da Unidade Q₃. (área próxima ao clube da Marinha – DF. Entroncamento BR 250/040)



Foto - 29 – Afloramento ilustrativo de quartzito da Unidade Q₃. (área próxima ao clube da Marinha – DF. Entroncamento BR 250/040)

6.1.4.1.2. Avaliação das Características Geotécnicas dos Terrenos Atingidos Diretamente pelas Obras no Distrito Federal.

A avaliação realizada baseou-se apenas em aspectos visuais dos terrenos tendo como principais parâmetros a declividade das áreas e o grau de erodibilidade dos terrenos diretamente atingidos pelas obras.

A etapa de campo foi realizada com o objetivo de caracterizar a relação entre o tipo de solo predominante nas Áreas com Possíveis Impactos Diretos e Indiretos do empreendimento e sua correlação com a declividade do terreno.

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.

A erosão dos solos pode ser provocada pela ação dos ventos, das águas, da glaciação, entre outros. Quando provocado pela ação das águas, esta é chamada de erosão hídrica, podendo ser subdividida em fluvial, causada pela água dos rios, pluvial, que tem como agente a água das chuvas, ou marinha, causada pelo efeito das ondas e correntes do mar.

Quando o processo erosivo é acelerado pela intervenção humana, esta denomina-se erosão antrópica. Já em situações em que a erosão ocorre em solos com cobertura vegetal e sem a interferência humana, o processo é denominado erosão geológica, caracterizada pela lentidão com que ocorre.

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, 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.

Para Higashi e Dias (2004), a preservação ambiental é o ponto chave nas questões abordadas pelos problemas de erodibilidade e que mesmo com a existência de rigorosas legislações ambientais, o que se observa na prática são constantes agressões ao meio, sendo a retirada da mata ciliar uma das principais, o que possibilita a potencialização dos processos erosivos ou ocupações sem o devido planejamento que sobrecarregam o meio ambiente.

Nas Áreas com Possíveis Impactos Diretos e Indiretos do empreendimento dentro do território do Distrito Federal foram identificados pontos com a propensão ao desenvolvimento de erosões devido, principalmente, a pouca coesão do Latossolo e a retirada da vegetação superficial, pois mesmo ocorrendo uma predominância do relevo plano a suave ondulado, nos pontos com retirada da vegetação ocorre o início do processo de erosão laminar. Esses pontos estão ao longo de todo o trecho da rodovia, sendo possível identificar pontos onde os processos erosivos já se iniciaram e pontos onde a retirada da cobertura vegetal propicia ao início do processo erosivo. De uma

maneira geral podemos considerar que todo o trecho da rodovia no DF, devido as suas características de relevo e solo, são propensos ao processo erosivo.

Mesmo nas obras de engenharia como cortes de estradas com taludes sem a proteção de gramíneas ou outra forma de contenção do fluxo de água ocorre o início do processo erosivo comprometendo a eficiência e durabilidade desses taludes.

Nas Áreas de Estudos Próximas ao Eixo da Rodovia não existem indícios de movimentos de massa recorrentes, principalmente devido a interação entre geologia, geomorfologia, tipos de solos e relevo que são desfavoráveis a esse tipo de ocorrência.



Foto - 30 – Início do processo de erosão linear em talude.



Foto - 31 – Desenvolvimento de erosão linear em Latossolo.



Foto - 32 – Desenvolvimento de erosão linear em Latossolo.

6.1.4.1.3. TÍTULOS MINERÁRIOS

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.

Um dos objetivos desse levantamento foi identificar possíveis áreas já requeridas para a exploração mineral que interferissem na implantação do empreendimento. O levantamento considerou os títulos minerários em todas as fases de análise e emissão junto ao DNPM, onde foram pesquisados: Requerimentos de Pesquisa, Aprovações de Pesquisa, Concessões de Lavra, Lavras Garimpeiras, Requerimentos de Lavra, Requerimentos de Lavra Garimpeira e Licenciamentos já aprovados pelo DNPM nos Estados de Goiás, Minas Gerais e no Distrito Federal.

6.1.4.1.4. Áreas de Jazidas Potenciais.

A pesquisa de possíveis jazidas foi orientada com a finalidade de propiciar ao empreendedor uma expectativa de locais que poderão ser utilizados como áreas de jazidas de materiais de emprego imediato na construção civil. Os estudos se concentraram na região próxima ao empreendimento. O levantamento foi realizado tendo como parâmetros as litologias predominantes na região, as áreas livres para implantação de novas jazidas e as jazidas que possuam condições técnicas e legais para atender as obras do empreendimento.

Todas as áreas livres de qualquer solicitação de concessões junto ao DNPM mostram-se passíveis de tornarem-se jazidas, 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.

Substâncias de emprego imediato na construção civil.

No Brasil, o consumo per capita de agregados é de 2,3 t/habitante/ano. A demanda de agregados é condicionada pelo fluxo de investimentos em obras de infra-estrutura regional (transporte, energia e saneamento), bem como de infra-estrutura urbana e metropolitana (pavimentação de vias, adução de água, saneamento, etc.). A demanda é também condicionada pelo fluxo e composição de edificações residenciais, industriais e de serviços.

As substâncias de emprego imediato na construção civil são definidas pelo Código de Mineração como:

- Areias, cascalhos e saibros para utilização imediata na construção civil, no preparo de agregados e argamassas, desde que não sejam submetidos a processo industrial de beneficiamento, nem se destinem como matéria-prima à indústria de transformação.

- Rochas e outras substâncias minerais, quando aparelhadas para paralelepípedos, guias, sarjetas, moirões e afins.
- Argilas usadas na fabricação de cerâmica vermelha; rochas, quando britadas, para uso imediato na construção civil e os calcários empregados como corretivo do solo, na agricultura.

Areia e pedra britada caracterizam-se pelo baixo valor e grandes volumes produzidos. O transporte responde por cerca de 2/3 e 1/3 do preço final dos produtos, respectivamente, o que impõe a necessidade de produzi-las o mais próximo possível do mercado, que são os aglomerados urbanos. O maior problema para o aproveitamento das reservas existentes é a urbanização crescente que esteriliza importantes depósitos ou restringe a extração. A ocupação do entorno de pedreiras por habitações e restrições ambientais à utilização de várzeas e leitos de rios para extração de areia criam sérios problemas para as lavras em operação. Em consequência, novas áreas de extração estão cada vez mais distantes dos pontos de consumo, encarecendo o preço final dos produtos.

6.1.4.1.5. Títulos Minerários no Distrito Federal

O levantamento identificou que existe no eixo da BR-040 DF/GO/MG dentro do território do Distrito Federal uma única concessão de água potável de mesa, quase na divisa com o Estado de Goiás.

A espacialização dessa área consta do respectivo Mapa de Títulos Minerários (ANEXO XIV). A tabela abaixo traz a titularidade, o processo, fase, substância, uso, área e coordenadas da concessão identificada.

Tabela 1 - Concessão de Títulos Minerários na área de estudo no Distrito Federal.

TITULARIDADE	PROCESSO	FASE	SUBSTÂNCIA	USO	ÁREA (ha)	X	Y
Refrigerantes Cerradinho - LTDA.	860591/2002	CONCESSÃO DE LAVRA	Água Potável de Mesa	Engarrafamento	50,0	181159,06	8224411,06

6.1.4.1.6. Material Pétreo (rochas)

A geologia da região de implantação do empreendimento não é favorável a implantação de jazidas de material pétreo, pois essa área é formada predominantemente por rochas do Grupo Paranoá.

A pesquisa de títulos minerários para a região mostrou que não existem áreas próximas onde estejam sendo realizadas pesquisas para exploração de rochas como brita para uso na construção civil, o que demonstra o baixo potencial para esse insumo na região.

6.1.4.1.7. Material Terrígeno (solo/argilas/areias)

Areia é uma substância natural, proveniente da desagregação de rochas; possui granulometria variando entre 0,05 e 5,0mm pelas normas da ABNT. Praticamente, todas as rochas são passíveis de resultar em areias pela desagregação mecânica. São porém mais favoráveis aquelas com altos teores de quartzo, uma vez que esse mineral restará como resíduo, após a decomposição física e/ou química.

As areias são constituídas principalmente por quartzo, um mineral de fórmula geral SiO_2 , amplamente distribuído na crosta terrestre, constituindo aproximadamente 12% dela. Dependendo da granulometria e grau de pureza, as areias têm empregos específicos. Aquelas de baixo teor de ferro são usadas na fabricação de vidros e na indústria cerâmica e refratária. As areias com alta concentração de sílica se usam na siderurgia, para confecção de ligas ferro-silício. As areias mais grosseiras e com maior impureza se utilizam na construção civil e as mais finas como abrasivos.

Os trabalhos de campo não identificaram áreas próximas ao empreendimento com potencial para abastecer as obras com a instalação de um único areal.

Para o uso do solo a região possui solos Latossolos profundos capazes de fornecer material de boa qualidade em cortes regulares. Contudo, tendo em vista que no trecho referente ao Distrito Federal a rodovia já encontra-se duplicada não recomendamos a aberturas de novas jazidas devido ao impacto ambiental causado, sugerimos que sejam utilizadas as já existentes, principalmente na área do entorno do DF.

6.1.4.2. Geologia do Estado de Goiás

O Estado de Goiás está inserido na Província Tocantins que segundo a divisão proposta por Fuck *et al.* (1993) e Fuck (1994) está dividida da seguinte forma:

1. Zona Cratônica: com restritas exposições do embasamento e suas coberturas pré-cambrianas e fanerozóicas;
2. Faixa Brasília: subdividida em zona externa e zona interna, onde a primeira é constituída pelas unidades metassedimentares dos Grupos: Paranoá, Canastra; Formações, Vazante, Paracatu, Ibiá, e porções do seu embasamento; e a segunda representada por rochas do Grupo Araxá e fatias do embasamento tectonicamente imbricadas;
3. Maciço de Goiás: compreende um fragmento crustal complexo, representando um micro continente envolvido nos processos colisionais brasileiros, sendo constituído pelos terrenos arqueanos granito-greenstone de Goiás, Crixás, Guarinos e Pilar de Goiás, acrescidos de terrenos ortognáissicos paleo proterozóicos, capeados por metassedimentos do Grupo Serra da Mesa, sequencias metavulcano-sedimentares (Juscelândia, Coitezeiro e Palmeirópolis) além dos complexos granulíticos (Cana Brava, Niquelândia e Barro Alto);
4. Arco Magmático do Oeste de Goiás: representado por terrenos ortognáissicos e sequencias vulcano-sedimentares neoproterozóicas;
5. Faixa Paraguai-Araguaia: caracterizada pelas faixas metassedimentares dos Grupos Estrondo e Tocantins e pelas rochas gnáissicas do seu embasamento.

Devido à complexidade do Estado de Goiás e sua extensa área somente foram descritas as Unidades Litoestratigráficas diretamente afetadas pelo empreendimento ou que sejam importantes para o entendimento da evolução geológica do Estado. Portanto, a descrição se concentrará nas Unidades pertencentes a Faixa Brasília, adotando os estudos do professor da Universidade de Brasília Reinhardt Adolfo Fuck.

As Unidades Litoestratigráficas relevantes para o estudo estão localizadas na Zona Externa da Faixa Brasília e compreendem o Grupo Canastra, o Grupo Paranoá com a Formação Paracatu do Grupo Canastra e a Unidade Rítmica de Quartzitos do Grupo Paranoá como diretamente afetadas pois o trecho da rodovia BR-040 DF/GO/MG que será duplicado no Estado de Goiás está assentado sobre rochas dessas Unidades.

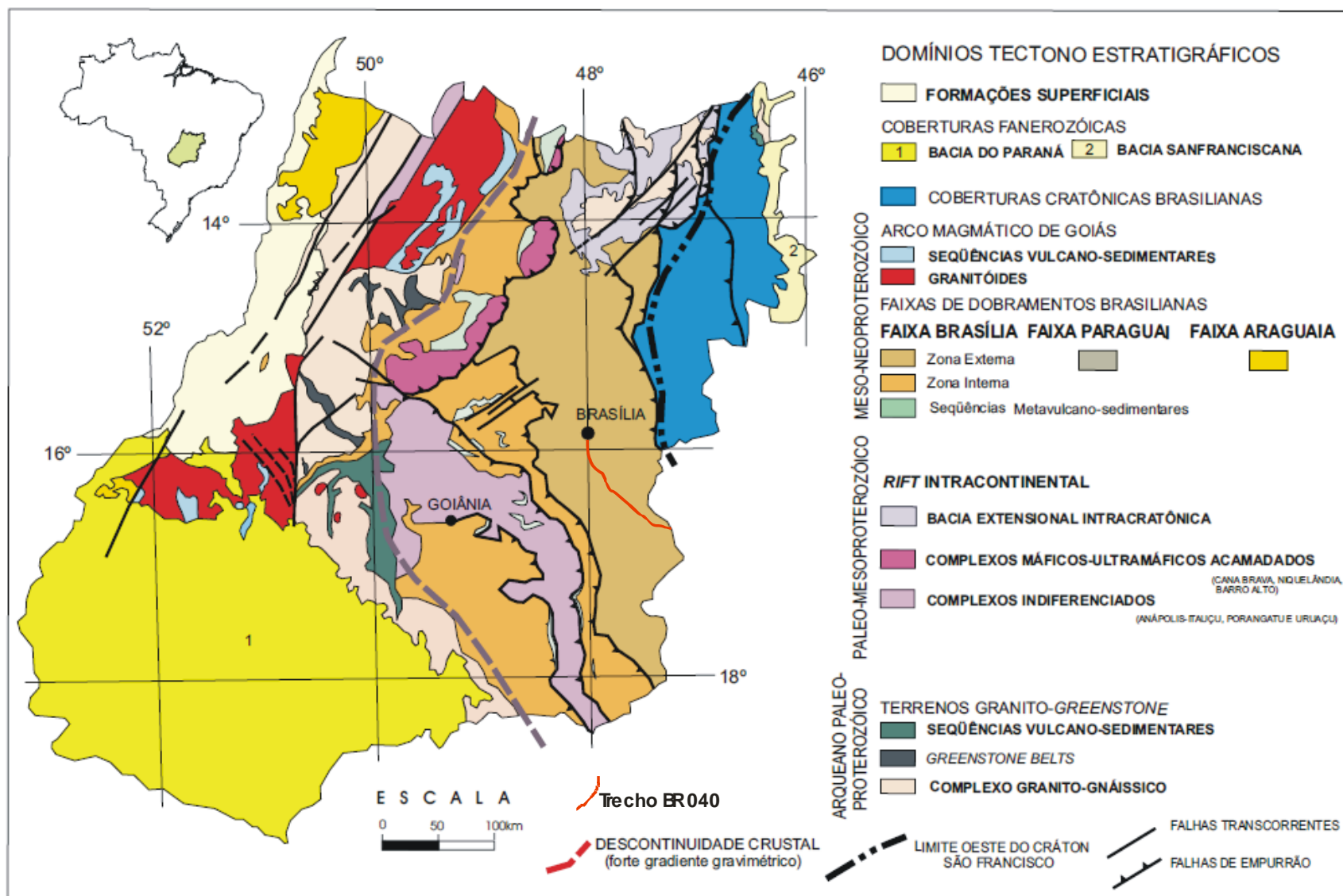


Figura 26 - Arcabouço Tectono Estratigráfico de Goiás. Fonte: adaptado GEOLOGIA – CPRM - 2008. (Adaptado).

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-040 - DF/GO/MG

De maneira resumida, pois já foi descrita anteriormente, a Zona Externa da Faixa Brasília é composta pelas Unidades Metassedimentares dos Grupos Paranoá, Canastra e Ibiá, estruturadas em cinturões de dobras e falhas. O seu limite oeste é marcado pela falha de empurrão que coloca as rochas mais antigas atribuídas ao Grupo Araxá sobre as Unidades do Grupo Bambuí (Fonseca & Dardenne, 1994). Predomina neste setor da Faixa Brasília um cinturamento de dobras e empurrões em nível crustal mais raso, com dobras flexurais e de deslizamento, zonas de cisalhamento rúptil e interferência por sistemas transcorrentes (Fonseca & Dardenne, 1995).

6.1.4.2.1. Grupo canastra

O Grupo Canastra corresponde a um conjunto de metamorfitos constituídos principalmente por quartzitos, filitos e xistos. Diversos estudos colocam-no acima do Grupo Araxá, ressaltando o contraste metamórfico entre as duas Unidades do Grupo Canastra possuindo um grau metamórfico mais baixo, fácies xisto verde, zona da clorita (Barbosa, 1963; Barbosa, 1970; Ferrari, 1989b) e condições metamórficas marcadas por temperaturas entre 250 e 300°C e pressões de 1,5 a 2kbar.

A geologia do Grupo Canastra na área afetada pelo empreendimento considerando o sudeste de Goiás e oeste mineiro foi alterada por Freitas-Silva & Dardenne (1996) que propuseram uma subdivisão formal para o Grupo em três Formações denominadas: Serra do Landim, Paracatu (membros, Morro do Ouro e Serra da Anta) e Chapada dos Pilões (membros Serra da Urucânia e Hidroelétrica Batalha).

- **Formação Serra do Landim** – ocorre restritamente a leste do Distrito Federal, sendo formada basicamente por calcita-clorita-sericita filitos, em geral apresentando-se ritmicamente bandados, onde níveis milimétricos a centimétricos, ocasionalmente decimétricos, de coloração verde-escura, alternam-se com níveis de tonalidade verde-claro (Freitas-Silva, 1996). Para o topo da unidade são frequentes as intercalações lenticulares, métricas, de quartzitos finos a brancos, geralmente puros e, ocasionalmente, níveis contínuos de espessura centimétrica. O topo dessa Formação é quase sempre marcado por um nível de espessura métrica (1 a 5m) de um quartzo-sericita-clorita filito de coloração cinza-claro a escura, rico em material carbonoso (Freitas-Silva, 1996).
- **Formação Paracatu** – distribui-se continuamente do sul de Cristalina-GO até o oeste de Brasília. Representada por uma sequência de quartzo-sericita-clorita filitos, com eventuais horizontes carbonosos. Apresenta níveis centimétricos a métricos de orto quartzitos brancos, maciços com granulometria variável, mas predominando os grãos médios.
- **Formação Chapada dos Pilões** – essa Formação aflora na região oeste da cidade de Abadiânia – GO, sendo constituída por alternâncias decimétricas e decamétricas de quartzo-sericita-clorita filitos e quartzitos laminados e micáceos de coloração branca e granulometria média. Em direção ao topo da sequência a granulometria torna-se mais

grosseira. Nas regiões com menores deformações os quartzitos apresentam estruturas diversas, tais como: laminações cruzadas tabulares bidirecionais de pequeno a médio porte; marcas onduladas; sigmoides; *hummockys*; *flaser*; estratificações cruzadas e granocrescência ascendente.

A idade do Grupo Canastra, assim como a do Grupo Araxá, é bastante discutível. Segundo Freitas Silva & Dardenne (*op. cit.*) dados de isótopos radiogênicos (Rb/Sr, K/Ar e Pb/Pb) definiram uma idade em torno de 1.000Ma a 1.300Ma para os filitos carbonosos da Formação Paracatu.

6.1.4.2.2. Grupo Paranoá

O Grupo Paranoá foi inicialmente denominado como Formação Paranoá por Andrade Ramos (1958) com os estudos posteriores inserindo-o como a Formação inferior e interdigitada do Grupo Bambuí (Braun, 1968). Já Dardenne (1974) separou a Formação Paranoá do Grupo Bambuí denominando-a de Grupo Paranoá, com o Conglomerado São Miguel na base sendo limitado no topo pela Formação Jequitáí do Grupo Bambuí. Estudos posteriores classificam o Grupo Paranoá como uma sequência deposicional em ambiente marinho, subdividida em doze litofácies com status de Formação e agrupadas em quatro megaciclos sedimentares, dentre esses megaciclos está a Unidade Rítmica Quartzítica Intermediária na qual será implantada a duplicação da rodovia BR-040 DF/GO/MG.

- **Unidade Rítmica Quartzítica Intermediária** – composta pela unidade rítmica (R₃) e quartzítica (Q₃) intermediárias. A litofácies (R₃) é constituída por alternâncias de quartzitos finos a muito finos, feldspáticos, com ocasionais laminações siltico-argilosas, metassiltitos e metargilitos amarelos e vermelhos com intercalações de quartzitos finos a médios, localmente grossos. Contêm estruturas de contração, marcas onduladas, laminações cruzadas por ondas e estruturas tipo *hummocky*. A litofácies (Q₃) é formada por quartzitos amarelos a cinza-claros, de granulação média a fina, bem selecionados, com raros leitos de granulação grossa, existindo no topo intercalações argilosas laminares, com marcas onduladas, estratificação cruzada tabular, acamadada e espinha-de-peixe.

6.1.4.2.3. Geologia das Áreas de Estudos Próximas ao Eixo da Rodovia no Estado de Goiás.

As Unidades Geológicas identificadas nas Áreas de Estudos Próximas ao Eixo da Rodovia do empreendimento nos trechos correspondentes ao Estado de Goiás foram:

Coberturas detrito-lateríticas – ocorrem de forma dispersa por quase todas as Áreas de Estudos Próximas ao Eixo da Rodovia do empreendimento. Geralmente ocupam interflúvios de extensas áreas peneplanizadas conhecidas regionalmente como chapadas ou chapadões. Derivam da ação intempérica sobre o substrato rochoso e podem ser divididas nos seguintes níveis: *basal* –

composto por rocha alterada com estrutura preservada (isalterita); *mosqueado* – sem preservação das estruturas com argilas diversas, rica em óxidos de alumínio; *concreções lateríticas* – endurecidas com estruturas oolíticas/pisolíticas, granular/microgranular, fragmentada e/ou maciça.



Foto - 33 – Amostra cobertura laterítica.

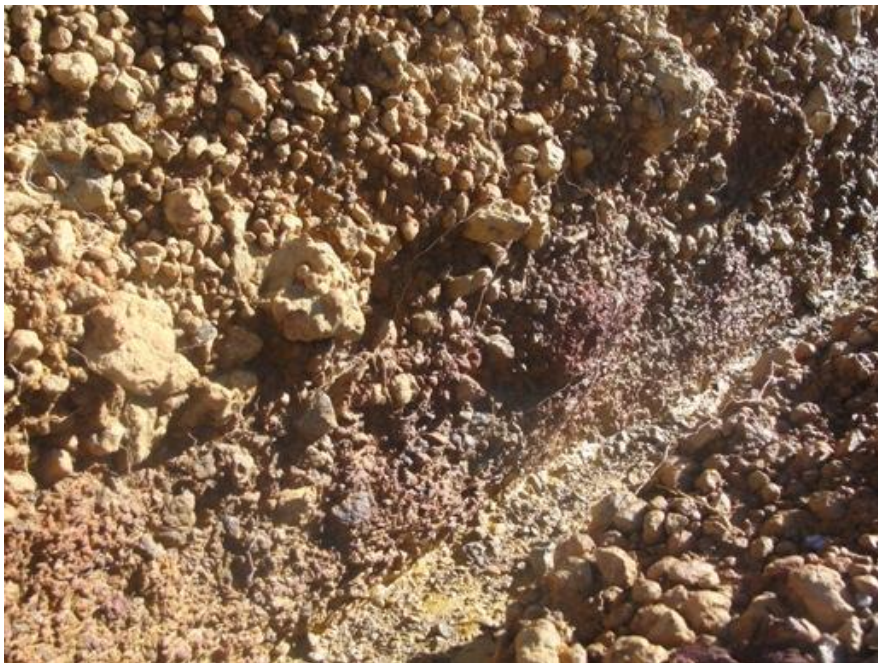


Foto - 34 – Amostra cobertura laterítica.



Foto - 35 – Amostra de concreção laterítica.

Formação Paracatu – Formada predominantemente por quartzo-sericita-clorita filito carbonoso com lentes e níveis centimétricos a métricos de ortoquartzito branco, quartzo-sericita-clorita filito, quartzito fino e metassiltito. A Formação Paracatu foi observada nas Áreas com Possíveis Impactos Diretos em praticamente todo o trecho da rodovia BR-040 DF/GO/MG desde a divisa com o Distrito Federal até a divisa com Minas Gerais. Excetuando a região próxima ao Município de Cristalina, praticamente todo o trajeto é amparado pelos quartzitos desta Formação.



Foto - 36 – Afloramento de quartzito da Formação Paracatu. Apresentam-se como blocos esparsos principalmente nos altos topográficos.

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-040 - DF/GO/MG



Foto - 37 – Detalhe afloramento de quartzito da Formação Paracatu. Apresentam coloração avermelhada/esbranquiçada.



Foto - 38 – Detalhe afloramento de quartzito da Formação Paracatu. A variação na coloração deve-se ao processo de alteração causado pelo intemperismo.

Grupo Paranoá - Unidade Rítmica Quartzítica Intermediária: essa Unidade é composta predominantemente por quartzito fino a médio com intercalações de filito carbonoso, raras lentes de conglomerado intraformacional, quartzito, metassiltito, metargilito e ardósia. É essa Unidade

que suporta o relevo do Domo de Cristalina, sendo facilmente identificada pelos quartzitos predominantes nos trechos da BR-040 DF/GO/MG nas proximidades da cidade de Cristalina.



Foto - 39 – Unidade Rítmica Quartzítica suportando o relevo nas proximidades de Cristalina.



Foto - 40 – Afloramento dos quartzitos que compõem a Unidade Rítmica Quartzítica.



Foto - 41 – Detalhe dos quartzitos característicos com granulação média e coloração esbranquiçada. Apresentam-se também como blocos esparsos.

6.1.4.2.4. Avaliação das Características Geotécnicas dos Terrenos Atingidos Diretamente pelas Obras no Estado de Goiás.

Assim como para as regiões do empreendimento no Distrito Federal, para o Estado de Goiás a avaliação das características geotécnicas baseou-se apenas em aspectos visuais dos terrenos tendo como principais parâmetros a declividade das áreas e o grau de erodibilidade dos terrenos diretamente atingidos pelas obras.

A etapa de campo foi realizada com o objetivo de caracterizar a relação entre o tipo de solo predominante nas Áreas com Possíveis Impactos Diretos e Indiretos do empreendimento e sua correlação com a declividade do terreno.

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, 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.

As Áreas de Estudos Próximas ao Eixo da Rodovia do empreendimento no Estado de Goiás são marcadas por características monótonas quanto à geologia (predominância de metassedimentos e quartzitos); geomorfologia (relevo plano a suave ondulado); solos (predominância de Latossolos) e vegetação (alternância entre cerrado e cerradão). Com isso o 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 devidos principalmente a falta de coesão dos Latossolos associados com a retirada da cobertura vegetal.

É possível observar ao longo do trajeto da rodovia BR-040 DF/GO/MG no Estado de Goiás 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 de mais de 10m as margens da rodovia.

Nas Áreas de Estudos Próximas ao Eixo da Rodovia não existem indícios de movimentos de massa recorrentes, principalmente devido à interação entre geologia, geomorfologia, tipos de solos e relevo que são desfavoráveis a esse tipo de ocorrência, predominando os processos erosivos.



Foto - 42 – Processo erosivo instalado as margens da rodovia BR-040 DF/GO/MG. Causado pelo fluxo da água da chuva e retirada da cobertura vegetal.



Foto - 43 - Processo erosivo instalado as margens da rodovia BR-040 DF/GO/MG. Causado pelo fluxo da água da chuva e retirada da cobertura vegetal.



Foto - 44 - Processo erosivo instalado as margens da rodovia BR-040 DF/GO/MG. Causado pelo fluxo da água da chuva e retirada da cobertura vegetal.

6.1.4.2.5. Títulos Minerários no Estado de Goiás.

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 existem no eixo da BR-040 DF/GO/MG, dentro do Estado de Goiás, concessões para: argila, areia, minério de ouro, xisto, manganês, mármore e quartzo. A maioria das concessões estão próximas ao Domo de Cristalina e seguindo em direção a divisa do Estado com Minas Gerais. A espacialização das áreas e a localização das concessões constam do mapa de títulos minerários (ANEXO XIV). A tabela abaixo traz a titularidade, o processo, fase, substância, uso, área e coordenadas da concessão identificada.

Tabela 2 - Concessão de Títulos Minerários na área de estudo no Estado do Goiás.

TITULARIDADE	PROCESSO	FASE	SUBSTÂNCIA	USO	ÁREA (ha)	X	Y
Golaje Extração de Lajes - LTDA	800745/1969	CONCESSÃO DE LAVRA	Quartzito	Dado não cadastrado	261,92	221890,34	8147857,83
Mg Mineração Green Gold - LTDA	860131/1994	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Mármore	Dado não cadastrado	720,04	222211,53	8146947,43
Paulo César Duarte Pimentel	860132/1994	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Mármore	Dado não cadastrado	881,58	222531,70	8149051,17
Charles Ferreira Borges	860190/2000	DISPONIBILIDADE	Areia	Construção Civil	49,98	225329,32	8142814,03
DI Brasil Mineração - LTDA	860305/2013	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Argila	Industrial	694,10	230228,90	8138114,78
DI Brasil Mineração - LTDA	860309/2013	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Argila	Industrial	881,60	229933,10	8135696,98
DI Brasil Mineração - LTDA	860310/2013	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Argila	Industrial	991,01	233695,98	8135797,81
Areal Minas Goiás S/A	860312/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Areia	Construção Civil	1000,0	213826,82	8148617,89
Gildomar Gonçalves Ribeiro	860450/2013	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Areia	Construção Civil	21,79	216416,59	8150330,55
Areia Branca - LTDA	861038/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Areia	Construção Civil	683,06	200917,08	8167900,70
Edmar de Souza Junior	861127/2012	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Minério de Manganês	Industrial	1996,02	207900,05	8156117,98
Frontier Mining do Brasil Mineração - LTDA	861128/2012	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Minério de Cobre	Industrial	1996,33	209240,28	8153106,95
Frontier Mining do Brasil Mineração - LTDA	861129/2012	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Minério de Manganês	Industrial	1985,52	205416,70	8159021,49
Areal Minas Goiás S/A	861186/2012	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Areia	Construção Civil	477,76	214404,96	8151264,38
Planalto Central Empreendimentos Imobiliários S/A	861421/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Argila	Industrial	333,90	181986,05	8218711,26
Gildomar Gonçalves Ribeiro	861424/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Areia	Construção Civil	21,79	216416,59	8150330,55
Itamar Luiz Meireles Sachetto	861569/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Quartzito	Industrial	998,45	219325,69	8151528,34
G.R. Extração de Areia e Transportes Rodoviários - LTDA	861757/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Areia	Construção Civil	49,96	225329,28	8142814,13
Valdeci Alves Keller	861928/2012	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Quartzito	Industrial	995,13	227762,59	8141901,34
Lenilton Alves Pereira	862165/2012	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Areia	Construção Civil	13,89	228226,80	8138034,32

6.1.4.2.6. Áreas de Jazidas.

De acordo com o Projeto Básico, a seguir apresenta-se a caracterização das áreas de apoio às obras.

Tabela 3 - Dados das áreas de cava de pedra, britagem e bota-fora em Goiás, de acordo com o Projeto Básico.

N°	km	local	Distância (m)	Área da cava (m²)	Área Bota Fora (m²)	Área Britagem (m²)
1	59+800	GO	1.279,00	24.960,00	-	15.900,00
2	95+500	GO	21.500,00	27.640,00	18.400,00	20.400,00

Tabela 4 - Dados das áreas de jazidas de solos lateríticos e canga de minério em Goiás, de acordo com o Projeto Básico.

N°	KM	Estado	Distância	Área de Exploração (m2)
1	23+700 (1)	GO	2.370,00	134.564,00
2	26+800(1)	GO	1.120,00	24.471,00
3	26+800(2)	GO	3.680,00	73.377,00
4	28+600(1)	GO	3.680,00	73.377,00
5	35+00(1)	GO	-	747.428,00
6	35+100 (1)	GO	3.780,00	91.225,00
7	40+600 (1)	GO	-	43.872,00
8	41+100 (1)	GO	-	106.960,00
9	47+500 (1)	GO	-	42.836,00
10	49+700 (1)	GO	-	44.943,00
11	51+400 (1)	GO	250,00	116.229,00
12	52+500 (1)	GO	-	35.893,00
13	58+500(1)	GO	4.110,00	107.159,00
14	58+500(2)	GO	8.300,00	30.245,00
15	66+300 (1)	GO	-	80.742,00
16	75+00(1)	GO	-	13.741,00
17	75+00(2)	GO	-	27.358,00
18	78+000(1)	GO	-	32.700,00
19	83+000	GO	310,00	117.977,00
20	83+000(2)	GO	2.150,00	31.496,00
21	90+200(1)	GO	970,00	114.503,00
22	112+100 (1)	GO	1.970,00	45.273,00
23	112+100 (1)	GO	1.680,00	57.134,00
24	114+300 (1)	GO	-	42.034,00
25	118+400 (1)	GO	2.377,00	149.345,00
26	120+900(1)	GO	2.330,00	221.720,00
27	122+100(1)	GO	-	73.367,00
28	122+100(2)	GO	-	26.199,00
29	122+600(1)	GO	-	34.513,00
30	122+600(2)	GO	-	36.108,00
31	126+000 (1)	GO	-	124.839,00
32	128+300 (1)	GO	-	82.701,00
33	128+300(2)	GO	-	56.873,00
34	132+700 (1)	GO	-	207.427,00
35	134+100 (1)	GO	-	81.905,00
36	139+500 (1)	GO	890,00	330.342,00
37	144+500 (1)	GO	-	44.914,00

Nº	KM	Estado	Distância	Área de Exploração (m2)
38	144+500 (1)	GO	-	57.148,00
39	147+000 (1)	GO	-	132.820,00
40	149+000 (1)	GO	-	436.689,00
41	153+000 (1)	GO	-	480.356,00
42	126+000 (1)	GO	-	66.725,00

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 da região de implantação do empreendimento não é favorável à implantação de jazidas de material pétreo, pois essa área é formada predominantemente por rochas do Grupo Paranoá e Canastra que não são favoráveis a esse uso.

A pesquisa de títulos minerários para a região mostrou que não existem áreas legalizadas próximas onde estejam sendo realizadas pesquisas para exploração de rochas como brita para uso na construção civil, o que demonstra o baixo potencial para esse insumo na região.

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. Contudo, existe potencial em toda a região para a implantação de diversos areais principalmente devido à presença de litologias favoráveis.

Ao longo do trecho da rodovia no estado de Goiás foram observados dois areais na região de Cristalina (Areal Araras Ltda e Cristalina Mineração e Transporte Ltda.) ambos sem potencial para abastecer as obras sendo necessária a abertura de novas lavras.

Para o uso do solo a região possui Latossolos profundos capazes de fornecer material de boa qualidade em cortes regulares, podendo ser considerada uma potencial jazida toda área livre de concessão e com predominância de relevo plano onde ocorram os Latossolos.

6.1.4.3. Geologia Minas Gerais

Tendo em vista a complexidade geológica do Estado de Minas Gerais esse relatório apresentará apenas a caracterização das Unidades Litológicas que afloram na área de estudo do empreendimento ou que sejam relevantes para o entendimento da evolução geológica das regiões afetadas, as demais foram apenas citadas com suas características gerais.

6.1.4.3.1. Descrição das Unidades Afetadas

As descrições e nomenclaturas das Unidades Litoestratigráficas seguirão as correntes aceitas na elaboração dos Mapas Oficiais para o Estado de Minas Gerais, e quando necessário, estudos relevantes de Universidades Federais e/ou Estaduais. A ordem para descrições das Unidades seguirá o trajeto no sentido Paracatu – Juiz de Fora, pela BR-040 DF/GO/MG.



Figura 27 – Representação esquemática adaptada das Províncias Estruturais no Estado de Minas Gerais. Fonte: Mapa Geológico de Minas Gerais 2003.

6.1.4.3.2. Cráton do São Francisco

O Cráton do São Francisco compõe parte do Escudo Atlântico, localizado na porção centro-leste da Plataforma Sul-Americana (figura 28). Este segmento crustal foi individualizado como uma unidade geotectônica por Almeida (1977), cujos limites foram redefinidos por Alkmim *et al.* (1993) e Alkmim (2004). As faixas de dobramento adjacentes ao Cráton do São Francisco, representam o registro dos terrenos acrescidos às bordas desse Cráton, através das colisões diacrônicas do ciclo Brasileiro e foram designadas da seguinte forma: Araçuaí (Província Mantiqueira, Almeida

1977), Brasília (Província Tocantins, Almeida 1977), Rio Preto (Província Tocantins), Riacho do Pontal e Sergipana (Província Borborema, Brito-Neves *et al.* 1979).

A Faixa de Dobramentos Araçuaí localiza-se na margem sudeste do Cráton orientada, aproximadamente, na direção N-S, com vergência para oeste e transporte tectônico para o Cráton. As principais unidades litoestratigráficas são representadas pelo embasamento, de idade arqueana a paleoproterozóica, os metassedimentos paleo/mesoproterozóicos do Supergrupo Espinhaço, o Supergrupo São Francisco, Neoproterozóico, rochas de afinidade granítica do estágio colisional brasileiro e unidades fanerozóicas (Uhlein 1991). O metamorfismo regional aumenta de oeste para leste, gradando do fácies xisto verde baixo ao fácies anfibolito alto (Pedrosa Soares & Wiedemann 2000).

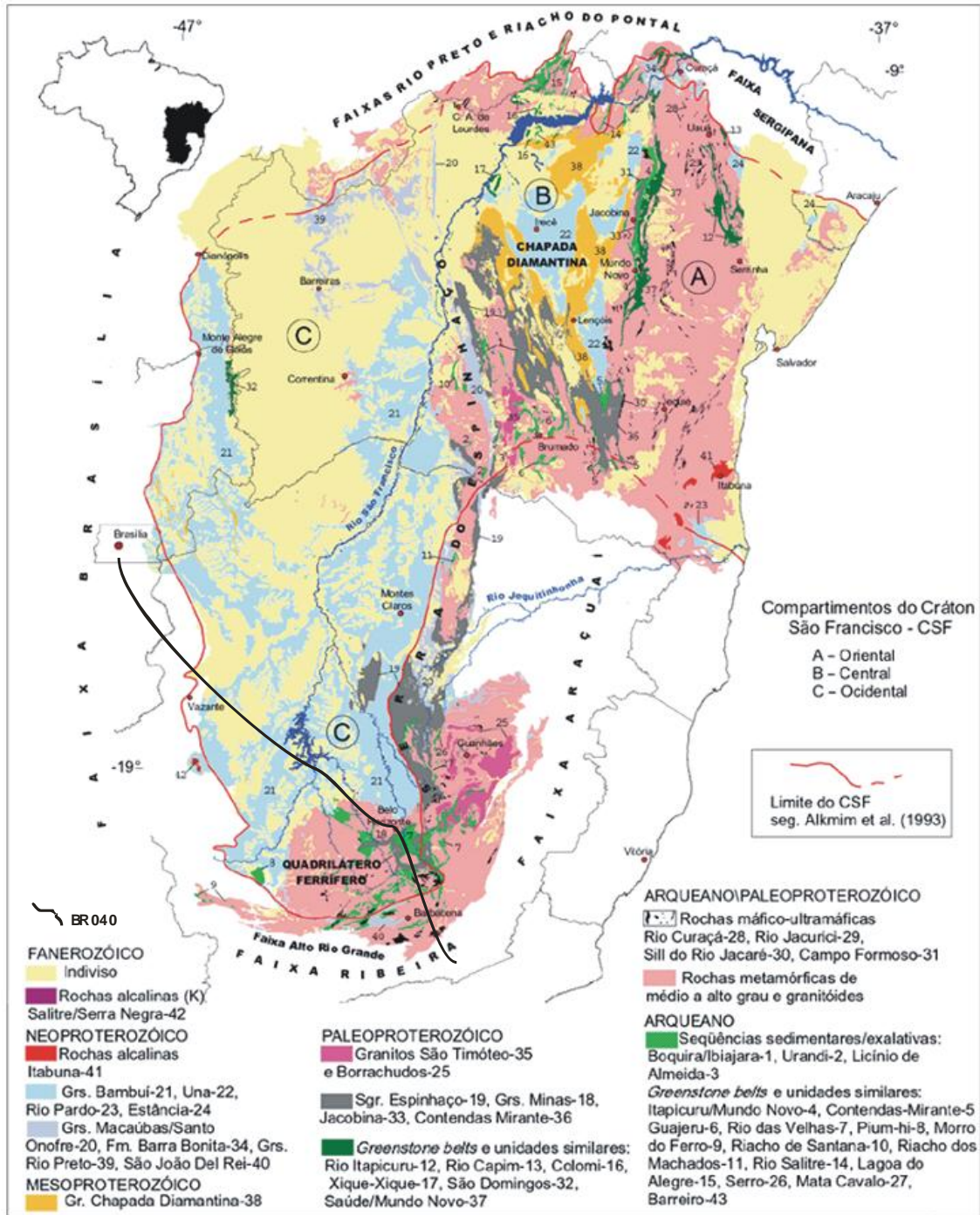


Figura 28 – Mapa Geológico Simplificado do Cráton São Francisco (adaptado Bizzi et al, 2003).

O embasamento do Cráton São Francisco é constituído por um complexo arranjo de terrenos metamórficos de alto grau (gnaisses, granitóides e granulitos) de idade arqueana, associações do tipo granito *greenstone* e cinturões de rochas supracrustais paleoproterozóicas, assim como rochas plutônicas com grande variedade composicional, expostos no extremo sul do Cráton (Cinturão Mineiro) e na porção nordeste, no estado da Bahia (Teixeira et al. 2000a, b).

6.1.4.3.3. Supergrupo Espinhaço

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-040 - DF/GO/MG

O termo Espinhaço tem sido empregado na literatura geológica com três sentidos distintos: geográfico, estratigráfico e geodinâmico (Schobbenhaus 1993 *in Bizzi et al.2003*). A conotação geográfica – Espinhaço *Gebirge* (Serra do Espinhaço) - foi introduzida por Eschwege (1822, *In Renger 1979*) para referenciar a cadeia de serras contínuas e estreitas que se estende, segundo o meridiano, por mais de 1.200 km, desde o Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais, até a divisa dos estados da Bahia e Piauí.

No sentido estratigráfico, o Supergrupo Espinhaço compreende metassedimentos de baixo grau metamórfico formados por (meta) sequencias clásticas, principalmente arenitos associados a psefitos e pelitos, além de rochas carbonáticas e vulcânicas (Pflug 1968). A evolução estratigráfica do Supergrupo Espinhaço remonta a Tafrogênese Estateriana, ao redor de 1.75Ga (Dossin & Dossin 1995), com desenvolvimento bacinal ao longo do Meso e talvez do Neoproterozóico.

O conceito geodinâmico emprega o termo Espinhaço para definir um ciclo de deposição, deformação e metamorfismo, no período compreendido entre 1.8 a 1.0Ga. Neste contexto, o padrão de deformação registrado nos metassedimentos do Supergrupo Espinhaço (incluindo todos os seus segmentos: Meridional, Serra do Cabral, Setentrional e Chapada Diamantina), seria resultante do evento orogenético Espinhaço (ou Uruaçuano), entre 1.3 a 1.0Ga (Almeida-Abreu & Renger 2002).

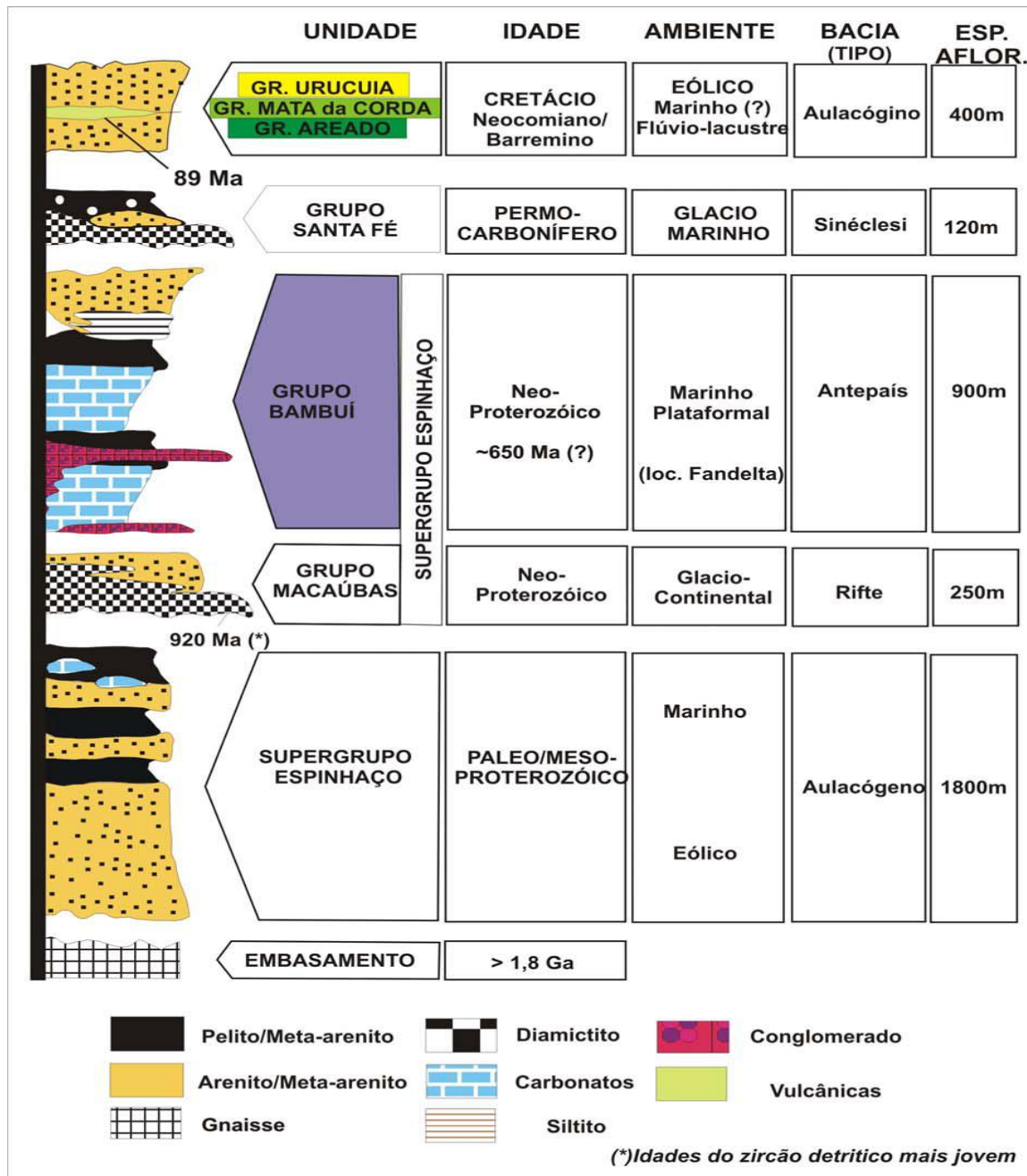


Figura 29 – Coluna estratigráfica da Bacia do São Francisco (Alkmim & Martins Neto, 2001)

6.1.4.3.4. Supergrupo São Francisco

O Supergrupo São Francisco (Pflug & Renger 1973) devido a sua grande extensão engloba todas as seqüências deposicionais do Proterozóico Superior (Neoproterozóico), ou seja, a Formação Jequitá e os Grupos Macaúbas e Bambuí em Minas Gerais, a Formação Bebedouro e o Grupo Una, na Bahia.

O Supergrupo São Francisco recobre quase todo o segmento centro-sul do Crátom São Francisco, marcando o que alguns autores denominam “Bacia Sedimentar do São Francisco” (Martins Neto & Alkmim 2001), ocorrendo também na região da Chapada Diamantina. As unidades estratigráficas

que compõem este Supergrupo distribuem-se como coberturas sedimentares sobre o Cráton (Formação Jequitaiá, e parte do Grupo Bambuí, em Minas Gerais, Bahia e Goiás e Formação Bebedouro e Grupo Una, na Chapada Diamantina), ou como metassedimentos na Faixa de Dobramentos Araçuaí (Grupo Macaúbas e parte do Grupo Bambuí em Minas Gerais).

As unidades situadas no Cráton São Francisco apresentam deformação e metamorfismo incipiente (ou mesmo ausente), tornando-se gradualmente mais deformada e metamórfica até atingir a região da faixa dobrada, impondo um limite gradativo entre o domínio cratônico e o domínio da faixa onde assentam-se diretamente sobre o embasamento gnáissico ou sobre o Supergrupo Espinhaço, contato este marcado por discordância angular e erosiva (Uhlein *et al.* 2004).

As formações Jequitaiá e Bebedouro e o Grupo Macaúbas são constituídos basicamente de (meta) diamactitos e arenitos, cujos processos de deposição foram influenciados, pelo menos em parte, por processos glaciais (Karfunkel & Hoppe 1988). Os Grupos Una e Bambuí constituem-se de (meta) sedimentos carbonáticos e pelíticos, interpretados como sedimentos de plataforma marinha estável (Dardenne 1978).

Considerando a região onde será implantado o empreendimento, apenas o Grupo Bambuí foi caracterizado.

6.1.4.3.5. Grupo Bambuí

As primeiras referências históricas às rochas carbonáticas e ardosianas, situadas na margem ocidental do Rio São Francisco, atualmente designadas como pertencentes ao Grupo Bambuí, devem-se ao Barão de Von Eschwege que, no ano de 1817, as nomeou de Formação de Transição “*Ubergangsgebirge*” (Eschwege, 1833).

Em 1880 Orville Derby designou estas rochas como “Série São Francisco”, Freyberg (1932), ao observar as diferenças tectônicas existentes entre as sequências pelito-carbonáticas, localizadas entre o vale do Rio das Velhas e a Serra do Espinhaço, subdividiu a “Série Bambuí” em duas fácies: Camadas Gerais e Camadas Indaiá.

Costa & Branco (1961) foram os primeiros a proporem uma subdivisão litoestratigráfica para o Grupo Bambuí. Sua “seção tipo” foi definida ao longo da BR-040 DF/GO/MG, onde a partir de Belo Horizonte foi elaborado um perfil geológico até as proximidades de Brasília. Estes autores propuseram a subdivisão da “Série Bambuí” em três formações: Carrancas (unidade basal), Sete Lagoas (unidade intermediária) e Rio Paraopeba (unidade superior). Esta última constituída de quatro membros: Serra de Santa Helena, Lagoa do Jacaré, Três Marias e, Serra da Saudade.

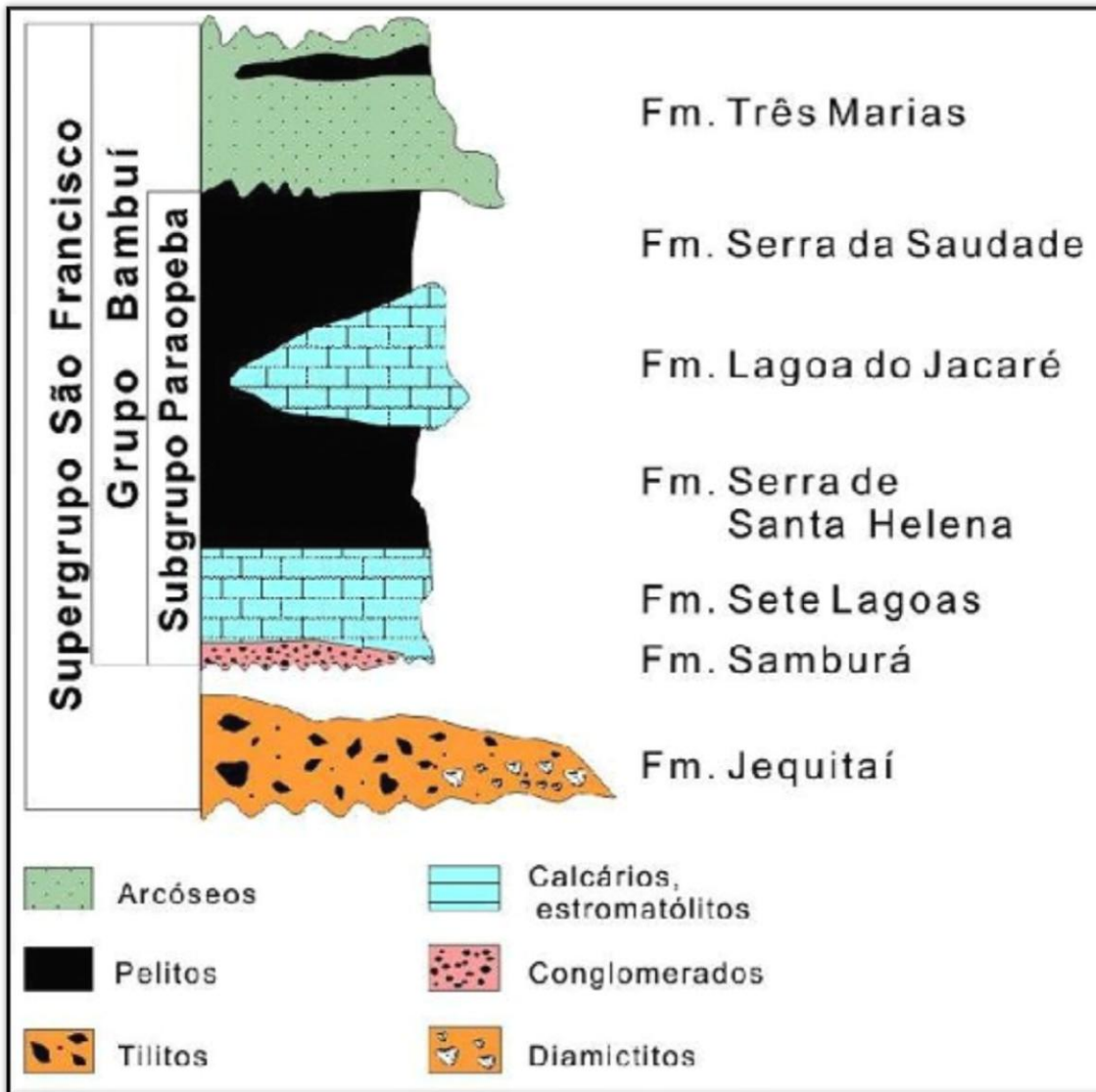


Figura 30 - Coluna estratigráfica do Supergrupo São Francisco no alto e médio rio São Francisco. Modificado de Alkmim et al. (1993).

Braun (1968) foi quem pela primeira vez elevou a até então Série Bambuí à condição de Grupo. Sua proposta de subdivisão incluía três unidades: Formação Paranoá (inferior), Formação Paraopeba (média) e Formação Três Marias (superior). Desta forma, o posicionamento da Formação Três Marias divergia, sensivelmente, da estratigrafia clássica proposta por Costa & Branco (1961), onde, para estes, esta Formação repousava sob a Formação. Serra da Saudade.

Os trabalhos de Dardenne (1978) excluíram a Formação Paranoá do Grupo Bambuí, propondo um retorno à estratigrafia definida por Costa & Branco (1961), introduzindo, todavia, a Formação Jequitai e alterando o posicionamento estratigráfico da Formação Serra da Saudade, que foi colocada abaixo da Formação Três Marias. Nesta proposta seis formações foram individualizadas, da base para o topo: Jequitai, Sete Lagoas, Serra de Santa Helena, Lagoa do Jacaré, Serra da Saudade e Três Marias.

Segundo Dardenne (1978), o empilhamento do Grupo Bambuí pode ser esquematizado da seguinte forma:

Tabela 5 – Estratigrafia do Grupo Bambuí, segundo Dardenne (1978).

Unidade Litoestratigráfica	Litologia Predominante
Formação Três Marias	Composta predominantemente por siltitos, arenitos e arcóseos cinzas à verde-escuros.
Formação Serra da Saudade	Composta predominantemente por folhelhos, argilitos e siltitos esverdeados que passam progressivamente a siltitos arcoseanos.
Formação Lagoa do Jacaré	Caracterizada pela alternância de calcários oolíticos e pisolíticos, de cor cinza escura, com intercalações de siltitos e margas.
Formação Serra de Santa Helena	Compõe-se de folhelhos e siltitos acinzentados que separam os níveis carbonáticos das Formações Sete Lagoas e Lagoa do Jacaré.
Formação Sete Lagoas	Apresenta rochas carbonáticas em lentes de diversas dimensões, com intercalações margosas e pelíticas, que formam um horizonte contínuo nas regiões cratônicas de Januária, Itacarambi, Montalvânia e Serra do Ramalho, onde recebem o nome de Formação Januária.
Formação Jequitaiá	Originalmente denominada de Carrancas, corresponde à base do Grupo Bambuí, constituindo-se de paraconglomerados com seixos de quartzitos, calcários, dolomitos, <i>chert</i> , gnaisses, mica-xistos, granitos e rochas vulcânicas.

Para este relatório as Formações Três Marias e Santa Helena tem uma importância maior que as demais, pois afloram nas áreas adjacentes a BR-040 DF/GO/MG e por isso apenas elas foram descritas.

- **Formação Serra de Santa Helena** - segundo (Costa & Branco 1961), essa Unidade constitui uma sucessão sedimentar predominantemente pelítica, assentada sobre as rochas da Formação Sete Lagoas em contato concordante e gradativo, representado pelo aumento gradual do conteúdo de pelitos nos carbonatos de topo da Formação Sete Lagoas. A localidade-tipo situa-se na Serra de Santa Helena, na cidade de Sete Lagoas - MG, distribuindo-se até a Serra do Ramalho - BA. Tem espessura média de cerca de 200 m (Costa & Branco, *op.cit.*) e é a unidade do Grupo Bambuí com maior distribuição areal.

O entendimento da hierarquização da Formação Serra de Santa Helena esteve sempre ligada ao melhor entendimento do Grupo Bambuí, sendo que segundo Grossi Sad *et al* (1998) a Formação Santa Helena é constituída por três membros estratigráficos, Superior (extensa área de ocorrência, contendo folhelhos e siltitos, com cerca de 140 m de espessura), com rochas portadoras de notável clivagem ardosiana, Médio (margas e folhelhos, ocorrência mais restrita, 50 m de espessura) e Inferior (cerca de 90 m de espessura, ritmitos silto-argilosos, usualmente carbonáceo e carbonatado discretamente), com alojamento dos folhelhos escuros.

- **Formação Três Marias** – essa Unidade está assentada sobre o Subgrupo Paraopeba, em contatos variados: gradativo e transicional quando o contato é com Formação Serra da Saudade e erosivo e discordante no caso do contato com os calcários sobrepostos aos siltitos da Formação Serra da Saudade na área tipo da Serra do Jaíba. Neste último local, observou-se a existência de delgados conglomerados polimíticos de matriz arcossiana silicificada e clastos de calcário, constituindo a base da Formação Três Marias. Em outra área-tipo na serra do Gortuba, os conglomerados podem atingir até 15 metros de espessura. A espessura média da Formação Três Marias não excede os 100m.

A época de deposição do Grupo Bambuí tem sido atribuída ao final do Pré-Cambriano, com base em datações radiométricas (Cordani *et al.*, 1978 in Alkmim & Martins Neto, 2001) e também em seu conteúdo fossilífero (Marchese, 1974 in Alkmim & Martins Neto, 2001). Entretanto, os valores das idades referidas nos trabalhos acima indicados são discrepantes (600-1 350 M.a.), ocasionando sérias dúvidas quanto ao quadro geocronológico dessa importante unidade litoestratigráfica. Entretanto, Babinski *et al.* (1999) através de datações Pb/Pb em rochas carbonáticas do Subgrupo Paraopeba na região de Moema e Bom Despacho (MG), concluíram que essas se depositaram no mínimo há 686 Ma (Castro, 1997). De acordo com os estudos de Marcel Auguste Dardenne (professor doutor da UnB) foi proposta uma idade de 650 a 620 Ma para deposição do Grupo Bambuí.

6.1.4.3.6. Grupo Vazante

O Grupo Vazante, assim denominado por Dardenne (2000), tem sido alvo de inúmeros trabalhos científicos principalmente devido aos depósitos minerais de zinco, chumbo e fosfatos que estão associados à suas sequências dolomíticas. A ausência de rochas vulcânicas, o contato tectônico entre as diferentes unidades estratigráficas e a pouca quantidade de fósseis são fatores complicadores do seu posicionamento estratigráfico.

A primeira comunicação científica sobre a jazida de Vazante foi apresentada por Luciano Jacques de Moraes, durante o IX Congresso Brasileiro de Geologia, realizado em 1955, em Araxá - MG. Desde então, foram realizados estudos na tentativa de uma melhor compreensão da gênese dos minérios de zinco e chumbo bem como de suas rochas encaixantes.

Amaral (1968) reconhece quatro unidades estratigráficas principais, compostas por rochas metassedimentares pertencentes ao Grupo Canastra, calcários com intercalações de folhelhos da Formação Sete Lagoas do Grupo Bambuí, metassiltitos e folhelhos ardosianos pertencentes à Formação Paraopeba do Grupo Bambuí e depósitos recentes.

Considerando-se as inúmeras colunas estratigráficas para o Grupo Vazante, adotaremos neste trabalho a proposta estratigráfica definida por Dardenne (2000), que subdivide o Grupo Vazante em sete formações:

i) **Formação Retiro** – é considerada como sendo a formação basal e é composta por camadas de espessura métrica de quartzito branco, localmente conglomerático, intercalado com ardósias. Localmente é caracterizado pela presença de camadas de diamictito com seixos de quartzito, calcário, dolomito, metassiltito e granitóides, em uma matriz pelítica, localmente fosfática.

ii) **Formação Rocinha** – a base desta formação consiste em uma sequência rítmica de composição arenítica e pelítica em contato gradacional com a Formação Retiro. Sobreposto a esta sequência rítmica ocorre uma espessa sequência de ardósias e metassiltitos regularmente intercalados que passam verticalmente para ardósias cinza escuro, carbonáticas, com pirita sedimentar e com finas laminações fosfáticas que mudam lentamente para intraclastos ricos em fosfarenitos. A porção superior é composta por sedimentos rítmicos (quartzitos e siltitos) que hospedam o depósito de fosfato de Lagamar, composto essencialmente por fosfarenitos.

iii) **Formação Lagamar** – é representada na sua parte basal por um ortoconglomerado com clastos de quartzito, metassiltito e calcário cinza escuro conhecido como Membro Arrependido. Sobreposto a este ocorrem brechas dolomíticas intraformacionais que passam para calcários cinza escuros bem estratificados, seguidos por dolomitos estromatolíticos.

iv) **Formação Serra do Garrote** – consiste em uma espessa sequência de ardósias cinza escuras a esverdeadas, localmente rítmicas, carbonáticas, contendo pirita, com finas intercalações de quartzito.

v) **Formação Serra do Poço Verde** – esta formação consiste em uma sequência predominantemente dolomítica, subdividida em quatro membros:

- Membro Morro do Pinheiro Inferior: composto de dolomitos cinza claro e/ou rosa com esteiras algais, intercalado com níveis de dolarenitos oncolíticos e brecha intraformacional associada a lentes de dolomitos com estromatólitos colunares. Possui espessura em torno de quinhentos metros.

- Membro Morro do Pinheiro Superior: composto de dolomitos cinza, laminados, com esteiras algais e estruturas tipo *birds eyes*. Ocorrem intercalações de dolarenitos, brechas lamelares e folhelhos carbonáticos. Possui espessura que varia entre trezentos e quinhentos metros.
- Membro Pamplona Inferior: composto de siltitos cinza, verde e roxo, intercalados com dolomitos rosa, micríticos com esteiras algais e pequenas lentes de quartzito conglomerático. Possui espessura entre cem e duzentos metros.
- Membro Pamplona Médio: consiste em dolomitos cinza a rosa, com laminações algais, intercalados com dolarenitos, brechas lamelares e dolomitos com estromatólitos colunares e lentes de folhelhos. Possui espessura em torno de quatrocentos metros.

vi) **Formação Morro do Calcário** – composto por dolomitos rosa, com estromatólitos colunares com laminação convexa, associados a dolarenitos e dolorruditos. Possui espessura entre duzentos e trezentos metros. Na região de Morro Agudo, Paracatu e Unaí, a espessura ultrapassa novecentos metros, sugerindo que nesta região as formações Serra do Poço Verde e Morro do Calcário representam uma sequência única depositada de forma contínua.

vii) **Formação Serra da Lapa** – esta formação constitui a parte superior do Grupo Vazante, descritas por Madalosso & Valle (1978) e Madalosso (1980) na região de Paracatu. É representada por filitos carbonáticos, lentes de dolomitos e camadas de quartzito.

6.1.4.3.7. Grupo Areado

O Grupo Areado é a unidade da Bacia Sanfranciscana com maior variação lateral de litofácies. As mudanças laterais são função da atuação simultânea de diversos ambientes deposicionais, entre os quais leques aluviais, fluviais entrelaçados, fluvio-deltáicos, lacustres, campo de dunas e interdunas.

O Grupo Areado é composto por três Formações fortemente interdigitadas:

- **Formação Abaeté** - A Formação Abaeté constitui a unidade basal do Grupo Areado. Apesar de não ser contínua, apresenta uma ampla distribuição horizontal, principalmente na porção centro-sul da bacia. Ao norte do paralelo 17°00, ela é descontínua, sendo preservada ao longo de paleo-depressões. Esta Formação é restrita à base da sucessão Areado, não tendo sido observada sua recorrência em porções estratigráficas superiores.
- **Formação Quiricó** - É composta predominantemente por sedimentos pelíticos, com folhelhos e siltitos esverdeados, rosados, ocre, violáceos ou avermelhados, que ocorrem interestratificados entre si, apresentando rápidas variações de cores. Subordinadamente ocorrem intercalações de arenitos finos, médios e grossos, os quais são mais frequentes na parte superior da sequência.

- **Formação Três Barras** - Esta unidade do Grupo Areado apresenta a maior diversidade litológica, o maior volume de rochas e a mais ampla área de ocorrência. Também apresenta as maiores variações laterais de fácies, sendo constatada a atuação simultânea de sistemas fluviais, fluvio-deltáicos e desérticos.

Os estudo de Kattah (1991), dividem as rochas sedimentares do Grupo Areado em três unidades (A,B,C). A unidade A é constituída de fácies relacionadas a sistemas deposicionais desérticos, lacustres e flúviodeltáicos, com presença de dunas eólicas. A unidade B é caracterizada por fácies de sistemas lacustres, associada à leques aluviais e fandeltas sob clima árido. A unidade C é caracterizada por um sistema fluviolacustre sucedido por uma plataforma marinha restrita, que teria se formado simultaneamente às bacias do Maranhão e Araripe.

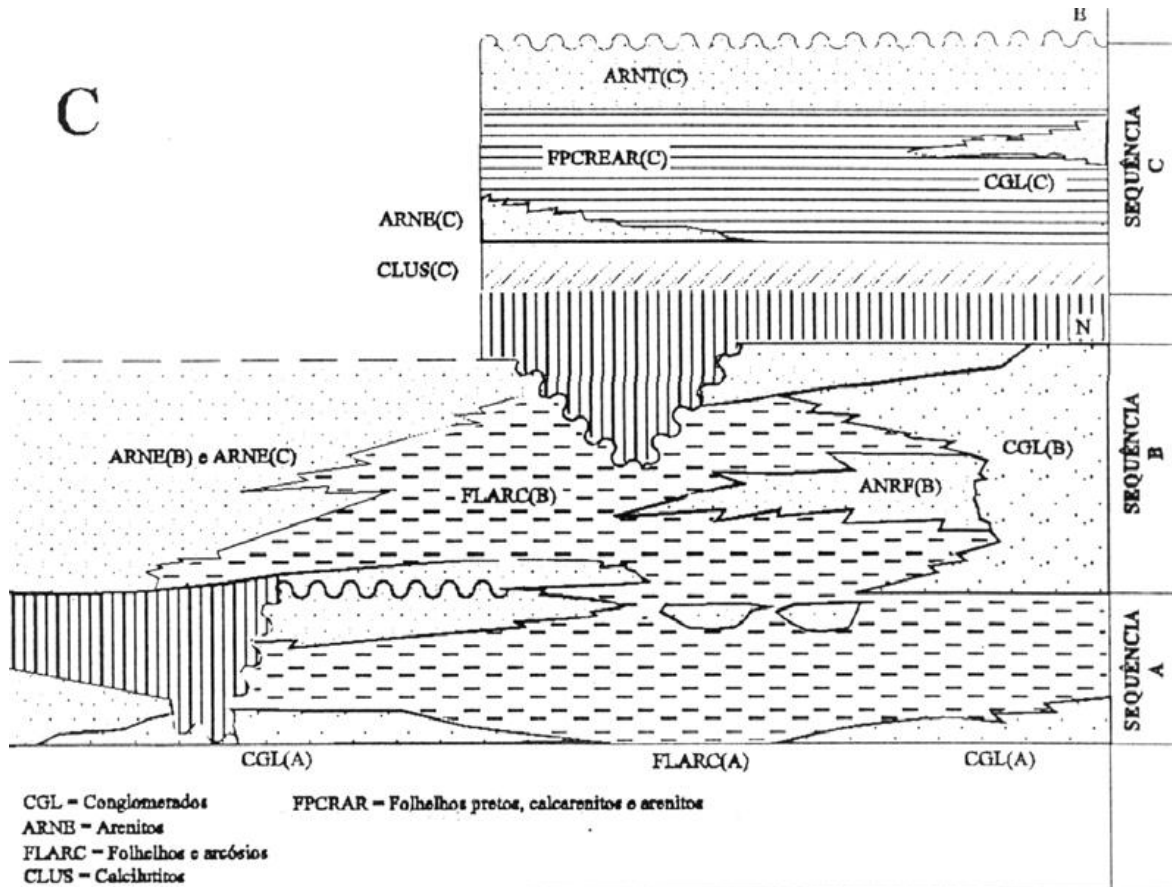


Figura 31- Empilhamento estratigráfico da Bacia Alto Sanfranciscana, segundo Kattah (1991).

6.1.4.3.8. Complexo Belo Horizonte

Conforme consta no relatório da CPRM – Projeto Sete Lagoas/Abaeté 2010, o Complexo Belo Horizonte (Ladeira & Viveiros, 1986, *in*: Noce, 1995) é constituído predominantemente por um gnaiss cinza-claro bandado tipo TTG, migmatizado, exibindo estrutura *schlieren* ou estromática e frequentes enclaves máficos, denominados de Gnaiss Belo Horizonte por Noce *et al.* (1997) além de corpos granitóides intrusivos.

Ainda conforme o relatório “a migmatização proposta para o Complexo remonta a $2.860 \pm 14/-0$ Ma (Noce *et al.*, 1997, 2004), enquanto o posicionamento dos granitóides (Santa Luzia, General Carneiro e Ibité) ocorreu por volta de $2712 \pm 5/-4$ Ma (Noce *et al.*, 1997). Idade de 2.041 ± 5 Ma, foi interpretada como a do retrabalhamento (metamorfismo) do Evento Transamazônico impresso no Complexo Belo Horizonte. Teixeira *et al.* (2000) registram idades TDM variando entre 3,4 e 3,1 Ga, indicando evolução prolongada para o Complexo Belo Horizonte. Análises químicas dos gnaisses menos migmatizados mostram composição predominantemente trondhjemitica e padrões terras raras semelhantes aos de outros gnaisses da região, como outras suítes tonalitotondhjemitico-granodiorito arqueanas mundiais.”

As estruturas mais importantes (Brandalise, 2000) são uma foliação de transposição e milonítica de baixo ângulo, que deforma estruturas migmatíticas, sendo aquela modificada por uma foliação de alto ângulo associada às zonas de cisalhamento N-S. Endo & Machado (2002) reavaliaram os dados geocronológicos (K-Ar, Rb-Sr, U-Pb e Pb-Pb) da região do Quadrilátero Ferrífero e adjacências, incluindo as rochas do Complexo Belo Horizonte, discutindo as diversas idades encontradas.

O Complexo Belo Horizonte ocorre nas áreas próximas à cidade de Belo Horizonte sendo que sua forma mais usual é apresentar-se como grandes lajedos e, mais raramente, como pequenos morros tipo “pães de açúcar”. Macroscopicamente, trata-se de uma rocha gnáissica migmatítica de cor esbranquiçada, esverdeada, cinza e amarelada de granulação grossa a média, composta de quartzo, feldspato, pouca biotita e localmente, magnetita. Em geral, ocorrem lentes e faixas biotíticas e localmente, anfibolíticas. Os cristais de quartzo apresentam-se lenticularizados e estirados. Ocasionalmente, os cristais de feldspato (caulinizados) atingem até 3 cm de comprimento e geralmente são lenticularizados. Ocorrem também veios de quartzo leitoso, concordantes e discordantes, muito fraturados.

6.1.4.3.9. Supergrupo Rio das Velhas

Os trabalhos de Dorr *et al.* (1957) denominaram de Série Rio das Velhas à associação basal de rochas metavulcânicas e metassedimentares anteriormente pertencentes à Série Minas de Derby (1906), com base em uma discordância erosiva e angular pouco expressiva entre as duas sequencias, e subdividiram a nova série em dois grupos (Nova Lima, na base, e Maquiné, no topo). Trabalhos posteriores substituíram o termo Série por Grupo, atendendo ao Código Estratigráfico, e este por Supergrupo (Ladeira, 1976, *in*: Loczy & Ladeira, 1976). Foi caracterizado como um *Greenstone Belt* por Almeida (1976). Posteriormente, Schorscher (1978) incluiu na base do Supergrupo o Grupo Quebra Osso. A sequência estratigráfica simplificada para o Supergrupo Rio das Velhas se divide em três grupos: Maquiné, Nova Lima e Quebra Osso).

COBERTURAS SEDIMENTARES RECENTES			
PROTEROZOICO	SUPERGRUPO ESPINHAÇO	Grupo Conselheiro Mata	Formação Cambotas
	Grupo Itacolomi		
	SUPERGRUPO MINAS	Grupo Sabará	
		Grupo Piracicaba	Formação Barreiro
			Formação Taboões
			Formação Fecho do Funil
			Formação Cercadinho
		Grupo Itabira	Formação Gandarela
			Formação Cauê
	Grupo Caraça	Formação Batatal	
Formação Moeda			
SUPERGRUPO RIO DAS VELHAS	Grupo Maquiné	Formação Casa Forte	
		Formação Palmital	
	Grupo Nova Lima	Xisto metassedimentar e metavulcânico	
	Grupo Quebra-Osso	Associação metavulcânica máfica-ultramáfica	
ARQUEANO	TERRENOS GRANITO-GNÁISSICOS-ARQUEANOS		

Figura 32 - Sequencia estratigráfica simplificada região central de Minas Gerais. CPRM – Excursão pela Estrada Real site: http://www.cprm.gov.br/estrada_real/geologia_estratigrafia.html.

O **Grupo Nova Lima** consiste principalmente de lavas basálticas metamorfisadas, grauvacas e quartzitos, com intercalações de formação ferrífera bandada e rocha quartzo-ankerítica (“lapaseca”), conglomerado e argilito-siltito carbonoso. O Grupo Nova Lima, nas proximidades do Quadrilátero Ferrífero, foi originalmente definido por Dorr *et al* (1957) e posteriormente Ladeira (1980) que propôs a divisão informal do Grupo Nova Lima em três unidades principais, da base para o topo:

- **Unidade Metavulcânica** - rochas ultramáficas basais formando derrames e corpos intrusivos (serpentinitos, esteatitos, talco xistos), metabasaltos (clorita-tremolita-actinolita xistos), delgadas camadas de formação ferrífera do tipo Algoma, metacherts, filitos carbonosos, meta-riolitos subordinados (quartzo-sericita xistos) e xistos tufáceos. Segundo a bibliografia especializada existem localmente, vulcanites máficos e ultramáficos que apresentam estruturas *pillow* deformadas com margens variolíticas (Ladeira 1981) e textura *spinifex* (Schorscher 1978). A composição química destas rochas varia de komatiítica a toleítica.
- **Unidade Metassedimentar Química** - cherts ferríferos e carbonáticos, BIF (fácies carbonato, sulfeto, silicato e oxido), intercalados com filitos carbonosos e xistos tufáceos félsicos a intermediários.
- **Unidade Metassedimentar Clástica** - quartzo-mica xistos, xistos carbonáticos, metagrauvacas, quartzitos imaturos, metaconglomerados.

O **Grupo Quebra Osso** (Indiviso) constitui-se predominantemente de metakomatiito peridotíticos, metakomatiitos, serpentinitos, formação ferrífera bandada – BIF’s, *metachert*, turmalinito e filitos carbonosos.

O **Grupo Maquiné**, definido por Dorr *et al.* (1957), foi dividido nas Formações: Palmital (O’Rourke 1957) e Casa Forte (Gair 1962). A Formação Palmital constitui-se de quartzito, quartzito sericítico, quartzo-sericita xisto, representando metarenito, metagrauvaca e metargilito, com estratificação cruzada preservada. A Formação Casa Forte consiste predominantemente de quartzito sericítico fino, de granulação média a grossa e metaortoconglomerado polimítico, sericita xisto e sericita-quartzo xisto, granulação fina, com estratificação gradacional e cruzada preservadas, representando metarenitos e metagrauvacas. Dentre essas unidades estratigráficas, destacam-se a sequência *Greenstone Belt* do Supergrupo Rio das Velhas, onde a pedra-sabão ocorre sob a forma de blocos inseridos em rochas gnáissicas do complexo do embasamento (Jordt-Evangelista & Mendes, 1998).

A seguir apresentaremos, de maneira resumida, as Sequências Sedimentares e Vulcano-sedimentares Proterozóicas que auxiliam no entendimento da evolução litoestratigráfica de parte do Estado de Minas Gerais.

6.1.4.3.10. Supergrupo Minas

No Neo-arqueano, durante o ciclo Jequié, teve lugar a formação do *Greenstone Belt* Rio das Velhas, desenvolvido em um ciclo completo de Wilson com estágio de tafrogênese seguido de orogênese, vulcanismo félsico calcalcalino com intrusões tonalíticas, metamorfismo e deformação, configurando o que se denominou de Orógeno Rio das Velhas.

No Paleoproterozóico, após um período de relativa estabilidade, no Sideriano, que propiciou o desenvolvimento de margens passivas representadas pelo Supergrupo Minas, sucedeu-se um novo episódio orogênico, relacionado ao sistema orogênico Transamazônico, com magmatismo, metamorfismo e deformação, tendo como resultado o denominado Cinturão Mineiro (Teixeira, 1985). O Paleoproterozóico inicia-se com a sedimentação do Supergrupo Minas, no Sideriano, que compreende as seguintes etapas:

- Deposição de sedimentos em ambiente continental de leques aluviais, fluvial a flúvio-deltáico, atualmente representados por metaconglomerados, quartzitos e metapelitos (Grupo Caraça).
- Deposição dos protólitos de itabirito e dolomito (Grupo Itabira), em ambiente marinho, em plataforma estável relacionada à bacia de margem passiva.
- Deposição de pelito e arenito (Grupo Piracicaba) em ambiente marinho mais profundo.

As rochas pertencentes ao Supergrupo Minas destacam-se no relevo regional, sendo mais resistentes ao intemperismo que as rochas dos terrenos granito-greenstone subjacentes, sendo por isso de fácil identificação visual.

O **Grupo Caraça** proposto por Dorr *et al.* (1957), é constituído basicamente pelo quartzito Caraça e pelo xisto Batatal. Maxwell (1958) passou a chamar o xisto Batatal por Formação Batatal, enquanto Wallace (1958) redenominou o Quartzito Caraça de Formação Moeda. As duas Formações são constituídas basicamente por:

- Formação Moeda: conglomerados e quartzitos grossos de origem fluvial e quartzitos finos e filitos de origem transicional-marinha.
- Formação Batatal: filitos sericíticos, grafitosos, sendo que na área tipo esta Formação pode apresentar clorita e sedimentos carbonáticos, sendo que na parte superior podem ser vistas finas camadas de *chert* e hematita.

Posteriormente, os trabalhos de Dorr (1969) subdividiram o **Grupo Itabira** em duas Formações, da base para o topo:

- Formação Cauê: principalmente formação ferrífera e subordinadamente itabiritos dolomíticos e anfíbolíticos com pequenas lentes de filitos e margas, e horizontes manganésíferos.
- Formação Gandarela: predominam as rochas carbonáticas representadas principalmente por dolomitos e subordinadamente por itabiritos, filitos dolomíticos e filitos.

Já o **Grupo Piracicaba** foi definido inicialmente por Dorr *et al.* (1957), sendo que atualmente o Grupo Piracicaba é dividido em quatro formações, da base para o topo nas Formações:

- Formação Cercadinho: predominam quartzito ferruginoso, filito ferruginoso, filito, quartzito e pequenas intercalações de dolomitos;
- Formação Fecho do Funil: composta predominantemente por filito dolomítico, filitos e dolomitos impuros;
- Formação Tabões: composta por quartzitos finos e maciços;
- Formação Barreiro: formada predominantemente por filitos e filitos grafitosos.

O **Grupo Sabará** é a unidade de maior espessura do Supergrupo Minas, podendo alcançar 3.000 a 3.500m (Dorr 1969). As litologias predominantes são pelitos e grauvacas, ocorrendo também conglomerados, quartzitos, filito grafitoso, tufito e vulcânicas máficas e ácidas. Os conglomerados são portadores, pela primeira vez na sequência do Supergrupo Minas, de seixos de granito e gnaiss, o que indica importantes modificações da paleogeografia, com soerguimento de novas áreas fonte, aumento da erosão e do gradiente de transporte. Os sedimentos do Grupo Sabará são interpretados como *flysch* (Dorr 1969). O Grupo Sabará foi elevado à condição de Grupo pelos trabalhos de Renger *et al.* (1994).

O **Grupo Itacolomi** é considerado inicialmente por Dorr (1969) como a Série Itacolomi sendo constituída de duas fácies, uma de quartzito e outra com muito filito. Tal autor se refere à fácies quartzítica como tipo-Itacolomi e à filítica como fácies Santo Antônio. Os trabalhos realizados pelo Serviço Geológico Brasileiro – CPRM denominam a fácies quartzítica como Grupo Itacolomi indiviso e a filítica como Formação Santo Antônio e foram essas as nomenclaturas adotadas nesse relatório.

- Grupo Itacolomi indiviso: formado por quartzitos com microconglomerados associados e lentes de conglomerados polimíticos e filitos.
- Formação Santo Antônio: predominam os quartzitos sercíticos com espessas camadas e lentes de conglomerado polimíticos e filitos.

A tabela a seguir mostra de forma resumida e esquemática a sequência estratigráfica para o Super Grupo Minas conforme os diversos autores considerados e também as propostas do Serviço Geológico Brasileiro – CPRM.

Tabela 6- Sequencia estratigráfica simplificada para o Supergrupo Minas.

Supergrupo	Grupo	Formação	Litotipos predominantes
Minas	Sabará	Indiviso	Mica e clorita xistos com intercalações de metagrauvacas, quartzitos, quartzitos feldspáticos e ferruginosos, BIFs e metaconglomerados.
	Piracicaba	Barreiro	Filitos róseos e filitos grafitosos
		Tabões	Ortoquartzitos finos
		Fecho do Funil	Filitos, filito dolomítico e dolomito argiloso e silicoso.
		Cercadinho	Quartzito ferruginoso, quartzitos, filitos ferruginosos.
	Itabira	Gandarela	Dolomitos, filitos dolomíticos e calcário.
		Cauê	Itabirito, itabirito dolomítico hematítico, lentes de xistos e filitos
	Caraça	Batatal	Filitos
		Moeda	Quartzitos e filitos.
	Itacolomi	Indiviso	quartzitos com microconglomerados e lentes de conglomerados polimíticos e filitos.

As datações do Supergrupo Minas, ainda que em número restrito, permitem balizar a idade desta Unidade, bem como identificar certos eventos sedimentológicos. Machado *et al.* (1989) determinaram idades de zircões detríticos em duas amostras de quartzito da parte inferior da Formação Moeda (base da Unidade), a formação basal do Supergrupo Minas. As amostras são provenientes da Serra da Moeda, aba oeste do sinclinal homônimo. Todos os zircões analisados são de idade arqueana, os mais novos com cerca de 2.650 Ma. Este valor representa a idade máxima para o início da deposição do Supergrupo Minas. A grande maioria dos zircões exibe idades dentro de um intervalo de cerca de 200 Ma., indicando certa homogeneidade geocronológica, ou mesmo geológica, para as áreas-fonte dos sedimentos da Formação Moeda.

6.1.4.3.11. Grupo Nova Lima

Os estudos de Ladeira (1980) estabelecem o Grupo Nova Lima como uma sequência tipo *greenstone belt* subdividido em três Unidades, da base para o topo:

- Unidade Metavulcânica: composta por serpentinitos, esteatitos, talco-xistos, anfíbolitos metamorfizados, metabasaltos e metatufos, além de komatiitos com estrutura spinifex;
- Unidade Metassedimentar Química: representada por xistos carbonáticos, metacherts, formações ferríferas bandadas e filitos;
- Unidade Metassedimentar Clástica: representada por quartzo-xistos, quartzo filitos, quartzitos impuros e metaconglomerados.

Padilha *et al.* (1985) propõem a divisão da unidade basal (Metavulcânica) na Unidade Córrego dos Boiadeiros, na base, e Unidade Metavulcânica Superior. Oliveira (1986) dividiu o Grupo Nova Lima em cinco unidades, assim definidas, da base para o topo: Unidade metavulcânica máfica-ultramáfica; Unidade metassedimentar pelítica; Unidade metavulcânica ácida/intermediária; Unidade metassedimentar; e Unidade metassedimentar psamítica (correspondendo à formação Palmital do Grupo Maquiné, de Dorr, 1969).

Dados obtidos por Noce *et al.* (2004) permitem limitar o evento eruptivo de natureza félsica no *Greenstone Belt Rio das Velhas* entre 2790 ± 5 e 2751 ± 9 Ma. Datações SHRIMP e IDTIMS U–Pb em zircões de três amostras de grauvacas evidenciaram um evento eruptivo a 2792 ± 11 , 2773 ± 7 e 2751 ± 9 Ma, indicando um espaço de cerca de 40 Ma para o magmatismo félsico.

As associações litológicas do Grupo Nova Lima hospedam a maior parte das mineralizações de ouro do Quadrilátero Ferrífero, sendo a idade destas mineralizações estimada entre 2.698 e 2.670 Ma. (Lobato *et al.*, 2001).

6.1.4.3.12. 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 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 cristalizados em condições de fácies granulito, e cujo caráter toleítico de baixo K é similar a basaltos de arco-de-ilha ou fundo oceânico.

6.1.4.3.13. 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 no Estado de Minas Gerais foram observadas as seguintes Unidades em ordem de afloramento na direção Paracatu – Juiz de Fora:

Grupo Canastra Indiviso – o conjunto nomeado como Indiviso é formado principalmente por: metarenito, xisto grafitoso, sericita xisto, quartzo-muscovita xisto, filito, metargilito, metamarga, metacalcário e ardósia. O Grupo Canastra como um todo apresenta-se como um conjunto de intercalações, mais ou menos espessas, de filitos e quartzitos. A espessura média da sequência de filitos e quartzitos varia consideravelmente desde a porção norte, onde sustenta chapadões de grande extensão, até a porção sul, onde parece ter ocorrido encurtamento crustal por força da

tectônica compressiva imposta à área. Os afloramentos observados são basicamente de quartzitos, esbranquiçados e que aparecem de forma esparsa e sempre em blocos.



Foto - 45 – Quartzito pertencente ao Grupo Canastra. Afloramentos geralmente esparsos com blocos isolados.



Foto - 46 – Detalhe quartzito pertencente ao Grupo Canastra.



Foto - 47- – Afloramento de filitos pertencentes ao Grupo Canastra.

Coberturas detríticas – ocorrem de forma eventual nas Áreas com Possíveis Impactos Diretos sendo em parte colúvio-eluviais e, eventualmente, lateríticas. As lateríticas foram mais facilmente observadas ao longo do trajeto da BR-040 DF/GO/MG até a cidade de Belo Horizonte. Contudo, sua ocorrência só foi observada nas áreas que pertencem à Província Tocantins. Apresentaram-se como horizontes lateríticos em alguns casos, mas sempre com a presença de concreções com diâmetros variando de milimétricas a poucos centímetros.



Foto - 48- – Amostra da cobertura detrítica com grandes concreções de ferro.



Foto - 49 - Amostra da cobertura detrítica



Foto - 50— Amostra da cobertura detrítica.

Grupo Vazante – composta principalmente por ardósias, quartzitos, dolomitos, chert e metapelitos, essa Unidade é observada logo após a cidade de Paracatu.



Foto - 51- amostra de quartzito do Grupo Vazante. Afloramento localizado logo após a cidade de Paracatu.



Foto - 52 – Detalhe do afloramento de quartzito do Grupo Vazante. Amostra de coloração esbranquiçada, granulação grosseira.



Foto - 53 - Afloramento de ardósias avermelhadas pertencentes ao Grupo Vazante, 10km antes da cidade de Paracatu.

Subgrupo Paraopeba Indiviso – na área de ocorrência do empreendimento essa Unidade é composta predominantemente por calcarenito, dolomito, ritmito, marga, siltito, argilito e arcóseo.



Foto - 54 - Afloramento de argilito as margens da BR-040 DF/GO/MG.



Foto - 55 – Detalhe do afloramento de argilito as margens da BR-040 DF/GO/MG.



Foto - 56 – Amostra de calcarenito pertencente ao Subgrupo Paraopeba Indiviso.

Grupo Areado – as rochas pertencentes ao Grupo Areado nas Áreas de Estudos Próximas ao Eixo da Rodoviado empreendimento compreendem: arenitos, siltitos, folhelhos e conglomerados. Afloram as margens da rodovia apenas arenitos e siltitos com vários graus de alteração devido ao intemperismo.



Foto - 57 – Arenito feldspático avermelhado pertencente ao Grupo Areado.



Foto - 58 - Arenito esbranquiçado (devido ao grau de alteração) pertencente ao Grupo Areado.



Foto - 59 – Siltito de coloração esverdeada pertencente ao Grupo Areado.



Foto - 60 – Detalhe do siltito pertencente ao Grupo Areado

Formação Três Marias – nas áreas próximas a BR-040 DF/GO/MG, essa Unidade é composta predominantemente por um quartzito feldspático de coloração cinza, esverdeado ou avermelhado e, conforme o grau de alteração, ficam com tonalidades bege a rosados. Na área também ocorrem às amostras da fácies arcoseana da Formação Três Marias, representada pela ocorrência de siltitos.



Foto - 61 – Afloramento de siltito, esverdeado formando blocos ao longo da rodovia.



Foto - 62- – Detalhe de siltito esverdeado pertencente a Fm Três Marias.



Foto - 63 – Detalhe de arenito silicificado.



Foto - 64 - Arenito avermelhado silicificado pertencente a Formação Três Marias.

Formação Serra de Santa Helena – os estudos referentes a sua área tipo indicam que essa Unidade é formada, principalmente, por folhelhos, siltitos e margas. Contudo, na área de estudo do empreendimento, foram observados apenas siltitos dentro do leito do curso d'água.



Foto - 65 – Siltito no leito do rio pertencente a Formação Serra de Santa Helena.



Foto - 66- Siltito no leito do rio pertencente a Formação Serra de Santa Helena.



Foto - 67 – Siltito acinzentado no leito do rio pertencente a Formação Serra de Santa Helena.

Formação Sete Lagoas – segundo Dardenne (1978) essa Formação apresenta rochas carbonáticas em lentes de diversas dimensões, com intercalações margosas e pelíticas em determinadas regiões de sua ocorrência. Nas Áreas de Estudos próximas ao Eixo da Rodovia do empreendimento, foram observados apenas alguns afloramentos de rocha carbonáticas e pelíticas (possivelmente siltitos).



Foto - 68 – Grande afloramento as margens da BR-040 DF/GO/MG.



Foto - 69 – Detalhe do afloramento as margens da BR-040 DF/GO/MG de metapelitos.



Foto - 70 - Afloramento de rocha carbonática as margens da BR-040 DF/GO/MG.

Complexo Ortognáissico Belo Horizonte – com mudança abrupta de relevo passando a apresentar serras elevadas com taludes acentuados, predominam os gnaisses.



Foto - 71 - Afloramento de gnaisses formando o Complexo Ortognáissico Belo Horizonte.



Foto - 72- Afloramento de gnaisses formando o Complexo Ortognáissico Belo Horizonte.



Foto - 73- Afloramento de gnaisses formando o Complexo Ortognáissico Belo Horizonte.

Super Grupo Minas – a partir da cidade de Belo Horizonte e até o entroncamento das rodovias BR-040 DF/GO/MG e BR-482, ocorrem rochas do Super Grupo Minas, mais especificamente pertencentes ao Grupo Itabira (itabirito, dolomito, filito e xistos) e ao Grupo Piracicaba (filitos, xistos, quartzitos e dolomitos).



Foto - 74 – Xistos pertencentes ao Grupo Itabira.



Foto - 75 – Afloramento as margens da BR-040 DF/GO/MG de rocha dolomítica pertencente ao Grupo Itabira.



Foto - 76 – Detalhe de rocha dolomítica pertencente ao Grupo Itabira.



Foto - 77 - Afloramento de itabirito pertencente ao Grupo Itabira.

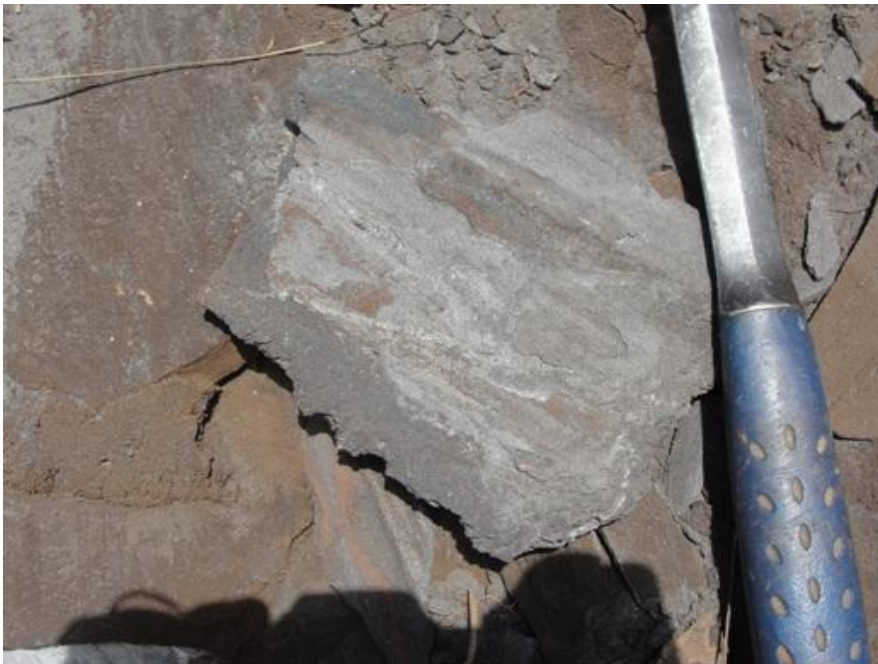


Foto - 78 - Detalhe do afloramento de itabirito pertencente ao Grupo Itabira.



Foto - 79 – Detalhe afloramento de filitos pertencentes ao Grupo Piracicaba.



Foto - 80 - Detalhe afloramento de filitos pertencentes ao Grupo Piracicaba.



Foto - 81 – Afloramento de itabirito com hematita pertencente ao Grupo Itabira.



Foto - 82 – Afloramento de itabirito com hematita pulverulenta pertencente ao Grupo Itabira.

Rochas Graníticas – essas rochas granitoides afloram as margens da rodovia BR -040 DF/GO/MG e segundo o Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais pertencem aos Granitos Maranhão e Cupim.



Foto - 83 – Rocha granítica (possivelmente pertencente ao Granito Maranhão).



Foto - 84 – Rocha granítica (possivelmente pertencente ao Granito Maranhão).



Foto - 85 - Rocha granítica (possivelmente pertencente ao Granito Maranhão).



Foto - 86 - Rocha granítica (possivelmente pertencente ao Granito Cupim).

Ortognaisses – a partir do entroncamento entre as BR-040 DF/GO/MG e BR 265 até o final do trecho na cidade de Juiz de Fora se inicia uma sequência de ocorrências de ortognaisses pertencentes ao Complexo Piedade e ao Complexo Juiz de Fora.



Foto - 87 - Afloramento de gnaiss pertencente ao Complexo Piedade.



Foto - 88 – Afloramento de gnaiss pertencente ao Complexo Piedade.



Foto - 89 – Afloramento de gnaiss pertencente ao Complexo Piedade.

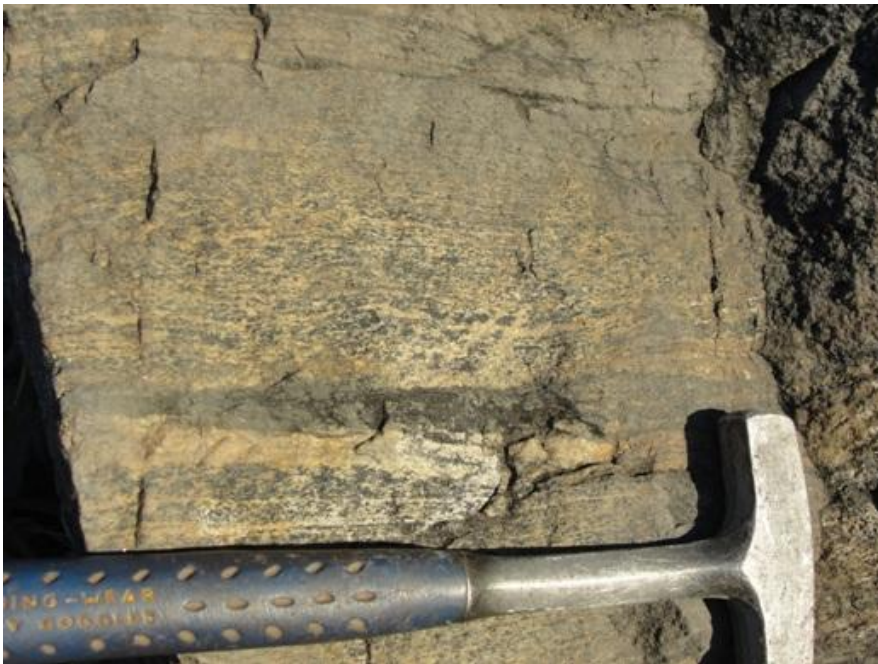


Foto - 90 – Afloramento de gnaiss pertencente ao Complexo Juiz de Fora.



Foto - 91 - Afloramento de gnaíse pertencente ao Complexo Juiz de Fora.



Foto - 92 - Afloramento de gnaíse pertencente ao Complexo Juiz de Fora. (foto do final do trecho).

6.1.4.3.14. Avaliação das características geotécnicas dos terrenos atingidos diretamente pelas obras no Estado de Minas Gerais.

Assim como para as regiões do empreendimento no Distrito Federal e Goiás, para o Estado de Minas Gerais a avaliação das características geotécnicas baseou-se apenas em aspectos visuais

dos terrenos, tendo como principais parâmetros a declividade das áreas e o grau de erodibilidade dos terrenos diretamente atingidos pelas obras.

A etapa de campo foi realizada com o objetivo de caracterizar a relação entre o tipo de solo predominante nas Áreas com Possíveis Impactos Diretos e Indiretos do empreendimento e sua correlação com a declividade do terreno.

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, 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.

Devido à grande extensão do Estado de Minas Gerais ocorrem em seu território quatro Províncias Estruturais, sendo que a rodovia BR-040 DF/GO/MG até o trecho da cidade de Juiz de Fora corta duas dessas Províncias, (a Tocantins e a São Francisco).

Essas duas Províncias possuem evolução geológica distinta que resultam em relevos e tipos de solos também distintos, por isso, é possível dividir as características geotécnicas em duas:

Província Tocantins – nessa Unidade as Áreas de Estudos Próximas ao Eixo da Rodovia do empreendimento no Estado de Minas Gerais, são marcadas por características monótonas quanto à geologia (predominância de metassedimentos, dolomitos e quartzitos); geomorfologia (relevo plano a suave ondulado); solos (predominância de Latossolos) e vegetação (alternância entre cerrado e cerradão). Com isso, 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 retirada da cobertura vegetal. Durante todo o trajeto da BR-040 DF/GO/MG, nessa Província, 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 de mais de 15m, às margens da rodovia.

Devido a esta Província ser constituída por sedimentos pouco consolidados, ha a possibilidade da utilização de ferramentas e maquinários de corte para escavação. E como aspecto negativo, é constituída por litologias de características granulométricas e composicionais diferentes, o que favorece a desestabilização em caso de abertura de taludes, sem as devidas proteções e manutenções.

Província São Francisco – enquanto na Província Tocantins existia uma monotonia quanto à geologia, relevo e tipos de solos, na Prov. São Francisco ocorre uma heterogeneidade quanto à

geologia (marcada por Complexos Ortognáissicos, rochas metamórficas, alguns metassedimentos, rochas graníticas, *Greenstone Belts*, etc.), relevo (ondulado a fortemente ondulado, onde os taludes possuem inclinações elevadas) e tipos de solo (devido a relevo acidentado ocorrem outras tipologias e não somente a predominância do Latossolo como na Prov. Tocantins). A partir dessas características é possível observar ao longo do trajeto da BR-040 DF/GO/MG, nessa Província, que a susceptibilidade das áreas ao movimento de massa é grande, principalmente devido ao relevo acidentado e ao tipo de solo. Também persiste o risco de desenvolver processos erosivos pela retirada da cobertura vegetal.

Analisando a diferença entre as duas Províncias, é possível mensurar que as características geotécnicas para as áreas sobre a Província São Francisco possuem um risco geotécnico maior, tendendo a ocorrência de movimentos de massa em grande escala, pois suas rochas possuem descontinuidades 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 de maciço.

Nas Áreas de Estudos Próximas ao Eixo da Rodovia não existem indícios de movimentos de massa recorrentes. O que é possível observar ao longo da rodovia BR 040 no Estado de Minas Gerais é que as áreas pertencentes a Província Tocantins favorecem a ocorrência de erosões enquanto o trecho pertencente a Província São Francisco, devido ao seu relevo predominantemente ondulado, 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.

6.1.4.3.15. Província Tocantins:



Foto - 93 - Processo erosivo característico das áreas da Província Tocantins.



Foto - 94 - Processo erosivo característico das áreas da Província Tocantins.



Foto - 95 - Processo erosivo característico das áreas da Província Tocantins.



Foto - 96 - Processo erosivo característico das áreas da Província Tocantins.



Foto - 97 - Processo erosivo característico das áreas da Província Tocantins.



Foto - 98 - Processo erosivo característico das áreas da Província Tocantins.

6.1.4.3.16. Província São Francisco:



Foto - 99 - Processo de movimentação de massa característico da região da Província São Francisco



Foto - 100 - Processo de movimentação de massa característico da região da Província São Francisco.



Foto - 101 - Processo de movimentação de massa característico da região da Província São Francisco.



Foto - 102 - Processo de movimentação de massa característico da região da Província São Francisco.



Foto - 103 - Processo de movimentação de massa característico da região da Província São Francisco.



Foto - 104 – Processo de movimentação de massa característico da região da Província São Francisco.



Foto - 105 – Processo de movimentação de massa característico da região da Província São Francisco.



Foto - 106 – Processo de movimentação de massa característico da região da Província São Francisco.

6.1.4.3.17. 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 está sobre concessões de todos os tipos desde pesquisa, existindo inclusive, 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 XIV). A tabela abaixo traz a titularidade, o processo, fase, substância, uso, área e coordenadas da concessão identificada.

Tabela 7 - Concessão de Títulos Minerários na área de estudo no Estado do Goiás.

TITULARIDADE	PROCESSO	FASE	SUBSTÂNCIA	USO	ÁREA (ha)	X	Y
Dias de Minas - Minerações - LTDA	11258/1943	CONCESSÃO DE LAVRA	Talco	Dado não cadastrado	41,39	621062,12	7731594,74
Minerações Brasileiras Reunidas S/A	2066/1954	CONCESSÃO DE LAVRA	Manganês	Dado não cadastrado	1975,69	608061,32	7768198,36
Ferro + Mineração S/A	2700/1936	CONCESSÃO DE LAVRA	Bauxita	Dado não cadastrado	98,40	617876,66	7740721,61
Cimento Tupi S/A	2759/1936	CONCESSÃO DE LAVRA	Calcário	Dado não cadastrado	414,79	623557,29	7688448,12
Nacional Minerios S/A	2871/1936	CONCESSÃO DE LAVRA	Ocre	Dado não cadastrado	50,83	620288,73	7738182,13
Dado não cadastrado	300012/2013	DISPONIBILIDADE	Dado não cadastrado	Dado não cadastrado	950,00	376871,20	8035971,58
Dado não cadastrado	300486/2010	DISPONIBILIDADE	Dado não cadastrado	Dado não cadastrado	911,12	480293,13	7980952,54

TITULARIDADE	PROCESSO	FASE	SUBSTÂNCIA	USO	ÁREA (ha)	X	Y
Dado não cadastrado	300504/2009	DISPONIBILIDADE	Dado não cadastrado	Dado não cadastrado	136,11	613690,85	7749025,98
Minerações Brasileiras Reunidas S/A	3484/1959	CONCESSÃO DE LAVRA	Bauxita	Dado não cadastrado	1136,51	605727,87	7782267,30
Minerações Brasileiras Reunidas S/A	3889/1963	CONCESSÃO DE LAVRA	Manganês	Dado não cadastrado	1469,08	609972,60	7771729,31
Minerações Brasileiras Reunidas S/A	3891/1963	CONCESSÃO DE LAVRA	Manganês	Dado não cadastrado	474,79	608228,72	7762039,05
Votorantim Cimentos S/A	801172/1974	DISPONIBILIDADE	Calcário	Dado não cadastrado	133,08	573650,00	7848294,28
Mineração Lapa Velha - LTDA	802886/1974	CONCESSÃO DE LAVRA	Calcário	Dado não cadastrado	560,88	573790,93	7848825,02
Santa Rita Mineração - LTDA	804445/1976	CONCESSÃO DE LAVRA	Mármore	Dado não cadastrado	301,14	616435,92	7746796,43
Carmil Cabrália Mineração - LTDA	807836/1976	REQUERIMENTO DE LAVRA	Calcário	Dado não cadastrado	34,50	571830,05	7849491,45
Mineração Jad - LTDA	816374/1968	CONCESSÃO DE LAVRA	Calcário	Dado não cadastrado	4,98	575648,64	7843565,18
Elizabete Antônio Pereira	830032/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Areia	Construção Civil	49,78	332249,97	8063865,84
Votorantim Metais Zinco S/A	830055/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Minério de Zinco	Industrial	947,26	310429,25	8092141,91
Ical Indústria de Calcinção - LTDA	830194/2012	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Calcário	Fabricação de Cal	436,05	574697,23	7846557,01
Ical Indústria de Calcinção - LTDA	830195/2012	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Calcário	Fabricação de Cal	215,27	574551,56	7843722,93
Mineração Neves e Transportes - LTDA	830206/2011	REQUERIMENTO DE LAVRA	Areia	Industrial	36,71	355581,91	8047671,23
Sandro Aparecido da Silva	830207/2004	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Areia	Construção Civil	50,00	661461,27	7602860,62
Mineração S. Rezende - LTDA	830259/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Areia	Construção Civil	39,58	356111,69	8045974,27
W T Junior	830278/2011	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Granito	Revestimento	700,21	622727,85	7690356,99
José Lucas Machado Oliva	830299/2013	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Argila	Industrial	172,78	589014,44	7816545,33
Comercial Exportadora Rinoldi - LTDA	830366/2004	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Esteatito	Revestimento	282,05	621817,11	7731658,04
Evânio Luiz de Faria	830371/2007	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Caulim	Industrial	380,38	582016,97	7832153,86
Roberto Sardenberg Lima	830395/2010	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Areia	Construção Civil	125,88	583486,45	7825626,65
Interfácil Mineração e Empreendimentos - LTDA	830401/2013	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Minério de Manganês	Industrial	1996,28	623218,93	7711874,55
André Lopes Canpado e Sousa	830410/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Água Mineral	Engarrafamento	49,78	470448,65	7989473,92
Edwiges Beatriz de Moura e Souza	830413/2007	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Quartzo	Industrial	352,36	627327,31	7668840,48
Cristal Mineração e Transporte de Mercês - LTDA	830453/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Caulim	Industrial	62,20	625224,61	7691104,70
José da Silva Pereira	830485/2012	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Areia	Construção Civil	1986,86	343928,24	8049532,70
Mineração JK - LTDA	830496/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Filito	Industrial	601,63	440704,37	8008291,15
Cerâmica Forte - LTDA	830537/2013	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Argila	Cerâmica Vermelha	951,61	566759,54	7862557,71
Helcio Antônio de Magalhães Ribeiro Jr	830543/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Argila	Industrial	319,84	347555,53	8050571,22
Coferall Extração e Comércio de Areia - LTDA	830590/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Areia	Industrial	415,48	330369,25	8063830,81
Aroldo Teodoro Campos	830628/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Calcário	Fabricação de Cal	1000,00	542390,05	7883590,30
Serra Verde Transporte - LTDA	830691/1982	REQUERIMENTO DE LAVRA	Calcário	Dado não cadastrado	186,84	572345,98	7847468,74
Sebastião da Costa Pereira Neto	830718/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Quartzo	Industrial	999,84	662331,85	7608505,12
Luiz Ronaldo Guimarães - ME	830722/2006	LICENCIAMENTO	Cascalho	Construção Civil	9,89	294787,53	8099557,20
Severiano Marques de Souza	830730/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Areia	Construção Civil	990,00	586448,38	7820300,01
Rezinho Consultoria e Empreendimentos - LTDA	830747/2003	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Água Mineral	Engarrafamento	50,00	590006,53	7815204,80

TITULARIDADE	PROCESSO	FASE	SUBSTÂNCIA	USO	ÁREA (ha)	X	Y
W T Junior	830831/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Granito	Revestimento	224,72	622482,77	7686887,89
Calsete Indústria Comércio e Serviços - LTDA	830832/2012	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Calcário	Fabricação de Cal	73,85	576665,95	7841031,90
Empresa Brasileira do Quartzo - LTDA	830890/2012	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Quartzo	Industrial	874,10	627343,56	7667519,34
Mtransminas Minerações - LTDA	830925/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Areia	Construção Civil	900,77	583867,99	7823615,64
Votorantim Metais Zinco S/A	830967/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Minério de Zinco	Industrial	924,85	312608,99	8081940,66
Hilário Henrique de Oliveira	830972/2011	DISPONIBILIDADE	Ardósia	Revestimento	671,25	568368,29	7854778,05
Manoel Eustáquio de Jesus	830984/2005	LICENCIAMENTO	Cascalho	Construção Civil	49,12	294363,98	8100947,30
Votorantim Metais Zinco S/A	830986/2011	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Minério de Zinco	Industrial	1081,17	308964,38	8095295,82
Votorantim Metais Zinco S/A	831006/2006	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Minério de Zinco	Industrial	1484,78	305722,33	8092575,74
Huslein Fabiano Miranda Lopes	831019/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Calcário	Fabricação de Cimento	400,84	568581,34	7857294,37
Oclam Minerações - LTDA	831032/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Areia	Construção Civil	85,57	585934,19	7822484,18
Coferall Extração e Comércio de Areia - LTDA	831033/1989	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Calcário	Dado não cadastrado	885,41	622729,47	7684970,42
Star Diamantes - LTDA	831131/1991	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Diamante Industrial	Dado não cadastrado	1000,00	454981,16	7998969,11
Mineração 040 - LTDA	831210/2007	LICENCIAMENTO	Areia	Construção Civil	49,98	425458,68	8016757,78
Hamilton Xavier Borges & CIA - LTDA	831281/2004	LICENCIAMENTO	Areia	Construção Civil	9,47	341614,76	8056207,88
Areal Lobo - LTDA	831288/2005	LICENCIAMENTO	Areia	Construção Civil	1,64	624583,63	7719594,62
Sandro Aparecido da Silva	831302/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Areia	Construção Civil	50,00	661229,36	7602839,68
Votorantim Metais Zinco S/A	831326/1988	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Cádmio	Dado não cadastrado	685,94	308436,59	8091732,56
Sérgio Darcy Santiago Neves	831354/2012	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Água Mineral	Engarrafamento	50,00	646640,28	7638366,24
José Eduardo Ferreira Ramos	831471/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Calcário	Fabricação de Cimento	163,95	575621,40	7841831,35
Mineração Monte Verde - LTDA	831533/2012	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Esteatito	Industrial	411,59	626302,28	7709462,15
Andrea Vilar Silva Zille - ME	831591/2012	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Granito	Revestimento	95,63	624973,14	7710214,06
José Bernardes Vidal Fi	831661/2001	REQUERIMENTO DE LAVRA	Areia	Construção Civil	49,70	396190,49	8012027,01
Andrea Vilar Silva Zille - ME	831672/2012	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Granito	Revestimento	95,63	624973,14	7710214,07
Leonardo Camargos Nunes Tavares	831716/2010	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Argila	Industrial	982,51	581289,83	7829974,37
José Eduardo Ferreira Ramos	831730/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Calcário	Fabricação de Cimento	375,05	569972,37	7848899,18
Vicenza Mineração e Participações S/A	831791/2010	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Fosfato	Fertilizantes	1886,41	383508,51	8020332,87
Evânio Luiz de Faria	831810/2003	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Caulim	Revestimento	106,18	582613,56	7830342,58
Norsk Hydro Brasil - LTDA	831822/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Bauxita	Industrial	1374,44	659234,95	7609465,29
Norsk Hydro Brasil - LTDA	831823/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Bauxita	Industrial	1729,31	660069,29	7615058,12
Norsk Hydro Brasil - LTDA	831824/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Bauxita	Industrial	1244,90	659891,64	7612088,96
Sandro Aparecido da Silva	831851/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Areia	Construção Civil	50,00	661229,36	7602839,68
Comércio de Pedra Irifer - LTDA	831871/1998	REQUERIMENTO DE LAVRA	Gnaiss	Dado não cadastrado	49,00	624391,84	7699433,35
Norsk Hydro Brasil - LTDA	831874/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Bauxita	Industrial	1994,15	655421,26	7615184,99
Norsk Hydro Brasil - LTDA	831884/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Bauxita	Industrial	1994,63	651556,40	7619207,61
Norsk Hydro Brasil - LTDA	831885/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Bauxita	Industrial	1994,63	656559,79	7619159,91
Norsk Hydro Brasil - LTDA	831887/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Bauxita	Industrial	1995,15	651593,74	7623193,06

TITULARIDADE	PROCESSO	FASE	SUBSTÂNCIA	USO	ÁREA (ha)	X	Y
Norsk Hydro Brasil - LTDA	831890/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Bauxita	Industrial	1995,63	646625,26	7627224,49
Norsk Hydro Brasil - LTDA	831891/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Bauxita	Industrial	1995,63	651631,01	7627178,46
Norsk Hydro Brasil - LTDA	831892/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Bauxita	Industrial	1996,11	646661,24	7631209,82
Norsk Hydro Brasil - LTDA	831893/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Bauxita	Industrial	1996,11	651668,23	7631163,85
Norsk Hydro Brasil - LTDA	831904/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Bauxita	Industrial	1987,23	645308,66	7642777,30
Norsk Hydro Brasil - LTDA	831905/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Bauxita	Industrial	1997,08	644434,31	7645949,66
Norsk Hydro Brasil - LTDA	831912/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Bauxita	Industrial	1274,15	636355,64	7648761,49
Norsk Hydro Brasil - LTDA	831913/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Bauxita	Industrial	1734,30	640857,53	7649169,46
Norsk Hydro Brasil - LTDA	831923/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Bauxita	Industrial	1980,62	631250,00	7661623,15
Norsk Hydro Brasil - LTDA	831924/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Bauxita	Industrial	1960,41	650344,11	7638396,04
Norsk Hydro Brasil - LTDA	831925/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Bauxita	Industrial	1996,24	630487,12	7666226,57
Norsk Hydro Brasil - LTDA	831928/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Bauxita	Industrial	1932,50	646056,94	7634702,19
Norsk Hydro Brasil - LTDA	831930/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Bauxita	Industrial	1977,10	624056,47	7672469,11
Luiz Ronaldo Guimarães - ME	831931/2004	REQUERIMENTO DE LAVRA	Cascalho	Construção Civil	25,12	294824,52	8099570,17
Norsk Hydro Brasil - LTDA	831931/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Bauxita	Industrial	1977,38	624086,40	7676468,92
Norsk Hydro Brasil - LTDA	831932/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Bauxita	Industrial	1977,93	624116,26	7680468,60
Norsk Hydro Brasil - LTDA	831933/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Bauxita	Industrial	1975,34	629025,35	7676431,28
Norsk Hydro Brasil - LTDA	831934/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Bauxita	Industrial	1966,86	629052,47	7680437,53
Norsk Hydro Brasil - LTDA	831935/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Bauxita	Industrial	1987,40	629137,20	7672640,79
Norsk Hydro Brasil - LTDA	831938/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Bauxita	Industrial	1670,69	627088,33	7683433,73
Norsk Hydro Brasil - LTDA	831943/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Bauxita	Industrial	1993,61	637872,97	7645670,25
José Eduardo Ferreira Ramos	831954/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Argila	Industrial	49,93	576076,46	7843389,21
Norsk Hydro Brasil - LTDA	831983/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Bauxita	Industrial	1551,78	648242,27	7641107,01
Norsk Hydro Brasil - LTDA	832004/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Bauxita	Industrial	1573,14	644543,98	7637791,68
Evandro Durso de Oliveira	832040/2008	DISPONIBILIDADE	Granito	Revestimento	500,00	627794,08	7663498,73
Pionono Pinto Soares Jr	832076/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Areia	Construção Civil	1084,79	357707,28	8043848,08
Sidmar Christo Sasdeli	832123/2002	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Diamante Industrial	Industrial	1073,93	449081,76	7995574,88
Portoprata Comércio e Transporte de Areia - LTDA	832137/2003	LICENCIAMENTO	Areia	Construção Civil	29,99	355206,90	8047777,49
José Eduardo Ferreira Ramos	832147/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Argila	Industrial	326,60	576500,12	7845955,74
Diamante Brasil - LTDA	832154/2003	DISPONIBILIDADE	Diamante Industrial	Industrial	859,50	335125,52	8066521,63
Mineração Igarape - LTDA	832285/1988	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Calcário	Dado não cadastrado	1000,00	371490,97	8036728,46
Mineração São José da Lagoa - LTDA	832298/2012	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Ardósia	Revestimento	670,02	568367,59	7854780,25
Diamante Brasil - LTDA	832316/2012	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Areia	Construção Civil	19,15	356485,81	8045928,12
Diamante Brasil - LTDA	832319/2012	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Diamante	Industrial	1919,20	355505,27	8045419,17
Sertaneja Madeireira - LTDA	832325/2003	LICENCIAMENTO	Cascalho	Construção Civil	31,82	454282,74	7996769,21
Wanmix - LTDA	832390/2012	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Água Mineral	Engarrafamento	48,72	608034,98	7774204,71

TITULARIDADE	PROCESSO	FASE	SUBSTÂNCIA	USO	ÁREA (ha)	X	Y
Diamante Brasil - LTDA	832435/2003	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Areia	Industrial	29,96	355637,93	8047368,82
Diamante Brasil - LTDA	832435/2003	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Areia	Industrial	1629,68	355503,47	8045181,60
Mineraçã Rezende Extração de Areia e Transporte - LTDA	832525/2012	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	Areia	Construção Civil	6,15	356409,43	8046042,20
Vicenza Mineração e Participações S/A	832532/2011	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Minério de Zinco	Industrial	1773,15	376756,19	8039013,17
Gme4 do Brasil Participações e Empreendimentos S/A	832534/2007	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Minério de Manganês	Industrial	956,59	608502,88	7790877,47
Vicenza Mineração e Participações S/A	832534/2011	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Minério de Zinco	Industrial	1019,40	379534,97	8035500,79
Vicenza Mineração e Participações S/A	832538/2011	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Minério de Zinco	Industrial	1934,29	378866,05	8030934,99
Vicenza Mineração e Participações S/A	832541/2011	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Minério de Zinco	Industrial	1876,88	379134,37	8026262,33
Mineração Porto Brasil - LTDA	832628/2009	LICENCIAMENTO	Areia	Industrial	43,01	355855,32	8044903,64
transportadora JL - LTDA	832650/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Areia	Construção Civil	46,00	584683,40	7823851,38
MPC Indústria e Comércio - LTDA	832665/1995	CONCESSÃO DE LAVRA	Filito	Dado não cadastrado	216,93	614358,11	7747079,27
Isaias Dionisio da Silva Jr	832706/2012	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Areia	Industrial	479,79	597722,85	7802273,98
Vicenza Mineração e Participações S/A	832721/2011	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Fosfato	Fertilizantes	1474,69	471909,79	7986782,88
Vicenza Mineração e Participações S/A	832722/2011	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Fosfato	Fertilizantes	1388,99	474941,74	7986795,83
Nei Joaquim Vieira	832733/2009	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Água Mineral	Engarrafamento	29,85	606596,60	7790417,56
Votorantim Metais Zinco S/A	832763/2006	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Minério de Zinco	Industrial	1084,41	311021,32	8087019,17
Bemisa Brasil Exploração Mineral S/A	832803/2007	DISPONIBILIDADE	Minério de Manganês	Industrial	598,06	316691,69	8074815,81
Andrea Vilar Silva Zille - ME	832814/2002	CONCESSÃO DE LAVRA	Água Mineral	Engarrafamento	49,68	625428,81	7709901,87
W T Junior	832864/2010	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Granito	Revestimento	275,44	620966,66	7686979,72
Areal Lobo - LTDA	832865/2002	LICENCIAMENTO	Areia	Construção Civil	8,50	622751,87	7727791,61
Mineração Boa Sorte - LTDA	832882/2005	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Diamante Industrial	Industrial	1013,21	453854,33	7999828,20
José Silvério Gonçalves	832932/1994	CONCESSÃO DE LAVRA	Água Mineral	Dado não cadastrado	49,00	644460,36	7642719,22
José Francisco Pereira da Silva de Pádua	832934/2010	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Minério de Manganês	Industrial	48,68	623624,54	7717314,08
Fernando Esteves Fernandes	833029/2010	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Areia	Construção Civil	864,64	424703,83	8019220,64
Silva e Sales Serviços - LTDA	833045/2012	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Caulim	Industrial	380,36	582016,92	7832153,84
Vicenza Mineração e Participações S/A	833206/2010	DISPONIBILIDADE	Fosfato	Fertilizantes	1960,44	466796,96	7991724,03
Vicenza Mineração e Participações S/A	833206/2010	DISPONIBILIDADE	Fosfato	Fertilizantes	1960,44	466796,96	7991724,03
Vicenza Mineração e Participações S/A	833207/2010	DISPONIBILIDADE	Fosfato	Fertilizantes	1921,74	470607,67	7991773,04
Vicenza Mineração e Participações S/A	833209/2010	DISPONIBILIDADE	Fosfato	Fertilizantes	1776,42	466178,51	7996748,50
Construtora e Dragagem Paraopeba - LTDA	833217/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Ardósia	Industrial	949,77	535345,00	7893773,13
Agroindustrial Delta de Minas S/A	833227/2006	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Argila	Industrial	218,56	575637,54	7842617,70
Guilherme Jardim Camargos	833250/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Areia	Construção Civil	646,55	589900,88	7817298,81
José Bernardes Vidal Fi	833405/2006	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Areia	Construção Civil	37,15	396136,20	8012401,18
Coal & Cooper Mineração - LTDA	833423/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Fosfato	Fertilizantes	1938,57	379237,20	8022007,15
Coal & Cooper Mineração - LTDA	833430/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Fosfato	Fertilizantes	1841,62	379506,46	8017944,17
Mineração Água Limpa - LTDA	833537/2006	REQUERIMENTO DE LAVRA	Quartzito	Revestimento	918,43	476383,01	7981202,25

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-040 - DF/GO/MG

TITULARIDADE	PROCESSO	FASE	SUBSTÂNCIA	USO	ÁREA (ha)	X	Y
Agroindustrial Delta de Minas S/A	833542/2012	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Calcário	Fabricação de Cimento	163,95	575621,36	7841831,27
Rogério de Melo Figueiredo	833585/2012	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Quartzo	Industrial	508,11	578592,54	7839151,04
Sebastião da Costa Pereira Neto	833612/2006	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Quartzo	Industrial	1000,00	662332,00	7608505,05
Votorantim Cimentos S/A	833820/2010	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Calcário	Fabricação de Cimento	997,87	581146,97	7835878,26
Votorantim Cimentos S/A	833821/2010	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Calcário	Fabricação de Cimento	996,21	581156,47	7838369,58
W T Junior	833832/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Granito	Revestimento	325,83	624069,73	7685107,33
Marcio Renato de Alcantara - ME	833884/2010	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Argila	Cerâmica Vermelha	48,86	565933,08	7863826,51
Agroindustrial Delta de Minas S/A	834085/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Argila	Industrial	218,57	575637,45	7842617,73
Isaias Dionisio da Silva Jr	834215/2012	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Granito	Revestimento	275,45	620966,66	7686979,72
Stavo Comércio de Produtos Mineraiis - LTDA	834244/2010	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Quartzo	Industrial	93,26	582669,33	7828499,51
Rogério Azevedo de Castro	834276/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Minério de Manganês	Industrial	1528,89	622565,36	7721346,63
Ivan Alencar de Lima Franco	834300/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Quartzo	Industrial	391,05	596567,78	7804028,31
Gilson Leles da Silva	834300/2012	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Areia	Construção Civil	17,69	356455,78	8045785,78
Mineralium Engenharia Mineral, Geologia e Meio Ambiente	834338/2010	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Areia	Construção Civil	1895,09	355543,78	8045549,55
Saturnino Ferreira Franco	834454/2011	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Areia	Construção Civil	892,39	348851,14	8047617,69
Saturnino Ferreira Franco	834485/2010	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Areia	Construção Civil	830,64	347017,61	8047548,33
Votorantim Metais Zinco S/A	834569/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Minério de Zinco	Industrial	897,40	316683,79	8077998,83
Gustavo Solis Rosa	834619/2007	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Areia	Construção Civil	351,92	332367,58	8063760,01
Saturnino Ferreira Franco	834662/2010	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Areia	Construção Civil	154,97	344885,09	8050202,37
Pedro Felicio de Souza - ME	834763/2008	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	Argila	Cerâmica Vermelha	45,81	360281,92	8043385,52
Cava Pedras para Construção - LTDA	834768/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Quartzito	Revestimento	154,38	495015,68	7949939,02
Mineração Neves e Transportes - LTDA	834828/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Calcário	Fabricação de Cimento	464,49	369562,31	8038794,06
Andrea Vilar Silva Zille - ME	834863/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Granito	Revestimento	95,63	624973,14	7710214,06
Cláudia Márcia Lopes	834939/2007	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Quartzito	Industrial	500,00	456395,15	7996431,15
Vicenza Mineração e Participações S/A	835000/2011	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Fosfato	Fertilizantes	503,35	448698,99	8000495,25
Luzia Aparecida de Souza Vidal	835825/1994	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Areia	Dado não cadastrado	49,99	378318,32	8035640,09
Brasroma Mineração, Comércio e Indústria - LTDA	838066/1994	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Quartzo	Industrial	58,85	621176,08	7733068,58

6.1.4.3.18. Áreas de jazidas.

De acordo com o Projeto Básico, a seguir apresenta-se a caracterização das áreas previstas de apoio às obras.

Tabela 8 - Dados das áreas de pedreira, britagem e bota-fora localizadas em Minas Gerais, de acordo com o Projeto Básico.

Nº	km	local	Distância (m)	Área da cava (m²)	Área Bota Fora (m²)	Área Britagem (m²)
1	50+500	MG	3.550,00	80.540,00	35.817,00	23.100,00
2	137+500	MG	500,00	58.030,00	34.180,00	58.030,00
3	137+500	MG	500,00	57.840,00	20.790,00	9.900,00
4	240+00	MG	4.210,00	96.700,00	79.070,00	21.500,00
5	280+00	MG	300,00	152.560,00	97.110,00	24.200,00
6	327+500	MG	10.000,00	93.560,00	152.260,00	21.400,00
7	414+200	MG	500,00	45.800,00	22.500,00	31.100,00
8	442+200	MG	4.700,00	45.811,25	22.500,00	24.422,09
9	576+000	MG	10.000,00	46.100,00	12.200,00	22.426,77
10	617+000	MG	12.770,00	63.680,00	23.560,00	27.565,59
11	649+500	MG	6.500,00	92.650,00	-	-
12	690+700	MG	1.300,00	60.600,00	22.500,00	19.743,76
13	692+800	MG	3.900,00	33.000,00	5.600,00	22.435,31
14	706+000	MG	700,00	47.140,00	4.915,00	-
15	729+800	MG	4.000,00	40.210,00	7.000,00	26.804,98

Tabela 9 - Dados das áreas de jazida de solo laterítico e canga de minério em Minas Gerais, de acordo com o Projeto Básico.

Nº	KM	Estado	Distância	Área de Exploração (m²)
1	2+200 (1)	MG	-	53.107,00
2	3+900(1)	MG	-	29.273,00
3	3+900(2)	MG	-	23.558,00
4	6+800 (1)	MG	-	65.069,00
5	7+000 (1)	MG	-	91.677,00
6	16+200 (1)	MG	-	83.116,00
7	25+300 (1)	MG	300,00	47.592,00
8	27+400 (1)	MG	-	67.538,00
9	29+800 (1)	MG	-	48.442,00
10	31+800 (1)	MG	-	36.449,00
11	48+000 (1)	MG	2.980,00	70.106,00
12	53+600 (1)	MG	1.130,00	73.738,00
13	60+300 (1)	MG	3.180,00	936.569,00
14	67+100 (1)	MG	6.150,00	510.895,00
15	69+800 (1)	MG	-	62.680,00
16	70+500(1)	MG	-	195.617,00
17	70+800(2)	MG	-	58.422,00
18	78+500 (1)	MG	-	273.115,00
19	85+100(1)	MG	-	46.260,00
20	85+500(2)	MG	-	49.409,00
21	85+300(3)	MG	2.560,00	120.178,00
22	85+300(4)	MG	2.740,00	159.768,00
23	128+500(1)	MG	13.320,00	435.800,00

Nº	KM	Estado	Distância	Área de Exploração (m ²)
24	133+400(1)	MG	340,00	295.239,00
25	136+000(1)	MG	3.430,00	43.651,00
26	136+00(2)	MG	3.610,00	23.707,00
27	147+700(1)	MG	10.590,00	22.372,00
28	147+700(2)	MG	12.435,00	156.616,00
29	181+000 (1)	MG	-	27.373,00
30	182+600(1)	MG	-	23.393,00
31	188+600(1)	MG	54.700,00	78.423,00
32	188+600(2)	MG	5.470,00	35.017,00
33	188+600(3)	MG	5.470,00	110.910,00
34	194+400(1)	MG	1.310,00	18.153,00
35	194+400(2)	MG	1.720,00	19.900,00
36	216+100 (1)	MG	2.550,00	87.226,00
37	216+100 (2)	MG	2.780,00	47.397,00
38	221+800(1)	MG	2.200,00	7.829,00
39	221+800(2)	MG	2.900,00	92.490,00
40	221+800 (1)	MG	3.780,00	165.204,00
41	227+900(1)	MG	790,00	30.662,00
42	232+500(1)	MG	340,00	39.729,00
43	260+000(1)	MG	1.010,00	260.209,00
44	262+900(1)	MG	1.760,00	50.662,00
45	262+900(2)	MG	4.460,00	32.958,00
46	269+000(1)	MG	-	66.961,00
47	295+700(1)	MG	4.290,00	342.753,00
48	310+700(1)	MG	7.820,00	114.351,00
49	310+700 (2)	MG	8.850,00	194.332,00
50	327+700 (1)	MG	1.590,00	373.869,00
51	327+900 (1)	MG	710,00	19.804,00
52	327+900 (2)	MG	1.150,00	20.067,00
53	327+900 (3)	MG	1.700,00	19.994,00
54	329+000 (1)	MG	450,00	19.377,00
55	329+000(2)	MG	1.690,00	19.882,00
56	334+100 (1)	MG	-	76.783,00
57	360+400 (1)	MG	11.530,00	420.225,00
58	373+900 (1)	MG	1.980,00	452.047,00
59	391+100 (1)	MG	450,00	90.965,00
60	396+300 (1)	MG	6.430,00	180.384,00
61	409+300 (1)	MG	8.000,00	19.998,00
62	409+300 (2)	MG	3.340,00	20.019,00
63	413+600 (1)	MG	8.420,00	19.976,00
64	413+600 (2)	MG	8.530,00	19.997,00
65	577+400 (1)	MG	-	52.536,00
66	692+800 (1)	MG	5.690,00	69.280,00
67	697+000 (1)	MG	2.590,00	52.438,00
68	699+200 (1)	MG	2.927,00	52.438,00

6.1.4.3.19. 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.

6.1.4.3.20. Material Pétreo (rochas)

A geologia do Estado nas regiões da BR-040 DF/GO/MG é favorável a implantação de jazidas de material pétreo, havendo geologia favorável para brita em todo o trajeto “divisa com Goiás até Juiz de Fora”. No primeiro trecho divisa – Três Marias ainda existem áreas disponíveis para implantação de novas áreas para pesquisa, principalmente nas litologias onde existem calcários. No segundo trecho Três Marias – Juiz de Fora, devido à incidência de rochas “cristalinas”, é possível a implantação de jazidas de brita em praticamente qualquer área livre.

Nos dois trechos 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.

6.1.4.3.21. 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. Contudo, existe potencial em toda a região até a cidade de Três Marias para a implantação de diversos areais principalmente devido à presença de litologias favoráveis e nos rios de toda a região afetada pelo empreendimento. Já para as áreas após a cidade de Belo Horizonte onde grandes mineradoras estão instaladas e praticamente não existem áreas “livres” para novas concessões, a aquisição de areia deverá ocorrer 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.

6.1.4.4. Levantamento e Caracterização das Cavidades Naturais Existentes na Área de Estudo.

O Brasil possui, atualmente, 13.389 cavernas registradas no Centro Nacional de Estudos, Proteção e Manejo de Cavernas (CECAV/ICMBio) (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 e Goiás são, entre as Unidades da Federação, aquelas com o maior e quinto maior conhecimento espeleológico gerados, com 5.203 e 853 (dados de 20 de maio de 2014) cavernas catalogadas na referida base de dados (Brasil, 2014), e possuem, respectivamente, 11 e 12 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-existent, 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 ecológicos, 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).

6.1.4.4.1. 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, 2008a):

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 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).

Pela legislação federal, 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 relevâncias, deverá haver compensação ambiental.

No Distrito Federal, a Lei nº 41/1989, art. 9º, § 1º, X, incumbe a Secretaria de Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia (atual Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Distrito Federal) a tomar as medidas adequadas à preservação do patrimônio arquitetônico, urbanístico, paisagístico, histórico, cultural, arqueológico e espeleológico, devendo se pronunciar obrigatoriamente sobre estes aspectos quando houver qualquer análise de projeto de uso, ocupação e parcelamento do solo nesta Unidade da Federação (Lei nº. 41/1989).

Segundo o inciso VIII do art. 17 da Lei Orgânica do DF, compete ao Distrito Federal concorrentemente à União legislar sobre a responsabilidade por danos ao meio ambiente e a bens de valor estético, histórico, espeleológico, turístico e paisagístico. O inciso IV do art. 301 desta mesma legislação considera áreas de interesse arqueológico, histórico, científico, paisagístico e cultural como Áreas de Preservação Permanente (Distrito Federal, 1993).

O inciso II do § 1º do art. 127 da Constituição do Estado de Goiás impõe ao poder público e à coletividade o dever de defender, recuperar e preservar o patrimônio geológico, paleontológico, cultural, arqueológico, paisagístico e espeleológico (Goiás, 1989).

A Lei Estadual nº 14.247/2002, que Institui o Sistema Estadual de Unidades de Conservação no Estado de Goiás, define em seu art. 4º, VIII, como um de seus objetivos a proteção das características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural (Goiás, 2002).

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 14.309/2002, que dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado de Minas Gerais, estabelece no caput de seu art. 30 que as cavernas são ecossistemas especialmente protegidos e determina, no § 5º deste mesmo artigo, que a utilização dos recursos existentes, bem como qualquer alteração desses ecossistemas, fiquem condicionadas a ato normativo e medidas de conservação estabelecidas pelo Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) e a autorização do órgão competente.

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.

6.1.4.4.2. Área de Estudo

A área de estudo é o trecho da BR-040/DF/GO/MG iniciado no Distrito Federal, em Brasília, do km 8,4 até o km 0,0, passando pelo Estado de Goiás, do km 0,0 até o km 157,3, terminando no Estado de Minas Gerais, no município de Juiz de Fora, do km 0,0 até o km 771,1, com 941,2 km de extensão (Figura 33 e ANEXO XV).

Além do Distrito Federal, os municípios afetados ao empreendimento são: Valparaíso de Goiás (GO), Luziânia (GO), Cristalina (GO), Paracatu (MG), Lagoa Grande (MG), João Pinheiro (MG), São Gonçalo do Abaeté (MG), Três Marias (MG), Felixlândia (MG), Curvelo (MG), Paraopeba (MG), Caetanópolis (MG), Sete Lagoas (MG), Capim Branco (MG), Esmeraldas (MG), Matozinhos (MG), Pedro Leopoldo (MG), Ribeirão das Neves (MG), Contagem (MG), Belo Horizonte (MG), Nova Lima (MG), Itabirito (MG), Ouro Preto (MG), Congonhas (MG), Conselheiro Lafaiete (MG), Cristiano Ottoni (MG), Carandaí (MG), Ressaquinha (MG), Alfredo Vasconcelos (MG), Barbacena (MG), Oliveira Fortes (MG), Santos Dumont (MG), Ewbank da Câmara (MG) e Juiz de Fora (MG).

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-040/DF/GO/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.

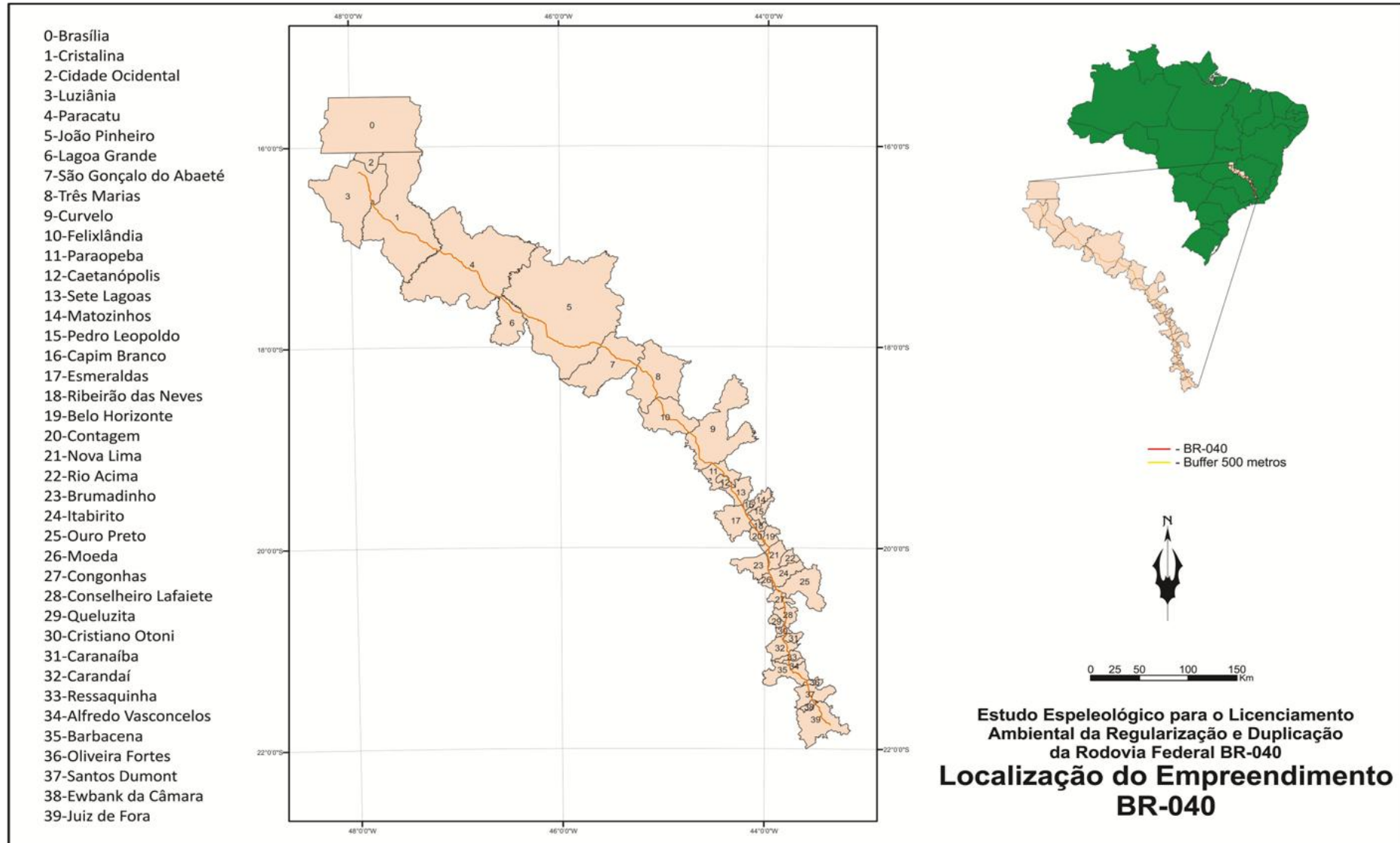


Figura 33 – Mapa de localização da BR-040/DF/GO/MG, iniciada no Distrito Federal e finalizada no município de Juiz de Fora/MG.

6.1.4.4.3. Resultado do Levantamento das Cavidades na Área de Estudo

- **AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ESPELEOLÓGICO**

O levantamento bibliográfico da área de estudo, foi avaliado trecho a trecho, dando ênfase nos componentes: geológicos, levantamento geomorfológico/ hidrológicos e nas informações a cerca das cavidades naturais conhecidas – com atualização em 20/05/2014.

a. **Revisão geológica regional**

Diversas unidades e formações geológicas são interceptadas pela BR-040 em seu percurso (Anexo XV – Item Esboço Geológico). Estes litotipos estão inseridos no contexto geotectônico do Cráton do São Francisco, da Faixa de Dobramentos Brasília, da Bacia Sanfranciscana e pelas Coberturas Sedimentares Recentes:

CRÁTON DO SÃO FRANCISCO

Representado pelas rochas que compõe o embasamento cristalino e que afloram na área de estudo, no contexto estratigráfico do Quadrilátero Ferrífero. Estes litotipos são caracterizados por três grandes conjuntos de rochas: Complexos metamórficos de rochas cristalinas arqueanas; Sequências tipo greenstone belt representada pelo Supergrupo Rio das Velhas (com terrenos granitoides associados) e Sequências metassedimentares paleo e mesoproterozoicas representada pelo Supergrupo Minas.

Complexo Ortognaissicos (Arqueano)

Os Complexos Ortognaissicos formam o embasamento cristalino da Província São Francisco na região do Quadrilátero Ferrífero. Regionalmente são descritos como terrenos granito-gnaissicos constituídos por tonalitos migmatizados a gnaisses granodioríticos com características geoquímicas das suítes tonalíticas-trondjemíticas-granodioríticas arqueanas (NOCE, 1995). Intrusivos nestes gnaisses encontram-se variados corpos granitoides e rochas básicas e metabásicas provenientes de diferentes etapas de acreção mantélica ou retrabalhamento crustal (Brasil, 2005). Os corpos Belo Horizonte, Bação, Bonfim e Santa Bárbara são os principais componentes deste conjunto, estando representados na área de estudo pelos complexos:

Complexo Metamórfico Belo Horizonte

Esta unidade é formada por rochas com predominância de gnaisses acinzentados com bandamentos composicional e feições de migmatização. Os bandamentos tem coloração cinza, com granulação variando de fina a grossa. A composição é formada por alternâncias de bandas, claras, milimétricas a centimétricas de quartzo-feldspato, e bandas finas, escuras, ricas em biotita

e/ou anfibólio. Feições de migmatização e milonitização são comuns e podem tornar-se predominantes.

Complexo Metamórfico Bação

O Complexo Bação quase sempre é representado por uma estrutura dômica. Em geral esta unidade litológica tem como características básicas de maior bandamento, migmatização e riqueza em biotita. Sua composição global é granodiorítica, com bandas tonalítica (bandas escuras) e granitóide rica em quartzo (bandas claras)

Complexo Metamórfico Bonfim

Representante da evolução siálica do fragmento crustal arqueano. Na área de estudo está representado pelos corpos magmáticos: Corpo Samambaia e Corpo Souza Noschese. O Tonalito Samambaia é uma suíte de rochas leucocráticas de cor cinza a cinza escura, faneríticas, equigranulares, de granulação média a grossa. A sua composição química é essencialmente tonalítica. Já as rochas do Corpo Souza Noschese são essencialmente formadas por gnaisses félsicos.

Supergrupo Rio das Velhas (Arqueano)

Inicialmente conhecida de maneira informal como greenstone belt Rio das Velhas, esta unidade, após o reconhecimento do seu arcabouço tectonoestratigráfico como sendo de uma típica sequência greenstone belt (Lobato et. al., 2001) foi individualizada, da base para o topo, nos grupos Quebra Ossos, Nova Lima e Maquiné. Na área de estudo afloram litotipos associados a todas as divisões.

Grupo Quebra Ossos

O Grupo Quebra Ossos foi tardiamente individualizado, sendo anteriormente apresentado como uma unidade basal do Grupo Nova Lima. Neste grupo afloram a unidade metaultramáficas identificadas no esboço geológico (Anexo XV – item Esboço Geológico). Este grupo é regionalmente descrito como sendo composto de rochas ultramáficas de derrames e corpos intrusivos metamorfisados (serpentinóis, esteatitos e talco-xistos), metabasaltos (clorita-tremolita-actinolita xistos), delgadas camadas de formação ferrífera do tipo Algoma, metacherts, filitos carbonosos, meta-riolitos subordinados (quartzo-sericita xistos) e xistos tufáceos, sendo que a composição química destas rochas varia desde komatiítica até toleítica.

Grupo Nova Lima

Acima Estratigraficamente acima do Grupo Quebra Ossos ocorre as rochas do Grupo Nova Lima. São descritas duas unidades: a Unidade Metassedimentar Química, na qual ocorrem cherts

ferríferos e carbonáticos, FFB (Formações Ferríferas Bandadas - fácies carbonato, sulfeto, silicato e óxido), intercalados com filitos carbonosos e xistos tufáceos félsicos à intermediários (Noce et. al., 1992). Recoberto no topo pela sequência da Unidade Metassedimentar Clástica, composta por quartzo-mica xistos, xistos carbonáticos, metagrauvacas, quartzitos imaturos e metaconglomerados (Noce et. al., 1992).

Grupo Maquiné

Este grupo é constituído principalmente de quartzitos, filitos e conglomerados. Na área-tipo foi dividido em Formação Palmital e Formação Casa Forte. A primeira formação é constituída de sobreposição de quartzitos micáceos com níveis subordinados de quartzito microconglomerático e metaconglomerado polimítico sobrepostos por quartzitos micáceos finos com metamorfismo na fácies xisto verde. A segunda formação é constituída por quartzito fino com intercalações por metaconglomerado polimítico, sobrepostos por metaortoconglomerado polimítico e quartzito.

Rochas Plutônicas e Ortognáissicas (Paleoproterozoico)

Esta porção do Quadrilátero Ferrífero apresenta uma subdivisão de terrenos plutônicos e gnáissicos paleoproterozoicos. Estas unidades estão divididas em conjuntos maiores, separados em função da idade de cristalização, na ocorrência e na composição (MARTINS, 2008), onde destacam-se: Terrenos gnáissicos migmatíticos do Complexo Mantiqueira, Matagabros e Metadioritos (2,2Ga); Granitóides das suítes Alto Maranhão (2,16 - 2,12 Ga), Brás Pires e Alcalina (2,03 Ga) e por fim, Complexo da Piedade – complexos gnáissicos (2,15 - 2,20 Ga).

Complexo Mantiqueira

O complexo se caracteriza pela presença de biotita-plagioclásio-gnaïsse trondhjemítico a tonalítico, com domínios granadíferos e/ou anfibólicos, com bandado tectonicamente e parcialmente migmatizado. Intercalam-se lentes de rocha calcissilicática, de xistos magnesianos e corpos de metabasito.

Suíte Metamórfica São Bento dos Torres

Esta suíte caracteriza-se pela ocorrência de ortoclásio granito, de granulação grossa, discretamente rosado e foliado. São observados também granitóides com composição de charnoenderbito, hiperstênio-diorito e norito, de cor negro-acastanhada a negro-esverdeada e de grãos finos a médios, associados à formação ferrífera com magnetita.

Complexo Juiz de Fora

Recebe o nome Complexo Juiz de Fora a sequência de rochas da suíte charnockítica, predominantemente enderbítica. Este complexo é formado 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) calcioalcalino de alto-K, (ii) calcioalcalino de médio-K, (iii) toleítico e (iv) alcalino. Na área de estudo há predominância das fácies com características enderbíticas e tonalíticas.

Complexo Piedade

O complexo é caracterizado por metassedimentos gnáissicos com bandamentos finos e homogêneos. Na área de estudo há predominância de gnaisses bandados, com porções quartzo feldspáticas alternadas com porções máficas, ricas em biotita e/ou hornblenda. Este complexo apresenta migmatitos e granulitos próximos ao contato com o Complexo Juiz de Fora.

Suíte Alto Maranhão

O Batólito Alto Maranhão compreende um amplo segmento de terrenos TTG no sul do Quadrilátero Ferrífero constituído de rochas plutônicas félsicas de composição quartzo-diorítica a granulítica.

Complexo Ressaquinha

Compõe a subdivisão de rochas granitóides do Quadrilátero, sendo regionalmente descritos como: granitóides com xenólitos de granulitos. Há enxame de diques aplíticos e pegmatíticos que em parte, não mostram deformação. Os dados litoquímicos sugerem tratar-se de rochas de caráter cálcio-alcalino, (toleítico, nos termos máficos), metaluminosas, dos tipos transicional ou de sintexia, geradas em ambientes de arco magmático ou colisão continental (PINTO, 1995).

Supergrupo Minas (Paleo a mesoproterozoico)

O Supergrupo é sumariamente dividido em duas grandes megassequências: a primeira com domínio fluvial deltaica e marinha plataformal incluindo os grupos Caraça, Itabira e Piracicaba e a segunda sequência com domínio marinhos imaturos do Grupo Sabará.

Grupo Caraça

Este grupo é à base do Supergrupo Minas. Composto pelas Formações Moeda e Batatal é representado por afloramentos assim descritos da base para o topo: conglomerados, quartzitos e metapelitos.

Grupo Itabira

Este grupo está estratigraficamente acima do Grupo Caraça e foi dividido em duas unidades. A unidade inferior é a Formação Cauê: caracterizada pela presença de predominante de itabiritos (formações ferríferas bandadas, deformadas e oxidadas). A unidade de topo é a Formação

Gandarela: caracterizada pela de rochas carbonáticas (dolomitos, mármore dolomíticos e calcíticos), filitos e formações ferríferas bandadas. Alguns autores defendem a inexistência de uma separação nítida entre estas unidades onde, dolomitos e itabiritos ocorrem intercalados tanto verticalmente quanto lateralmente.

Grupo Piracicaba

Este grupo foi dividido em 4 formações que representam a evolução de um sistema marinho com alternância de sistemas transgressivos. Da base para o topo são descritos: Formação Cercadinho, composta por quartzitos e filitos, por vezes ferruginosos, com dolomitos subordinados. Formação Fecho do Funil, composta por filitos, filitos dolomíticos e dolomitos. Formação Tabões, composta por quartzitos finos e maciços e Formação Barreiro, composta por filitos e filitos grafitosos.

Grupo Sabará

Representa a segunda grande megassequência. Nesta unidade é caracterizada pelo predomínio de sedimentos do tipo flysch, compreendendo metagrauvacas, metadiamicititos, tufos e metavulcanitos ácidos a intermediários associados a filitos carbonosos e formações ferríferas bandadas.

Grupo Itacolomi

São depósitos importantes que recobrem as rochas do Supergrupo Minas. Esta unidade é restrita a porções sudoeste e sul do Quadrilátero Ferrífero, sendo constituída por quartzitos, quartzitos conglomeráticos e lentes de conglomerados com seixos de itabirito, filito e quartzito.

FAIXA DE DOBRAMENTOS BRASÍLIA

A Faixa de Dobramentos Brasília é definida como o conjunto de terrenos e escamas de empurrão de escala crustal que convergiram para leste contra o Cráton do São Francisco (VALERIANO, 2004). Essa faixa é o resultado de um conjunto de episódios colisionais que convergiram para a aglutinação do megacontinente Gondwana. Entre os diversos litotipos que compõem esta faixa de dobramentos há, na área de estudo, representantes dos grupos Canastra, Paranoá, Vazante e Bambuí.

Grupo Canastra

O Grupo Canastra está estruturado em três grandes lascas tectônicas separadas entre si por falhas de empurrão, todas representando parte de uma bacia de margem passiva, aberta no fim do mesoproterozóico. As rochas deste grupo afloram em uma faixa de mais de 650 km, desde o sudoeste de Minas Gerais até o sudeste de Goiás e sul do Distrito Federal. Cada lasca tectônica é descrita como uma formação geológica distinta:

Formação Serra do Landim: Está é a formação basal do grupo. É composta por calci-filitos e calci-xistos e tem aproximadamente 250 m de espessura (SILVA, 2006). Inicialmente esta unidade foi atribuída a Formação Vazante, porém com o avanço dos estudos foi incluída neste grupo.

Em sequência, estes sedimentos são recobertos pela Formação Paracatu. Esta unidade é formada por intercalações de quartzitos e carbonatos, intensamente deformados e com pequenas concentrações de ouro (FREITAS & DARDENNE, 1994). Por fim, o grupo encerra com os quartzitos e filitos da Formação Chapada dos Pilões.

A Formação Chapada dos Pilões é subdividida em dois membros: Serra de Urucânia, que consiste de intercalações regulares de quartzito e filito, e Membro Hidroelétrica Batalha, essencialmente composto por quartzitos.

Grupo Paranoá

O Grupo Paranoá compreende predominantemente psamitos e pelitos, estendendo-se desde a região de Alto Paraíso a norte, até Cristalina a sul, em uma faixa E-W de cerca de 200km. Apesar da estruturação em grupo proposta por Dardenne (1981), com 7 subdivisões, as descrições consagradas na literatura apresentam unidades, cujo status é de formação. Assim, descrita da base para o topo, as Unidades do Grupo Paranoá recebem letras para sua descrição, com exceção da primeira e da última unidades, já que possuem nome.

O grupo inicia-se com o paraconglomerado São Miguel (Unidade A), sobreposto pela sequência de siltitos com contribuição carbonática (Unidade B) e quartzitos médios a grossos, com acamamento gradacional (Unidade C). Esses são sobrepostos por intercalações rítmicas de quartzitos e siltitos (Unidade D) e recobertos por quartzitos grossos a conglomerados finos (Unidade E). As unidade de A a E são bastante contínuas, podendo ser correlacionadas em diversas colunas estratigráficas (COSTA NETO, 2006).

Sobrepondo estas unidades, os níveis superiores são marcados por intercalações e interdigitações verticais e horizontais, que dificultam as correlações estratigráficas.

O nível subsequente é constituído essencialmente por siltitos maciços, folhelhos cinza escuros, quartzitos e calcários e/ou dolomitos (com Conophytos) além de ardóseas roxas (Unidades F e G). A unidade de topo é descrita como sucessões de psamo-pelitos com contribuições carbonáticas (Unidade PPC) (DARDENNE, 1981; FARIAS 1995).

Afloram na área de estudo apenas as unidades superiores deste grupo, contudo são justamente estas as que propiciam a formação de cavernas. As lentes carbonáticas observadas da unidade PPC e as encontradas esporadicamente dos ritmitos que compõe o topo deste grupo detêm o maior potencial espeleológico; as demais unidades apresentam menor potencial à formação e preservação de cavernas.

Grupo Vazante

Este grupo é constituído por uma espessa sequência marinha argilo-dolomítica que ocorre numa faixa de aproximadamente 250 km de extensão. O grupo pode ser dividido em sete formações, denominadas da base para o topo: Retiro, Rocinha, Lagamar, Serra do Garrote, Serra do Poço Verde, Morro do Calcário e Lapa (DARDENNE et al., 1997).

Formação Retiro: constituída por bancos métricos de quartzitos brancos às vezes conglomeráticos, com presença lenticular de diamictitos, calcários, dolomitos, metassiltitos e granitoides. Formação Rocinha: composta por sequência rítmica arenosa e pelítica recoberta por um espesso pacote de ardósias e metassiltitos. Formação Lagamar: composta por uma unidade psamo-pelítica carbonáticas, com características similares ao topo do Paranoá. Formação Serra do Garrote: constituída por um espesso pacote de ardósias cinza escuras a cinza esverdeadas, às vezes rítmicas, carbonosas e piritosas. Formação Serra do Poço Verde: corresponde a uma sequência predominantemente dolomítica. Formação Morro do Calcário: é caracterizada pela presença de dolomitos róseos estromatolíticos associados a dolarenitos oolíticos e oncolíticos e doloruditos. Formação Lapa: é representada por filitos carbonosos, metassiltitos carbonáticos, lentes de dolomitos e níveis de quartzitos.

Na área de estudo afloram apenas a Formações Retiro e a base da Formação Rocinha. Da Formação Retiro são esperadas intercalações de quartzitos, fosforitos, diamictitos e ardósias, com raras lentes dolomíticas (descrita por como Unidade A por Valeriano et. al. 2004). Na base da Formação Rocinha são descritos apenas ritmitos de areia e silte (Unidade B por Valeriano et. al. 2004). Apenas a Unidade A possui potencial espeleológico.

Grupo Bambuí

A definição mais clássica do Grupo Bambuí apresenta seis formações distintas, iniciando-se pelos depósitos glaciais da Formação Jequitaí. Sua posição na base deste grupo, contudo, é controversa (COSTA NETO, 2006). Em consenso estão às cinco formações subsequentes, como apontadas por Dardenne (1981). Assim, da base para o topo, são descritos:

Formação Sete Lagoas: Composta por calcários roxos, esverdeados e cinzas, dolomitos beges e pelitos cinza e avermelhados. Na área de interesse a Formação Sete Lagoas está individualizada nos membros: Pedro Leopoldo, (composto por carbonatos mais impuros, finos e claros) e Lagoa Santa (composto por calcários mais puros, grosseiros e escuros).

Formação Serra de Santa Helena: Formada predominantemente por siltitos, com níveis de arenitos finos a médio.

Formação Lagoa do Jacaré: Calcários cinza e pretos, oolíticos e políticos fétidos, intercalados por folhelhos negros e margas esverdeadas.

Formação Serra das Saudades: Predominantemente terrígena. E constituída por folhelhos e argilitos cinza esverdeados, passando para siltitos feldspáticos.

Formação Três Marias: Descrita com arcóseos e siltitos verde escuro, muito coesa e com alta densidade, características que lhe confere no intemperismo, esfoliação esferoidal, característico desta unidade.

Todas as formações deste grupo afloram na área de estudo, sendo que as unidades carbonáticas (Sete Lagoas e Lagoa do Jacaré) são as principais detentoras de potencial espeleológico. Também é descrito na área de estudo a Formação Topázio, ocorrência descrita próximo ao município goiano de Cristalina. Esta formação é um exemplo de unidade glaciogênica, depositada no início do Proterozoico Superior e sotoposta ao Grupo Bambuí (LEONARDOS, 1960). Alguns autores acreditam que esta formação é correlata a Formação Jequitáí.

Porção Sul do Cráton

Os metassedimentares proterozóicas pertencentes a Faixa de Dobramento Brasília e que foram depositados sobre a porção sul do Cráton do São Francisco (VALERIANO et. al. 2004), mais especificamente no sul de Minas Gerais, foram incluídas nos grupos São João del Rei e Andrelândia, sendo a separação entre estes, essencialmente, metamórfica. As unidades de mais elevado grau metamórfico (a sul) foram reunidas no Grupo Andrelândia e as de menor grau (a norte), no Grupo São João del-Rei. Este último grupo inclui os litotipos pertencentes à Formação Carandaí aflorante na área de estudo.

Grupo Andrelândia

Representada na área por afloramentos da Unidade São Vicente; o Complexo Varginha-Guaxupé, na Unidade Ortognáissica Migmatítica Intermediária; e o domínio dos Granitóides Cedo a Sin-colisional, representados pelos Granitos Serra dos Coelhos.

Regionalmente, a Unidade São Vicente é constituída por biotita gnaisses bandados. Apresentam da base para o topo, intercalações de anfíbolitos e meta-ultramáficas, sobrepostas por filitos/xistos e estes por (SOUZA et. al., 2004).

A Unidade Ortognáissica Migmatítica Intermediária é composta por Hornblenda biotita ortognaisses e Biotita ortognaisse, de composição granodiorítica a tonalítica. Em sua grande maioria, estes gnaisses apresentam aspectos migmatíticos, com matriz fina e porfiroclastos de feldspato (SOUZA et. al., 2004). Os granitóides da sequência Cedo a Sin-colisional são regionalmente descritos como monzogranitos e quartzo-monzogranitos, compostos por microclina, quartzo, plagioclásio, biotita e hornblenda.

Grupo São João del-Rei

Os sedimentos metamorfizados do grupo foram divididos nas formações Tiradentes (quartzitos, pelitos), Carandaí (diamictitos, pelitos), Barroso (calcários, pelitos), Prados e Macaia (pelitos) e Rio Elvas (wackes, pelitos).

Na área de estudo deve-se destacar a presença dos litotipos associados à Formação Carandaí, que representam fluxos de detritos em borda de bacia e pelitos típicos de inundação marinha. Em alguns casos os sedimentos das formações Prados (metassiltitos listrados) e Barroso (calcários e caciofilitos) são confundidos com as rochas da Formação Carandaí ou apresentam continuidade que dificultam sua individualização.

BACIA SANFRANCISCANA

A Bacia Sanfranciscana é uma depressão tectônica com orientação geral norte-sul e extensão de mais de 1000km. Tem seu limite norte a região da Bacia do Parnaíba e Chapada das Mangabeiras e ao sul no Triângulo Mineiro. Sua origem é interpretada como reflexo, intracratônico, dos esforços neocambrianos atuantes nos riftes do Cráton do São Francisco. Esta bacia é preenchida por sedimentos continentais detríticos cretáceos em sua porção norte, e na porção sul por lava ultrabásica (SGARBI et. al., 2001). Associada a área de estudo tem-se apenas os sedimentos detríticos interpretados como pertencendo aos grupos Santa Fé, Areado e Urucuia.

Grupo Mata da Corda

Grupo Mata da Corda é formado por rochas vulcânicas e vulcanoclásticas, dividido em três formações assim constituídas: Formação Patos, constituído por rochas efusivas ultramáficas e alcalinas; Formação Capacete, constituída por conglomerados vulcânicos e arenitos vulcânicos e Formação Urucuia, formada por arenitos argilosos com contribuição vulcânica (BAPTISTA, 2004).

Grupo Areado

O grupo representa uma sequência sedimentar de grande variedade faciológica. Individualizado em três formações, este grupo apresenta, da base para o topo:

Formação Abaeté: composta por conglomerados matriz e clasto suportados, apresentando depósitos do tipo wadi e ventifactos (típicos de ambientes desérticos), sua espessura total varia de alguns centímetros até 10m. Formação Quiricó: constituída por folhelhos, siltitos e arenitos finos, com raras lentes carbonáticas. A formação apresenta espessura máxima de 100m e conteúdo fossilífero. Formação Três Barras: constituída por arenitos médios vermelhos ou rosados. A espessura máxima foi encontrada no ribeirão homônimo e é da ordem de 140 m. (SGARBI et. al., 2001).

COBERTURAS SEDIMENTARES RECENTES

De forma descontínua, são observadas coberturas de sedimentos inconsolidados aflorando em toda a área de estudo. 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 ferruginosas. Estas áreas apresentam baixíssimo potencial à formação e preservação de cavernas.

b. Revisão geomorfológica regional

A BR-040, em todo o trecho estudado, transpassa 7 grandes compartimentações geomorfológicas (Brasil, 2002), a saber: Patamares dos Rios São Francisco e Tocantins, Chapadas do Rio São Francisco, Depressão do Alto-Médio Rio São Francisco, Planalto Centro-Sul Mineiro e Depressão de Belo Horizonte, Serras do Espinhaço/ Tabatinga/ Quadrilátero Ferrífero, Escarpas e Reversos da Serra da Mantiqueira e Planalto Central Brasileiro (Anexo XV– item Mapa de Compartimentação Geomorfológico).

- Os Patamares do Rio São Francisco representam uma grande compartimentação geomorfológica que apresenta na sua porção mais norte as unidades geomorfológicas do Planalto do Espigão Mestre – com as unidades de relevo de Vales Encaixados e Chapadas; passando para Unidade Patamares e Degraus do Planalto do Espigão Mestre – com os domínios Patamares Litoestruturais, Degraus Escarpados e Morros-testemunho e Domínio Colinoso. Em geral são caracterizados por relevos planos a pouco ondulados, constituídos em diferentes tipos rochosos. Eles formam os degraus estruturais que unem a Chapada do São Francisco com as Depressões do Médio São Francisco e Alto Rio Tocantins. Regionalmente são descritas variações altimétricas entre 600m e 1000m.
- A Chapada do Rio São Francisco é identificada pelo relevo de topo plano, elaborados em rochas sedimentares, com orientação geral N-S e limitadas por escarpas a leste e a oeste, com altitudes que variam entre 650m e 900m.
- Na Depressão do Alto-Médio Rio São Francisco são observadas as unidades geomorfológicas: Depressão do Alto-Médio Vale do rio São Francisco – com unidades de relevo Tabuleiros e Superfícies Aplainadas. Unidade Geomorfológica Cristas Isoladas da Depressão do rio São Francisco – com a unidade Serras Alinhadas, na Unidade Geomorfológica Planícies Aluviais da Bacia do Rio São Francisco e na Unidade Geomorfológica Chapadas do Alto-Médio Vale do rio São Francisco – Domínio Colinoso. Essas áreas são regionalmente descritas como: formadas por relevos planos a suavemente ondulado, sempre circundada por áreas de maior expressão topográficas.

Estas áreas representam as grandes bacias de deposição dos sedimentos recém-erodidos.

- A compartimentação do Planalto Centro-Sul Mineiro e Depressão de Belo Horizonte, corresponde na região de estudo, a uma zona de rebaixamento delimitada, em sua porção sul, pelas bordas abruptas da Serra do Curral e, em sua porção norte, pelos terrenos de relevo pouco expressivo associados à borda da bacia sedimentar do Grupo Bambuí. Neste trecho predominam as colinas de topos planos a arqueados, com encostas côncavo-convexas e altitudes entre 800-900m.
- Serras do Espinhaço/ Tabatinga/ Quadrilátero Ferrífero. Nesta compartimentação são individualizadas serras cuja predominância das formas de relevo guarda as características estruturais, decorrentes de uma tectônica compressiva com cavalgamentos. As formas de relevo resultantes da dissecação fluvial são representadas por cristas, escarpas e vales adaptados às direções tectônicas e estruturais. Esta unidade constitui parte de um grande escarpamento que separa o interior continental da fachada atlântica e configura o divisor hidrográfico da bacia do Rio São Francisco com as bacias hidrográficas costeiras.
- Escarpas e Reversos da Serra da Mantiqueira representam uma área influenciada por um intenso tectonismo, com soerguimento de blocos e falhamentos, e desenvolve-se sobre rochas proterozóicas, assim como intrusões de granitos e intrusivas alcalinas (RADAMBRASIL, 1983).
- A última compartimentação de relevo é a do Planalto Central, com regiões planas a dissecadas, de altitudes elevadas, variando na área de estudo entre 850m e 950m. Esta área é limitada a leste pela Depressão do Médio Rio São Francisco e a oeste pela Depressão do Alto Rio Tocantins, superfícies topograficamente mais baixas.

c. Patrimônio espeleológico regional

O potencial espeleológico brasileiro é indiscutível. Estima-se que possam existir mais de 100.000 cavernas em todo o país, das quais menos que 10% encontram-se cadastradas no Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas - CANIE.

A área de estudo está inserida no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Minas Gerais. O Distrito Federal possui 81 cavernas registradas, o que corresponde a 0,6% do patrimônio espeleológico nacional conhecido (13.389 cavernas). O Estado do Goiás possui 853 cavernas registradas, o que corresponde a 6,4% do patrimônio espeleológico nacional conhecido. O Estado

de Minas Gerais possui 5.203 cavernas registradas, o que corresponde a 38,9% do patrimônio espeleológico nacional conhecido. Estes dados são provenientes da supracitada base de dados (Brasil, 2014).

Além do Distrito Federal, dentre os 34 municípios transpassados pela rodovia, apenas 13 municípios possuem cavidades previamente conhecidas e registradas, totalizando um número de 1.029 ocorrências.

Considerando-se, no entanto, a faixa de proximidade (FP) da rodovia existem 261 cavernas, todas no Estado de Minas Gerais, com distâncias variadas em relação ao eixo da rodovia, discriminadas na (Tabela 10).

Destas cavernas, apenas 25 se encontram dentro da Área de Prospecção Espeleológica (APE), ou seja, a menos de 290 m da rodovia (Anexo XV – Item Mapas de localização das cavernas próximas ao empreendimento), distribuídas entre os municípios de Sete Lagoas (14 ocorrências), Nova Lima (5 ocorrências) e Itabirito (6 ocorrências).

Tabela 10 - Localização das cavernas próximas ao empreendimento, com coordenadas UTM (Datum SIRGAS 2000), município e distância da rodovia BR-040. 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	
Caverna MS-28	Itabirito	23K	607552	7763019	25
Caverna SM-20	Nova Lima	23K	607062	7776436	87
Abrigo Bolotas (P56)	Sete Lagoas	23K	575426	7844796	99
Gruta Ipsilon (Caverna P06)	Sete Lagoas	23K	575321	7844544	111
Caverna P57	Sete Lagoas	23K	575412	7844774	115
Caverna SM-21	Nova Lima	23K	607012	7776438	132
Caverna SM-22	Nova Lima	23K	607007	7776410	143
Fenda da Raiz (P09)	Sete Lagoas	23K	575276	7844499	147
Caverna P10	Sete Lagoas	23K	575282	7844545	149
Abrigo P72	Sete Lagoas	23K	575282	7844545	149
Caverna P05	Sete Lagoas	23K	575303	7844636	166
Caverna P13	Sete Lagoas	23K	575342	7843993	185
Caverna P58	Sete Lagoas	23K	575320	7845053	189
Caverna P59	Sete Lagoas	23K	575319	7845058	190
Caverna P12	Sete Lagoas	23K	575336	7843983	192
Caverna P11	Sete Lagoas	23K	575329	7843967	200
Caverna SM-18	Nova Lima	23K	608220	7771414	214
Caverna SM-19	Nova Lima	23K	608225	7771472	226
Abrigo P60	Sete Lagoas	23K	575269	7845064	240
Caverna VL-34	Itabirito	23K	611262	7752344	243
Caverna MS-25	Itabirito	23K	607968	7760781	245
Caverna MS-27	Itabirito	23K	607996	7760622	265
Caverna MS-26	Itabirito	23K	607986	7760651	267

Nome	Município	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)			Distância (m)
		Zona	Leste	Norte	
Caverna MS-24	Itabirito	23K	607947	7760775	267
Caverna P08	Sete Lagoas	23K	575193	7844266	283
Abrigo P61	Sete Lagoas	23K	575222	7845029	292
Gruta do Rei do Mato	Sete Lagoas	23K	575237	7844264	303
Caverna P07	Sete Lagoas	23K	575183	7844242	303
Caverna VL-10	Itabirito	23K	610114	7756589	313
Caverna VL-38	Itabirito	23K	610901	7753739	314
Lapa da Grutinha	Sete Lagoas	23K	575230	7844215	317
Gruta da Torre	Sete Lagoas	23K	576011	7843919	323
Caverna SM-17	Nova Lima	23K	608361	7772246	340
Caverna P03	Sete Lagoas	23K	575133	7844250	345
Gruta da Fenda Meandrante (P02)	Sete Lagoas	23K	575155	7844190	354
Caverna VL-39	Itabirito	23K	609255	7757684	365
Gruta da Flor de Calcita	Sete Lagoas	23K	575092	7844289	367
Cavernas P01 A e P01 B	Sete Lagoas	23K	575154	7844154	370
Caverna SM-12	Nova Lima	23K	608052	7773102	395
Caverna VL-01	Itabirito	23K	610078	7756504	403
Caverna VL-14	Itabirito	23K	609971	7756559	409
Caverna VL-02	Itabirito	23K	610042	7756508	417
Caverna VL-04	Itabirito	23K	610183	7756423	419
Caverna VL-11	Itabirito	23K	610068	7756491	419
Caverna VL-05	Itabirito	23K	610069	7756487	422
Abrigo P15	Sete Lagoas	23K	575113	7843860	427
Abrigo P16	Sete Lagoas	23K	575092	7843855	449
Caverna VL-09	Itabirito	23K	609992	7756483	463
Caverna MS-20	Brumadinho	23K	607308	7762282	476
Caverna VL-07	Moeda	23K	609851	7756547	482
Caverna MS-23	Brumadinho	23K	607232	7762527	482
Caverna VL-08	Moeda	23K	609868	7756531	485
Toca do Lobo	Itabirito	23K	609188	7757574	489
Gruta Quadrada (P18)	Sete Lagoas	23K	575061	7843777	490
Caverna MS-22	Brumadinho	23K	607227	7762511	492
Caverna MS-21	Brumadinho	23K	607226	7762508	493
Abrigo (P19)	Sete Lagoas	23K	575058	7843762	495
Abrigos sob Rocha P17 Leste / P17 do Meio e P17 Oeste	Sete Lagoas	23K	575052	7843801	496
Caverna VL-03	Itabirito	23K	610075	7756363	524
Caverna MS-05	Nova Lima	23K	607483	7768319	535
Caverna MS-04	Nova Lima	23K	607433	7767873	540
Caverna P23 associada a Abrigo	Sete Lagoas	23K	575029	7843677	541
Caverna P20	Sete Lagoas	23K	575013	7843744	543
Cavernas P21 Leste e P21 Oeste	Sete Lagoas	23K	575003	7843737	554
Abrigo P35	Sete Lagoas	23K	575027	7843633	556

Nome	Município	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)			Distância (m)
		Zona	Leste	Norte	
Caverna P74	Sete Lagoas	23K	574954	7844142	556
Caverna SM-13	Nova Lima	23K	607924	7772977	557
Caverna P34 associada a Abrigo P34	Sete Lagoas	23K	575029	7843616	560
Cavernas P22 Leste / P22 Oeste / Abrigo sob rocha	Sete Lagoas	23K	574994	7843750	562
Caverna MS-06	Nova Lima	23K	607426	7768038	565
Sumidouro das Indomáveis (P71)	Sete Lagoas	23K	574887	7844239	582
Abrigo P73	Sete Lagoas	23K	574927	7844123	589
Caverna P33	Sete Lagoas	23K	575002	7843598	592
Caverna P55	Sete Lagoas	23K	574892	7844192	593
Caverna P62	Sete Lagoas	23K	574898	7844169	597
Gruta dos Orixás (P32)	Sete Lagoas	23K	575004	7843557	606
Caverna MS-02	Nova Lima	23K	607164	7767600	615
Abrigo P63	Sete Lagoas	23K	574868	7844191	617
Caverna VL-37	Moeda	23K	610037	7755057	623
Caverna P54	Sete Lagoas	23K	574867	7844155	632
Caverna P64	Sete Lagoas	23K	574852	7844185	634
Caverna P70	Sete Lagoas	23K	574819	7844294	634
Caverna P31	Sete Lagoas	23K	574969	7843555	640
Caverna MS-19	Brumadinho	23K	606825	7763712	645
Caverna P69	Sete Lagoas	23K	574811	7844283	645
Abrigo P68	Sete Lagoas	23K	574804	7844283	652
Caverna VL-19	Itabirito	23K	611942	7750670	657
Cavernas Sul P65 / Central P65 e Norte P65 / Abrigo P65	Sete Lagoas	23K	574823	7844190	660
Caverna VL-06	Itabirito	23K	610123	7756171	664
Caverna P67	Sete Lagoas	23K	574793	7844256	669
Abrigo P28	Sete Lagoas	23K	574917	7843597	674
Caverna P66	Sete Lagoas	23K	574796	7844220	676
Caverna VL-35	Moeda	23K	610385	7754038	680
Caverna MS-03	Nova Lima	23K	607260	7767866	685
Caverna VL-13	Moeda	23K	609979	7755378	692
Caverna P53 associada a Abrigo P53	Sete Lagoas	23K	574802	7844140	699
Caverna MS-01	Nova Lima	23K	607254	7767889	703
Caverna SM-16	Nova Lima	23K	608023	7772042	706
Caverna RM-40	Nova Lima	23K	606916	7786345	707
Caverna RM-39	Nova Lima	23K	606958	7786473	711
Caverna P27e Abrigo P27	Sete Lagoas	23K	574867	7843598	722
Caverna P48	Sete Lagoas	23K	574843	7843697	723
Caverna P26	Sete Lagoas	23K	574851	7843629	729
Abrigo P25	Sete Lagoas	23K	574844	7843643	733
Abrigo P47	Sete Lagoas	23K	574820	7843741	740

Nome	Município	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)			Distância (m)
		Zona	Leste	Norte	
Caverna VL-15	Moeda	23K	609981	7755558	746
Caverna P44 associada a Abrigo P44	Sete Lagoas	23K	574817	7843701	748
Caverna MS-32	Nova Lima	23K	607882	7765883	755
Caverna P49	Sete Lagoas	23K	574800	7843767	757
Gruta do Altar (P43)	Sete Lagoas	23K	574811	7843683	758
Caverna MS-30	Nova Lima	23K	607891	7765851	758
Caverna MS-29	Nova Lima	23K	607889	7765869	759
Caverna MS-31	Nova Lima	23K	607895	7765840	761
Caverna P24 e Abrigo sob Rocha P24	Sete Lagoas	23K	574808	7843679	761
Caverna RM-37	Nova Lima	23K	607234	7787040	762
Caverna VL-36	Moeda	23K	610459	7753704	764
Abrigo e Cavernas (P46)	Sete Lagoas	23K	574792	7843758	766
Caverna P52	Sete Lagoas	23K	574744	7844105	767
Abrigo P45	Sete Lagoas	23K	574784	7843744	776
Caverna VL-20	Itabirito	23K	611828	7750628	780
Caverna MS-150	Nova Lima	23K	607913	7765855	782
Gruta do 3	Sete Lagoas	23K	574757	7843966	787
Abrigo P36	Sete Lagoas	23K	574761	7843787	794
Abrigo P39	Sete Lagoas	23K	574743	7843998	799
Caverna P14	Sete Lagoas	23K	575141	7843101	804
Abrigo P37	Sete Lagoas	23K	574745	7843843	806
Abrigo P50	Sete Lagoas	23K	574742	7843852	808
Caverna P40	Sete Lagoas	23K	574736	7843944	809
Caverna P41 associada a Abrigo P41	Sete Lagoas	23K	574736	7843944	809
Abrigo Rei do Mato	Sete Lagoas	23K	574733	7843846	818
Abrigo P51	Sete Lagoas	23K	574720	7844035	818
Abrigo P42	Sete Lagoas	23K	574727	7843910	820
Caverna RM-41	Nova Lima	23K	607271	7787240	842
Caverna RM-42	Nova Lima	23K	607271	7787240	842
Caverna SM-10	Nova Lima	23K	607032	7774864	890
Caverna REF-003	Nova Lima	23K	607714	7780982	916
Caverna RM-38	Nova Lima	23K	606831	7786695	920
Caverna MS-14	Nova Lima	23K	607358	7770870	931
Gruta Capao Xavier I	Nova Lima	23K	606665	7782660	941
Gruta Capao Xavier II	Nova Lima	23K	606665	7782660	941
Caverna SM-11	Nova Lima	23K	607541	7772897	957
Caverna REF-005	Nova Lima	23K	607955	7781261	962
Caverna VL-21	Itabirito	23K	611530	7750797	979
Caverna REF-004	Nova Lima	23K	607966	7781244	982
PBR-018	Nova Lima	23K	607199	7769943	983
Caverna SM-06	Nova Lima	23K	607200	7773964	983

Nome	Município	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)			Distância (m)
		Zona	Leste	Norte	
Caverna MS-13	Nova Lima	23K	607183	7769933	998
Caverna SM-07	Nova Lima	23K	607130	7774137	1001
Caverna SM-08	Nova Lima	23K	607130	7774137	1001
Caverna MS-15	Nova Lima	23K	607290	7770924	1012
Caverna SM-09	Nova Lima	23K	607123	7774107	1017
Caverna MS-18	Nova Lima	23K	607279	7770925	1023
Caverna VL-22	Itabirito	23K	611433	7750884	1030
Caverna MS-16	Nova Lima	23K	607268	7770921	1032
PBR-016	Nova Lima	23K	607268	7770957	1042
Caverna RM-24	Nova Lima	23K	605301	7780517	1056
Caverna MS-17	Nova Lima	23K	607235	7770909	1063
Caverna VL-33	Moeda	23K	610894	7751439	1100
Caverna VL-32	Moeda	23K	610874	7751431	1119
Caverna VL-23	Itabirito	23K	611305	7750934	1126
PBR-022	Nova Lima	23K	607324	7771354	1126
PBR-007	Brumadinho	23K	607042	7770048	1154
Caverna VL-28	Itabirito	23K	611182	7751076	1176
Caverna RM-23	Brumadinho	23K	605151	7780337	1184
Caverna VL-25	Itabirito	23K	611198	7750984	1202
Caverna VL-31	Moeda	23K	610794	7751392	1203
Caverna VL-24	Itabirito	23K	611090	7751172	1209
Gruta do Cav III	Itabirito	23K	614930	7747784	1213
Caverna VL-26	Itabirito	23K	611173	7750994	1221
Caverna VL-27	Itabirito	23K	611128	7751032	1245
Caverna VL-12	Moeda	23K	609966	7753345	1253
Caverna MS-12	Brumadinho	23K	606902	7769749	1270
Caverna SM-14	Nova Lima	23K	607341	7772415	1293
Caverna SM-23	Brumadinho	23K	606128	7775435	1333
Caverna VL-18	Itabirito	23K	611140	7750693	1384
Gruta Mil Pedras	Sete Lagoas	23K	573240	7845608	1390
Caverna MS-11	Brumadinho	23K	606628	7768186	1397
Caverna SM-05	Brumadinho	23K	606925	7773439	1405
Caverna VL-17	Itabirito	23K	611035	7750317	1416
Caverna SM-03	Brumadinho	23K	606930	7773367	1422
Caverna VL-16	Itabirito	23K	611032	7750327	1423
Gruta do Espelho	Sete Lagoas	23K	571672	7847330	1425
Caverna SM-15	Nova Lima	23K	607238	7772259	1441
Caverna VL-30	Moeda	23K	610778	7751071	1458
Caverna SM-04	Brumadinho	23K	606895	7773304	1474
Caverna VL-29	Moeda	23K	610767	7751052	1480
Lapa do Ninho	Sete Lagoas	23K	574419	7849167	1528
Caverna REF-002	Nova Lima	23K	608376	7779367	1564
Caverna MS-10	Brumadinho	23K	606412	7768293	1631
Caverna MS-09	Brumadinho	23K	606409	7768316	1637

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-040 - DF/GO/MG

Nome	Município	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)			Distância (m)
		Zona	Leste	Norte	
Gruta Mil Pérolas	Sete Lagoas	23K	572894	7845610	1660
Caverna SM-24	Brumadinho	23K	606528	7773832	1683
Gruta do Sumidouro	Caranaíba	23K	624145	7688058	1699
Lapa do Boi	Sete Lagoas	23K	574661	7849199	1707
Caverna RM-36	Brumadinho	23K	604832	7781235	1750
Gruta Jean Louis	Sete Lagoas	23K	574777	7849199	1782
Caverna RM-35	Brumadinho	23K	604621	7780727	1785
Caverna SM-02	Brumadinho	23K	606596	7773126	1820
Caverna SM-01	Brumadinho	23K	606596	7773125	1821
Gruta da Uniao	Ouro Preto	23K	622845	7738972	1856
Caverna MT-002	Nova Lima	23K	608886	7778275	1874
Caverna MT-001	Nova Lima	23K	608884	7778293	1874
Caverna MS-07	Brumadinho	23K	606202	7768577	1875
Caverna MS-08	Brumadinho	23K	606179	7768555	1897
Caverna MT-003	Nova Lima	23K	608931	7778230	1917
Caverna MT-004	Nova Lima	23K	609028	7778245	2018
Caverna RM-43	Nova Lima	23K	605722	7783373	2118
Caverna MT-007	Nova Lima	23K	609187	7777653	2147
Caverna MT-006	Nova Lima	23K	609200	7777657	2160
Caverna MT-005	Nova Lima	23K	609281	7777623	2242
Caverna REF-001	Nova Lima	23K	609004	7779977	2404
Caverna CX-005	Nova Lima	23K	605284	7783357	2452
Caverna RM-26	Nova Lima	23K	605356	7784456	2484
Caverna RM-27	Nova Lima	23K	605356	7784456	2484
Gruta Capao do Inferno Inferior	Sete Lagoas	23K	573085	7843761	2488
Gruta Capao do Inferno Superior	Sete Lagoas	23K	573085	7843761	2488
Caverna RM-28	Nova Lima	23K	605326	7784441	2517
Caverna RM-30	Belo Horizonte	23K	605318	7784508	2518
Caverna CX-003	Nova Lima	23K	604913	7782925	2536
Caverna RM-29	Belo Horizonte	23K	605289	7784486	2551
Caverna RM-32	Nova Lima	23K	605236	7784224	2638
Caverna RM-31	Nova Lima	23K	605236	7784210	2640
Caverna MT-008	Nova Lima	23K	609830	7777132	2659
Caverna RM-33	Belo Horizonte	23K	605139	7784326	2722
Gruta Bacupari	Sete Lagoas	23K	571320	7845926	2794
Caverna CX-004	Nova Lima	23K	605104	7783731	2828
Caverna CX-006	Nova Lima	23K	605072	7783706	2838
Caverna RM-02	Brumadinho	23K	603688	7781487	2929
Caverna RM-21	Belo Horizonte	23K	603847	7781980	2986
Gruta Cascata I	Sete Lagoas	23K	574787	7839206	3111
Gruta da Passagem	Sete Lagoas	23K	574787	7839084	3186
Caverna RM-04	Belo Horizonte	23K	604239	7783254	3295
Caverna RM-25	Belo Horizonte	23K	604255	7783281	3296
Gruta Cascata II	Sete Lagoas	23K	574786	7838896	3301

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-040 - DF/GO/MG

Nome	Município	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)			Distância (m)
		Zona	Leste	Norte	
Caverna RM-01	Belo Horizonte	23K	603379	7781807	3344
Gruta da Taboá	Sete Lagoas	23K	569922	7846257	3369
Caverna RM-34	Belo Horizonte	23K	604214	7783373	3377
Caverna RM-20	Belo Horizonte	23K	603346	7781890	3408
Caverna RM-19	Belo Horizonte	23K	603272	7781902	3482
Caverna RM-18	Belo Horizonte	23K	603195	7781878	3545
Caverna RM-17	Belo Horizonte	23K	603136	7781817	3577
Caverna RM-03	Belo Horizonte	23K	603906	7783344	3634
Gruta Sumidouro do Brocotó	Paracatu	23K	308395	8083879	3752
Lapa dos Tanques	S. Gonçalo Abaeté	23K	445406	7997665	3759
Caverna RM-16	Brumadinho	23K	602917	7781804	3781
Gruta da Estiva	Paraopeba	23K	567241	7869479	3847
Gruta Lapa do Brocotó2	Paracatu	23K	308162	8083811	3998
Gruta Lapa do Brocotó	Paracatu	23K	308131	8083655	4078
Caverna RM-15	Brumadinho	23K	602210	7781514	4384
Caverna RM-14	Brumadinho	23K	602209	7781522	4387
Gruta do Trevo I	Sete Lagoas	23K	570928	7843200	4719
Gruta do Trevo II	Sete Lagoas	23K	570928	7843200	4719
Gruta do Trevo III	Sete Lagoas	23K	570928	7843200	4719
Gruta do Trevo V	Sete Lagoas	23K	570928	7843200	4719
Caverna RM-10	Ibirité	23K	601879	7781693	4760
Caverna RM-09	Ibirité	23K	601860	7781698	4780
Caverna RM-22	Ibirité	23K	601625	7781637	4997
Abrigo P29	Sete Lagoas	23K	574869	7853624	5065
Caverna P30	Sete Lagoas	23K	574869	7853624	5065
Caverna RM-08	Ibirité	23K	601541	7781670	5089

Avaliando as informações contidas no CANIE, observaram-se inconsistências na informação da localização geográfica de várias grutas, três delas erroneamente “transportadas” para a proximidade da rodovia BR-040, sendo as cavernas:

- Gruta da Maxi Cal, no município de Paracatu/MG, está registrada no CANIE com a coordenada incorreta 23K 311913 L 8084129 N. Tal locação a distanciaria 420 m da rodovia BR-040. Conforme informações do Espele Grupo de Brasília (EGB) sua posição correta é sob a coordenada 23K 311605 L 8102395 N, distando, na realidade, 9.670 m da rodovia BR-040;
- Lapa da Grutinha, no município de Sete Lagoas/MG, está registrada no CANIE com a coordenada incorreta 23K 575483L 7845134 N. Tal localização à distância 13 m da rodovia BR-040. Conforme dados do Plano de Manejo do Monumento Natural Estadual da Gruta do Rei do Mato (Minas Gerais, 2012) sua posição correta é sob a coordenada 23K 575230 L 7844215, distando, na realidade, 317 m da rodovia BR-040.

- Lapa do Trevo V, no município de Sete Lagoas/MG, está registrada no CANIE com a coordenada incorreta 23K 575449 L 7844525 N. Tal localização a distancia 17 m da rodovia BR-040. Conforme dados do Departamento Nacional de Produção Mineral a mineração Areia Trevo Comércio e Serviços Ltda. possui a concessão minerária de número 831702/2012, com lavra localizada à coordenada 23K 570928 L 7843200 N (Brasil, 2014b), sendo a posição correta da caverna nesta lavra, conforme os dados originais de cadastro, em 1983, na Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE, 2014) do conjunto de cavernas Lapa do Trevo (I, II, III e V) onde consta o registradas cavernas na localidade “Mineração Trevo” e a condição das três primeiras como “destruídas por empresa mineradora” e da última como “ameaçada por empresa mineradora”. A posição da lavra dista, na realidade, 4.620m da rodovia BR-040.

d. Revisão do potencial espeleológico

O resultado da revisão do mapa de potencialidade espeleológica elaborado divergiu parcialmente do mapa de potencialidade do Centro Nacional de Estudos, Proteção e Manejo de Cavernas – CECAV. Novas áreas foram classificadas como detentoras de algum potencial espeleológico enquanto outras foram reclassificadas como de potenciais mais baixos. Para compatibilização com a escala da área de estudo, limitou-se a análise à Faixa de Proximidade (FP), determinada como de 5 km de raio do atual eixo da rodovia.

Pela extensão do empreendimento e para um melhor detalhamento e compreensão desta classificação, toda a área de estudo foi seccionada em 11 trechos que serão discutidos abaixo:

- Trecho 1: Brasília/DF – Cristalina/GO

Em função da condição geomorfológica local e dos litotipos aflorantes, esta área foi classificada como de baixo potencial espeleológico, com amplos trechos de ocorrência improvável de cavernas (Anexo XV - Item Mapas Potencial Espeleológico, detalhe 1). Não há registros relatados de ocorrência cárstica nos 5 km de entorno avaliados para este trecho e, mesmo após os trabalhos de campo, não foram observadas cavidades associadas a esta porção da área de estudo.

- Trecho 2: Cristalina/GO – Divisa do município de Paracatu/MG

Este trecho da área de estudo apresenta as mesmas características do trecho Brasília/DF – Cristalina/GO. Contudo, há a predominância de áreas classificadas como de ocorrência improvável (Anexo XV - Item Mapas Potencial Espeleológico, detalhe 2), principalmente em função da geologia, uma vez que ambas as áreas estão inseridas no contexto geomorfológico do Planalto Central Brasileiro. Não há registro de cavidades conhecidas no entorno avaliado, bem como, após os trabalhos de campo, não foram identificadas novas cavidades.

- Trecho 3: Paracatu/MG – Lagoa Grande/MG

Os elementos utilizados para reclassificar o potencial desta área apontavam para uma ampla região de ocorrência improvável. Contudo, em função de cavidades naturais já conhecidas nesta região, os terrenos que apresentaram mesma geologia e forma do relevo daqueles que continham cavernas, foram classificadas como de baixo potencial espeleológico (Anexo XV - Item Mapas Potencial Espeleológico, detalhe 3). Há ainda três pequenos pontos de alto potencial nas bordas do entorno de 5 km, porém fora do contexto da rodovia.

Durante os trabalhos de campo foi observada a presença de lentes carbonáticas nos terrenos de baixo potencial. Um levantamento de detalhe (justificado pela presença de rochas de alto potencial) revelaram a presença de 4 novas cavidades, a saber: PEA-0574, PEA-0575, PEA-0576 e PEA-0577.

- Trecho 4: Lagoa Grande/MG – João Pinheiro/MG

Neste trecho a área observada no município de Lagoa Grande apresentou baixo potencial espeleológico, com pequenas porções de potencial improvável associada à coluviões e sedimentos recentes. Contudo, todo trecho presente no município de João Pinheiro apresenta alto potencial espeleológico, em função de litotipos propícios à formação de cavernas e relevos associados aos Patamares do Rio São Francisco (Anexo XV - Item Mapas Potencial Espeleológico, detalhe 4).

Apesar do potencial interpretado, não há cavidades registradas neste trecho, e, após os trabalhos investigativos, não foram encontradas novas cavidades associadas ao empreendimento.

- Trecho 5: João Pinheiro/MG – Três Marias/MG

Assim como no trecho anterior, os terrenos associados ao município de João Pinheiro apresentam alto potencial espeleológico. Os demais terrenos apresentam, em função de suas características intrínsecas, baixo potencial ou ocorrência improvável (Anexo XV - Item Mapas Potencial Espeleológico, detalhe 5).

Há neste trecho uma única cavidade conhecida, a Lapa dos Tanques, que não se encontra no contexto da rodovia. Os trabalhos de campo foram concluídos sem nenhum novo registro de cavidade para esta parte do empreendimento.

- Trecho 6: Três Marias/MG – Curvelo/MG

Nesta porção da área de estudo foram classificadas áreas com baixo potencial espeleológico associadas ao município de Três Marias. Tem-se uma pequena porção classificada como de ocorrência improvável, resultado da exposição de coberturas sedimentares inconsolidadas recentes, e uma ampla área, observada no município de Curvelo, classificada como de alto potencial (Anexo XV - Item Mapas Potencial Espeleológico, detalhe 6).

Apesar desta classificação, não há registros de cavidades conhecidas para este trecho e não foram encontradas novas ocorrências com a conclusão da prospecção da área de estudo.

- Trecho 7: Curvelo/MG – Ribeirão das Neves/MG

Este trecho apresenta uma ampla área de alto potencial entre os municípios de Caetanópolis e Sete Lagoas. A presença de rochas carbonáticas, associadas ao contato das compartimentações Planalto Centro-Sul Mineiro e Depressão do Alto-Médio Rio São Francisco, conferem tal potencial ao trecho em questão (Anexo XV - Item Mapas Potencial Espeleológico, detalhe 7). Um grande número de cavernas é conhecido nesta área, com destaque para o Monumento Natural Estadual Gruta Rei do Mato e todas as cavernas associadas. Na porção restante, até o município de Ribeirão das Neves, a área é classificada como de baixo e de improvável potencial espeleológico. Não foram encontradas novas cavidades associadas a este trecho do empreendimento.

- Trecho 8: Ribeirão das Neves/MG – Ouro Preto/MG

A região próxima ao município de Ribeirão das Neves até aproximadamente a divisa com Belo Horizonte apresenta baixo potencial espeleológico, como na porção final do trecho 7. A partir deste ponto, no trecho entre Belo Horizonte e Ouro Preto, a área recebeu classificação de médio e alto potencial espeleológico, em função de diferentes litotipos propícios à formação de cavernas, associados à forma do relevo favorável. Um grande número de cavernas já é conhecido para este trecho em especial. Isto se deve principalmente pela atuação de grupos de espeleologia locais e pelo grande número de trabalhos de licenciamento ambiental nesta região (Anexo XV - Item Mapas Potencial Espeleológico, detalhe 8).

Não foram observadas novas ocorrências cársticas associadas a este trecho do empreendimento.

- Trecho 9: Ouro Preto/MG – Alfredo Vasconcelos/MG

Neste trecho há os resquícios das condições de alto e médio potencial observados no trecho 8, conferindo à área no município de Ouro Preto maior potencial espeleológico. Estas condições vão deixando de existir próximas ao município de Conselheiro Lafaiete, onde o trecho ainda é classificado como de médio potencial espeleológico (Anexo XV - Item Mapas Potencial Espeleológico, detalhe 9). Apesar da grande quantidade de trabalhos espeleológicos neste trecho, o inventário da BR identificou duas novas cavidades, a PEA-0586 e PEA-0587.

As demais áreas nesta região não apresentam estas características e são classificadas como de baixo potencial ou ocorrência improvável.

Há uma única caverna conhecida neste trecho da área de estudo, a Gruta do Sumidouro, presente no município de Carnaíba. Esta área apresenta baixo potencial, porém, em função da presença desta caverna, toda a continuidade dos litotipos foi classificada como de médio potencial.

- Trecho 10: Alfredo Vasconcelos/MG – Santos Drummond/MG

Este trecho está inserido no contexto de baixo potencial espeleológico, resultado da interação de litotipos pouco propícios e das condições geomorfológicas do Planalto Centro-Sul Mineiro e da Depressão de Belo Horizonte, com pequenas porções de médio potencial e ocorrência improvável (Anexo XV - Item Mapas Potencial Espeleológico, detalhe 10). Não há cavernas conhecidas registradas para esta porção do empreendimento e não foram identificadas novas ocorrências.

- Trecho 11: Santos Drummond/MG – Juiz de Fora/MG

Este trecho está inserido em uma área classificada como de ocorrência improvável, resultado da interação de litotipos pouco propícios e das condições geomorfológicas do Planalto Centro-Sul Mineiro e da Depressão de Belo Horizonte, assim como no trecho 10, porém, com pequenas porções de baixo potencial (Anexo XV - Item Mapas Potencial Espeleológico, detalhe 11). Não há cavernas conhecidas registradas para esta porção do empreendimento e não foram identificadas novas cavernas.

- **ESFORÇO PROSPECTIVO E CAVERNAS INVENTARIADAS**

Durante os serviços de campo, buscou-se verificar in loco todas as áreas consideradas de médio e alto potenciais, em sua maioria localizadas próxima a Sete Lagoas e de Belo Horizonte a Conselheiro Lafaiete. As áreas as baixo e improvável potencial tiveram esforço prospectivo diferenciado, que segue descrito neste tópico.

Tendo-se em vista que diversos empreendimentos e propriedades particulares margeiam a rodovia, os acessos às áreas de médio e alto potenciais foram previamente visitados e, quando constatada a necessidade de requisição de autorização (áreas particulares com cercamento), foi solicitada permissão via ligação telefônica e formalizada, em seguida, via correio eletrônico, quando foram enviados documentos de esclarecimento do serviço, apresentação da empresa, requisição de estudos espeleológicos já realizados e aviso de recebimento.

Foram solicitadas às seguintes empresas permissão de acesso às suas áreas: AVG Siderurgia Ltda. (Sete Lagoas/MG); Calsete Mineração (Sete Lagoas/MG); Condomínio Lagoa do Miguelão (Nova Lima/MG); Gerdau Aços Longos S/A (Sete Lagoas/MG); Gerdau Mining Americas - Várzea do Lopes (Itabirito/MG); Itasider (Sete Lagoas/MG); Jorasa Empreendimentos Ltda (Sete Lagoas/MG); Terra Siderurgia (Sete Lagoas/MG); Vallourec & Mannesman V&M Mineração – Mina Pau Branco (Nova Lima/MG); e Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais (responsável pelo Parque Estadual do Rola Moça, que compreende áreas da VALE Complexo Paraopeba e da COPASA, ambas em Nova Lima/MG).

Destas, apenas as empresas Gerdau Várzea do Lopes, Terra Siderurgia, Vallourec e o Condomínio Lagoa do Miguelão responderam acusando o recebimento do pedido de informações.

A Gerdau Aços Longos S/A foi a única a entrar em contato requisitando informações digitais georreferenciadas da área de pesquisa e a ceder um mapa contendo as cavernas presentes na área de estudo.

A Vallourec propôs uma reunião presencial para explanação dos serviços, mas esta não foi realizada devido à indisponibilidade de seus funcionários em período anterior a 22 de abril de 2014.

A exceção da administração do Condomínio do Miguelão, com resposta favorável à solicitação realizada, nenhuma das empresas se pronunciou quanto à permissão de acesso às áreas, não havendo, portanto, prospecção ativa nestes locais.

Dentre as empresas acima citadas, apenas as cinco listadas na **Tabela 11**, possuem processos de licenciamento ambiental tratando de patrimônio espeleológico disponíveis.

Tabela 11 - Empreendimentos localizados às margens da BR-040, com número de processo de licenciamento junto à Secretaria de Estado de Meio-Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMAD/MG.

Empreendimento	Processo de Licenciamento Ambiental SEMAD/MG	Município
Gerdal Açominas S/A - Mina Várzea do Lopes CNPJ: 17.227.422/0001-05	01776/2004	Itabirito/MG
AVG Siderurgia Ltda. CNPJ: 20.176.160/0002-84	00017/1988	Sete Lagoas/MG
Gerdau Aços Longos S/A (Ex- Calsete Siderurgia Ltda.) CNPJ: 07.358.761/0058-02	00136/1988	Sete Lagoas/MG
Vallourec & Mannesman – V&M Mineração CNPJ: 22.931.380/0001-10	17413/2007	Nova Lima/MG
Jorasa Empreendimentos Ltda. CNPJ: 21.676.960/0001-46	013506/2006	Sete Lagoas/MG

Tendo em vista a realização do Plano de Manejo do Monumento Natural Estadual Gruta Rei do Mato (Minas Gerais, 2012) que contemplou de forma satisfatória o levantamento espeleológico, com especial atenção às áreas de maior possibilidade de impactos – onde inclui-se a margem da BR-040 –, as áreas concernentes a esta Unidade de Conservação não foram alvo de novo inventário.

Os serviços de campo ocorreram entre 17 de março e 8 de abril de 2014, com quatro equipes que se revezaram, perfazendo um total de 4.601,3 km, sendo que destes, aproximadamente 130 km foram realizados por caminhamentos a pé. O esforço prospectivo obedeceu a metodologia

proposta e segue ilustrado no Mapa de Caminhamento Prospectivo (Anexo XV – item Mapa de Caminhamento Prospectivo).

Um total de 31 cavernas foram identificadas na APE, sendo 6 delas descobertas pelas equipes de campo e 25 já conhecidas e registradas no CANIE.

Das novas ocorrências, 4 cavernas encontram-se em áreas de baixo potencial ou ocorrência improvável e 2 em áreas de alto potencial.

Nas áreas de baixo potencial e ocorrência improvável o esforço foi prioritariamente direcionado, com levantamento amostral realizado através de entrevistas a moradores locais (Anexo XV – Item Mapas de Entrevistas). Foram realizadas 64 entrevistas, distribuídas ao longo de todo o trecho de interesse, nas quais:

- 49 indicaram “não haver conhecimento de cavernas na região” ou “não haver cavernas na região”;
- 13 indicaram conhecimento de cavernas, mas devido a certeza de que estas indicações encontram-se fora da área de estudo não foram verificadas (Entrevistas 19, 27, 29, 30, 40, 44, 46, 50, 53, 58, 59, 60 e 61);
- 1 indicou uma feição rochosa, não considerada como caverna (Entrevista 13);
- 1 resultou na descoberta de cavernas (Entrevista 28).

A Entrevista 28 evidenciou a ocorrência de quatro novas cavidades naturais subterrâneas, portanto não registradas no CANIE. Estas cavernas foram nominadas PEA-574, PEA-0575, PEA-0576 e PEA-0577, distantes 25 m, 20 m, 59 m e 23 m, respectivamente, do atual eixo da BR-040, três delas, portanto, dentro da faixa de domínio.

Nas áreas de alto potencial, foram identificadas duas novas cavernas, sendo as cavernas PEA-0586 e PEA-0587, ambas localizadas no município de Congonhas/MG, distantes, respectivamente, 259 m e 228 m do atual eixo da BR-040.

Das 25 cavernas previamente conhecidas presentes na APE, 8 ocorrências foram vistoriadas, a saber: Caverna SM-20, Caverna SM-21, Caverna SM-22, Caverna MS-24, Caverna MS-25, Caverna MS-26, Caverna MS-27 e Caverna MS-28; 17 não foram verificadas em campo, devido estarem presentes em áreas particulares com entrada não autorizada, a saber: 14 inseridas UC MNEGRM (Abrigo Bolotas, Gruta Ipsilon, Caverna P57, Fenda da Raiz, Caverna P05, Caverna P08, Caverna P10, Caverna P13, Caverna P58, Caverna P59, Caverna P12, Caverna P11, Abrigo P60 e Abrigo P72); 2 presentes em áreas da Vallourec (Caverna SM-19 e Caverna SM-18) e 1 em área da Gerdau Várzea do Lopes (Caverna VL-34).

As cavernas SM-20, SM-21 e SM-22 encontram-se na área de preservação ambiental do Condomínio Lagoa do Miguelão e foram vistoriadas com o consentimento dos proprietários da

terra. Estas três cavernas receberam número de registro próprio (PEA-582, PEA-0581 e PEA-0580, respectivamente) e estão descritas neste estudo.

As cavernas MS-24 (PEA-0584), MS-25 (PEA-585) MS-26 e MS-27 (PEA-0583) e MS-28 (PEA-0579) encontram-se em áreas de livre acesso e, portanto, também foram verificadas in loco. Os dados cadastrados no CANIE para estas cavernas constam como oriundos da Minerações Brasileiras Unidas S.A.

Observou-se que as cavernas MS-26 e MS-27 foram anteriormente consideradas como ocorrências distintas, mas possuem interconexões em condutos estreitos, sendo, portanto aqui tratadas como uma só caverna, com número de cadastro PEA-0583.

O registro descritivo e fotográfico das 13 cavernas vistoriadas (7 previamente conhecidas e 6 novas ocorrências), segue abaixo.

a. Descrição das Cavernas

As cavernas presentes na área de estudo do projeto de duplicação da BR-040 DF/GO/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 e mapeamento espeleológico (este último no Anexo XV).

PEA-0574

Dados de localização

Município: Paracatu-MG
Coordenadas: 23K (SIRGAS 2000)
UTM E: 313.496
UTM N: 8.081.527
Altitude: 586 m
Distância da BR-040: 25 m

Dados espeleométricos

Desenvolvimento Linear: 24,5 m
Projeção Horizontal: 23,8 m
Desnível: 11,0 m

Litologia

Calcário



Localização e caracterização externa

A caverna PEA-0574 está localizada no município de Paracatu/MG. Seu acesso é realizado a partir da cidade de Paracatu sentido Belo Horizonte/MG seguindo por 20 km pela BR-040, próximo ao KM 63. Encontra-se na margem direita da rodovia, em um mata de galeria, distante 25m da

pista. Vizinhas a esta, tem-se as cavernas PEA-0575, PEA-576 e PEA-0577, localizadas a menos de 100 m de distância.

A cavidade está inserida em uma lente carbonática a 200 m do fundo do vale formado pelas Serra da Lapa e Serra do Pião, que distam, respectivamente, cerca de 3 km da caverna na direção sudoeste e 8 km, na direção nordeste.

A vegetação de entorno da cavidade é constituída por uma delgada Mata de Galeria, com arbustos e árvores de médio porte, que margeiam a drenagem intermitente que corre no sentido noroeste, acompanhando paralelamente a rodovia e presente nos dois lados da pista.

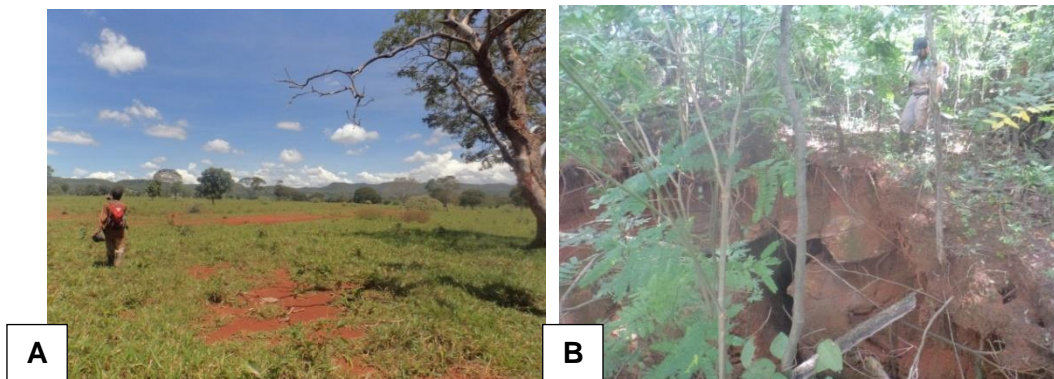


Figura 34- - A) Planície próxima à caverna PEA-0574, com a Serra da Lapa ao fundo. B) Mata de galeria e afloramento da lente carbonática apresentando a entrada da caverna.

Aspectos geológicos

Sua entrada em declive em relação ao terreno canaliza as águas pluviais para o interior da cavidade que, associada ao fator estrutural, gerou o vazio no maciço carbonático. Esta caverna é formada pelo espaçamento físico e químico das fraturas devido à passagem de águas sobre os planos preferenciais N230° e N320°, ortogonais ao acamamento horizontal.

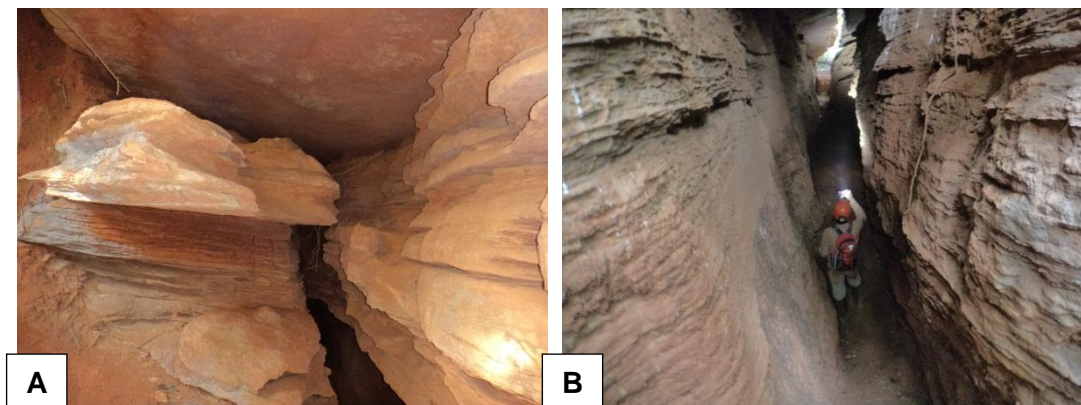


Figura 35 - A) Acamamento horizontalizado do maciço que abrange a PEA-0574. B) Fratura espaçada que forma o conduto principal da caverna.

Morfologia subterrânea

A entrada principal da caverna PEA-0574 se dá em uma dolina de abatimento com paredes verticalizadas de aproximadamente 5 m de diâmetro e 11 m de profundidade. A oeste há uma pequena passagem estreita e em teto baixo de 3 m de comprimento que dá acesso a uma segunda dolina de 6 m de comprimento, 3 m de largura e 0,6 m de profundidade com morfologia indefinida e mais próxima à rodovia.

A leste da dolina de entrada, há um conduto fendular vertical bastante retilíneo de 17 m de comprimento, 1 m de largura média e até 10 m de altura na direção N230°. Em sua parede sul, há dois condutos de continuação limitada perpendiculares ao principal, que se iniciam a 3 m de altura em relação ao piso plano.

Ao final do conduto principal tem-se uma entrada secundária de dimensões semelhantes às da primeira, que dá para uma drenagem profunda, com sinais claros de voçoroca.

Conteúdo sedimentar

Foram observados bancos de sedimentos terrígenos alóctones ao fundo da dolina de entrada e no piso do conduto principal da cavidade.

Não foram observados espeleotemas no interior da cavidade.

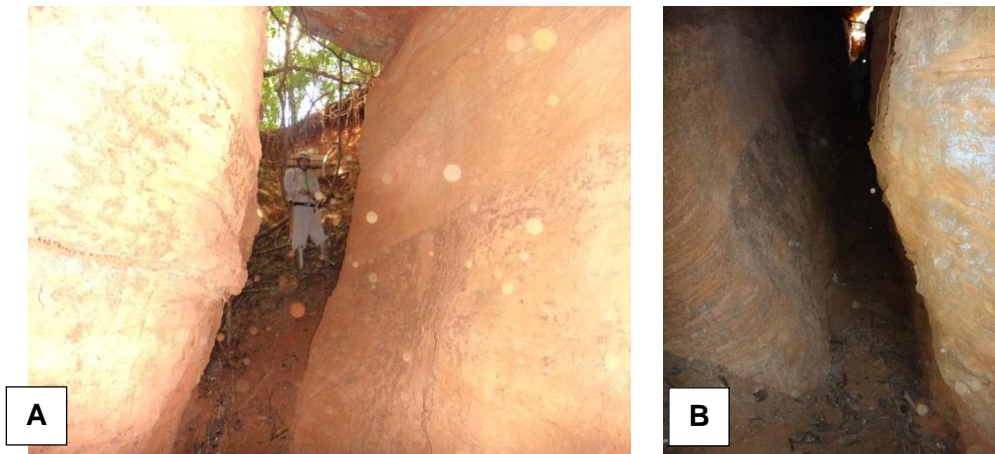


Figura 36 - A e B) Banco de sedimentos alóctones na dolina de entrada e no piso do conduto principal da cavidade PEA-0574.

Aspectos hídricos

A cavidade está presente na vertente de drenagem da Serra da Lapa, cuja captação de águas meteóricas, em superfície ou subsuperfície, alimenta a Lagoa do Sobrado ou “Lagoa Azul” como é conhecida na região.

A entrada principal da cavidade, formada por uma dolina com declive em relação ao terreno, proporciona a entrada de enxurradas para seu interior, que são canalizadas pelo seu conduto principal até a entrada secundária, localizada na parede oeste da drenagem intermitente.

A presença de sedimentos e detritos inorgânicos nas paredes a 1,8 m de altura do piso indica a presença de alagamento parcial da cavidade na época das chuvas.

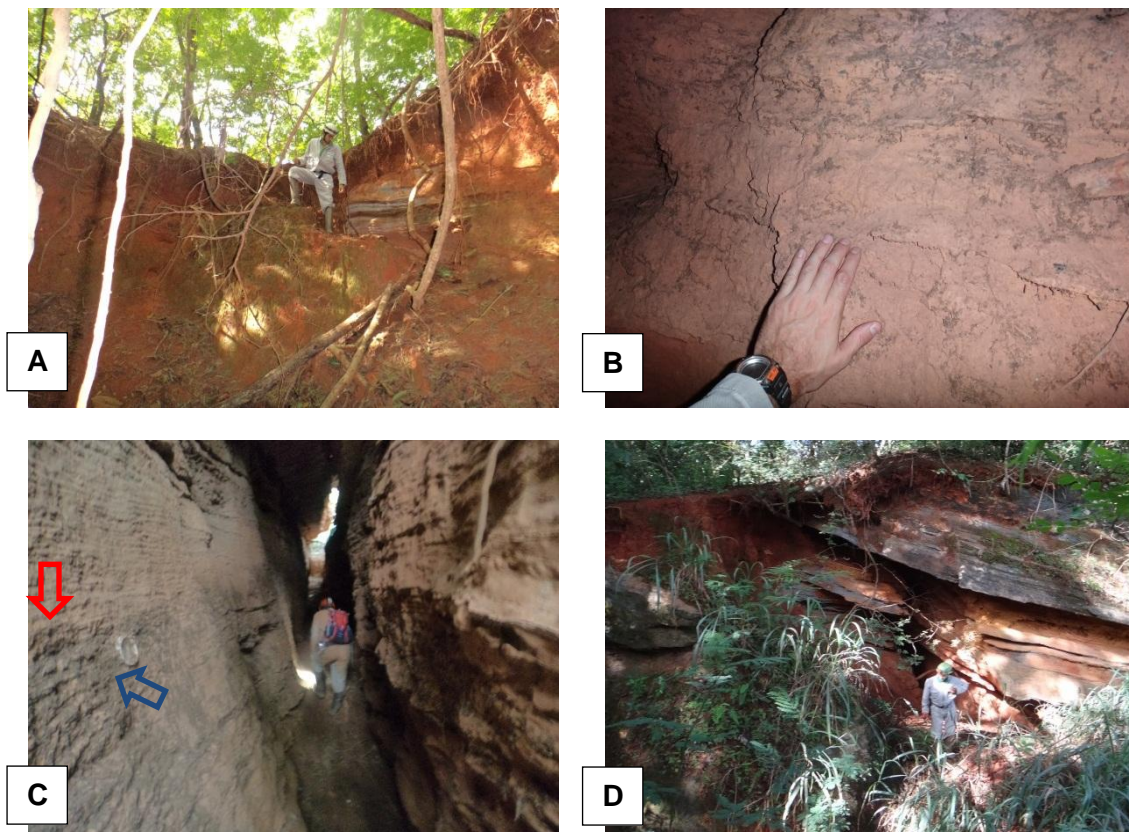


Figura 37 - A) Dolina da entrada principal da caverna que canaliza águas meteóricas para seu interior. B) Sedimento terrígeno sobre as paredes. C) Marca d'água (seta vermelha) e lixo sobre a parede da cavidade (seta azul). D) Entrada secundária em ressurgência

A drenagem intermitente interliga as cavernas PEA-0574, PEA-0575 e PEA-0576.

Observações

Foram observados diversos tipos de substratos orgânicos, representados por detritos, material vegetal, carcaças, raízes e guano de morcegos.

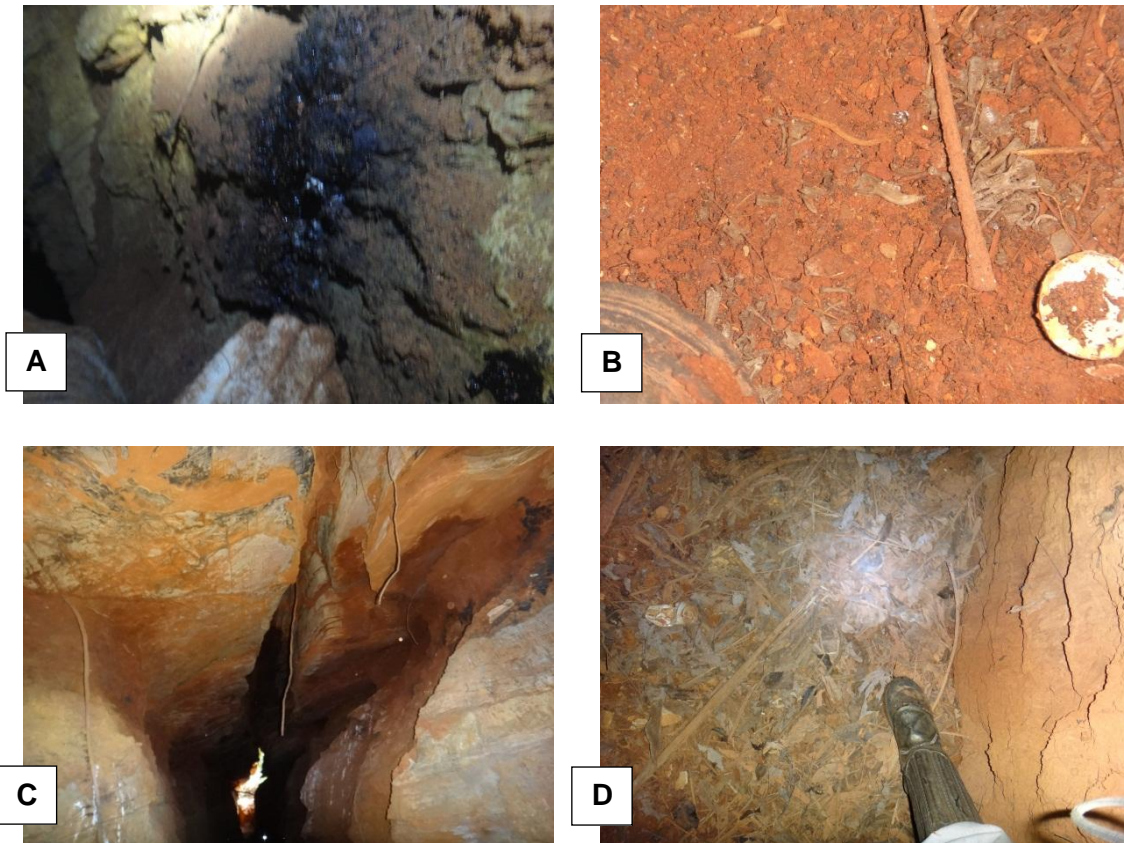


Figura 38 - A) Guano de morcegos hematófagos. B) Carcaça em estágio avançado de decomposição. C) Raízes pendentes do teto. D) Serapilheira.

Foram observadas duas colônias de morcegos (Chiroptera) de espécies não identificadas e invertebrados representados por mariposas (Hypoema), besouros (Coleoptera), formigas (Formicidae), grilos (Gryllidae), moscas (Psocoptera), opiniões e aranhas (Arachnida) não identificados.

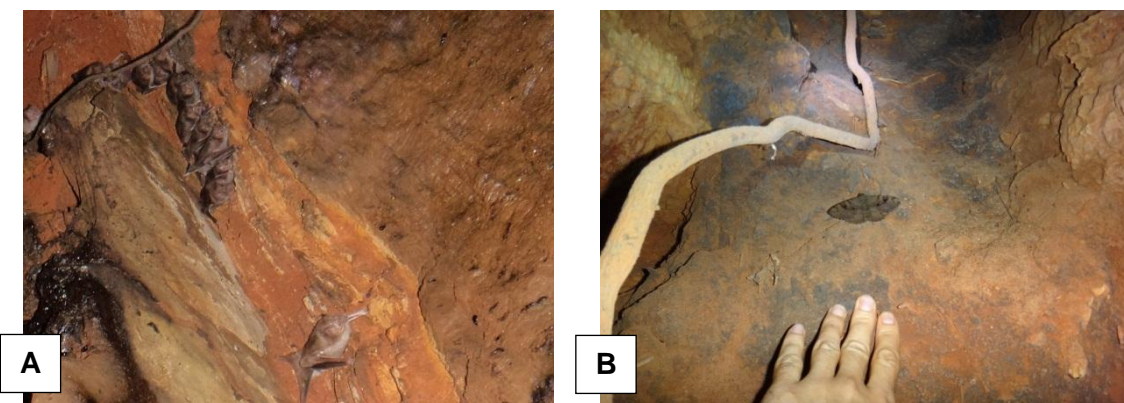


Figura 39 - A) Colônia de morcegos. B) Mariposa.

Foi observado lixo no interior da cavidade trazido pelo fluxo intermitente de águas meteóricas. Não foram observados indícios arqueológicos ou paleontológicos.

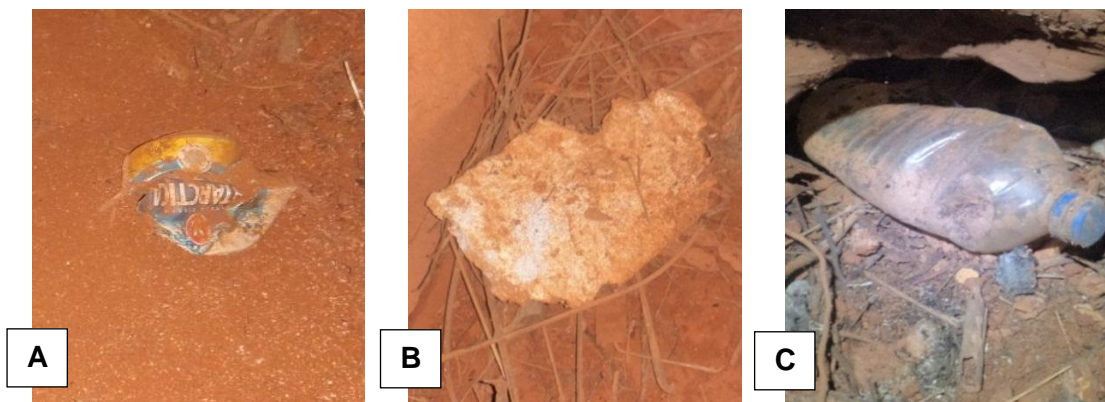


Figura 40 - A) Lata de Cerveja. B) Isopor. C) Garrafa Pet.

PEA-0575

Dados de localização

Município: Paracatu-MG
 Coordenadas: 23K (SIRGAS 2000)
 UTM E: 313.490
 UTM N: 8.081.551
 Altitude: 586 m
 Distância da BR-040: 20m

Dados espeleométricos

Desenvolvimento Linear: 21,6 m
 Projeção Horizontal: 20,5 m
 Desnível: 6,0 m

Litologia

Calcário



Localização e caracterização externa

A caverna PEA-0575 está localizada no município de Paracatu/MG. Seu acesso é realizado a partir da cidade de Paracatu sentido Belo Horizonte/MG seguindo por 20 km pela BR-040, próximo ao KM 63. Encontra-se na margem direita da rodovia, em uma mata de galeria, distante 20 m da pista. Vizinhas a esta, tem-se as cavernas PEA-0574, PEA-576 e PEA-0577, localizadas a menos de 100 m de distância.

A cavidade está inserida em uma lente carbonática a 200 m do fundo do vale formado pelas Serra da Lapa e Serra do Pião, que distam, respectivamente, cerca de 3 km da caverna na direção sudoeste e 8 km, na direção nordeste.

A vegetação de entorno da cavidade é constituída por uma delgada Mata de Galeria, com arbustos e árvores de médio porte, que margeiam a drenagem intermitente que corre no sentido noroeste, acompanhando paralelamente a rodovia em ambos os lados da pista.

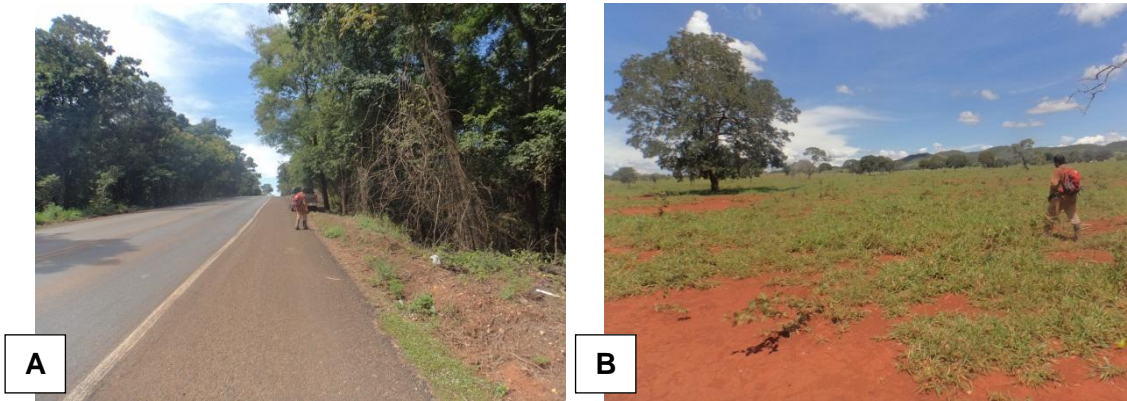


Figura 41- A) Mata de galeria acompanhando os dois lados da Rodovia onde está inserida a cavidade. B) Pastagem com a Serra da Lapa ao fundo.

Aspectos geológicos

Sua entrada em declive em relação ao terreno canaliza as águas pluviais para o interior da cavidade que, associada a um importante fator estrutural, gerou o vazio no maciço carbonático. Esta caverna é formada pelo espaçamento físico e químico das fraturas devido à passagem de águas sobre o plano preferencial N190°, ortogonal ao acamamento horizontal.

Outro fator contribuinte para evolução da cavidade é o processo de instabilização e desmoronamento de blocos. Foi observada em algumas porções da caverna a inexistência de rochas no teto, sendo este constituído e sustentado por uma fina camada de solo e raízes, bastante instável.

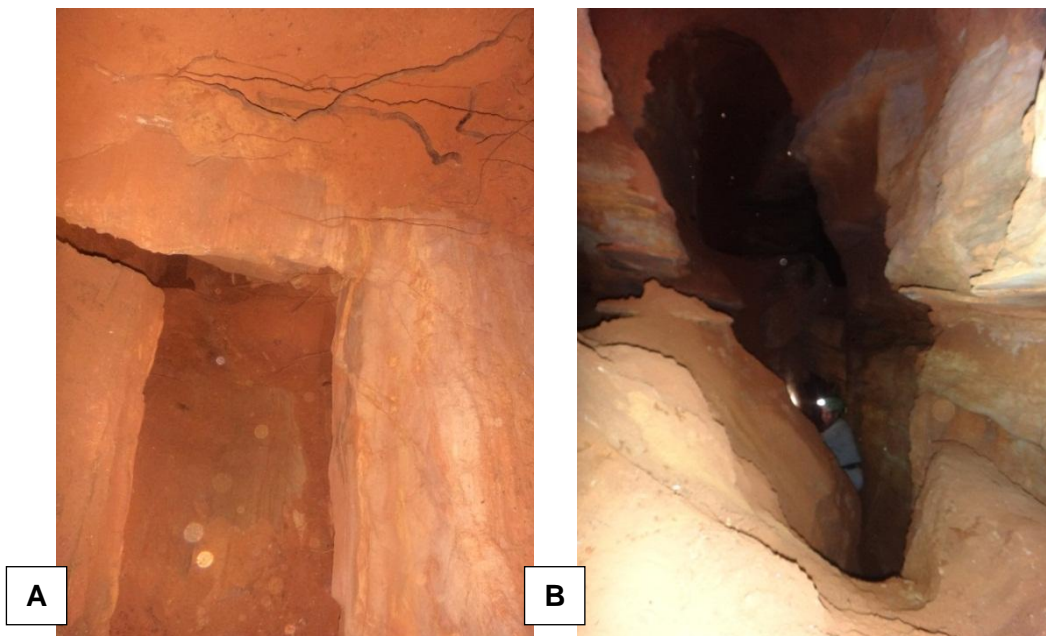


Figura 42 - A) Teto do salão da cavidade formado por solo e raízes. B) Conduto principal seguindo a fratura.

Morfologia subterrânea

A entrada da caverna PEA-0575 possui 0,7 m de largura por 1,2 m de altura (Figura 43A) e se encontra a meia altura na parede de uma dolina de colapso circular com 6 m de diâmetro aproximado e 4 m de profundidade. Esta dolina é acompanhada por um cânion seco com paredes pouco espaçadas (menos de 1 m) e profundidade constante. Em alguns pontos, esta possui tetos formados por emaranhados de raízes e de terra, sem rocha matriz ou blocos (Figura 43B).



Figura 43- A) Entrada da caverna PEA-0575 na parede da dolina. B) Cânion seco adjacente com teto formado por raízes e solo.

Esta caverna é formada por um único conduto retilíneo, com piso e teto de diferentes níveis. Possui 20,5 m de comprimento, largura variando entre 0,5 e 4,1 m e alturas que oscilam de teto baixo até 4,0 m.

O terço inicial desta caverna se dá em um conduto de pequenas dimensões sobre grandes blocos que alcança um salão quase circular em teto alto com poucos blocos sobre o piso. O terço final da caverna é composto por um conduto delgado, em teto baixo e com declive suave que acessa uma pequena câmara circular ao fundo (Figura 44A e B).

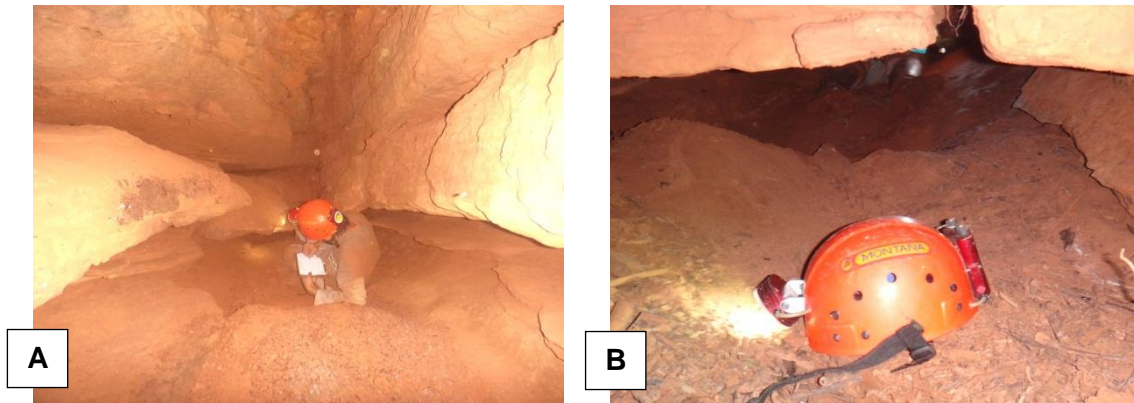


Figura 44- A) Entrada do teto baixo do último conduto. B) Vista da câmara final da caverna.

Esta caverna possui secção transversal predominantemente fendular vertical com alargamentos no nível do acamamento.

Conteúdo sedimentar

Foram observadas apenas delgadas camadas de sedimentos terrígenos alóctones no salão desta cavidade (Figura 45 A). A exceção da entrada, praticamente não há blocos no interior da PEA-0575 (Figura 45 B).

Não foram observados espeleotemas no interior da cavidade.

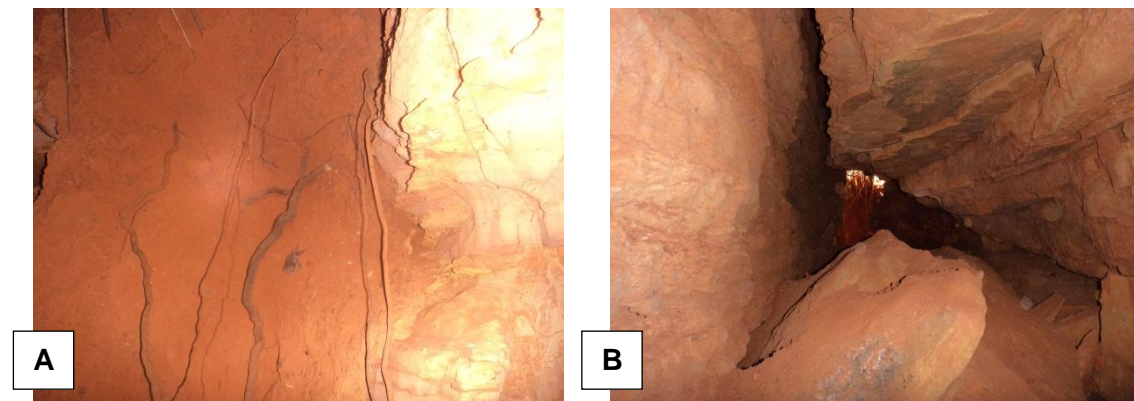


Figura 45- A) Sedimentos errígenos alóctones e presença de raízes. B) Blocos abatidos próximos à entrada da caverna PEA-0575.

Aspectos hídricos

A cavidade está presente na vertente de drenagem da Serra da Lapa, cuja captação de águas meteóricas, em superfície ou subsuperfície, alimenta a Lagoa do Sobrado ou “Lagoa Azul” como é conhecida na região.

A entrada da cavidade, uma dolina com declive em relação ao terreno, proporciona a entrada de enxurradas para seu interior. Esta dolina ganha formato de cânion que se estende por cerca de 30 m comprimento até desaguar na drenagem intermitente (Figura 46 A e B). Esta dolina canaliza parte das enxurradas para o interior da cavidade e parte para a drenagem intermitente, que liga as cavernas PEA-0574, PEA-0575 e PEA-0576.

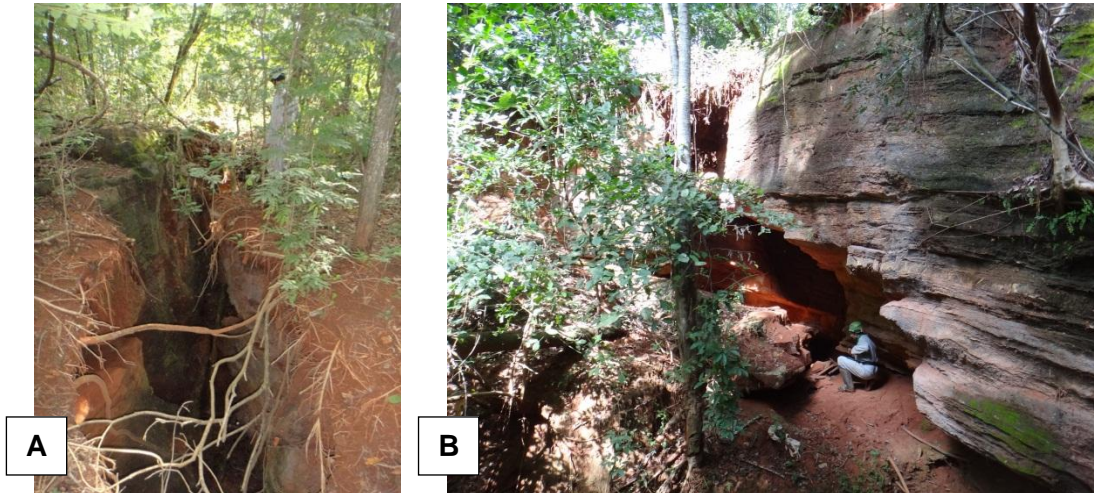


Figura 46- A) Cânion lateral que canaliza parte da enxurrada para dentro da cavidade e parte para drenagem subjacente. B) Entrada do cânion vista da drenagem.

Observações

Foram observados variedade de substratos orgânicos representados por raízes, guano, material vegetal e carcaças de insetos.

Foram observadas colônias de morcegos (Chiroptera), formigas (Formicidae), grilos (Gryllidae), besouros (Coleoptera), uma caixa de marimbodo (himenópteros) (Figura 47 A) e aracnídeos não identificados. Foram observados próximo à entrada um ninho de ave e um sapo (Anura).

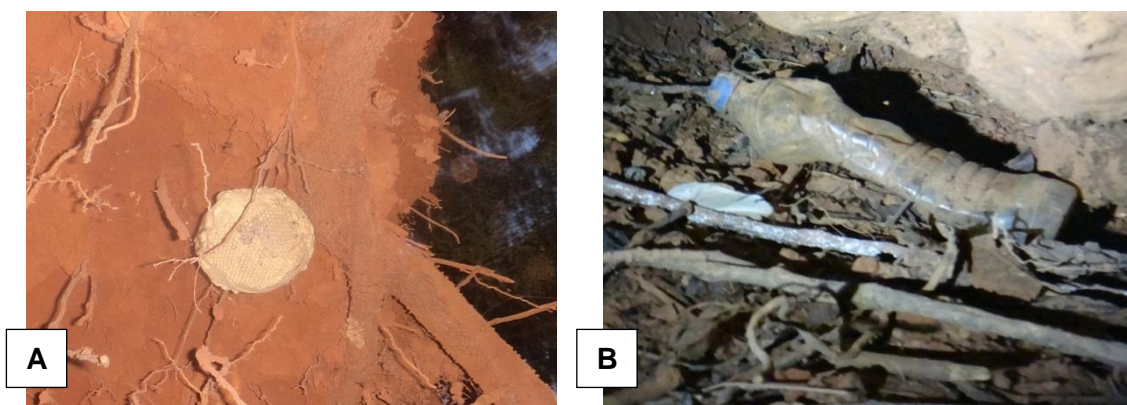


Figura 47- A) Caixa de marimbodo no teto da entrada da cavidade. B) Lixo e detritos vegetais no interior da caverna PEA-0575.

Foi observado lixo no interior da cavidade, trazido pelo fluxo intermitente de águas meteóricas (Figura 47 B).

Não foram observados indícios arqueológicos ou paleontológico.

PEA-0576

Dados de localização

Município: Paracatu-MG
Coordenadas: 23K (SIRGAS 2000)
UTM E: 313.445
UTM N: 8.081.545
Altitude: 598 m
Distância da BR-040: 59 m

Dados espeleométricos

Desenvolvimento Linear: 14,9m
Projeção Horizontal: 14,1m
Desnível: 4,0m

Litologia

Calcário



Localização e caracterização externa

A caverna PEA-0576 está localizada no município de Paracatu/MG. Seu acesso é realizado a partir da cidade de Paracatu sentido Belo Horizonte/MG seguindo por 20 km pela BR-040, próximo ao KM 63. Encontra-se na margem direita da rodovia, em uma mata de galeria, distante 59m da pista. Vizinhas a esta, tem-se as cavernas PEA-0574, PEA-0575 e PEA-0577, localizadas a menos de 100 m de distância.

A cavidade está inserida em uma lente carbonática a 200 m do fundo do vale formado pelas Serra da Lapa e Serra do Pião, que distam, respectivamente, cerca de 3 km da caverna na direção sudoeste e 8 km, na direção nordeste.

A vegetação de entorno da cavidade é constituída por uma delgada Mata de Galeria, com arbustos e árvores de médio porte, que margeiam a drenagem intermitente que corre no sentido noroeste, acompanhando paralelamente a rodovia em ambos os lados da pista.



A

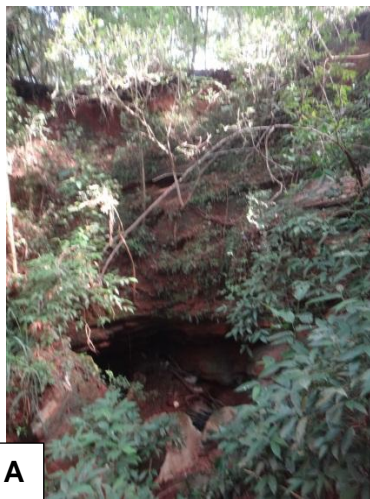


B

Figura 48- A) Lagoa do Sobrado/Lagoa Azul. B) Mata de Galeria onde está inserida a caverna.

Aspectos geológicos

Sua entrada, disposta no fundo do córrego (Figura 49A), constitui-se como um sumidouro e canaliza toda a água da drenagem intermitente para o interior da cavidade. Associado ao fator estrutural, este aporte hídrico gerou o vazio no maciço carbonático. Esta caverna é formada pelo espaçamento físico e químico das fraturas devido à passagem de águas turbulentas (Figura 49B) sobre o plano preferencial N200°, ortogonal ao acamamento horizontal.



A



B

Figura 49- A) Aspecto geral da entrada da caverna PEA-0576. B) Parede carbonática com destaque aos sulcos formados pela ação física e química de águas turbulentas.

Morfologia subterrânea

Formada por um único conduto em “L”, a boca de entrada desta gruta é parcialmente obstruída por blocos de dimensões decimétricas e galhos entulhados (Figura 49A).

Após a passagem pelo teto baixo inicial, tem-se um conduto sinuoso de 5m de comprimento, 1 m de largura e 2,5 m de altura, com morfologia fendular vertical (Figura 49B). Em seguida, o teto tende a baixar, alcançando a altura de 0,4 m, com secção tabular e piso declivoso.

A exploração foi interrompida neste ponto da caverna devido à presença de gases não identificados no conduto.

Ressalta-se que esta cavidade possui grande potencial para prosseguir devido a seu intenso aporte hídrico.

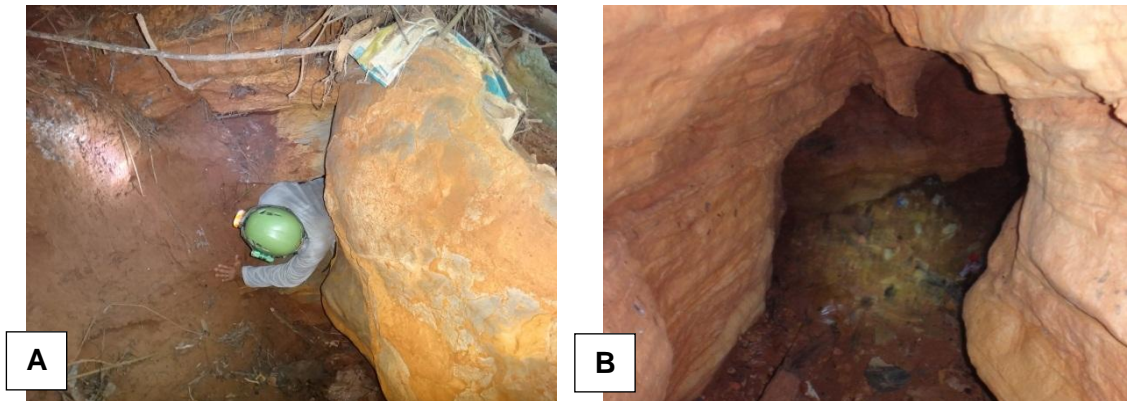


Figura 50- A) Entrada da caverna PEA-0576 parcialmente obstruída por blocos. B) Morfologia do conduto inicial desta caverna.

Conteúdo sedimentar

Todo o piso é recoberto por fina camada de sedimentos argilosos alóctones, misturada com cascalho, blocos centimétricos e material vegetal, formando bancos de acúmulo pontuais (Figura 51 A e B). Não foram observados espeleotemas nesta cavidade.

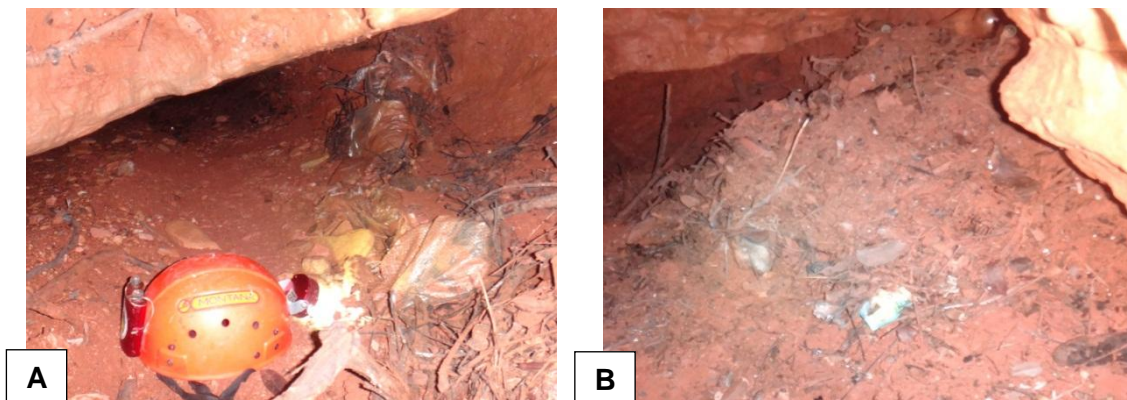


Figura 51 - A) acúmulo de sedimento terrígeno sobre o piso da PEA-0576 . B) Banco de detritos no início do teto baixo desta caverna.

Aspectos hídricos

A cavidade está presente na vertente de drenagem da Serra da Lapa, cuja captação de águas meteóricas, em superfície ou subsuperfície, alimenta a Lagoa do Sobrado ou “Lagoa Azul” como é conhecida na região.

A entrada da cavidade, ao fundo da dolina, constitui o sumidouro da drenagem, proporcionando grande capacidade de captação de águas para seu interior.

Devido a este motivo, a cavidade recebe grande quantidade de lixo, matéria orgânica e de sedimentos em seu sistema. Sazonalmente esta cavidade fica completamente alagada devido ao fluxo hídrico, fato comprovado pela presença de sedimentos argilosos em suas paredes e tetos.

Observações

Foram observados distintos tipos de substratos orgânicos, representados por guano de morcegos hematófagos, plântulas e detritos vegetais (Figura 52 A e B).

Foram avistados morcegos (Chiroptera), baratas (Blatoidea), grilos (Gryllidae), lesmas (Gastrópode) e aracnídeos (Arachnida) não identificados (Figura 52 C e D).

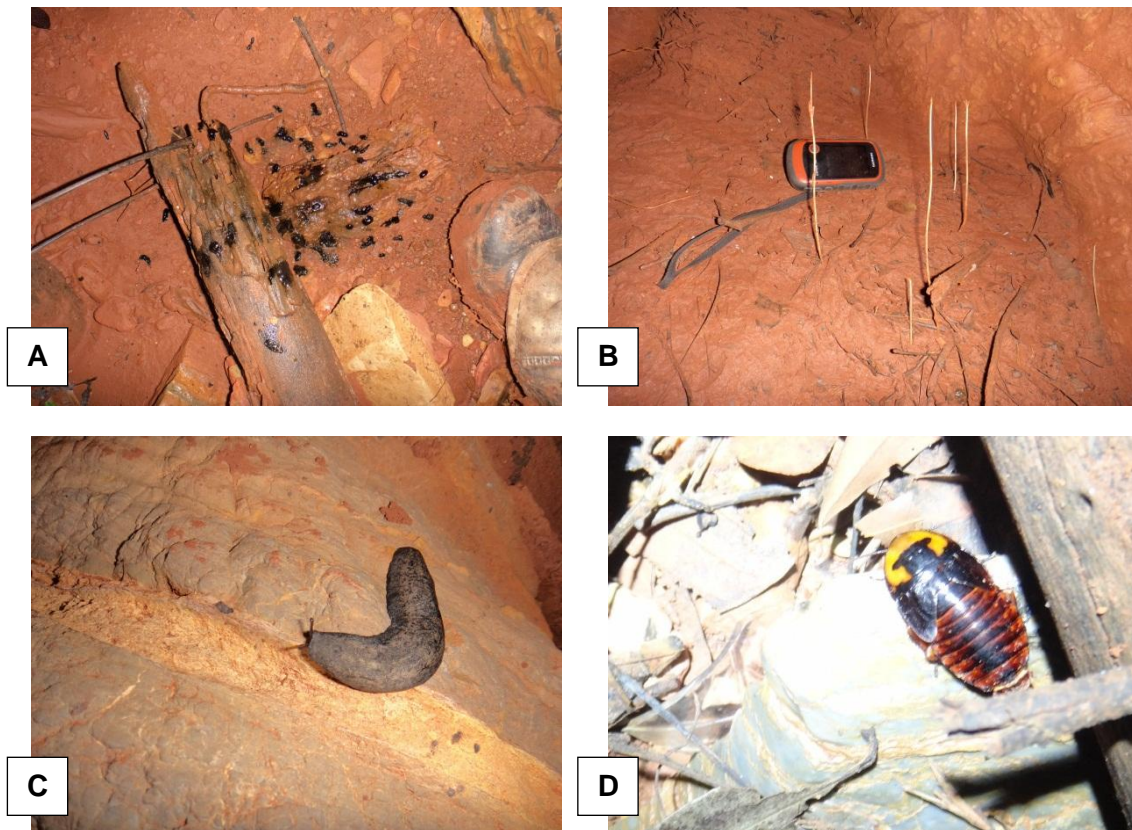


Figura 52 - A) Guano de morcego hematófago. B) Sementes em germinação. C e D) Invertebrados encontrados no interior da caverna.

Foi observada grande quantidade de lixo no interior da cavidade trazido por enxurradas sazonais (Figura 53 A e B).

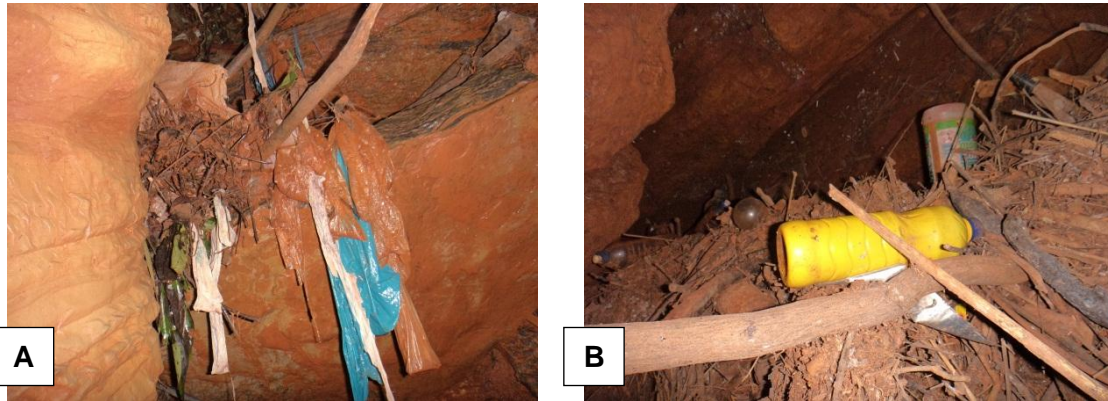


Figura 53 - A e B) Lixo encontrado em profusão na PEA-0576.

Durante a prospecção da caverna PEA-0576, foi constatada a concentração de gases nocivos causando respiração ofegante e mal-estar nos participantes das equipes de exploração, devido, provavelmente, à alta concentração de matéria orgânica em decomposição no interior da cavidade. Recomenda-se atenção das equipes caso haja outros estudos nesta caverna.

Não foram observados indícios arqueológicos ou paleontológicos.

PEA-0577

Dados de localização

Município: Paracatu-MG
Coordenadas: 23K (SIRGAS 2000)
UTM E: 313.518
UTM N: 8.081.608
Altitude: 590 m
Distância da BR-040: 23 m

Dados espeleométricos

Desenvolvimento Linear: 24,1 m
Projeção Horizontal: 23,8 m
Desnível: 2,5 m

Litologia

Calcário



Localização e caracterização externa

A caverna PEA-0577 está localizada no município de Paracatu/MG. Seu acesso é realizado a partir da cidade de Paracatu sentido Belo Horizonte/MG seguindo por 20 km pela BR-040, próximo ao KM 63. Encontra-se na margem esquerda da rodovia, em uma mata de galeria, distante 23 m da pista. Vizinhas a esta, tem-se as cavernas PEA-0574, PEA-0575 e PEA-0576, localizadas a menos de 100 m de distância.

A cavidade está inserida em uma lente carbonática a 200 m do fundo do vale formado pelas Serra da Lapa e Serra do Pião, que distam, respectivamente, cerca de 3 km da caverna na direção sudoeste e 8 km, na direção nordeste.

A vegetação de entorno da cavidade é constituída por uma delgada Mata de Galeria, com arbustos e árvores de médio porte, que margeiam a drenagem intermitente que corre no sentido noroeste, acompanhando paralelamente a rodovia em ambos os lados da pista.

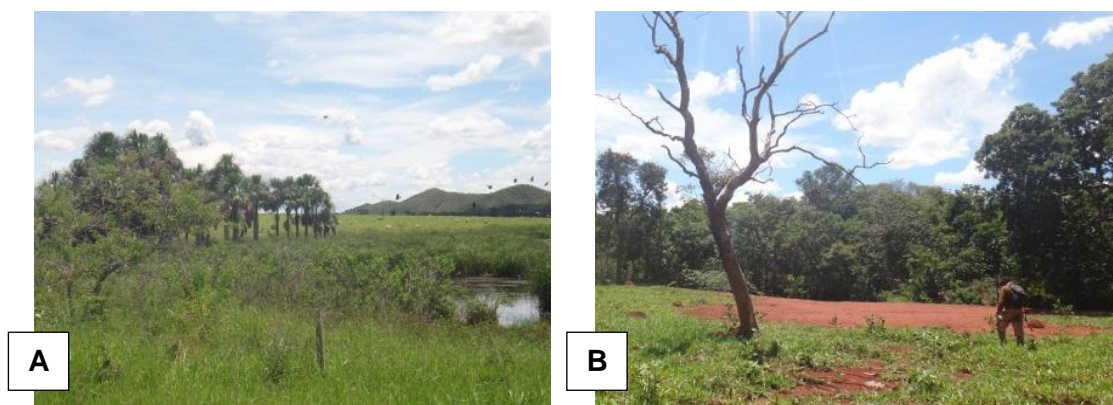


Figura 54 - A) Lagoa do Sabrado/Lago Azul com a Serra do Pião ao fundo. B) Transição entre pasto e a mata de galeria onde a PEA-0577 está inserida.

Aspectos geológicos

Esta caverna é formada pelo espaçamento físico e químico de uma fratura devido à passagem de águas sobre o plano preferencial N80°, ortogonal ao acamamento horizontal. Adicionalmente, outro processo contribuinte para sua formação é instabilização de blocos e incasão.

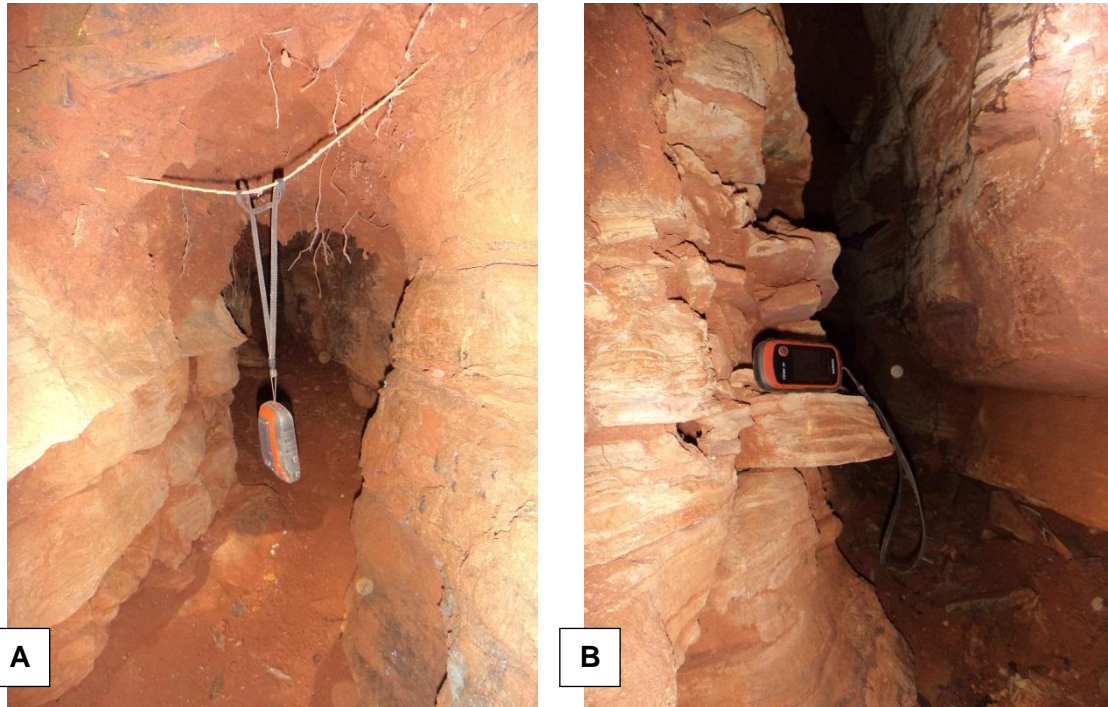


Figura 55 - A) Conduto principal da cavidade. B) Acamamento horizontal observado nas paredes da cavidade.

Morfologia subterrânea

Condicionalizada pela fratura, esta caverna possui apenas uma direção de desenvolvimento, mantendo a morfologia fendular vertical em todo seu conduto, que soma 24,0 m de comprimento, 0,8 m de largura média e 1,2 m de altura média.

Bastante retilínea, a caverna PEA-0577 possui três acessos possíveis formados por uma entrada em sua extremidade oeste (com 0,5 m de largura e 0,6 m de altura) e duas dolinas centrais (a primeira com 2 m de raio e 2 m de profundidade e a segunda com 1 m de raio e 2 m de profundidade). Há também uma claraboia de diminutas dimensões que não permite a passagem na porção leste da gruta.

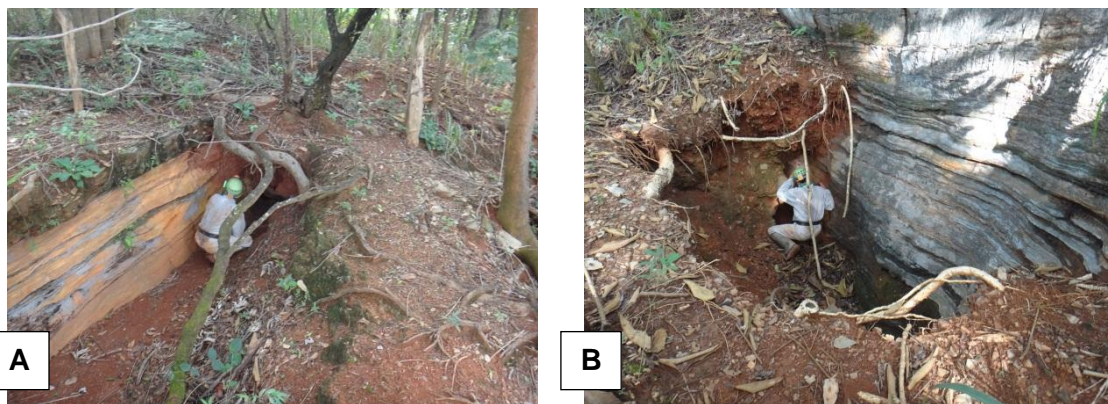


Figura 56 - A) Entrada leste formada em uma quebra no terreno. B) Entrada principal formada ao fundo da dolina de maiores dimensões.

Conteúdo sedimentar

Todo o piso é revestido por sedimentos terrígenos inconsolidados com blocos de dimensões centimétricas dispostos pontualmente (Figura 57 A e B). Não foram observados espeleotemas no interior desta cavidade.

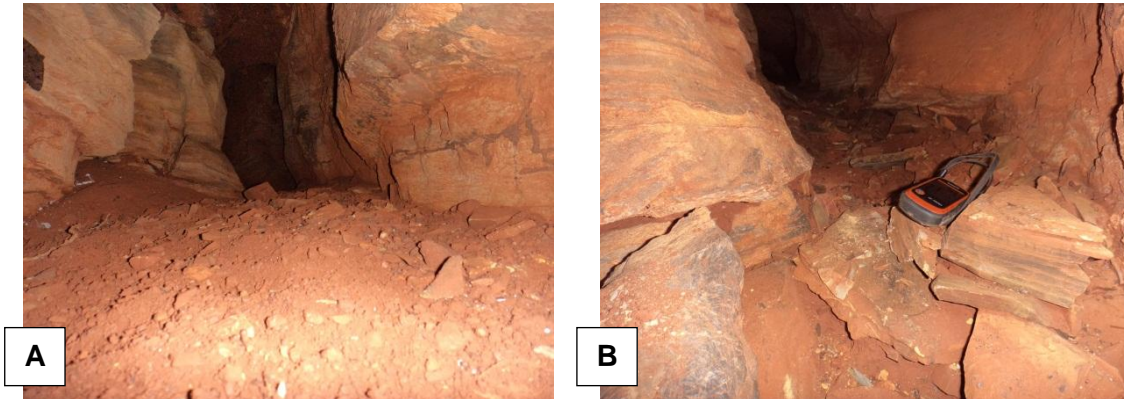


Figura 57 - A e B) Sedimentos alóctones sobre o piso da caverna PEA-0577.

Aspectos hídricos

A PEA-0577 possui baixa capacidade de acúmulo e canalização de águas para seu interior. Assim, a maior parte da água inserida em seu sistema é proveniente de precipitações meteóricas que percolam pelas fraturas e pelas dolinas de entrada.

Observações

Foram observadas raízes pendentes no teto e acúmulo de material vegetal compondo o conjunto de substratos orgânicos da PEA-0577. Foi observado somente um indivíduo de mariposa (*Hypoema*) nesta caverna. Não foram observados indícios arqueológicos ou paleontológicos

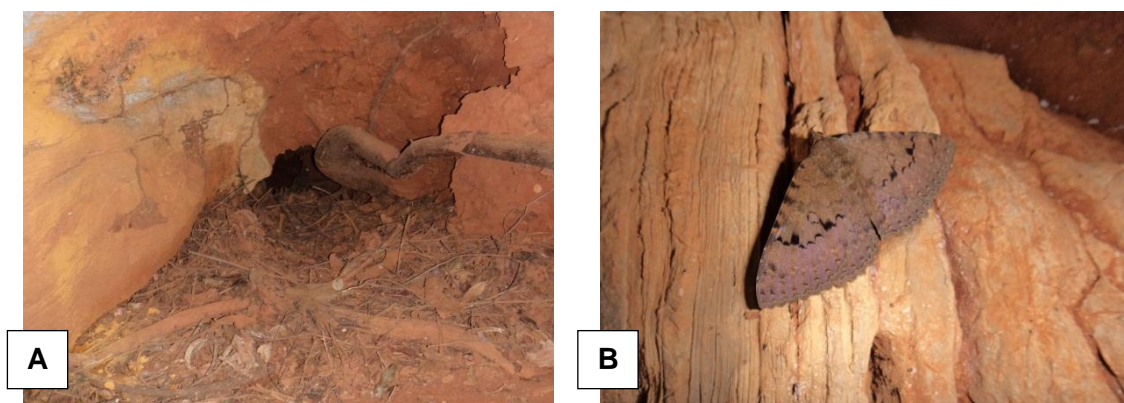


Figura 58 - A) Raízes e serrapilheira na extremidade leste da cavidade. B) Mariposa próxima à entrada da PEA-0577.

MS-28 (PEA-0579)

Dados de localização

Município: Itabirito - MG
Coordenadas: 23K
(SIRGAS 2000)
UTM E: 607.552
UTM N: 7.763.019
Altitude: 1.362 m
Distância da BR-040: 25 m

Dados espeleométricos

Projeção Horizontal: 5,6m
Desenvolvimento Linear: 5,6m
Desnível: 0,0 m

Litologia

Canga



Localização e caracterização externa

A caverna MS-28 (PEA-0579) localiza-se no município de Itabirito/MG, na região da Área Moeda Sul. É cadastrada no CANIE sob a nomenclatura MS-28. As informações deste cadastro constam como disponibilizadas pela Minerações Brasileiras Reunidas S.A.

Seu acesso é realizado a partir do KM 571,7 da BR-040/MG, vizinho a um setor de chácaras. Deve-se deixar o carro e seguir a pé em direção às placas do gasoduto da GASMIG, que são avistadas ainda da pista (Figura 59 A).

A caverna se encontra após uma cerca, no vértice sudoeste de limitado fragmento de vegetação, disposto entre a pista e o gasoduto (Figura 59 B), a aproximadamente 15 m verticais acima do nível da pista.

O gasoduto da Companhia de Gás de Minas Gerais - GASMIG/Rede de Distribuição de Gás Natural - Linha Lateral Nova Lima/Itabirito, processo de licenciamento ambiental COPAM nº 00049/1989), dista 27m da rodovia, com traçado paralelo e em terreno elevado em relação à pista.

O morro que comporta a caverna encontra-se parcialmente antropizado, com uma faixa de 6 m de largura de solo exposto referente à posição do gasoduto enterrado (Figura 59 C). O fragmento é recoberto por vegetação do Bioma Cerrado, com abundante presença de cipós e lianas, comum em locais alterados (Figura 59 D).

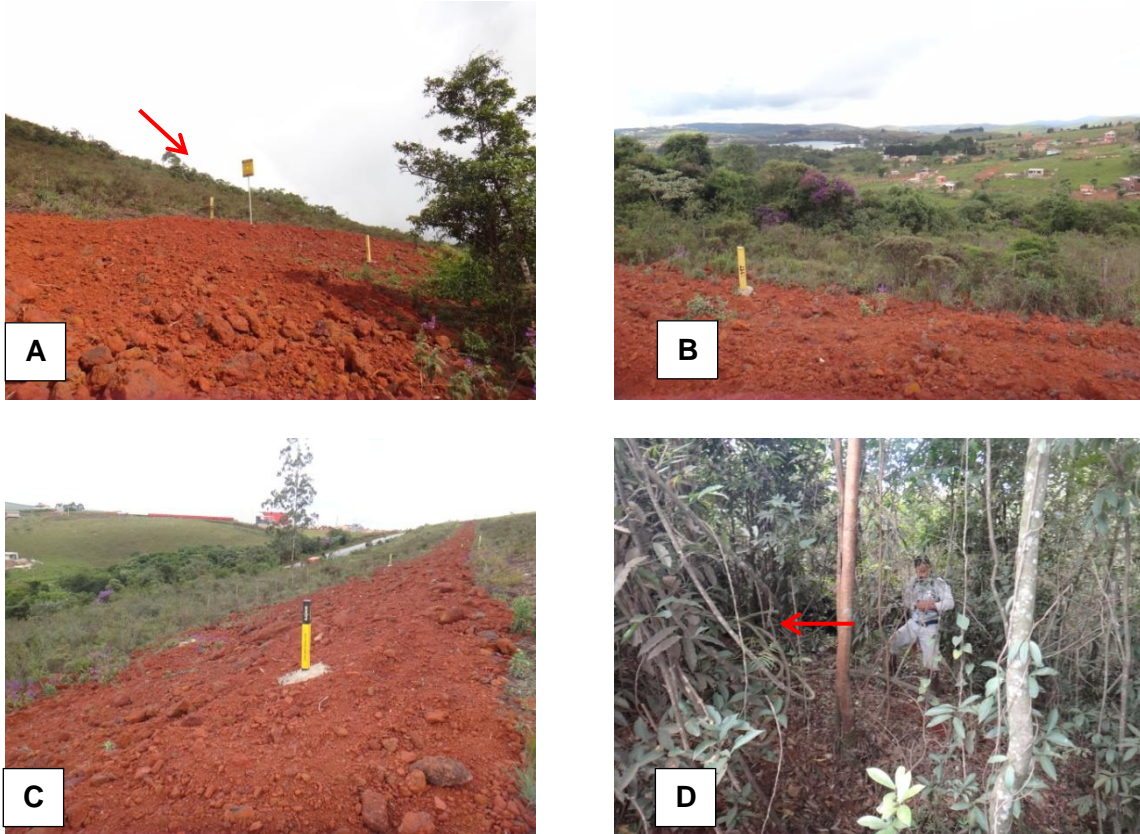


Figura 59 – A) Morro que comporta a caverna MS-28 (PEA-0579), com destaque à placa do gasoduto da GASMIG. B) Fragmento vegetal onde a caverna está localizada. C) Área de influência da caverna MS-28 (PEA-0579) alterada pela BR-040 e pelo gasocuto. D) Interior do fragmento de vegetação. Em destaque, o local da entrada da caverna.

A entrada da caverna se desenvolve em uma fenda horizontalizada em uma quebra do maciço, com 0,5 m de altura por 3,5 m de largura (Figura 60 A e B). Apesar do fácil acesso, a caverna não possui marcas de visitação.

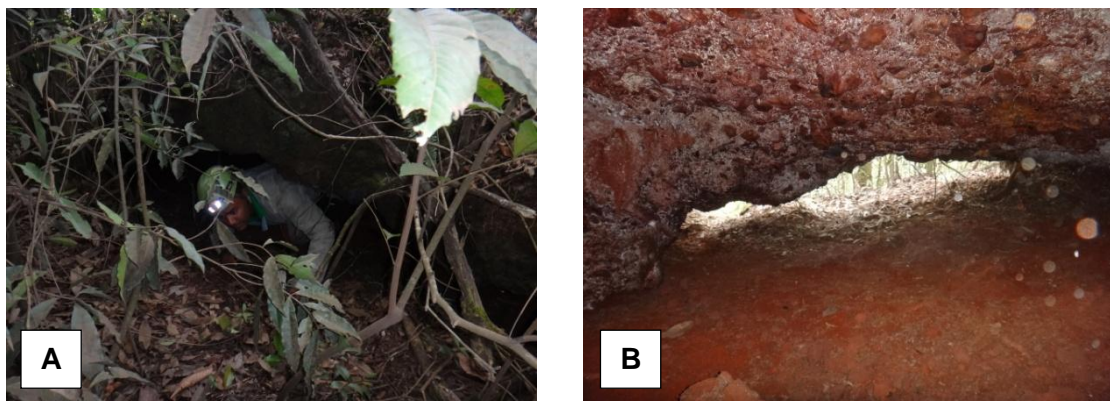


Figura 60 – A) Vista externa da entrada da caverna MS-28 (PEA-0579). B) Vista interna da entrada da caverna.

Aspectos geológicos

Alocada em canga, a MS-28 (PEA-0579) é formada em uma fratura horizontal trabalhada pela erosão devido à passagem de águas meteóricas captadas pelo maciço. Outra condicionante de ampliação dos vazios é o processo de instabilização de blocos e incasão, mais proeminente na região mais profunda da gruta (Figura 61 A). Seu desenvolvimento principal é na direção N242°, o que a aproxima do gasoduto.

Morfologia subterrânea

A boca de entrada possui cerca de 0,5 m de altura, obrigando o explorador a rastejar até o interior da caverna. Esta é formada por um único salão quadrado de morfologia lenticular, de 5,6 m de comprimento, 5,3 m de largura e 1 m de altura. O maior volume do salão é a parte central, cujo piso é abaulado, sem desnível no eixo NE/SW.

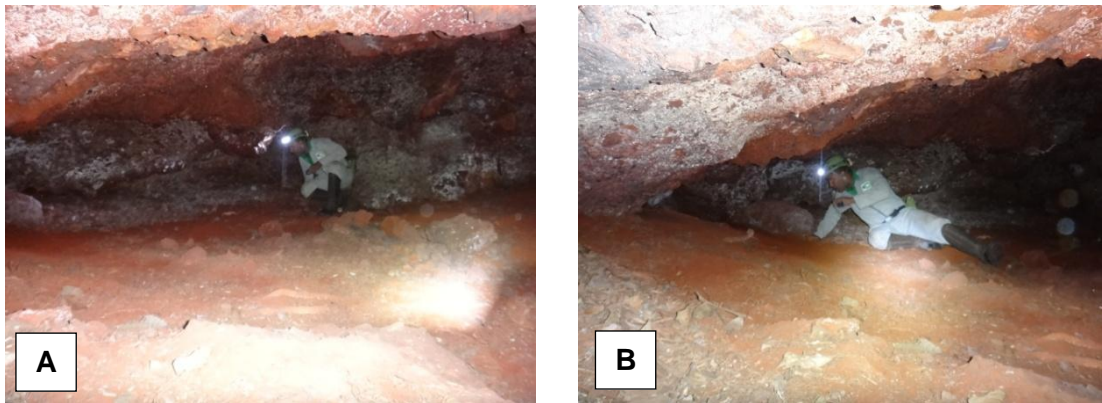


Figura 61 – A) Porção central do salão da MS-28 (PEA-579). B) Vista da lateral, onde teto e piso se encontram.

Conteúdo sedimentar

A exceção do início do conduto de entrada, praticamente todo o piso desta gruta é recoberto por uma camada material terrígeno inconsolidado (Figura 62 A), contendo blocos na parte central do salão, onde existe uma grande concentração de raízes (Figura 62 B).

Devido ao baixo grau de dissolução da rocha, não foram observados espeleotemas nesta caverna.



Figura 62 – A) Material terrígeno não consolidado no piso da caverna MS-28 (PEA-0579). B) Blocos abatidos e raízes na região central do salão.

Aspectos hídricos

Esta caverna não possui indícios de enxurradas, não sendo observadas marcas de fluxo d'água ou detritos vegetais em seu interior. Durante os trabalhos de exploração, apesar do período chuvoso, não foram observados gotejamentos ou escorrimentos, mas o piso encontrava-se umedecido.

Devido à disposição e forma da boca de entrada, pouca quantidade de água é captada para o interior desta caverna.

Observações

Foram avistadas poucas espécies de indivíduos invertebrados (como aranhas e grilos). Não foram observados indícios arqueológicos ou potencial para achados paleontológicos.

SM-22 (PEA-0580)

Dados de localização

Município: Nova Lima - MG
 Coordenadas: 23K
 (SIRGAS 2000)
 UTM E: 607.007
 UTM N: 7.776.410
 Altitude: 1.326 m
 Distância da BR-040: 143 m

Dados espeleométricos

Projeção Horizontal: 5,1 m
 Desenvolvimento Linear: 7,5 m
 Desnível: 1,0 m

Litologia

Canga



Localização e caracterização externa

A caverna SM-22 (PEA-0580) localiza-se no município de Nova Lima/MG, localidade Serra da Moeda. É cadastrada no CANIE sob a nomenclatura SM-22. As informações desta base de dados constam como disponibilizadas pela Minerações Brasileiras Reunidas S.A.

Seu acesso é realizado a partir do Km 557,5 da BR-040/MG, onde o carro deve ser deixado em uma estrada vicinal não pavimentada a leste da rodovia, próximo ao condomínio Lagoa do Miguelão. Deve-se cruzar a rodovia a pé e seguir na direção oeste, à esquerda do fragmento de vegetação que recobre um curso d'água, perpendicular à rodovia. Seguir até a altura do terço superior da grota em trilha mal mantida e entrar no remanescente florestal. A entrada da SM-22 (PEA-0580) está disposta a 1,5 m de desnível abaixo da trilha, em um pequeno braço da drenagem – que também comporta as cavernas SM-21 (PEA-0581) e SM-20 (PEA-0582).

O morro que a comporta é recoberto por vegetação do Bioma Cerrado com fitofisionomias de Cerrado Rupestre nas encostas e de Mata de Galeria nas drenagens (Figura 63 A e B). Este se encontra em boas condições de preservação, apesar de haver alterações na cobertura vegetal próxima, com a presença de espécies ruderais exóticas e arbustivas pioneiras.

Esta caverna não é de conhecimento dos moradores entrevistados residentes do condomínio em frente.

Em seu interior, foi localizada uma fita de identificação (Figura 33 B e Figura 34 A) e marcas recentes de exploração.



Figura 63 – A) Vegetação da área de influência da caverna. B) Área no entorno da entrada da caverna SM-22 (PEA-0580).

Aspectos geológicos

Alocada em canga, a SM-22 (PEA-0580) é formada em uma fratura horizontal no nível do acamamento, trabalhada pela erosão devido à passagem de águas meteóricas captadas pelo maciço. Outra condicionante de ampliação dos vazios é o processo de instabilização de blocos e

incisão. Possui desenvolvimento preferencial na direção N70° e alargamentos sob o plano perpendicular N160°.

Morfologia subterrânea

A entrada da caverna se desenvolve em uma fenda horizontalizada em uma quebra do maciço, com 4,9 m de largura por 0,7 m de altura (Figura 64 A). Apesar de ser toda em teto baixo de dimensão constante, a caverna possui marcas de visitação, realizada provavelmente por outra equipe de espeleólogos a serviço, devido à presença de etiquetas de identificação (Figura 64 B e Figura 65 A).

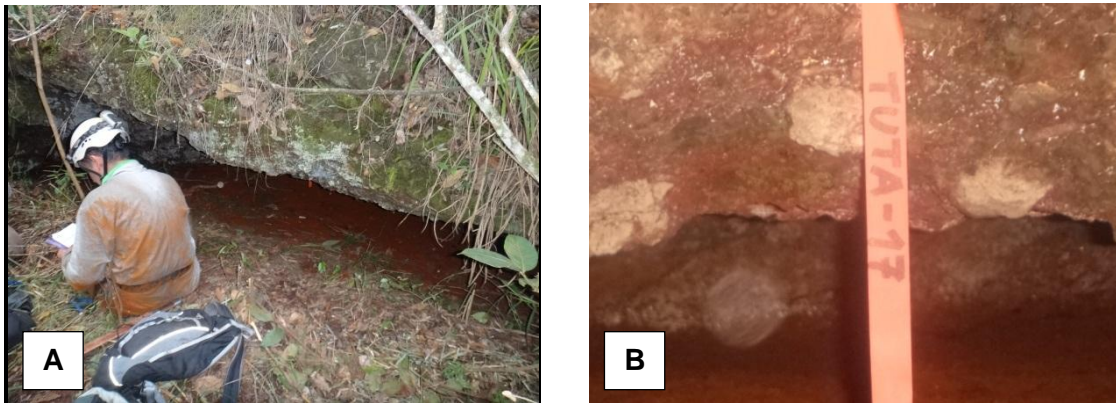


Figura 64 – A) Vista externa da entrada da caverna SM-22 (PEA-0580). B) Etiqueta de identificação.

Esta é formada por um único salão de secção lenticular com desenvolvimento de 5,1 m de comprimento por 6 m de largura, com constrições laterais ao centro, que alcançam 2,6m de largura. O piso possui desnível suave de 1 m de altura vertical.

Conteúdo sedimentar

Praticamente todo o piso desta gruta é recoberto por uma camada de material terrígeno inconsolidado, contendo concentração de raízes tanto próximo à entrada quanto no interior da caverna (Figura 65 A e B).

Não foram observados espeleotemas nesta caverna.

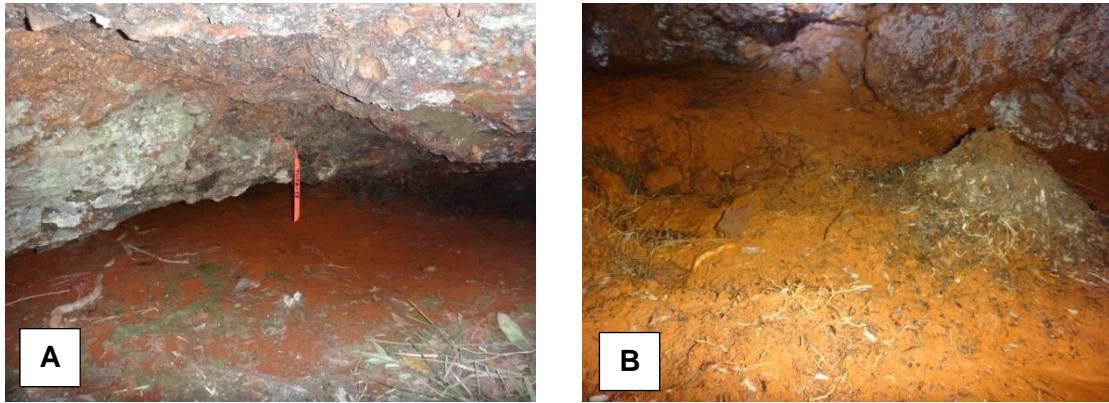


Figura 65 – A e B) Material terrígeno contendo raízes na entrada e interior da SM-22 (PEA-0580).

Aspectos hídricos

Esta caverna não possui indícios de enxurradas, não sendo observadas marcas de fluxo d'água ou detritos vegetais carreados pela ação da água em seu interior. Durante os trabalhos de exploração, apesar do período chuvoso, não foram observados gotejamentos ou escorrimentos, mas o piso encontrava-se umedecido.

Devido à disposição e forma da boca de entrada, pouca quantidade de água é captada para o interior desta caverna.

Observações

Foram avistadas poucas espécies de indivíduos invertebrados, com exemplares de formigas (Formicidae) – que mantêm duas lixeiras ativas no interior da caverna (Figura 66 A) –, grilos, aranhas e opiliões (Figura 66 B). Não foram observados indícios arqueológicos ou potencial para achados paleontológicos.

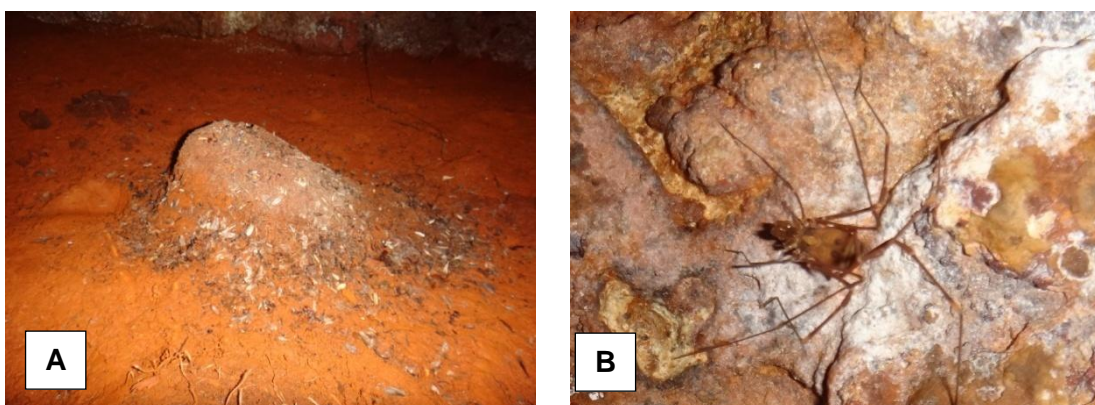


Figura 66 – A) Lixeira de formiga no interior da SM-22 (PEA-0580). B) Fauna subterrânea: opilião.

SM-21 (PEA-0581)

Dados de localização

Município: Nova Lima - MG

Coordenadas: 23K

(SIRGAS 2000)

UTM E: 607.012

UTM N: 7.776.438

Altitude: 1.320 m

Distância da BR-040: 132 m

Dados espeleométricos

Projeção Horizontal: 3,7m

Desenvolvimento Linear: 3,7m

Desnível: 0,0 m

Litologia

Canga



Localização e caracterização externa

A caverna SM-21 (PEA-0581) localiza-se no município de Nova Lima/MG, localidade Serra da Moeda. É cadastrada no CANIE sob a nomenclatura SM-21. As informações desta base de dados constam como disponibilizadas pela Minerações Brasileiras Reunidas S.A.

Seu acesso é realizado a partir do Km 557,5 da BR-040/MG, onde o carro deve ser deixado em uma estrada vicinal não pavimentada a leste da rodovia, próximo ao condomínio Lagoa do Miguelão. Deve-se cruzar a rodovia a pé e seguir na direção oeste, à direita do fragmento de vegetação que recobre um curso d'água, perpendicular à rodovia. Seguir até a altura do terço superior da grotta em trilha mal mantida e entrar no remanescente florestal. A entrada da SM-21 (PEA-0581) está disposta na margem esquerda do curso d'água a cerca de 2 m de distância deste e a menos de 1 m acima de seu leito (Figura 67 A e B). Esta drenagem também comporta as cavernas SM-22 (PEA-0580) e SM-20 (PEA-0582).

O morro que a comporta é recoberto por vegetação do Bioma Cerrado com fitofisionomias de Cerrado Rupestre nas encostas e de Mata de Galeria nas drenagens. Este se encontra em boas condições de preservação, apesar de haver alterações na cobertura vegetal próxima, com a presença de espécies ruderais exóticas e arbustivas pioneiras.

Esta caverna não é de conhecimento dos moradores entrevistados residentes do condomínio em frente.

Em seu interior, foi localizada uma fita de identificação e marcas recentes de exploração.



Figura 67 – A) Curso d'água próximo à caverna SM-21 (PEA-0581). B) Vegetação presente na área de influência da caverna. Em destaque, sua boca de entrada.

Aspectos geológicos

Alocada em canga, a SM-21 (PEA-0581) é formada por fratura horizontal trabalhada pela erosão devido à passagem de águas meteóricas captadas pelo maciço. Seu desenvolvimento principal é na direção N310°. Outra condicionante de ampliação dos vazios é o processo de instabilização de blocos e incasão, observado ao longo de toda caverna (Figura 38 A).

Morfologia subterrânea

A entrada da caverna se desenvolve em uma fenda horizontal em uma quebra do maciço e possui 0,8 m de altura por 1,9 m de largura (Figura 68 A).

Seu único salão possui formato praticamente circular, com desenvolvimento de 3,7 m de comprimento por 3,4 m de largura e seção lenticular. Seu piso não possui qualquer desnível.

Apesar do difícil acesso (Figura 68 B), a caverna possui marcas de visitação e uma etiqueta de identificação, provavelmente instalada por outra equipe de espeleólogos a serviço.

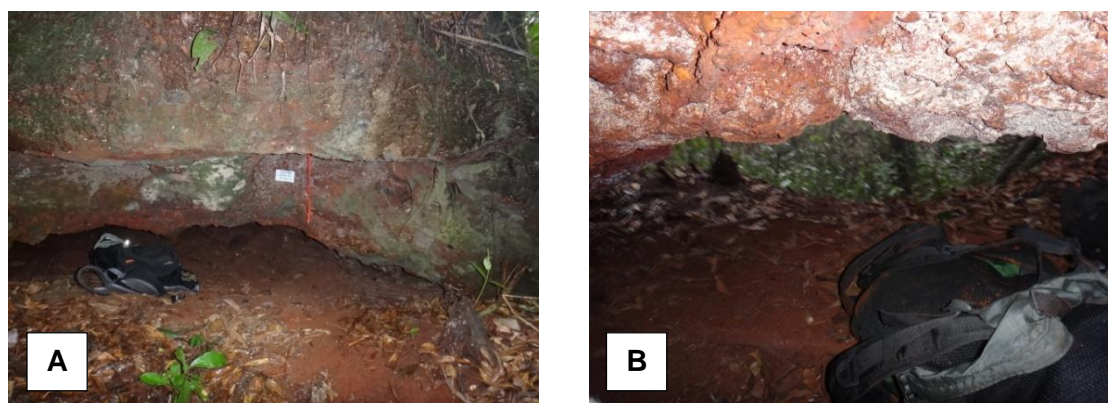


Figura 68 – A) Vista externa da entrada da caverna SM-21 (PEA-0581). B) Vista interna da entrada, formada em teto baixo.

Conteúdo sedimentar

Praticamente todo o piso desta gruta é recoberto por uma camada material terrígeno inconsolidado, contendo blocos abatidos (Figura 69) e concentração de raízes na lateral esquerda da caverna.

Devido ao baixo grau de dissolução da rocha, não foram observados espeleotemas nesta caverna.

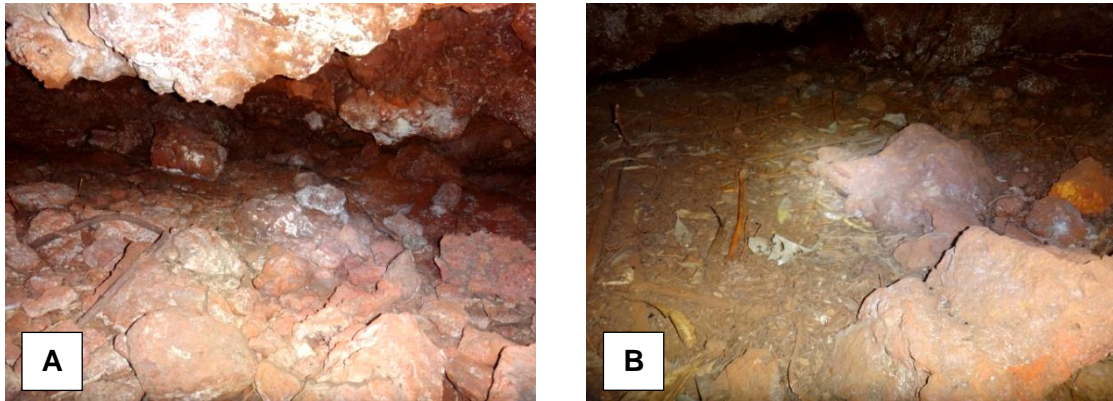


Figura 69 – A) Blocos abatidos ao logo da caverna. B) Material terrígeno contendo raízes na lateral esquerda da SM-21 (PEA-581).

Aspectos hídricos

A SM-21 (PEA-0581) possui indícios de enxurradas e/ou de alagamentos frequentes pelo córrego, sendo observadas marcas de fluxo d'água e detritos vegetais em seu interior. Este fato é corroborado pela configuração do terreno à esquerda de sua entrada, formado por um declive em direção à boca.

Durante os serviços de exploração, apesar do período chuvoso, não foram observados gotejamentos ou escorrimentos e o piso encontrava-se seco.

Observações

Foram avistadas espécies de invertebrados, sendo formigas (Formicidae), aranhas (Araneae) (Figura 70 A) e Zelurus sp. (Zelinae) (Figura 70 B) as mais comuns.

Não foram observados indícios arqueológicos ou potencial para achados paleontológicos.

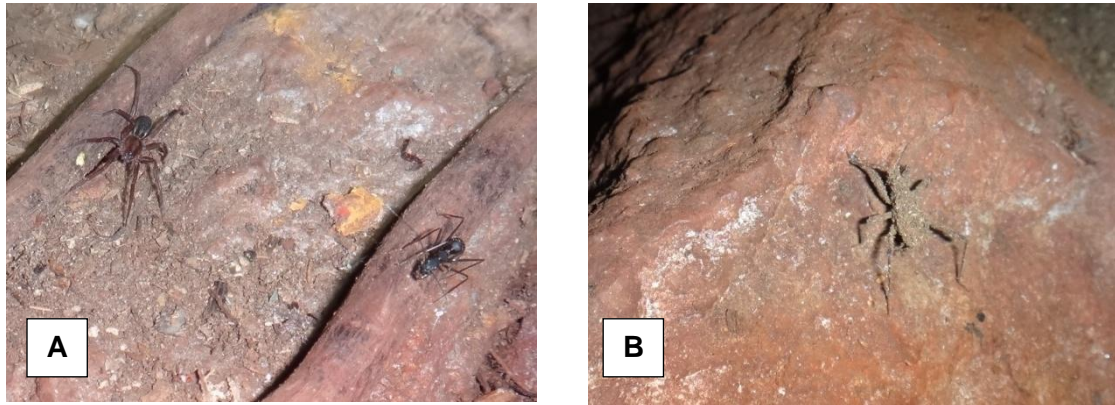


Figura 70 – A) Fauna subterrânea: Formicidae e Araneae. B) Fauna subterrânea: *Zelurus* sp.

SM-20 (PEA-0582)

Dados de localização

Município: Nova Lima - MG

Coordenadas: 23K

(SIRGAS 2000)

UTM E: 607.062

UTM N: 7.776.436

Altitude: 1.313 m

Distância da BR-040: 87 m

Dados espeleométricos

Projeção Horizontal: 12,5 m

Desenvolvimento Linear: 15,6 m

Desnível: 3,6 m

Litologia

Canga



Localização e caracterização externa

A caverna SM-20 (PEA-0582) localiza-se no município de Nova Lima/MG, localidade Serra da Moeda. É cadastrada no CANIE sob a nomenclatura SM-20. As informações desta base de dados constam como disponibilizadas pela Minerações Brasileiras Reunidas S.A.

Seu acesso é realizado a partir do Km 557,5 da BR-040/MG, onde o carro deve ser deixado em uma estrada vicinal não pavimentada a leste da rodovia, próximo ao condomínio Lagoa do Miguelão. Deve-se cruzar a rodovia a pé e seguir na direção oeste, à esquerda do fragmento de vegetação que recobre um curso d'água, perpendicular à rodovia. Após percorrer aproximadamente 60 m de trilha, deve-se entrar na mata em direção ao córrego. A entrada da SM-20 (PEA-0582) está disposta na margem direita do curso d'água a cerca de 2 m de distância

deste e a menos de 1 m acima de seu leito. Esta drenagem também comporta as cavernas SM-22 (PEA-0580) e SM-21 (PEA-0581).

O morro que a comporta é recoberto por vegetação do Bioma Cerrado com fitofisionomias de Cerrado Rupestre nas encostas e de Mata de Galeria nas drenagens (Figura 71 A). Este se encontra em boas condições de preservação, apesar de haver alterações na cobertura vegetal próxima, com a presença de espécies ruderais exóticas e arbustivas pioneiras.

Esta caverna não é de conhecimento dos moradores entrevistados residentes do condomínio em frente.

Em seu interior, foi localizada uma fita de identificação e marcas recentes de exploração.

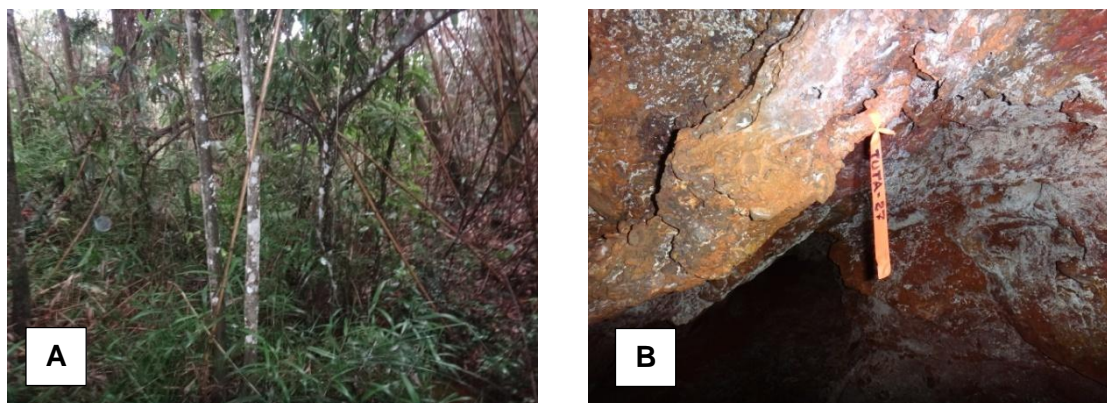


Figura 71 – A) Mata de galeria que circunda a caverna SM-20 (PEA-0582). B) Fita de identificação encontrada no interior da caverna.

Aspectos geológicos

Alocada em canga, a SM-20 (PEA-0582) é formada em uma fratura horizontal trabalhada pela erosão devido à passagem de águas meteóricas captadas pelo maciço. Outra condicionante de ampliação dos vazios é o processo de instabilização de blocos e incasão. Seu desenvolvimento principal se dá nas direções N210° e N160°.

Morfologia subterrânea

A entrada da caverna se desenvolve em uma fenda horizontal em uma quebra do maciço, e possui 2,8 m de largura por 1,2 m de altura (Figura 72 A), possibilitando fácil acesso ao primeiro salão.

Este possui 5,2 m de comprimento por 3,3 m de largura e 1,8 m de altura (no centro) e secção triangular (Figura 72 B). Ao final deste salão, há uma passagem estreita em aclive, de 2,0m de comprimento, 0,7 m de largura e 0,4 m de altura, que dá acesso ao segundo salão desta caverna (Figura 72 C).

Este segundo espaço é todo formado em teto baixo tabular (Figura 72 D). Suas dimensões são de 7,2 m de comprimento, 2,0 m de largura média e 0,6 m de altura. A caverna possui desnível total de 3,6 m concentrado na rampa que conecta os dois salões.

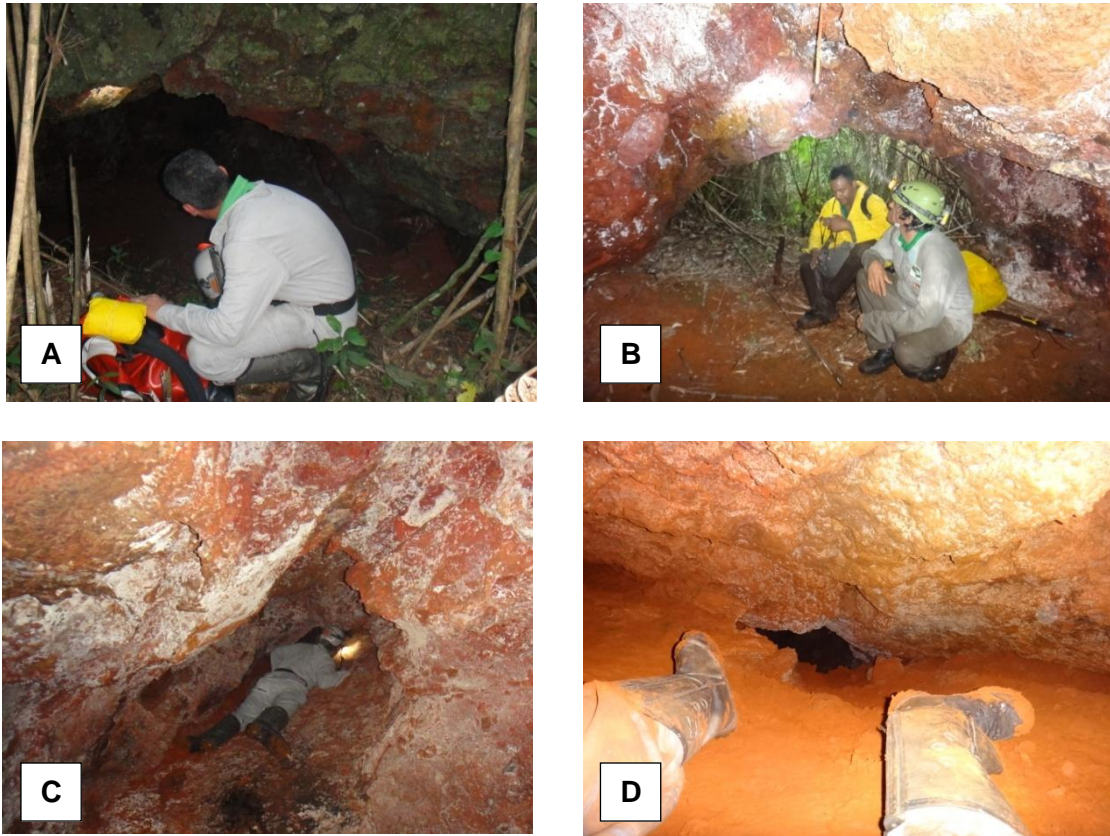


Figura 72 – A) Vista externa da entrada da caverna SM-20 (PEA-0582). B) Morfologia do primeiro salão. C) Passagem estreita que permite acesso ao conduto final da caverna. D) Segundo conduto da caverna, em teto baixo.

Conteúdo sedimentar

Praticamente todo o piso desta gruta é recoberto por material terrígeno inconsolidado entre blocos abatidos de dimensões decimétricas (Figura 73 A).

Apesar do baixo grau de dissolução da rocha, foi observada pequena quantidade de espeleotemas do tipo “coraloides” nesta caverna, localizados na parte central da caverna, próximo ao aclave (Figura 73 B).

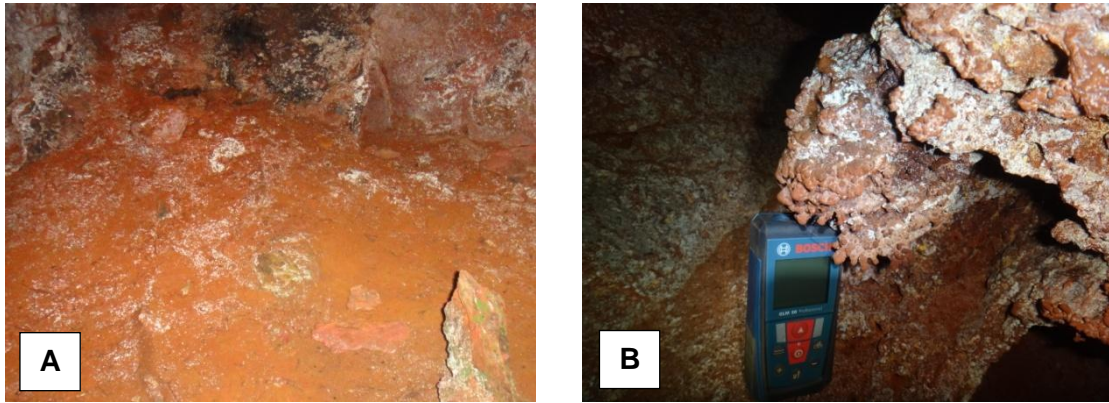


Figura 73– A) Material terrígeno e blocos sobre o piso. B) Coraloides presentes na SM-20 (PEA-0582).

Aspectos hídricos

A SM-20 (PEA-0582) possui indícios de enxurradas e/ou de alagamentos frequentes pelo córrego, sendo observadas marcas de fluxo d'água e detritos vegetais em seu interior. Durante os serviços de exploração, apesar do período chuvoso, não foram observados gotejamentos ou escorrimentos, mas o piso encontrava-se umedecido.

Observações

Foram avistadas poucas espécies de indivíduos invertebrados (como aranhas e grilos). Não foram observados indícios arqueológicos ou potencial para achados paleontológicos.

PEA-0583 (MS-26 e MS-27)

Dados de localização

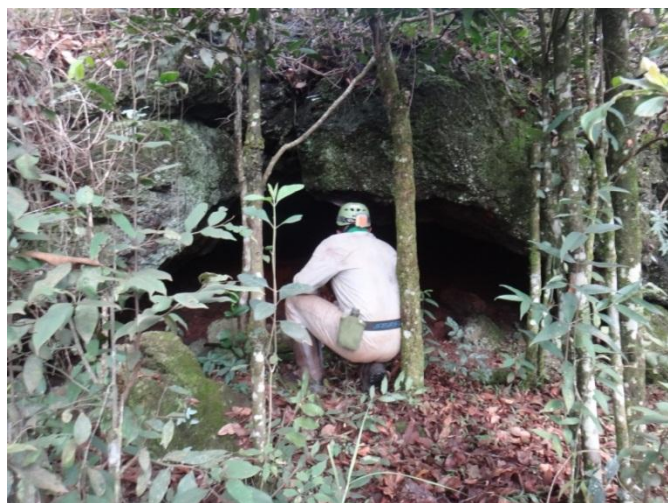
Município: Itabirito - MG
 Coordenadas: 23K
 (SIRGAS 2000)
 UTM E: 607.997
 UTM N: 7.760.635
 Altitude: 1.422 m
 Distância da BR-040: 264 m

Dados espeleométricos

Projeção Horizontal: 21,5 m
 Desenvolvimento Linear: 51,0 m
 Desnível: 2,1 m

Litologia

Canga



Localização e caracterização externa

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-040 - DF/GO/MG

Tendo-se em vista: o registro de duas cavernas distintas no CANIE as MS-26 e MS-27; a presença de apenas duas entradas de cavernas localizadas durante as atividades de prospecção desta equipe na área; e a ligação destas entradas por condutos bastante estreitos, estas duas ocorrências referem-se a uma única cavidade, doravante designada por PEA-0583.

A caverna PEA-0583 localiza-se no município de Itabirito/MG, na região da Área Moeda Sul.

Seu acesso é realizado a partir do KM 574 da BR-040/MG, podendo-se deixar o carro em uma parada de ônibus na rodovia (ponto este localizado a 0,8 km de distância a norte de um posto policial desativado, atualmente utilizado como base da brigada de incêndio do corpo de bombeiros).

Deve-se seguir a direção oeste, rumo aos fragmentos de vegetação localizados à meia encosta do morro e, após adentrá-la, margear o paredão até encontrar uma das duas entradas da gruta.

O fragmento de vegetação do morro que a comporta é composto por fitofisionomia de Mata Seca Semi-Decídua do Bioma Cerrado (Figura 74 A e B) e se encontra em bom estado de conservação.

Este morro também contém as cavernas MS-24 (PEA-0584) e MS-25 (PEA-0585).

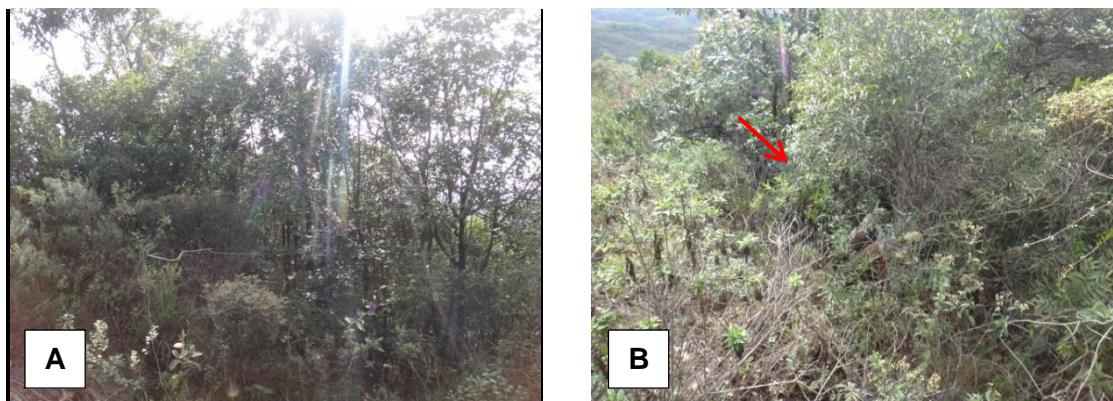


Figura 74 – A) Vegetação presente no morro que comporta a PEA-0583. B) Fragmento vegetal em que a caverna está localizada. Destaque, a posição da entrada principal.

Aspectos geológicos

Alocada em canga, a PEA-0583 é formada no nível do acamamento, trabalhada pela erosão devido à passagem de águas meteóricas captadas pelo maciço. Outra condicionante de ampliação dos vazios é o processo de instabilização de blocos e incasão com dimensões entre centimétricas e métricas, em toda a gruta (Figura 75 A e B). Seu desenvolvimento principal é na direção N310°, com alargamento perpendicular a N45°.

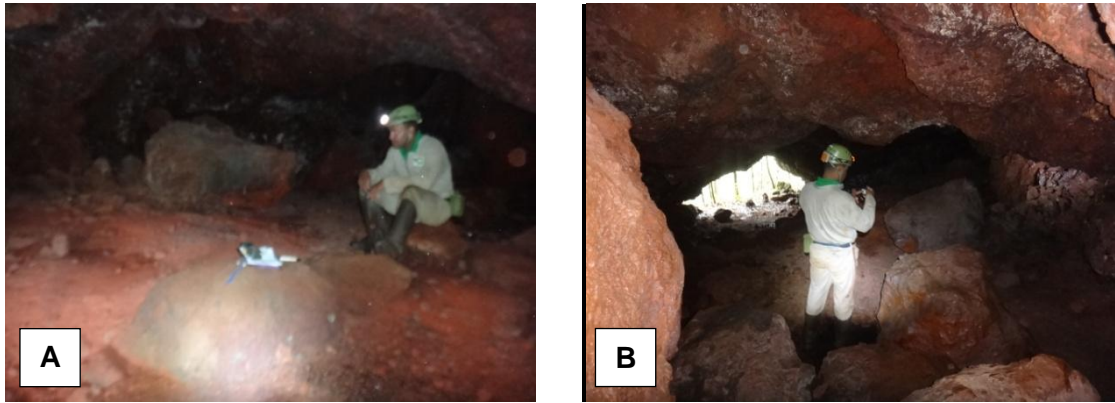


Figura 75 – A e B) Blocos abatidos ao longo de toda a caverna.

Morfologia subterrânea

A PEA-0583 possui duas entradas, que se desenvolvem em quebras do maciço. A entrada principal, na face leste do morro, possui 5,2 m de largura e 1,1 m de altura Figura 76 A), enquanto a secundária, voltada para o sul, possui 5,9 m de comprimento e 0,9 m de altura Figura 76 B).

Apesar do fácil acesso, porções internas da cavidade são de difícil exploração (Figura 76 C e D).



Figura 76 – A) Entrada principal da caverna PEA-0583. B) Entrada secundária da caverna. C) Condutos de acesso à entrada secundária. D) Passagens que dá acesso ao conduto final da caverna.

Conteúdo sedimentar

A exceção do conduto final do salão principal, praticamente todo o piso desta gruta é recoberto por uma camada de material terrígeno inconsolidado, contendo blocos abatidos de dimensões centimétricas e decimétricas (Figura 77 A e B).

Não foram observados espeleotemas nesta caverna.

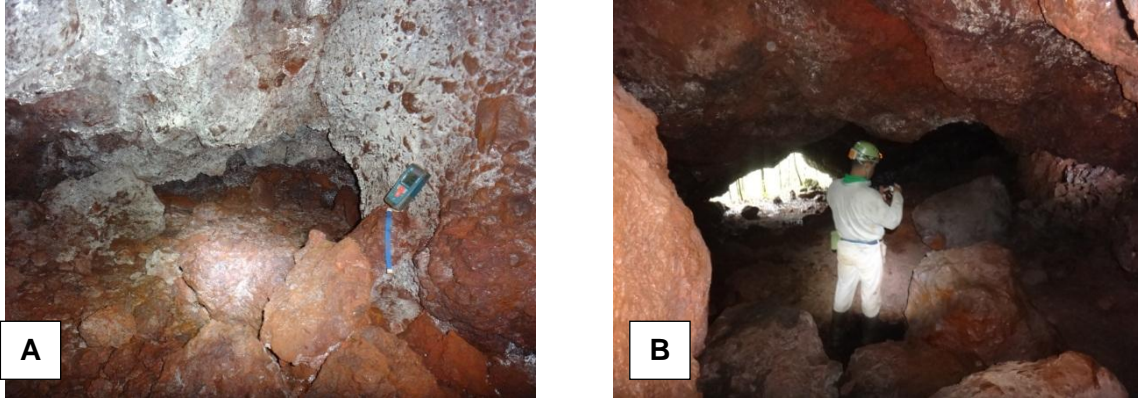


Figura 77 – A) Material terrígeno inconsolidado entre blocos. B) Blocos abatidos no interior da caverna PEA-0583.

Aspectos hídricos

Esta caverna possui indícios de enxurradas, sendo observadas marcas de fluxo d'água e detritos vegetais em seu interior. Durante os trabalhos de exploração, foram observados gotejamentos no salão principal com piso umedecido (Figura 78 A e B) e exsudação na porção final do salão.

Devido à disposição e forma da boca de entrada, pouca quantidade de água é captada para o interior desta caverna.

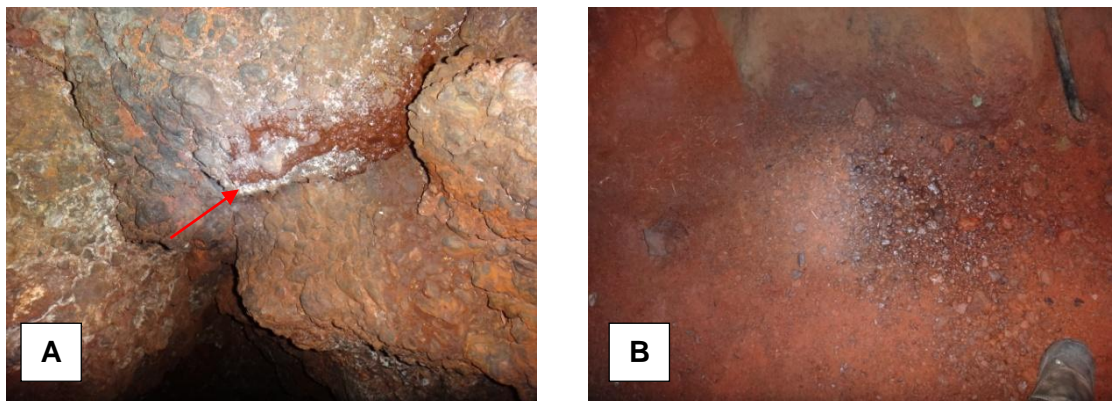


Figura 78– A) Gotejamentos existentes no interior da caverna PEA-0583. B) Umidade localizada no piso da caverna, provinda do gotejamento existente no teto.

Observações

Foram avistadas uma cobra cascavel, *Crotalus* sp. (Figura 79 A), e poucas espécies de indivíduos invertebrados. Foram também observados guano seco de morcegos hematófagos e raízes sobre o piso (Figura 79 B). Não foram observados indícios arqueológicos ou potencial para achados paleontológicos.

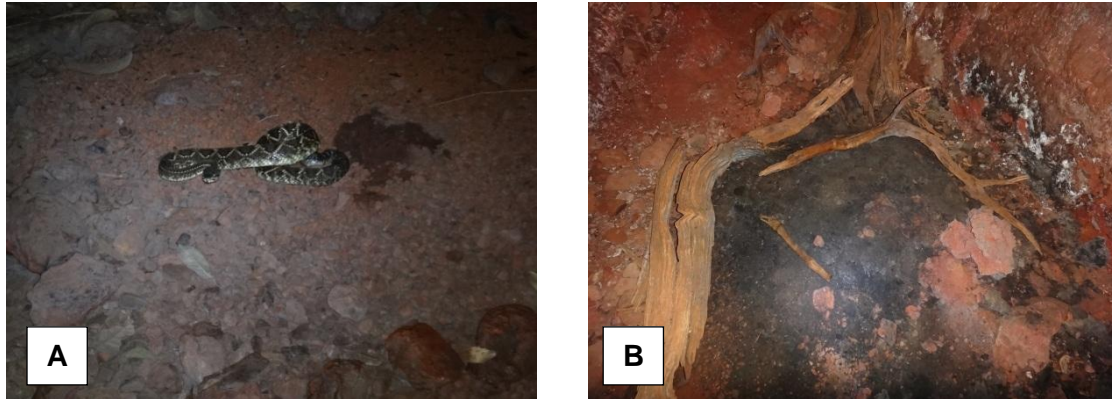


Figura 79 – A) Cobra cascavel (*Crotalus* sp.). B) Raízes sobre solo terrígeno.

MS-24 (PEA-0584)

Dados de localização

Município: Itabirito - MG
 Coordenadas: 23K
 (SIRGAS 2000)
 UTM E: 607.947
 UTM N: 7.760.775
 Altitude: 1.418 m
 Distância da BR-040: 267 m

Dados espeleométricos

Projeção Horizontal: 15,8 m
 Desenvolvimento Linear: 15,8 m
 Desnível: 0,0 m

Litologia

Canga



Localização e caracterização externa

A caverna MS-24 (PEA-0584) localiza-se no município de Itabirito/MG, na região da Área Moeda Sul. É cadastrada no CANIE sob a nomenclatura MS-24. As informações desta base de dados constam como disponibilizadas pela Minerações Brasileiras Reunidas S.A.

Seu acesso é realizado a partir do KM 574 da BR-040/MG, podendo-se deixar o carro em uma parada de ônibus na rodovia (ponto este localizado a 0,8 km de distância a norte de um posto

policial desativado, atualmente utilizado como base da brigada de incêndio do corpo de bombeiros).

Deve-se seguir a direção WNW, rumo à face norte da crista, cruzando os fragmentos de vegetação localizados a meia encosta do morro, até alcançar uma exposição rochosa em meio à vegetação arbustiva.

O morro que a comporta encontra-se em bom estado de conservação e é recoberto por fitofisionomia de Campo Rupestre Sujo, pertencente ao Bioma Cerrado (Figura 80 A e B). Este morro também contém as cavernas PEA-0583 e MS-25 (PEA-0585).

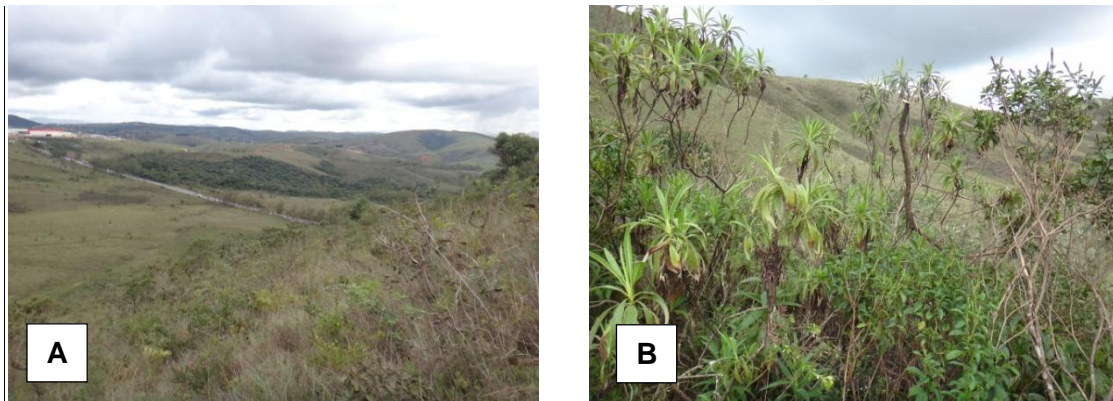


Figura 80 – A) Vista de cima do morro que comporta a MS-24 (PEA-0584). B) Vegetação localizada próxima à entrada da caverna.

Aspectos geológicos

Alocada em canga, a MS-24 (PEA-0584) é formada pela erosão da rocha devido à passagem de águas meteóricas captadas pelo maciço, aliada ao processo de instabilização de blocos e incasão. Seu desenvolvimento principal se dá nas direções preferenciais N250° e N340°.

Morfologia subterrânea

A MS-24 (PEA-0584) possui duas entradas. A mais ampla foi considerada como principal e possui 0,6 m de largura por 1,2 m de altura. A entrada secundária, disposta a norte da principal, possui 0,3 m de largura por 0,6 m de altura (Figura 81 A e B).

Esta caverna não possui indícios de visitação.

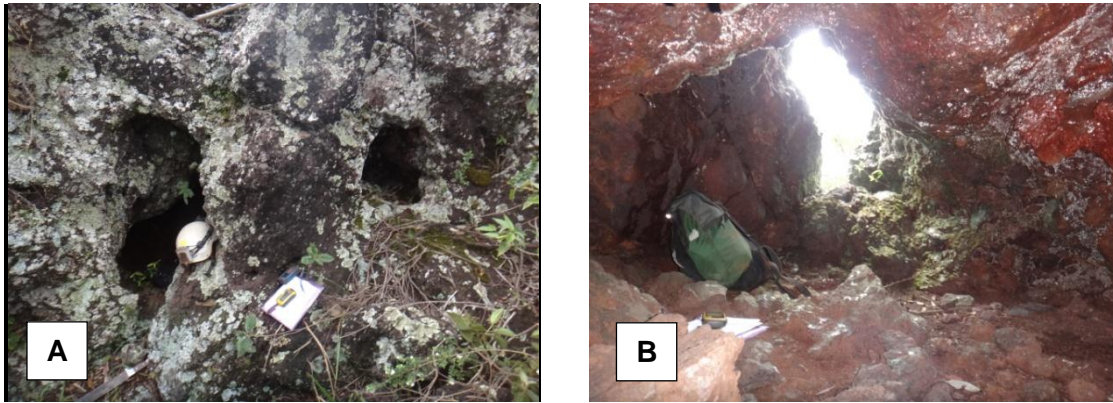


Figura 81– A) Entradas da MS-24 (PEA-0584). B) Vista interna da entrada principal desta caverna.

O conduto principal da caverna é de fácil acesso e possui 6,6 m de comprimento, 1,5 m de largura média e 1,0 m de altura (Figura 82 A). O conduto subsequente, perpendicular ao primeiro, possui 9,1 m de comprimento, 1,0m de largura e é todo formado em teto baixo de 0,7 m de altura (Figura 82 B).

Ambos os condutos possuem secção transversal de morfologia não definida e o piso não possui desníveis.

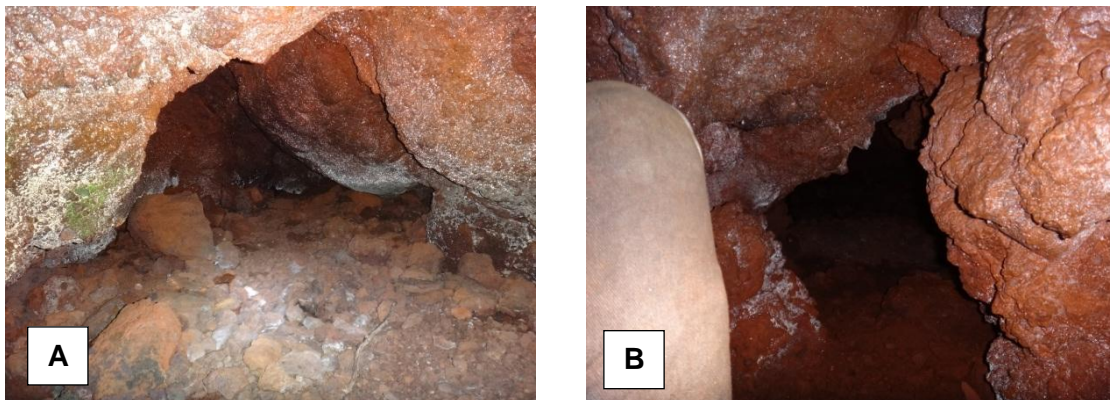


Figura 82 – A) Secção transversal do conduto principal. B) Conduto final em teto baixo.

Conteúdo sedimentar

Todo o piso desta cavidade é recoberto por material terrígeno inconsolidado com blocos abatidos de dimensões centimétricas a decimétricas (Figura 83 A e B).

Devido ao baixo grau de dissolução da rocha, não foram observados espeleotemas.

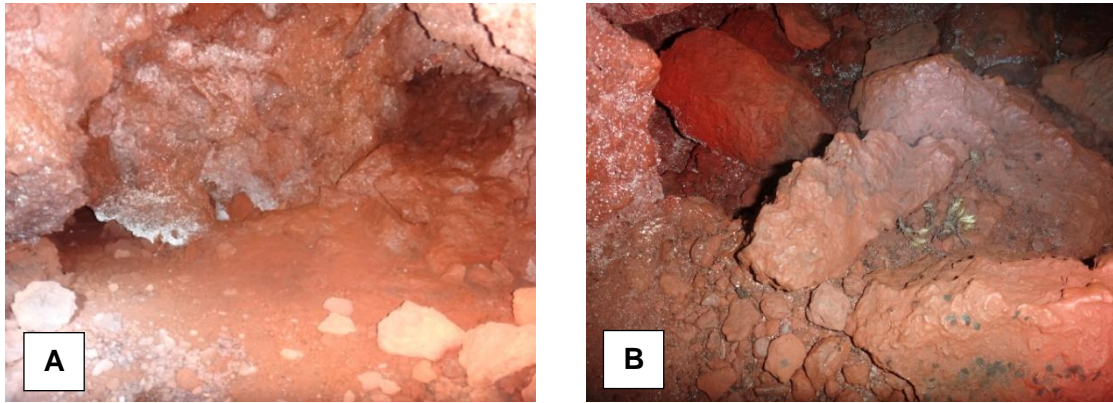


Figura 83– A e B) Sedimento terrígeno e blocos desmoronados no conduto principal da MS-24 (PEA-0584).

Aspectos hídricos

A MS-24 (PEA-0584) possui poucos indícios de enxurradas, sendo observadas marcas de fluxo d'água e detritos vegetais carreados pela ação da água apenas próximo às entradas.

Durante os trabalhos de exploração, apesar do período chuvoso, não foram observados gotejamentos ou escorrimentos, contudo, o piso encontrava-se úmido.

Observações

Foram avistada uma espécie de indivíduos invertebrados e apenas vestígios de vertebrados, como dente de mamífero e restos de ovo de ave (Figura 84 B).

Não foram observados indícios arqueológicos ou potencial para achados paleontológicos.

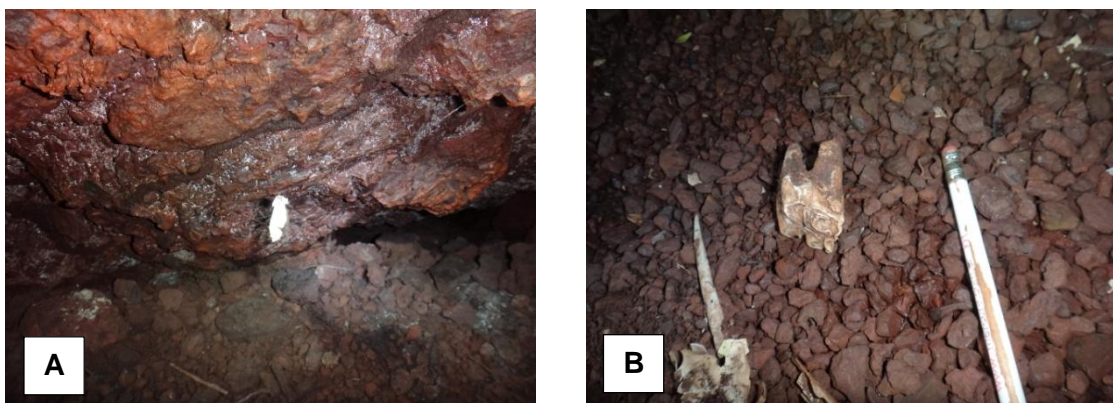


Figura 84– A) Teia de arcnídeo com presa emaranhada. B) Vestígios de mamíferos (dente) e de aves (ovo).

MS-25 (PEA-0585)

Dados de localização

Município: Itabirito - MG
Coordenadas: 23K
(SIRGAS 2000)
UTM E: 607.968
UTM N: 7.760.781
Altitude: 1.413 m
Distância da BR-040: 245 m

Dados espeleométricos

Projeção Horizontal: 39 m
Desenvolvimento Linear: 48,8 m
Desnível: 0,0 m

Litologia

Canga



Localização e caracterização externa

A caverna MS-25 (PEA-0585) localiza-se no município de Itabirito/MG, na região da Área Moeda Sul. É cadastrada no CANIE sob a nomenclatura MS-25. As informações desta base de dados constam como disponibilizadas pela Minerações Brasileiras Reunidas S.A.

Seu acesso é realizado a partir do KM 574 da BR-040/MG, podendo-se deixar o carro em uma parada de ônibus na rodovia (ponto este localizado a 0,8 km de distância a norte de um posto policial desativado, atualmente utilizado como base da brigada de incêndio do corpo de bombeiros).

Deve-se seguir a direção WNW, rumo à face norte da crista, cruzando os fragmentos de vegetação localizados a meia encosta do morro, até alcançar uma quebra no maciço em meio à vegetação arbustiva onde a caverna está localizada (Figura 85 B).

O morro que a comporta encontra-se em bom estado de conservação e é recoberto fitofisionomia de Campo Rupestre Sujo, pertencente ao Bioma Cerrado, com abundante quantidade de orquídeas (Figura 85 C e D).

Este morro também contém as cavernas PEA-0583 e MS-24 (PEA-0584).

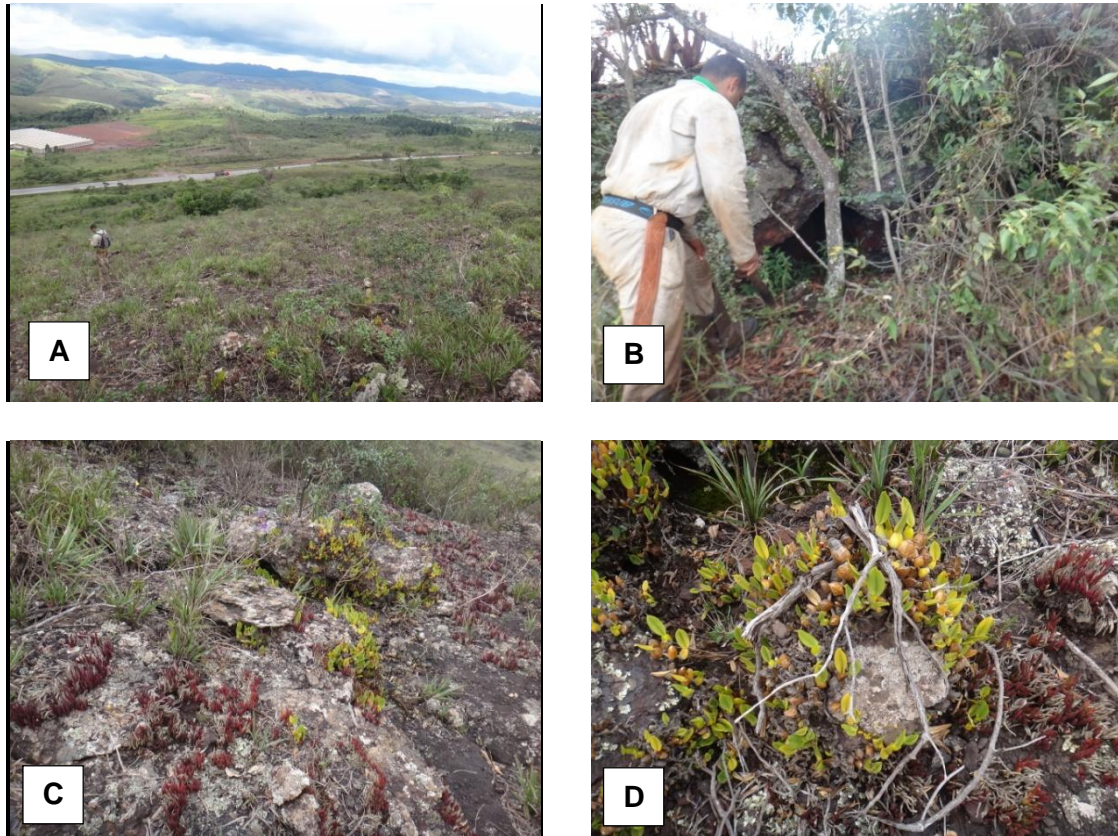


Figura 85 – A) Paisagem externa vista da entrada da MS-25 (PEA-0585). B) Vegetação localizada próxima a entrada da caverna. C e D) Grande quantidade de orquídeas na área de influência da caverna.

Aspectos geológicos

Alocada em canga, a MS-25 (PEA-0585) é formada pela erosão da rocha devido à passagem de águas meteóricas captadas pelo maciço, aliada ao processo de instabilização de blocos e incasão.

Seu desenvolvimento principal se dá nas direções preferenciais N90° e N150°.

Morfologia subterrânea

A entrada da caverna se desenvolve em uma fenda horizontalizada em uma quebra do maciço, com 3,2 m de largura por 0,7 m de altura (Figura 86 A e B). Esta dá acesso a dois condutos de morfologia não definida.

O primeiro, à esquerda, possui 15,2 m de comprimento, 3,7 m de largura média e 1,6 m de altura, com uma continuação em sua parede direita, formada em teto baixo de 11,8 m de comprimento, 2,7 m de largura média e 0,5 m de altura. O segundo conduto, à direita da entrada, forma um pequeno salão com três pequenas ramificações. O maior eixo deste possui 12,4 m, 6,3 m de largura média e 0,9 m de altura.

Esta caverna possui piso plano e secção transversal lenticular nos condutos mais largos e circular nos condutos mais estreitos (Figura 86 C e D).

É possível permanecer em pé em alguns pontos da gruta, porém a maior parte da caverna é explorada por meio de rastejamento. A caverna não possui marcas de visitação.

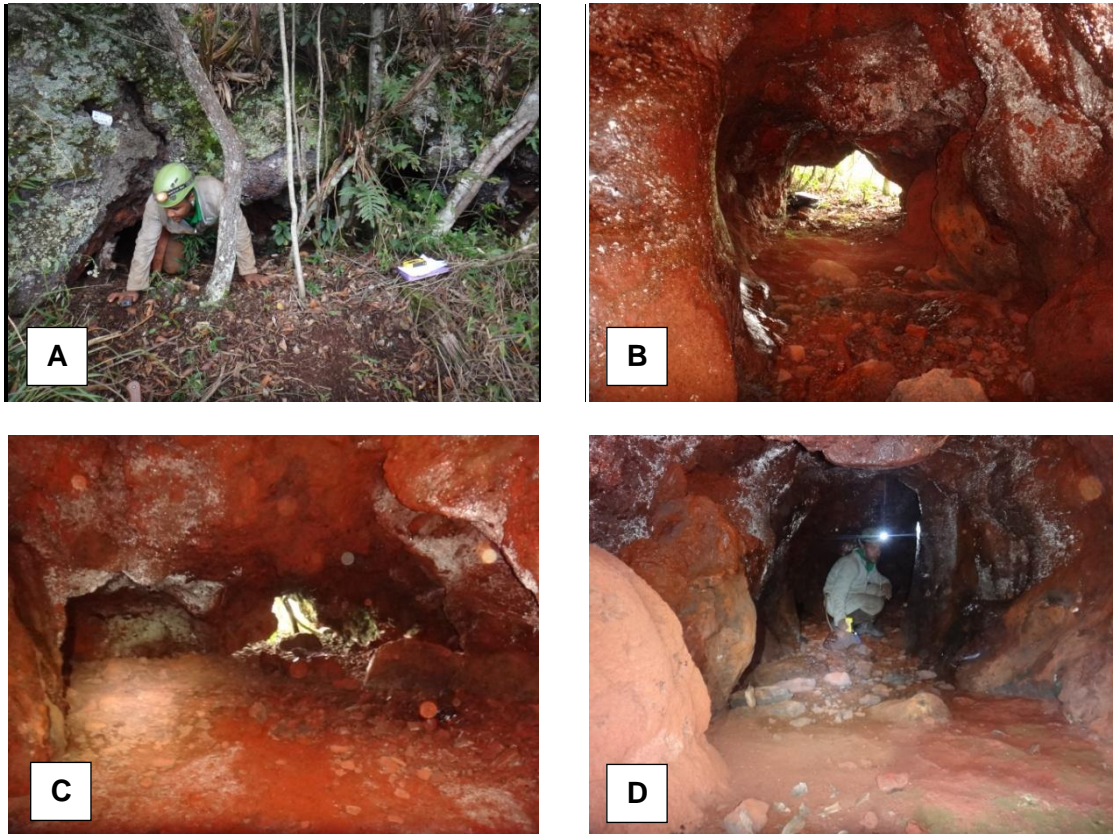


Figura 86 – A) Vista externa da entrada da MS-25 (PEA-0585). B) Vista interna da entrada da caverna. C) Secção lenticular do salão principal. D) Secção circular do conduto secundário.

Conteúdo sedimentar

O piso desta gruta é recoberto por uma camada material terrígeno inconsolidado, contendo blocos abatidos de dimensões centimétricas (Figura 87 A e B). Devido ao baixo grau de dissolução da rocha, não foram observados espeleotemas.

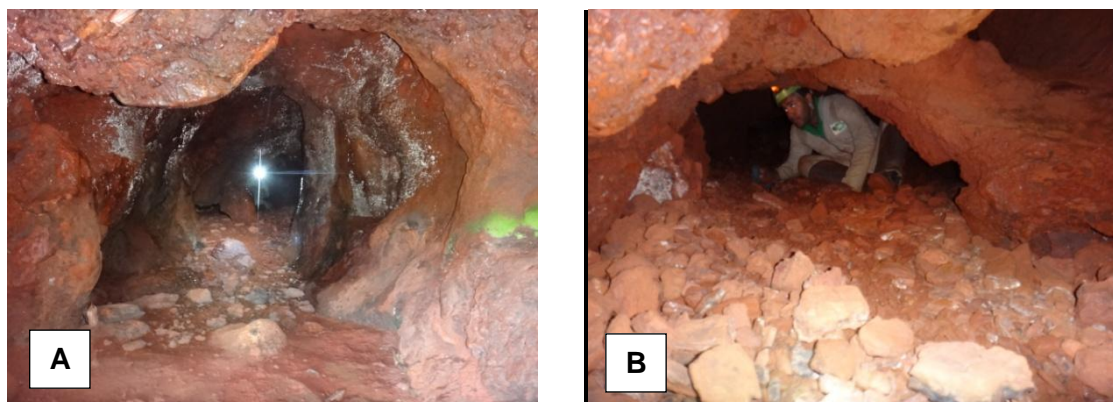


Figura 87 – A e B) Blocos abatidos sobre nos condutos principal e secundário, respectivamente.

Aspectos hídricos

A MS-25 (PEA-0585) possui poucos indícios de enxurradas, sendo observados detritos vegetais próximo à entrada que podem ter sido carreados pela ação da água ou do vento.

Durante os trabalhos de exploração, foram observados gotejamentos e escorrimentos exclusivamente no último salão, formando uma pequena poça com água. O piso de quase toda a gruta encontrava-se, entretanto, úmido.

Observações

Foram avistadas diversas espécies de invertebrados, sendo que existe um cupinzeiro ativo próximo à entrada e, na parte mais profunda, foram observadas ootecas de aranhas (Figura 88 A) e um opilião morto e coberto por fungo (Figura 88 B).

Também foram avistados morcegos hematófagos da espécie *Desmodus rotundus* e vestígios de tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*) (Figura 88 C e D).

Não foram observados indícios arqueológicos ou potencial para achados paleontológicos.

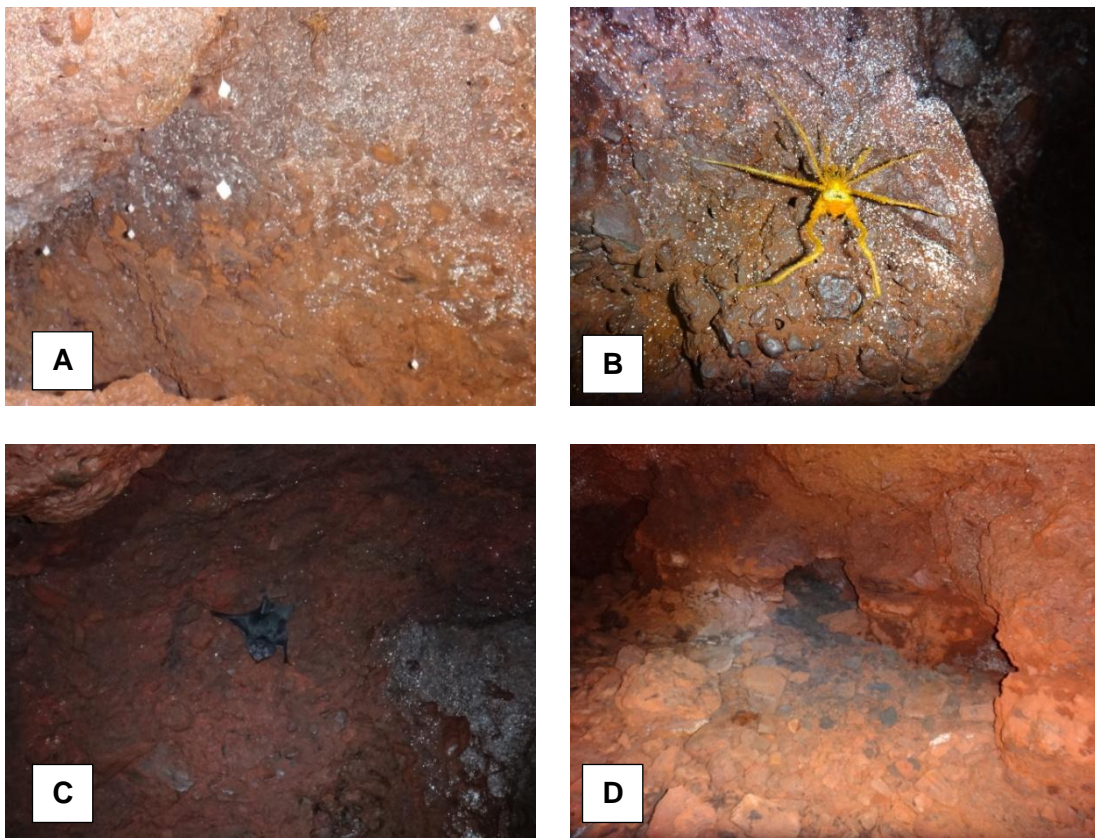


Figura 88 – A) Ootecas de aranhas. B) Opilião morto, coberto por fungo. C) Morcego hematófago *Desmodus rotundus*. D) Fezes de tamanduá-mirim *Tamandua tetradactyla*.

PEA-0586**Dados de localização**

Município: Congonhas - MG
Coordenadas: 23K
(SIRGAS 2000)
UTM E: 621.384
UTM N: 7.732.486
Altitude: 956m
Distância da BR-040: 259 m

Dados espeleométricos

Projeção Horizontal: 20,0 m
Desenvolvimento Linear: 26,6 m
Desnível: 3,5 m

Litologia

Saprólito de Formação Ferrífera

**Localização e caracterização externa**

A caverna PEA-0586 localiza-se no município de Congonhas/MG e seu acesso é realizado a partir do exato km 610 da BR-040/MG. Deve-se subir o morro a pé na direção sudoeste até encontrar uma trilha bem marcada, formada em corte artificial no relevo. Seguir a trilha na direção norte até a entrada da caverna. A caverna PEA-0586 encontra-se próxima ao início da grota, a meia altura do morro (Figura 89A).

O morro que a comporta encontra-se em boas condições de preservação, recoberto por vegetação do Bioma Cerrado, com fitofisionomias de Campo Sujo nas encostas e de Mata de Galeria nas drenagens (Figura 89 B).



Figura 89 – A) Morro que comporta a caverna PEA-0586, com destaque à sua boca de entrada. B) Grota ao lado da referida cavidade, densamente vegetada.

A entrada da caverna possui paredes verticais retilíneas, quase paralelas, e ápice abobadado, de 1,2 m de largura por 1,5 m de altura. Sua proximidade à trilha, formato, polimento das paredes e piso plano são indícios de que a entrada desta caverna tenha sido escavada para facilitar o acesso (Figura 90 A e B).

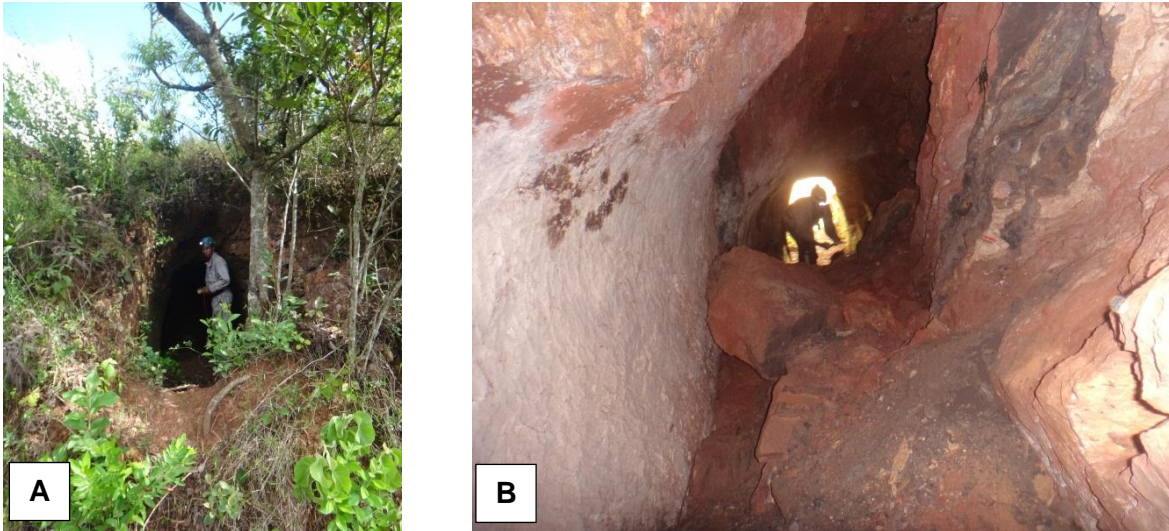


Figura 90 – A) Vista externa da entrada da caverna PEA-0586. B) Vista interna desta caverna, do conduto inicial para a entrada. Observa-se alisamento na parede esquerda (foto).

Aspectos geológicos

Alocada em saprólito de formação ferrífera, a PEA-0586 é formada pela erosão no nível do acamamento (S_0 verticalizado) (Figura 90 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** B) devido à assagem de águas meteóricas captadas pelo maciço aliada a um importante fator estrutural que conduz seu desenvolvimento principal nas direções $N30^\circ$ e $N170^\circ$. Outra condicionante de ampliação dos vazios é o processo de instabilização de blocos e incasão, mais proeminente nas regiões profundas da gruta.

Morfologia subterrânea

De fácil acesso, a boca desta caverna conduz a uma galeria retilínea de 9,5 m de comprimento, com dimensões semelhantes as da entrada, paredes lisas e secção transversal fendular vertical. Ao final deste, há uma passagem estreita, em desnível ascendente de 45° sobre blocos instáveis, com paredes e teto desnivelados devido aos abatimentos (Figura 91 A).

Após este acesso, há um pequeno salão de 1,5 m de largura e 1,7 m de altura de piso desnivelado sobre o cone de desmoronamento. Este salão prossegue de modo descendente, dando início ao terceiro e último espaço desta caverna (Figura 91 B).

Este cômodo, de 0,8 m de largura e 1,5 m de altura, também possui uma entrada estreita e se estende por 3,5 m em piso ascendente até completo fechamento do conduto.



Figura 91 – A) Passagem estreita que secciona o primeiro conduto do salão central. B) Vista da entrada do último conduto da PEA-0586 para o cone de desmoronamento do salão central.

Conteúdo sedimentar

A exceção do início do conduto de entrada, praticamente todo o piso desta gruta é recoberto por blocos friáveis e de dimensões centimétricas a decimétricas, entremeados por uma camada de material terrígeno inconsolidado (Figura 92 A e B). Foi observada a ocorrência pontual de um depósito mineral secundário.



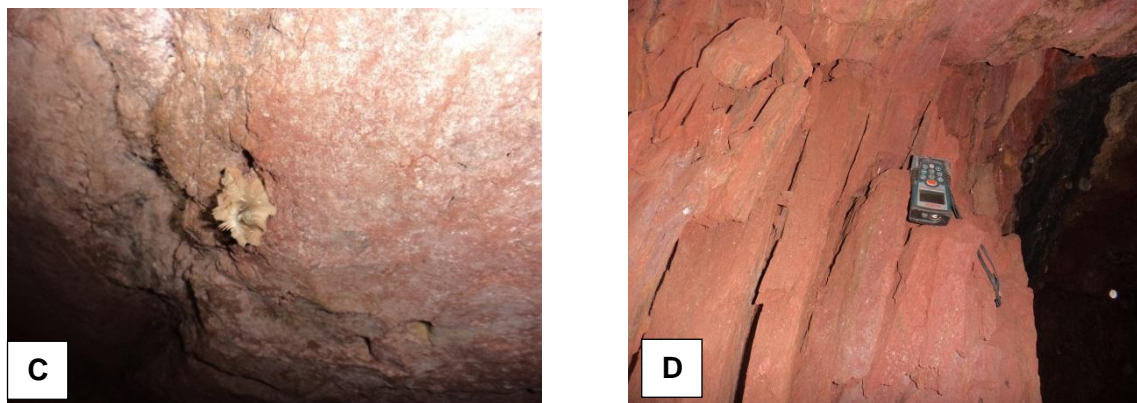


Figura 92 – A) Blocos abatidos que compõem o piso do salão central. B) Material terrígeno inconsolidado na entrada da caverna. C) Depósito mineral secundário. D) Disposição da vertical do acamamento.

Aspectos hídricos

Não possui indícios de enxurradas, não sendo observadas marcas de fluxo d'água ou detritos vegetais em seu interior. Durante os trabalhos de exploração, apesar do período chuvoso, não foram observados gotejamentos, escorrimentos ou poças, mas o piso encontrava-se umedecido.

Devido à disposição e forma da boca de entrada, pouca quantidade de água é captada para o interior desta caverna.

Observações

Foram avistadas poucas espécies de indivíduos invertebrados (como aranhas e grilos) e um sapo de espécies não identificadas, e quatro morcegos da espécie *Desmodus rotundus* nesta gruta (Figura 93 A e B). Não foram observados indícios arqueológicos ou potencial paleontológico.

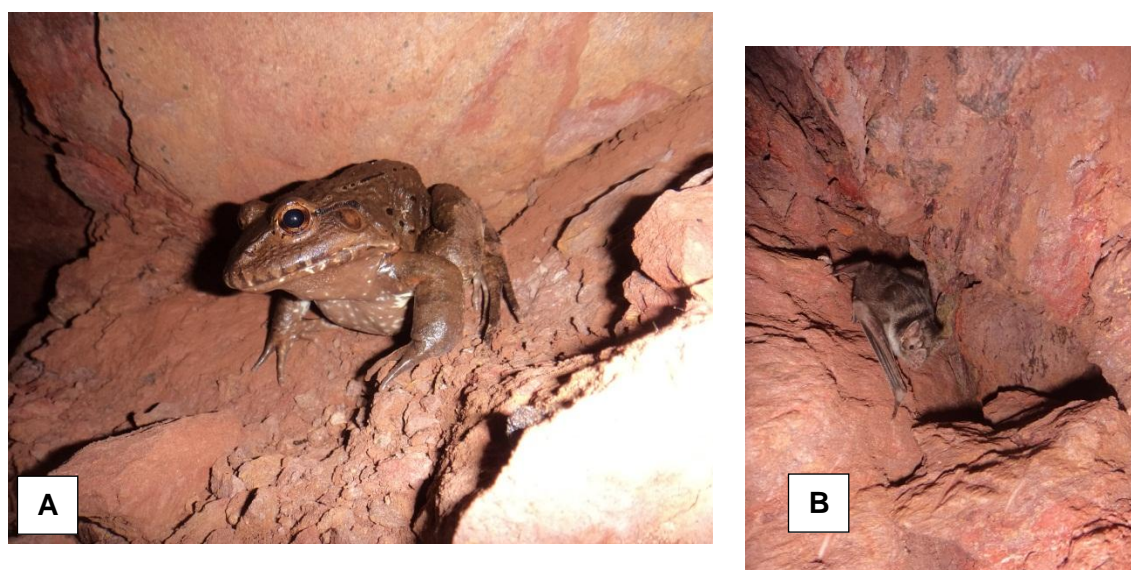


Figura 93– Animais vertebrados encontrados no interior da caverna PEA-0586. A) Indivíduo do gênero *Leptodactylus* sp. B) Indivíduo da espécie *Desmodus rotundus*.

PEA-0587

Dados de localização

Município: Congonhas - MG
 Coordenadas: 23K
 (SIRGAS 2000)
 UTM E: 621.361
 UTM N: 7.732.505
 Altitude: 956 m
 Distância da BR-040: 228 m

Dados espeleométricos

Projeção Horizontal: 34,0 m
 Desenvolvimento Linear: 40,1 m
 Desnível: 6,2 m

Litologia

Saprólito de Formação Ferrífera



Localização e caracterização externa

A caverna PEA-0587 localiza-se no município de Congonhas/MG e seu acesso é realizado a partir do exato km 610 da BR-040/MG. Deve-se subir a drenagem a pé na direção sudoeste até encontrar uma falha abrupta no relevo. Esta foi formada por um processo natural de escorregamento de massa, com formato semicircular de 20 m de frente de deslocamento, gerando um paredão de 2 m de altura média, recoberto por samambaias da família Gleicheniaceae.

O morro que comporta esta caverna encontra-se em boas condições de preservação (Figura 94 A), com vegetação nativa do Bioma Cerrado e fitofisionomias de Campo Sujo nas encostas e de Mata de Galeria nas drenagens.

A entrada da caverna PEA-0587 localiza-se na base deste desnível (Figura 94 B) e possui morfologia fendular em abismo com maior eixo paralelo ao plano da parede, com 0,7 m de comprimento, 0,3 m de largura e 1,9 m de profundidade.



Figura 94 – A) Vegetação da área de influência da caverna PEA-0587, com destaque ao espeleólogo na base do paredão. B) Desnível abrupto com a entrada da caverna ao fundo.

Aspectos geológicos

Alocada em saprólito de formação ferrífera, a PEA-0587 é formada pela erosão no nível do acamamento (S_0 verticalizado) devido à passagem de águas meteóricas captadas pelo maciço aliada a um importante fator estrutural que conduz seu desenvolvimento principal na direção $N170^\circ$. Outra condicionante de ampliação dos vazios é o processo de instabilização de blocos e incasão, mais proeminente nas regiões mais profundas da gruta.

Morfologia subterrânea

A boca de entrada da caverna PEA-0587 possui dimensões reduzidas, necessitando de rastejamento para adentrá-la (Figura 95 A). Após a passagem no canal fendular vertical da entrada, acessa-se um salão em teto baixo com 3,5 m de comprimento por 2,9 m de largura e 0,6 m de altura. Este é prosseguido por um único conduto de direção predominante $170^\circ/350^\circ$, com 3 m de largura média e piso alternando entre aclives e declives, com alturas de teto que variam entre 0,6 e 3,3 m.

A secção transversal das passagens em teto baixo é predominantemente tabular (Figura 95 B) enquanto a secção dos tetos altos é abobadada.



Figura 95 – A) Salão em teto baixo após a entrada da cavidade. B) Teto tabular sobre rampa de blocos.

Conteúdo sedimentar

Praticamente todo o piso desta gruta é recoberto por blocos friáveis e de dimensões centimétricas a métricas, entremeados por uma delgada camada de material terrígeno inconsolidado (Figura 96 A e B). Não foram observados espeleotemas nesta caverna.



Figura 96 – A) Vista de cima da rampa de blocos no terço final da caverna PEA-0587. B) Espeleólogo sobre piso recoberto por grandes blocos.

Aspectos hídricos

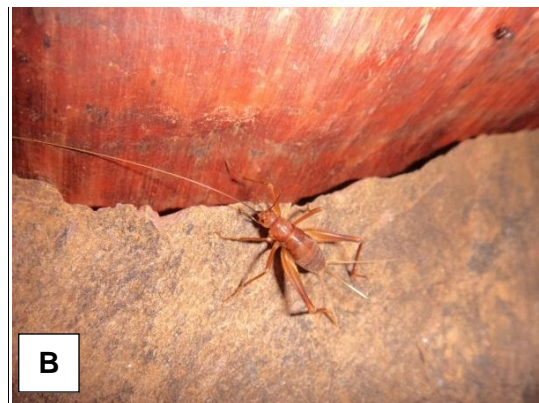
Devido à área de captação e declividade do terreno externo em relação a sua entrada, esta caverna possui indícios de enxurradas apenas em sua porção inicial, com galhos e folhas, já que a vegetação externa é predominantemente herbácea. Durante os trabalhos de exploração, apesar do período chuvoso, não foram observados gotejamentos, escorrimentos ou poças, mas o piso encontrava-se umedecido.

Observações

Foram avistadas poucas espécies de indivíduos invertebrados (como aranhas e grilos) e uma colônia de quirópteros, nenhum identificado (Figura 97 A, B e C), e observado guano de morcegos hematófagos.

Apesar do difícil acesso e da ausência de registro em cadastros oficiais, foi observada uma pichação em baixo relevo no interior desta cavidade, contendo o nome do indivíduo (Figura 97 D).

Não foram observados indícios arqueológicos. Há, entretanto, algum potencial para achados paleontológicos devido à posição e formato de sua entrada.



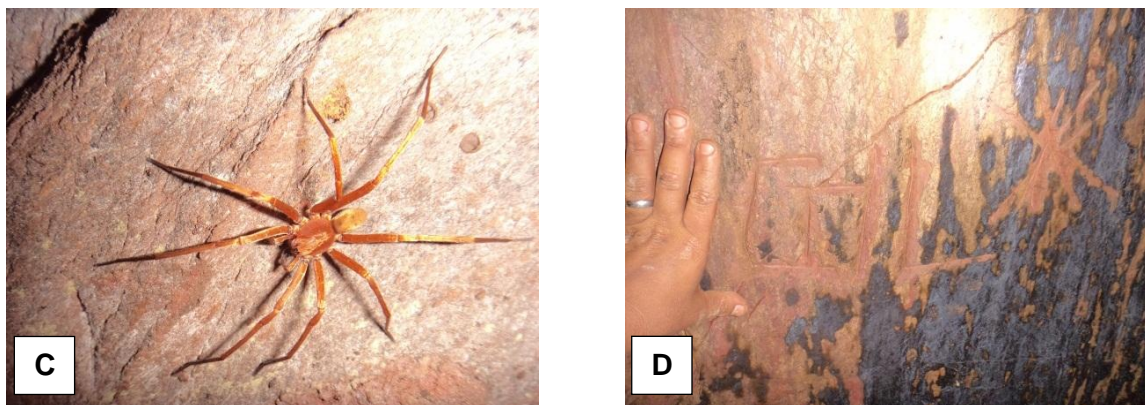


Figura 97– A) Colônia de morcegos no interior da caverna PEA-0587. B e C) Invertebrados não identificados. D) Pichação no centro da caverna.

6.1.4.4. Conclusões

No que tange o patrimônio espeleológico, após os trabalhos investigativos, o diagnóstico do Patrimônio Espeleológico aponta a presença de 30 cavidades naturais subterrâneas localizadas na Área de Prospecção Espeleológica (ADA acrescida de 250m) do projeto de duplicação do trecho da BR-040/DF/GO/MG localizado entre o Entr. BR-050(A)/BR 251/DF-001/003 (Brasília) e o Entr. MG-353 (para Juiz de Fora/MG).

Destas, 25 registros foram levantados no CANIE, correspondendo a 24 cavernas (as grutas MS-26 e MS-27 foram interconectadas e renomeadas como PEA-0583) Outras seis cavernas (PEA-574, PEA-0575, PEA-0576, PEA-0577, PEA-0586 e PEA-0587) foram descobertas ao longo das atividades de campo, representando novos registros.

Do montante total, entretanto, apenas quatro cavernas encontram-se dentro da faixa de domínio da BR-040, sendo três em Paracatu/MG (PEA-574, PEA-0575 e PEA-0577) e uma em Itabirito/MG (MS-28).

A análise de relevância das cavidades identificadas não foi realizada, pois a necessidade destes estudos foi afastada quando o respectivo estudo ambiental recomenda a adoção de alternativas locais para a rodovia nos trechos com cavernas. Em Paracatu/MG, recomenda-se o desvio do atual traçado e em Itabirito/MG a restrição da duplicação para a margem leste do atual eixo.

Tabela 12 – Localização das cavernas afetadas ao empreendimento, com coordenadas UTM (Datum SIRGAS 2000) e distância da rodovia BR-040.

Nome	Município	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)			Distância da BR (m)
		Zona	Leste	Norte	
PEA-0575	Paracatu (MG)	23K	313490	8081551	20
PEA-0577	Paracatu (MG)	23K	313518	8081608	23
PEA-0574	Paracatu (MG)	23K	313496	8081527	25
MS-28 (PEA-0579)	Itabirito (MG)	23K	607552	7763019	25

Nome	Município	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)			Distância da BR (m)
		Zona	Leste	Norte	
PEA-0576	Paracatu (MG)	23K	313445	8081545	59
SM-20 (PEA-0582)	Nova Lima (MG)	23K	607062	7776436	87
Abrigo Bolotas (P56)	Sete Lagoas (MG)	23K	575426	7844803	96
Gruta Ipsilon (Caverna P06)	Sete Lagoas (MG)	23K	575321	7844551	109
Caverna P57	Sete Lagoas (MG)	23K	575412	7844781	112
SM-21 (PEA-0581)	Nova Lima (MG)	23K	607012	7776438	132
SM-22 (PEA-0580)	Nova Lima (MG)	23K	607007	7776410	143
Fenda da Raiz (P09)	Sete Lagoas (MG)	23K	575276	7844506	143
Caverna P10	Sete Lagoas (MG)	23K	575282	7844544	149
Abrigo P72	Sete Lagoas (MG)	23K	575282	7844544	149
Caverna P05	Sete Lagoas (MG)	23K	575303	7844643	164
Caverna P13	Sete Lagoas (MG)	23K	575342	7844000	180
Caverna P58	Sete Lagoas (MG)	23K	575320	7845060	185
Caverna P59	Sete Lagoas (MG)	23K	575319	7845065	185
Caverna P12	Sete Lagoas (MG)	23K	575336	7843990	187
Caverna SM-19	Nova Lima (MG)	23K	608253	7771472	191
Caverna P11	Sete Lagoas (MG)	23K	575329	7843974	195
Caverna SM-18	Nova Lima (MG)	23K	608217	7771468	224
PEA-0587	Congonhas (MG)	23K	621361	7732505	228
Abrigo P60	Sete Lagoas (MG)	23K	575269	7845071	234
Caverna VL-34	Itabirito (MG)	23K	611261	7752351	238
MS-25 (PEA-0585)	Itabirito (MG)	23K	607968	7760781	245
PEA-0586	Congonhas (MG)	23K	621384	7732486	259
SM-26 e SM-27 (PEA-0583)	Itabirito (MG)	23K	607997	7760635	264
MS-24 (PEA-0584)	Itabirito (MG)	23K	607947	7760775	267
Caverna P08	Sete Lagoas (MG)	23K	575193	7844265	283

6.1.5. Solos

A metodologia apresentada para a etapa de campo do estudo diverge 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-040 DF/GO/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)”*.

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.

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).

Os trabalhos de campo identificaram que não existem solos colapsíveis nas áreas próximas ao empreendimento e sim uma condição de associação entre geologia, tipologia de relevo, tipo de solo e vegetação. É essa associação que determina se áreas serão consideradas sensíveis ou não a implantação do empreendimento do ponto de vista geotécnico. Em todo o trajeto ocorre a predominância dos latossolos, o mesmo tipo de solo pode tornar-se colapsível ou não de acordo com o tipo de relevo, condição geológica ou vegetação, pois com a retirada da vegetação de proteção dos solos, a região é propensa a geração de erosões laminares ou movimentos de massa.

Todo o traçado da rodovia pode ser dividido em duas Províncias Geológicas: Tocantins e São Francisco, onde devido às características individuais ocorre a predominância de erosões laminares na primeira e movimentos de massa na segunda. Portanto, o trecho do empreendimento após a cidade de Belo Horizonte/MG até Juiz de Fora/MG pode ser considerado como mais crítico, pois praticamente em todo o trecho a associação entre os parâmetros elencados acima propiciam a ocorrência de movimentos de massa quando não tomadas às providências necessárias para impedi-la.

O mapa do Anexo VIII (Mapa de Geomorfologia) ilustra as áreas com propensão a movimentação de terra (hachuradas em marrom) que se estendem de do início do trecho até o município de Sete Lagoas/MG. As áreas com propensão a erosão linear se estendem da divisa de Sete Lagoas/MG e Matozinhos/MG até Juiz de Fora/MG e estão hachuradas em verde no mapa supracitado.

6.1.5.1. Solos do Distrito Federal

Baseado nos levantamentos realizados pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo (EMBRAPA, 1978) é possível determinar que predominam no Distrito Federal os Latossolos Vermelhos, os Latossolos Vermelho-Amarelos e os Cambissolos, perfazendo mais de 85% do território do DF. Os Latossolos representam 54%, enquanto os Cambissolos perfazem 31% do território. Os demais tipos descritos pelo Relatório EMBRAPA foram: os Argissolos, os Nitossolos, os Neossolos Flúvicos, os Gleissolos e os Neossolos Quartzarênicos.

Foram descritas apenas as características dos Latossolos e do Cambissolo por estas duas classes serem as mais representativas no Distrito Federal.

6.1.5.1.1. Latossolos

Conforme Reatto *et. al.* (2004) os Latossolos são solos altamente intemperizados, resultantes da remoção da sílica e de bases trocáveis do perfil, com isso, concentram minerais secundários do grupo da caulinita, óxidos, hidróxidos e oxi-hidróxidos de Fe e Al como hematita, goethita, gibbsita e outros. O quartzo, por ser mais resistente ao intemperismo, persiste como mineral primário residual no perfil de alteração.

As formas de relevo predominantes dos Latossolos no Distrito Federal são residuais de superfícies de aplainamento, conhecidas regionalmente como chapadas. Na superfície geomorfológica cuja topografia apresenta-se como plana a suave-ondulada, dominam os Latossolos mais intemperizados com maior porcentagem de óxidos de Fe e principalmente óxidos de alumínio na forma de gibbsita, com matriz mais amarelada. Na segunda superfície geomorfológica, ocorrem os Latossolos de origem de depósitos de sedimentos, normalmente, menos intemperizados, mais caulíníticos e vermelhos.

Caracteristicamente são solos minerais, não hidromórficos, profundos (normalmente superiores a 2m) apresentando horizonte B latossólico muito espesso (> 50cm). Possuem sequencia de horizontes A, B e C pouco diferenciada com cores variando de vermelha a amarelada (geralmente escuras no A, vivas no B e mais claras no C). As estruturas predominantes são blocos subangulares (pouco desenvolvidos) e/ou em forma muito pequena granular podendo compreender partes com aspecto maciço poroso.

Apresentam baixo teor de silte (entre 10 e 20%) e argila, variando entre 15 e 80%. Podem ser excessivamente drenados, fortemente drenados e acentuadamente drenados, conforme a natureza da textura, da estrutura e da situação topográfica.

Quimicamente, mais de 95% dos Latossolos do Distrito Federal são distróficos e ácidos, com baixa a média capacidade de troca catiônica e níveis de pH em torno de 4,0 e 5,5.

O grupo dos Latossolos permite qualquer tipo de uso urbano ou rural, com edificações de pequeno e médio porte, obras com pavimento em subsolo, instalação de sistemas de saneamento *in situ*, instalação de sistemas de recarga artificial dos aquíferos, caixas de dissipação de energia de águas pluviais, bacias de infiltração (de águas pluviais), agricultura irrigada, convencional ou em plantio direto.

Como estes solos possuem grande espessura da zona não saturada dos aquíferos permitem que sobre esses solos sejam instalados equipamentos potencialmente poluentes como estação de tratamento de efluentes e usina de triagem e reciclagem de resíduos sólidos. Neste caso, a efetivação de tais equipamentos urbanos deve ser precedida de estudos específicos, com instalação de poços de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas e demais cuidados ambientais.

6.1.5.1.2. Latossolo Vermelho

De maneira geral, esses solos possuem grande ocorrência associada à vegetação de cerrado e/ou cerradão e topos das chapadas; relevos com superfícies planálticas, suave onduladas, em geral áreas de topografia favorável à mecanização e à urbanização. O material de origem desses solos é bastante variado, com arenitos até rochas pelíticas, desde que possuam teores razoáveis de ferro.

A remoção da maior parte da sílica que constitui o material originário torna o solo mais friável, menos plástico e significativamente permeável. Essa permeabilidade favorece a uma maior resistência natural aos processos erosivos, mas também ao avanço no estágio de intemperização. Normalmente, os Latossolos Vermelhos exibem-se com perfis profundos, muito porosos e bastante permeáveis.

Os solos mais comuns são Latossolos Vermelhos Distróficos, textura argilosa, fase cerrado, relevo plano a suave ondulado. Como pode ser caracterizado em campo o perfil tipo é constituído por uma sequência morfológica de horizontes com A moderado, B latossólico e C. Caracteriza-se por estar situado em relevo plano a suave ondulado de região de chapada, em geral, com declividade menor que 5%, com associação vegetal de campo cerrado e condição erosiva praticamente nula.

6.1.5.1.3. Latossolo Vermelho-Amarelo

Conforme o ZEE do Distrito Federal essa classe de solo apresenta-se comumente nos divisores de água e em áreas de transição para rebordos de chapada, integrada com vegetação de cerrado *sensu stricto*, campo limpo e campo sujo; em superfícies planas e em vertentes com declividades entre 5 e 20%.

Na maior parte dos casos, as características que identificam esse tipo de solo são muito semelhantes à classe dos Latossolos Vermelhos. Eles são diferenciados por apresentarem suprimento de óxidos de ferro menor do que o do Latossolo Vermelho, acarretando colorações mais amareladas, drenagem moderada e boas condições de aeração.

Esse tipo de solo localiza-se geralmente em uma morfologia de chapada, com relevo local plano a suave ondulado, associada a uma fitofisionomia secundária de campo sujo com drenagem e permeabilidade boas, não sendo observado o desenvolvimento de processos erosivos.

6.1.5.1.4. Cambissolos

Para Reatto *et. al.* (2004) Cambissolos são solos que apresentam horizonte subsuperficial submetido a pouca alteração física e química, porém, suficiente para desenvolvimento de cor e estrutura. Em geral, apresentam minerais primários facilmente intemperizáveis, teores mais elevados de silte, indicando baixo grau de intemperização. No DF geralmente estão associados a relevos mais movimentados (ondulados e forte-ondulados) variam desde rasos a profundos, atingindo entre 0,2 e 1,0m. São solos de coloração bruno-amarelada no horizonte superficial e vermelho-amarelada no subsuperficial. A estrutura é bastante variável, predominando blocos subangulares. Em alguns perfis, observa-se a presença de cascalhos e material concrecionário. Apresentam textura variada, desde muito argilosa até franco-arenosa, com cascalho ou sem cascalho. Quimicamente, são distróficos em função do material de origem e do clima local.

Esses solos ocorrem no Distrito Federal principalmente nas vertentes e encostas com pendentes mais elevadas, sendo abundantes na unidade de Rebordo (ver tópico sobre a geomorfologia), em relevos que variam entre os compartimentos Escarpados e Planos Intermediários com altitudes entre 800 e 1.150 metros, além do compartimento de Vales Dissecados (Novaes Pinto, 1994; Martins & Baptista, 1998). Também é comum a existência de grandes quantidades de cascalho e uma vegetação caracteristicamente associada de campo limpo.

Nesses solos, o problema erosivo revela-se acentuado, pois a baixa permeabilidade agregada à ocorrência de chuvas torrenciais produz as enxurradas que favorecem a formação de sulcos. Devido a esse processo, a grande maioria dos estudiosos sugere que as áreas cobertas por cambissolos e neossolos litólicos no cerrado deverão ter como destinação prioritária a preservação natural.

Os cambissolos apresentam limitações para usos urbanos. Neste caso, essas terras devem ser destinadas preferencialmente para a preservação ambiental ou para projetos de ocupação na forma de grandes áreas (como chácaras e mansões) em que as áreas verdes predominem sobre as áreas impermeabilizadas. As limitações são vinculadas à baixa permeabilidade e à resistência destas coberturas o que dificulta a instalação de sistemas de saneamento *in situ*, instalação de redes de drenagem pluvial ou de adução de água e instalação de obras com pavimentos em subsolo.

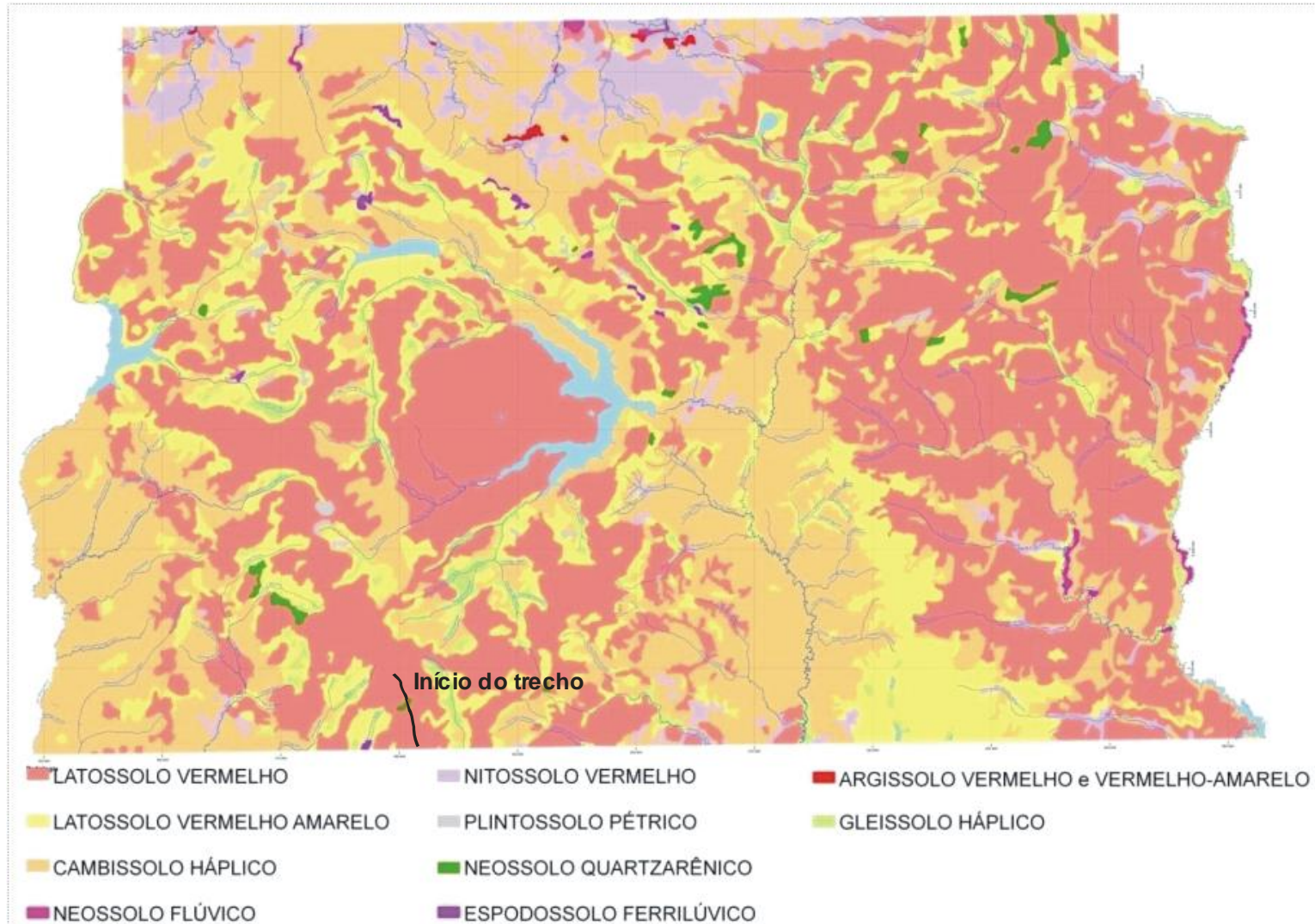


Figura 98 – Mapa Pedológico do Distrito Federal adaptado EMBRAPA – 1978. (Adaptado).

6.1.5.1.5. Solos das áreas de estudos próximas ao eixo da rodovia no Distrito Federal.

Os estudos para identificação dos tipos de solos nas Áreas de Estudos Próximas ao Eixo da Rodovia do empreendimento foram iniciados com a identificação no Mapa de Solos do Distrito Federal. A partir do conhecimento do tipo de solo cartografado, foram realizadas as etapas de campo para caracterização do tipo de solo identificado.

A partir do emprego da metodologia de Classificação Tátil-Visual foi possível observar que, nas Áreas de Estudos Próximas ao Eixo da Rodovia do empreendimento no Distrito Federal, ocorre apenas o Latossolo Vermelho. 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.

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 apresentaram uma textura predominantemente argilosa, apresentando, em diversos pontos, gretas de contração.

Porosidade/permeabilidade - representa os espaços vazios do solo e é definida pela textura e pela estrutura. Os Latossolos 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 exibem-se com perfis profundos, muito porosos e bastante permeáveis.

Geologia – representa a litologia formadora do solo. Nesse caso o solo é proveniente do intemperismo de rochas possivelmente do Grupo Paranoá.

Relevo – caracteriza as condições predominantes de pedogênese ou lixiviação. Para as Áreas com Possíveis Impactos Diretos predominam os relevos planos a suavemente ondulados, justamente as condições características dos Latossolos.

Resumindo, os Latossolos Vermelhos 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 e relevo plano a suave ondulado. Caracterizam-se por estarem situados em relevo tipo plano a suave ondulado de região de chapada, em geral, com declividade menor que 5%, com associação vegetal de campo cerrado e condição erosiva praticamente nula.



Foto - 107 – Coloração avermelhada intensa.



Foto - 108 – Relevo plano, sem ondulações.



Foto - 109 – Textura argilosa, apresentando gretas de contração.



Foto - 110 – Solo profundo com horizonte homogêneo.



Foto - 111 – Solo profundo com horizonte homogêneo.



Foto - 112 – Sem proteção os taludes são facilmente erodidos devido à declividade.

6.1.5.2. Solos do Goiás

O Estado de Goiás, como em diversos outros, não possui um trabalho de levantamento de solos recentes que abranja todo o Estado, e em função disso, foi realizada uma compilação de dados do Projeto RADAMBRASIL (1982 e 1984) e Kerr *et al.* (2001). Essa compilação gerou uma base cartográfica que foi utilizada no trabalho *Hidrogeologia do Estado de Goiás - 2006*, e que posteriormente, recebeu modificações com base em evidências (parâmetros exclusivamente macroscópicos) obtidas em trabalhos de campo.

Dados oficiais informam que no Estado de Goiás observam-se os seguintes grupos de solos: Latossolo, Cambissolo, Argissolo, Nitossolo, Neossolo Quartzarênico, Neossolo Litólico, Plintossolo, e Gleissolo, sendo o Latossolo o grupo predominante. Possuem fertilidade natural variável de baixa a alta, dependendo do tipo de relevo predominante e da rocha geradora do solo. Os Latossolos Vermelhos predominam no sudoeste, ocupando 30% do Estado, e, apesar da baixa fertilidade, o relevo, as baixas declividades e a grande espessura desse solo, favorecem à agricultura mecanizada. Outros 15% são ocupados por Latossolos Vermelho Amarelo, em áreas onde predominam pastagens plantadas.

Tabela - ESTADO DE GOIÁS: Solos - 2006

Solo	área (km²)	%
Associação de Argissolo-Nitossolo	46.232,42	13,53
Cambissolo	65.522,28	19,09
Gleissolo	10.291,83	2,90
Latossolo Vermelho	102.443,47	29,74
Latossolo Vermelho Amarelo	50.723,43	14,75
Neossolo Litólico	39.444,85	11,34
Neossolo Quartzarênico	12.268,54	3,58
Plintossolo	13.153,97	3,79

Fonte: Superintendência de Geologia e Mineração/SIC

Elaboração: SEGPLAN-GO/SEPIN/Gerência de Estatística Socioeconômica – 2011.

6.1.5.2.1. Latossolos

Os Latossolos são solos minerais, não hidromórficos, que se caracterizam por possuírem horizonte B latossólico, imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, caso o horizonte A apresente mais que 150 cm de

espessura (EMBRAPA 1999). Os Latossolos apresentam avançado grau intempérico, são extremamente evoluídos, sendo praticamente destituídos de minerais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo. São solos que variam de fortemente a bem drenados, normalmente muito profundos, com espessura raramente inferior a um metro, e , em geral, fortemente ácidos, com baixa saturação por bases, distróficos ou álicos. Apresentam sequencia de horizontes do tipo A, Bw, C, com reduzido incremento de argila em profundidade.

As condições topográficas em que ocorrem, aliadas à grande espessura, boa permeabilidade e ausência de impedimentos à mecanização, conferem-lhes excelente potencial para uso intensivo. Portanto, estes solos, encontram-se, em geral, ocupados por monoculturas ou uso pecuário (principalmente na região do vale do Rio Araguaia e no extremo sudoeste do Estado de Goiás e nas regiões central e leste do Distrito Federal).

Na subordem dos Latossolos, destacam-se no Estado os Distroféricos com grande expressividade no sul, relacionados a derrames basálticos da Formação Serra Geral – Grupo São Bento, sendo os Latossolos Vermelhos Álicos e Distróficos mais comuns onde ocorrem as chamadas chapadas e chapadões.

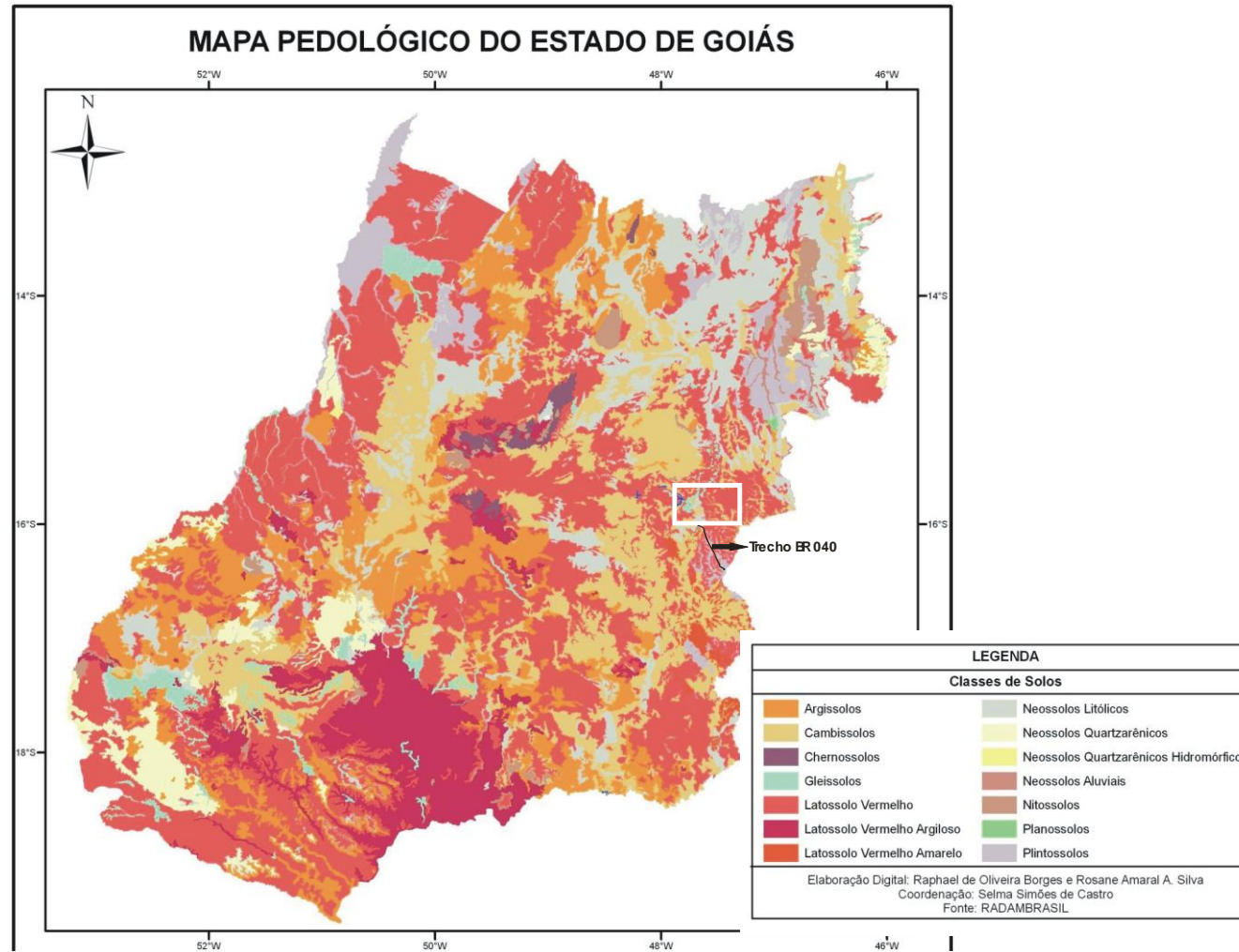


Figura 99 – Esboço do Mapa Pedológico do Estado de Goiás. Alterado de Selma Simões de Castro in: CASTRO & SILVA – 2002.

6.1.5.2.2. Latossolos Vermelho-Amarelos

Segundo a EMBRAPA (1999), os Latossolos Vermelho-Amarelos são solos que apresentam matiz 5YR ou mais vermelhos, e mais amarelos que 2,5YR, na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B. Esta classe de solo é bastante similar ao latossolo vermelho, contudo o teor em hematita é inferior, resultando em uma coloração mais clara no horizonte B. Nessa classe de solo, a maior parte do ferro ocorre na forma hidratada com óxidos hidratados e hidróxidos.

Dentre as feições diagnósticas podem ser citadas: ampla homogeneidade entre os horizontes, fraca estruturação, grande espessura do perfil (> 5 metros), pequena variação na quantidade de argila entre os horizontes, além de ocorrerem em relevo plano a suave ondulado. Os Latossolos Vermelho-Amarelos estão presentes em amplas áreas contínuas na região do Vale do Rio Araguaia, na porção nordeste de Goiás (associados ao Grupo Urucuaia), na região de Pirenópolis e na região leste do Distrito Federal. Recobrem aproximadamente 15% do total da área do Estado.

6.1.5.2.3. Cambissolos

Os Cambissolos apresentam sequência de horizontes do tipo A ou hístico, Bi, C, com moderada diferenciação entre eles (EMBRAPA 1999). Compreendem solos minerais, com horizonte A ou hístico de espessura menor que 40 cm e horizonte B incipiente subjacente ao horizonte A de qualquer tipo, excluído o chernozêmico (quando a argila do horizonte Bi for de atividade alta). São solos pouco evoluídos, geralmente pedregosos e, devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, suas características são bastante variáveis, mas, em geral, caracterizam-se por serem bem drenados, pouco profundos ou rasos, com teores de silte elevados, e constituídos por mais de 4% de minerais primários e mais de 5% de fragmentos de rocha semi-intemperizada.

Devido a seu desenvolvimento ainda incipiente, as características destes solos estão em consonância com o material de origem. No Estado, os Cambissolos são a segunda classe mais frequente, recobrendo aproximadamente 19% do total, destacando-se as regiões norte e sudeste de Goiás e norte e oeste do Distrito Federal. Devido à declividade e pedregosidade dos terrenos, estes solos são pouco utilizados para a agricultura mecanizada, e em sua grande maioria, representam áreas com vegetação preservada ou utilizadas para pecuária extensiva e agricultura de subsistência.

Observa-se, nesta classe, um favorecimento ao escoamento superficial (*run off*) e aos processos de evapotranspiração, o que se traduz em uma reduzida recarga efetiva destes solos. Em muitos casos, não há zona saturada associada a este tipo de cobertura.

6.1.5.2.4. Argissolos/Nitossolos

Por apresentarem características semelhantes, os Argissolos e os Nitossolos foram agrupados em uma associação. Os Argissolos compreendem solos constituídos por material mineral que têm como características diferenciais argila de atividade baixa e horizonte B textural (Bt), imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico (EMBRAPA, 1999). São solos de profundidade variável, com horizontes bastante evidentes, comumente com pedregosidade e podem apresentar drenagem desde muito a pouco eficiente e serem fraca a moderadamente ácidos.

Os Nitossolos são solos minerais com horizonte B nítico de argila de atividade baixa, imediatamente abaixo do horizonte A ou dentro dos primeiros 50 cm do horizonte B (EMBRAPA, 1999). Apresentam textura argilosa ou muito argilosa e estrutura em blocos, moderada ou forte, com superfície dos agregados reluzente, devido à cerosidade. São solos profundos, bem drenados, com cores variando de vermelho a bruno, em geral ácidos e podendo apresentar horizonte A de qualquer tipo. Os Argissolos e Nitossolos estão bastante distribuídos por todo o Estado, no entanto, é possível presenciar uma concentração maior desses solos nas regiões centrais e oeste de Goiás, entre as cidades de São Luiz de Montes Belos, Piranhas e Doverlândia, bem como associados com os complexos ultrabásicos de Niquelândia, Barro Alto e Minaçu. Observam-se também ocorrências deste solo na região sul-sudeste de Goiás. Em geral, são solos associados a superfícies suaves onduladas e correspondem a 15% da totalidade da área de estudo.

Algumas características marcantes diferenciam estes solos dos latossolos tais como: a maior diferenciação entre os horizontes, maior quantidade de argila presente nos horizontes mais profundos e a maior facilidade de desenvolvimento de estruturação média a grossa. A maior atividade de raízes é, em geral, vinculada à sua fertilidade natural, o que permite o desenvolvimento de vegetação nativa de maior porte.

6.1.5.2.5. Neossolos Quartzarênicos

Nesta classe estão compreendidos solos minerais, em geral profundos, com sequencia de horizontes do tipo A-C, sem contato lítico dentro de 50 cm de profundidade. Os Neossolos Quartzarênicos apresentam textura arenosa, composição granulométrica nas classes texturais areia ou areia franca (micácea) e, em toda a extensão do perfil são constituídos essencialmente por quartzo (>95%), com ausência de minerais primários alteráveis (EMBRAPA, 1999). São solos bastante susceptíveis à erosão, sobretudo quando sujeitos a fluxo de água concentrado, que pode provocar o surgimento de extensas voçorocas.

São solos muito permeáveis, excessivamente drenados e geralmente sem estrutura desenvolvida. Apresentam também baixos valores de soma e saturação por bases, além de, na maioria das vezes, ser elevada a saturação por alumínio. É comum observar-se um ligeiro aumento de argila

em profundidade, por vezes denotando caráter intermediário com Latossolos. No Estado de Goiás, os Neossolos Quartzarênicos ocorrem associados aos arenitos das Formações Botucatu e Bauru e do Grupo Urucuia. Ocupam, aproximadamente, 4% da área total. Em geral, estes solos apresentam coloração creme esbranquiçada, textura arenosa em grãos simples e são compostos predominantemente por quartzo. A presença de delgado horizonte A, fraco a moderado, sempre é observado.

6.1.5.2.6. Plintossolos

Os Plintossolos são solos minerais formados sob condições de restrição à percolação de água, sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade, mal drenados, caracterizados por apresentar expressiva plintização com ou sem petroplintita ou horizonte litoplíntico. Apresentam horizonte plíntico iniciando em 40 cm, ou dentro de 200 cm quando imediatamente abaixo do horizonte A ou E, e horizonte B textural sobre ou coincidente com o horizonte plíntico (EMBRAPA, 1999). São solos fortemente ácidos. No entanto, verifica-se a existência de solos com saturação por bases média a alta.

Os Plintossolos são típicos de zonas quentes e úmidas, com estação seca bem definida ou que apresentem um período longo de estiagem. Ocorrem em superfícies planas a suaves onduladas, associadas à oscilação de lençol freático. No Estado de Goiás estes solos estão mais concentrados nas regiões noroeste e nordeste, mas, podem ser observados em diversas localidades, expostos em áreas restritas, em associação estreita com gleissolos, enquanto no Distrito Federal, ocorrem primordialmente na região sudeste. Os perfis de plintossolo observados, apresentam o horizonte diagnóstico mais comumente representado por “cascalho laterítico”.

6.1.5.2.7. Neossolos Litólicos

Os Neossolos Litólicos são solos minerais pouco espessos, com pequena expressão de processos pedogenéticos e sequencia de horizontes A-R e, portanto, apresentam evidente rochiosidade e pedregosidade. O horizonte A ou O hístico possui menos de 40 cm de espessura, e está em contato direto com a rocha sã ou intemperizada, horizonte C ou material com 90% (ou mais) de sua massa constituída por fragmentos de rocha (EMBRAPA, 1999). No Estado, esta classe de solo é, geralmente, associada com cambissolos e exposições rochosas em áreas de relevo forte ondulado a escarpado ou sobre relevo arrasado. Estão presentes em 12% da área e são muito frequentes na Chapada dos Veadeiros e nas imediações das cidades de São Domingos, Cavalcante e Campos Belos, entre Caldas Novas e Ipameri e nas regiões de Moiporá, Cocalzinho de Goiás e Crixás.

6.1.5.2.8. Associação Gleissolos/Neossolos Flúvicos

Os Neossolos Flúvicos e os Gleissolos foram agrupados em uma associação devido a similaridades em localização e do ponto de vista hidrogeológico, alta susceptibilidade à contaminação. Os Neossolos Flúvicos (solos aluviais) são formados principalmente nas planícies aluviais e estão associados aos processos sedimentares fluviais, não existindo relações pedogenéticas entre esses solos e o substrato rochoso subjacente. São solos derivados de sedimentos aluviais com horizonte A sobre horizonte C constituído de camadas estratificadas, com ausência de pedogênese ou com pedogênese muito restrita (EMBRAPA, 1999). No caso da presença de cascalhos nos materiais aluviais não ha transformação dos clastos, mas, apenas, pedogênese incipiente na matriz.

Os gleissolos são solos com deficiência de drenagem, geralmente ricos em matéria orgânica e comumente presentes próximos a nascentes ou ao longo dos cursos das drenagens e, por isso, ocorrem em forte associação com neossolos flúvicos. São solos constituídos por material mineral com horizonte glei⁹, imediatamente abaixo do horizonte A ou horizonte hístico, com menos de 40 cm de espessura ou horizonte glei, começando dentro de 50 cm da superfície do solo (EMBRAPA, 1999). Além dos horizontes superficiais ricos em matéria orgânica, os horizontes glei são cinza claro, bege ou esbranquiçados e, em geral, muito argilosos. Na região de Luis Alves, no extremo noroeste goiano, os Gleissolos são dominantes. Estes solos recobrem, aproximadamente, 3% da área do Estado.

6.1.5.2.9. Solos das Áreas de Estudos Próximas ao Eixo da Rodovia no Estado de Goiás.

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 Goiás e do tipo de solo cartografado nessas regiões. A partir do conhecimento do tipo de solo cartografado, foram realizadas as etapas de campo para caracterização dos tipos de solos identificados.

A metodologia apresentada para a etapa de campo dos trabalhos, divergiu 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 serão descritos a partir de cortes e taludes observáveis ao longo da rodovia BR-040 DF/GO/MG.

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 foi possível observar que, nas áreas de

estudos próximas ao eixo da rodovia, no Estado de Goiás, ocorrem o Latossolo Vermelho, Latossolo 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 outras localidades, uma coloração amarelada, indicando uma quantidade menor de hematita no solo. Os cambissolos apresentaram uma coloração mais amarelada no horizonte superficial.

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, tanto o Vermelho, quanto o Vermelho-Amarelo, apresentaram uma textura predominantemente argilosa, apresentando - em diversos pontos, gretas de contração. Os Cambissolos apresentaram uma textura também argilosa, contudo - como é característico desse tipo de solo, foi 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 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, pois o 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. Nesse caso o solo é proveniente do intemperismo de rochas possivelmente do Grupo Paranoá e também do Grupo Canastra.

Relevo – caracteriza as condições predominantes de pedogênese ou lixiviação. Nas Áreas com Possíveis Impactos Diretos predominam os relevos planos a suavemente ondulados, condições estas características dos Latossolos. Os Cambissolos são característicos em relevos mais movimentados e jovens.

Vegetação – os Latossolos são característicos de áreas com vegetação tipo cerrado/cerradão, enquanto nas áreas de Cambissolos ocorrem os chamados campos limpos, devido a baixa permeabilidade desse tipo de solo e com isso tornando-os propensos a processos erosivos.

Resumindo, os Latossolos Vermelhos 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. 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.

Latossolos:



Foto - 113 - Latossolo Vermelho-amarelo em área de relevo plano a suave ondulado.



Foto - 114 - Latossolo Vermelho em área de relevo plano a suave ondulado.



Foto - 115 – corte Latossolo Vermelho-amarelo.



Foto - 116 – Corte Latossolo Vermelho



Foto - 117 – Greta de contração devido à grande presença de argila.



Foto - 118 – Concreção laterítica característica do processo de latossolização.

Cambissolos:



Foto - 119 - Relevo mais movimentado característico do Cambissolo.



Foto - 120 – Corte de um horizonte cascalhento.



Foto - 121 –Horizonte cascalhento.



Foto - 122 - Horizonte cascalhento com cristais de quartzo que são mais resistentes ao intemperismo.



Foto - 123 - Horizonte cascalhento com grande quantidade de silte.



Foto - 124 – Horizonte cascalhento com elevado grau de pedregosidade

6.1.5.3. Solos de 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, varias 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.

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.

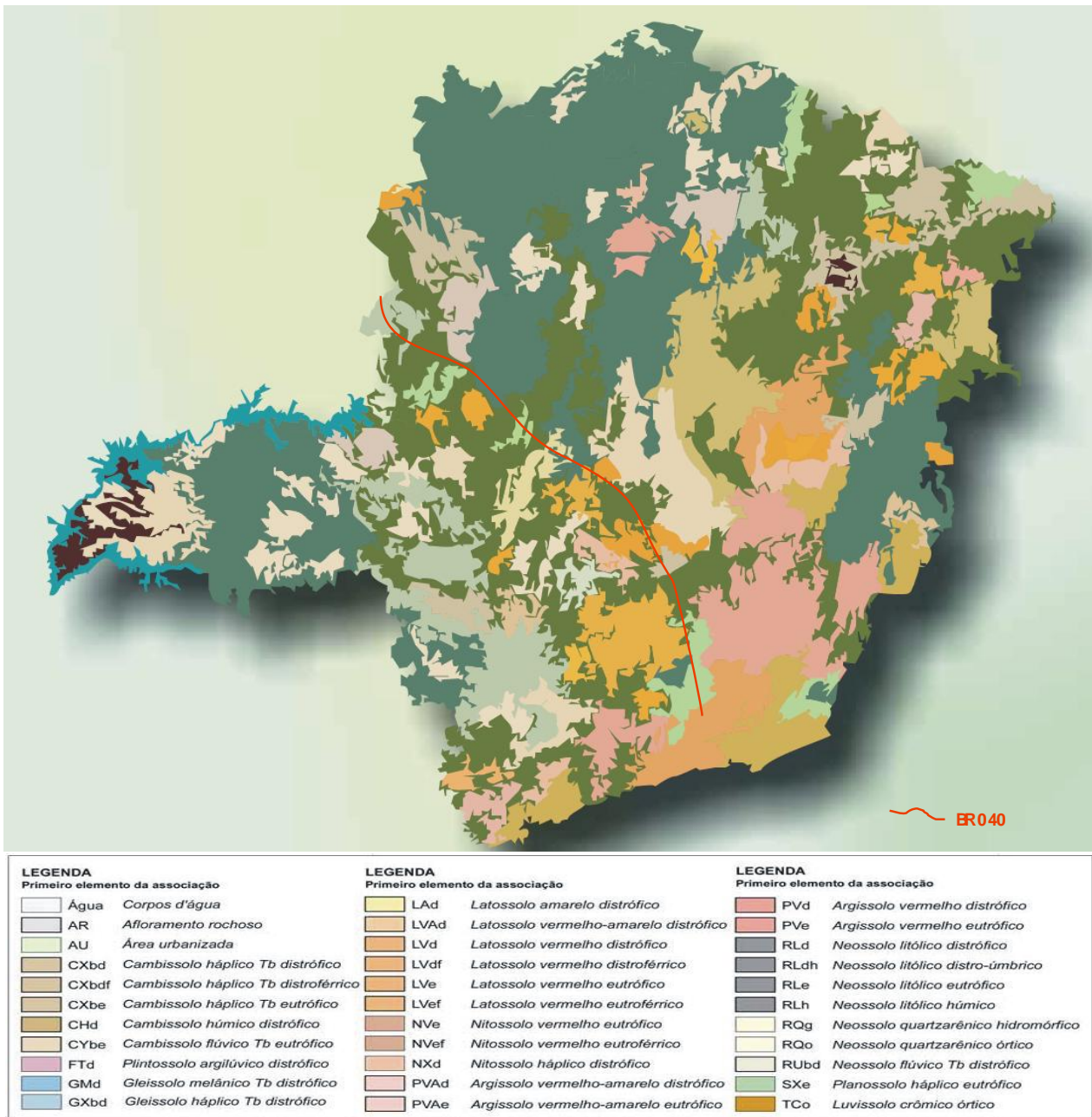


Figura 100 – Mosaico do Mapa de Solos de Minas Gerais – 2010. (Adaptado).

Os autores Amaral *et al* (2004) no Boletim nº 63 de Pesquisa e Desenvolvimento EMBRAPA descrevem os solos de forma sucinta, enfatizando suas principais características, colocando a nova nomenclatura entre parênteses:

6.1.5.3.1. Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo)

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-040 - DF/GO/MG

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.

6.1.5.3.2. 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.

6.1.5.3.3. 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.

6.1.5.3.4. 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.

6.1.5.3.5. 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.

6.1.5.3.6. 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.

6.1.5.3.7. 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.

6.1.5.3.8. 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.

6.1.5.3.9. 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 abrupto. 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.

6.1.5.3.10. 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.

6.1.5.3.11. 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.

6.1.5.3.12. 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.

6.1.5.3.13. 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.

6.1.5.3.14. 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.

6.1.5.3.15. 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.

6.1.5.3.16. 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.

6.1.5.3.17. 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.

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

6.1.5.3.19. 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.

6.1.5.3.20. 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.

6.1.5.3.21. 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 plíntico, 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.

6.1.5.3.22. 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.

6.1.5.3.23. Glei Húmico e Glei Pouco Húmico (Gleissolo Melânico e Gleissolo Haplíco)

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.

6.1.5.3.24. Vertissolo (Vertissolo)

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-040 - DF/GO/MG

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.

6.1.5.3.25. 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.

6.1.5.3.26. 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.

6.1.5.3.27. 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.

6.1.5.3.28. 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.

6.1.5.3.29. Solos Aluviais (Neossolos Flúvicos)

São profundos e possuem características muito variáveis, dependendo da natureza e forma de distribuição dos sedimentos originários. No Estado, ha 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.

6.1.5.3.30. 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.

6.1.5.3.31. 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.

6.1.5.3.32. 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 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-040 DF/GO/MG.

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, Neossolo Litólico, Neossolo Quartzoarênico, 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 outras localidades, 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. Os cambissolos apresentaram uma coloração mais amarelada no horizonte superficial. Os neossolos não apresentam cores características, pois estão intimamente ligados, ainda, aos afloramentos dos quais fazem parte.

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. 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”. Para os neossolos foram observadas texturas arenosas, principalmente para o quartzarênico.

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, pois o alto teor de silte do horizonte A e a restrita profundidade do perfil fazem com que essa classe de solos tenha sua permeabilidade dificultada. Os neossolos apresentaram uma porosidade/permeabilidade elevada quando jogada água em sua superfície, principalmente devido à grande quantidade de areia no seu horizonte superficial.

Geologia – representa a litologia formadora do solo. Para o Estado de Minas Gerais ocorrem duas situações, rochas pertencentes à Província Tocantins e as rochas que fazem parte da Província São Francisco. Essa divisão acarreta em uma mudança na geologia, o que resulta em relevos distintos e, com isso, geram solos também diferentes. Essa diferença é facilmente observada pelo relevo e tipo de litologia em cada uma das Províncias, enquanto na Tocantins predominam os metassedimentos, dolomitos e relevo plano a suave ondulado, na São Francisco predominam as rochas “cristalinas” e os relevos ondulados.

Relevo – caracteriza as condições predominantes de pedogênese ou lixiviação. Nas áreas de influência ocorrem os relevos planos a suavemente ondulados, justamente as condições características dos Latossolos. Já os Argissolos possuem as mesmas macro características dos Latossolos, exetando o horizonte B mais argiloso e ocorrência em terrenos mais movimentados. Os Cambissolos são característicos em relevos mais movimentados e jovens. Os neossolos

caracterizam-se por serem formados em áreas com relevo plano a suave ondulado e apresentarem contato com o substrato rochoso.

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.

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.

Os neossolos nesse trabalho podem ser divididos em Litólicos e Quartzarênicos, onde os 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. Já os Quartzarênicos possuem ocorrência intimamente relacionada ao ambiente de Rebordo de Chapada no Domínio do Cerrado, onde se exibem particularmente sobre os quartzitos das Formações Três Marias e Sete Lagoas. Diferindo dos Neossolos Litólicos, Flúvicos e Regolíticos, os Neossolos Quartzarênicos são rotineiramente mais profundos, chegando a exibir perfis com profundidades superiores a dois metros. Por sua origem quartzítica, o mineral quartzo predomina na fração areia desses solos, ficando a concentração dos seus poucos nutrientes, restrita à porção orgânica. Além da maior profundidade, normalmente esses solos apresentaram-se com grãos simples, estrutura fraca; grande permeabilidade, condutividade hidráulica e suscetibilidade à erosão; tendo sua caracterização como solos pouco desenvolvidos, profundos, excessivamente drenados e porosos.

Para facilitar a visualização dos diversos tipos de solos e sua ocorrência, o trajeto da rodovia BR-040 DF/GO/MG, no Estado de Minas Gerais, foi dividido em três trechos: divisa GO/MG –

Paracatu; Paracatu – Sete Lagoas e Sete Lagoas - Juiz de Fora. Essa divisão irá demonstrar, com maior clareza, as ocorrências diferentes de solos devido a mudanças na geologia, relevo e vegetação.

6.1.5.3.33. Trecho divisa GO/MG até Paracatu.

Latossolo Vermelho-Amarelo:



Foto - 125 - Latossolo Vermelho-Amarelo em relevo plano característico.



Foto - 126– Latossolo Vermelho-Amarelo em relevo plano característico.



Foto - 127 – Perfil Latossolo Vermelho-Amarelo, horizonte profundo e homogêneo.

Neossolo Litólico:



Foto - 128 - Neossolo Litólico, solo com contato com o substrato rochoso em profundidade menor que 40cm.



Foto - 129 – Neossolo Litólico, o solo ainda mantém as estruturas preservadas do seu protolito.



Foto - 130– Neossolo Litólico, solo com contato com o substrato rochoso em profundidade menor que 40cm. Ainda é possível observar o protolito do solo.

Cambissolo:



Foto - 131 - Cambissolo amarelado.



Foto - 132 – Cambissolo com horizonte cascalhento.



Foto - 133 - Cambissolo com horizonte cascalhento.

6.1.5.3.34. Trecho Paracatu – Sete Lagoas.

Latossolo Vermelho-Amarelo



Foto - 134 – Latossolo Vermelho-Amarelo.



Foto - 135 – Latossolo Vermelho-Amarelo.



Foto - 136 - Latossolo Vermelho-Amarelo, com concreções lateríticas.

Neossolo Quartzarênico e Litólico:



Foto - 137 – Neossolo Litólico, onde é possível ver o protolito do solo a uma profundidade inferior a 40cm.



Foto - 138 – Neossolo Litólico, onde é possível ver o protolito do solo a uma profundidade inferior a 40cm.



Foto - 139 – Neossolo Litólico, onde é possível ver o protolito do solo a uma profundidade inferior a 40cm.



Foto - 140 – Neossolo Quartzarênico, onde é possível observar o protolito a profundidade superior a 50cm.



Foto - 141 – Neossolo mosqueado.



Foto - 142 – Neossolo Quartzarênico.



Foto - 143 – detalhe do Neossolo Quartzarênico acima mostrando que ainda ha minerais resistentes ao intemperismo no horizonte A que é superior a 150cm.

Cambissolo:



Foto - 144 - Cambissolo com horizonte cascalhento.



Foto - 145 – Cambissolo com concreções ferruginosas centimétricas.



Foto - 146 – Cambissolo com horizonte casalento.



Foto - 147 – Cambissolo com horizonte cascalhento.



Foto - 148 – Corte Cambissolo amarelado com horizonte homogêneo.



Foto - 149 – Detalhe do corte acima mostrando que por ser um solo imaturo ainda persistem minerais resistentes ao intemperismo, principalmente a “base” de quartzo.

Latossolo Vermelho:



Foto - 150 – Latossolo Vermelho característico de relevos planos a suave ondulados.



Foto - 151 – Latossolo Vermelho característico de relevos planos a suave ondulados.



Foto - 152 – Latossolo Vermelho característico de relevos planos a suave ondulados.



Foto - 153 – Latossolo Vermelho característico de relevos planos a suave ondulados.

6.1.5.3.35. Trecho Sete Lagoas – Juiz de Fora.

Neossolos:



Foto - 154 – Neossolos Litólicos, onde ainda ha o protolito do solo.



Foto - 155 – Neossolo Litólico, detalhe dos minerais mais resistentes ao intemperismo, geralmente “quartzo”.



Foto - 156 - Neossolo Litólico, detalhe dos minerais mais resistentes ao intemperismo, geralmente “quartzo”.

Cambissolos:



Foto - 157 – Cambissolo amarelado.



Foto - 158 – Horizonte cascalhento característico do cambissolo.



Foto - 159 - Horizonte cascalhento característico do cambissolo. Ainda demonstrando minerais mais resistentes ao intemperismo.

Latossolos:



Foto - 160 - Latossolo Vermelho característico de relevos planos e horizontes profundos.



Foto - 161 – Latossolo Vermelho característico de relevos planos e horizontes



Foto - 162 – Latossolo Vermelho característico de relevos planos e horizontes profundos.



Foto - 163 - Latossolo Vermelho-Amarelo característico de relevos planos e horizontes profundos.



Foto - 164 – Latossolo Vermelho-Amarelo característico de relevos planos e horizontes profundos.

Argissolos:



Foto - 165 – Argissolo Vermelho. Estrutura semelhante ao Latossolo, mas em um relevo mais movimentado e com uma vegetação diferenciada.



Foto - 166 – Argissolo Vermelho. Estrutura semelhante ao Latossolo, mas em um relevo mais movimentado e com uma vegetação diferenciada.



Foto - 167 – Argissolo Vermelho. Estrutura semelhante ao Latossolo, mas em um relevo mais movimentado e com uma vegetação diferenciada.

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 Rio São Francisco, do Atlântico Sul e do Paraná. Dentro da região hidrográfica do São Francisco as sub-bacias de destaque que estão na área de estudo são a do rio Paracatu, localizada no Médio São Francisco, São Francisco 02, Paraopeba e do Rio das Velhas, também inseridas na sub-bacia do Alto São Francisco. Na região hidrográfica do Atlântico sul, a sub-bacia de importância localizada foi a do rio Paraíba do Sul. No região hidrográfica do Paraná, as sub-bacias que abrangem ao empreendimento são a do rio Paranaíba e do Rio Grande.

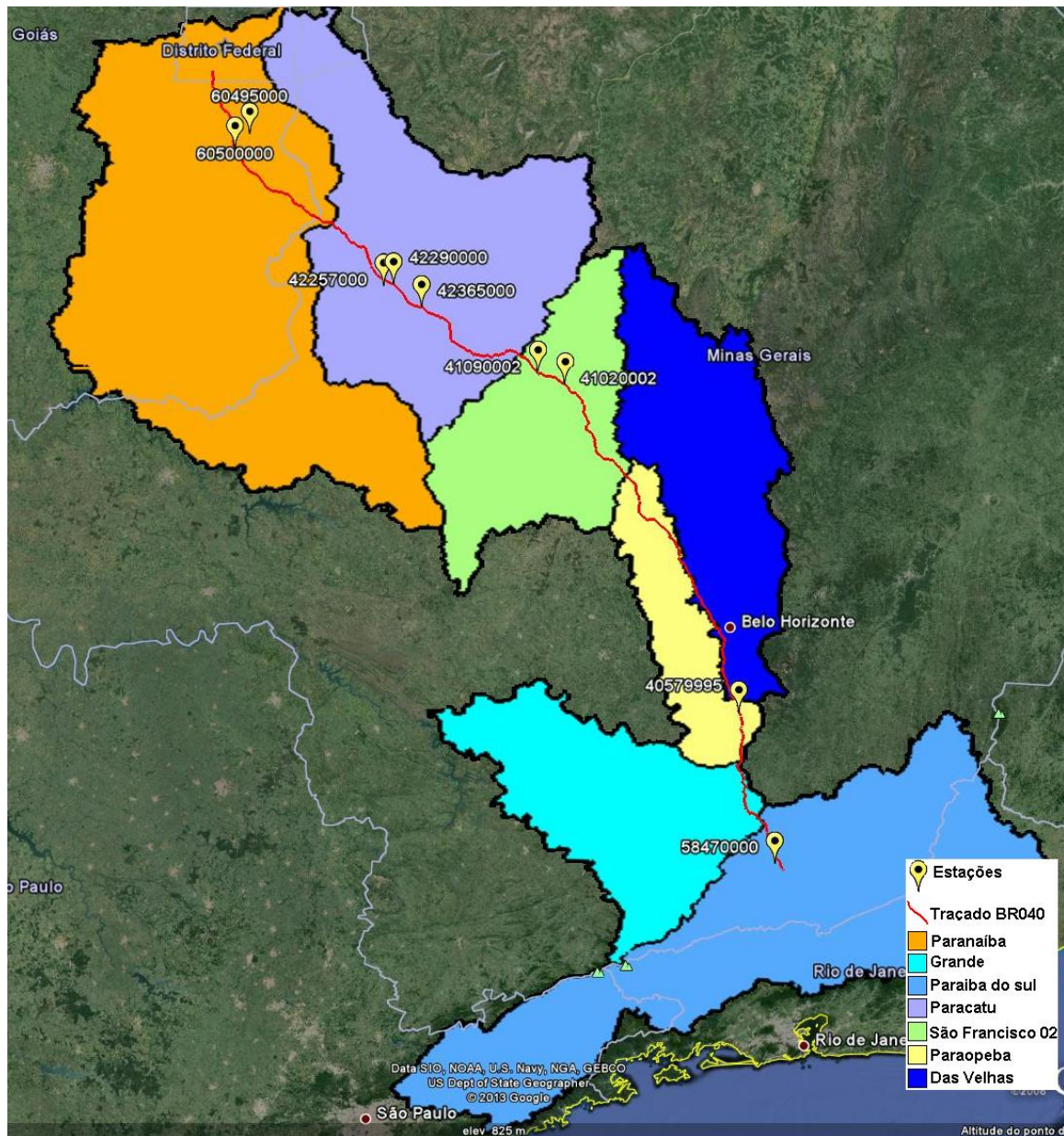
Para ilustrar a localização do empreendimento juntamente com as regiões hidrográficas influenciadas, foi elaborado um mapa de escala 1:2.000.000 com as bacias, sub-bacias e a localização do empreendimento. O mapa se encontra no Anexo I.

No Quadro 16 são mostradas as estações fluviométricas da Agência Nacional de Águas, suas coordenadas e a bacia na qual está inserida, já na Figura 101 é ilustrada a localização das mesmas em função do trecho estudado.

Quadro 16 - Estações fluviométricas ANA.

Estação / número	X	Y	Bacia
RIO PAMPLONA (604900000)	-16,4317	-47,6914	Paraná
PONTE SÃO BARTOLOMEU (605000000)	-16,5375	-47,8006	Paraná
BARRA DO ESCURINHO(42257000)	-17,5125	-46,6461	RIO SÃO FRANCISCO
PONTE DA BR-040 DF/GO/MG - PARACATU (422900000)	-17,5025	-46,5711	RIO SÃO FRANCISCO
PONTE DA BR-040 DF/GO/MG - PRATA (42365000)	-17,6619	-46,355	RIO SÃO FRANCISCO
PONTE BR-040 DF/GO/MG (41090002)	-18,1086	-45,4614	RIO SÃO FRANCISCO
UHE TRÊS MARIAS JUSANTE (41020002)	-18,1869	-45,2528	RIO SÃO FRANCISCO
CONGONHAS - LINIGRAFO (40579995)	-20,5186	-43,8356	RIO SÃO FRANCISCO
CHAPEU D'UVAS (58470000)	-21,5942	-43,5053	ATLÂNTICO, TRECHO LESTE

Fonte: ANA, 2014c.

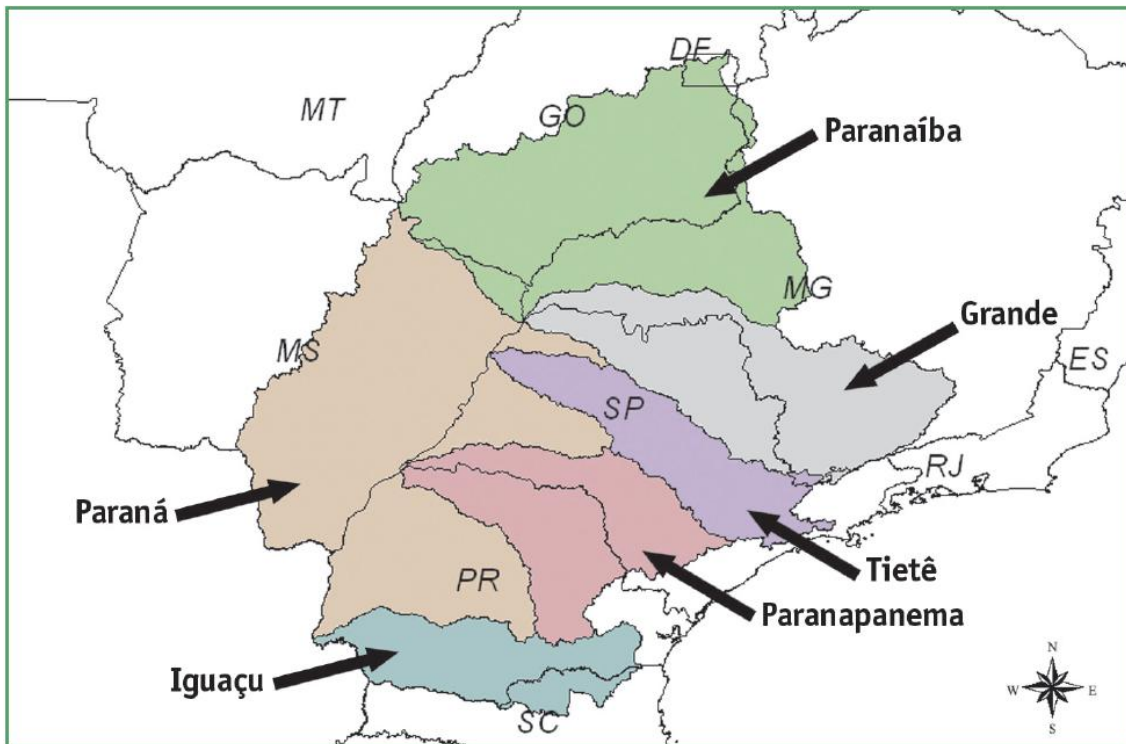


Fonte: ANA, 2014c.

Figura 101 - Localização das estações fluviométricas da ANA.

b. Sub-Bacias do Paranaíba e Rio Grande

A Região Hidrográfica do Paraná possui uma área de 877.393 Km² e está dividida em seis unidades hidrográficas principais: Paranaíba, Grande, Paraná, Iguaçu, Paranapanema e Tiête, conforme Figura 102.



Fonte: MMA,2006a.

Figura 102 – Região Hidrográfica do Paraná.

A Sub-Bacia do Paranaíba está inserida na Região Hidrográfica do Paraná, onde há a maior demanda por recursos hídricos do país. A Região Hidrográfica do Paraná, que contém 32,1% da população nacional, apresenta o maior desenvolvimento econômico do país. A RH possui uma área de 879.873Km² e os estados que a região abrange são: São Paulo (25% da região), Paraná (21%), Mato Grosso do Sul (20%), Minas Gerais (18%), Goiás (14%), Santa Catarina (1,5%) e o Distrito Federal (0,5%) (ANA, 2014b).

A Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BHRG) está localizada na Região Sudeste do Brasil, na Região Hidrográfica Paraná que, em conjunto com as Regiões Hidrográficas Paraguai e Uruguai, compõe a Bacia do Prata. É uma bacia hidrográfica de expressiva área territorial, com mais de 143 mil Km² de área de drenagem.

O Quadro 17 traz as áreas das bacias, bem como a porcentagem de ocupação das bacias na RH do Paraná.

Quadro 17 - Vazões Q_m , Q_{95} , q e Q_{95esp} nas unidades hidrográficas Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná

Bacia	Área (km ²)	% do RH-PR
Paranaíba	222.767	25,4
Grande	143,173	16,3

Fonte: MMA,2006a

O Quadro 18 traz os dados de vazão média natural de longo termo (Q_m), vazão excedida 95% das vezes (Q_{95}), vazão específica média (q) e vazão excedida 95% das vezes específica ($Q_{95\text{ esp}}$)

Quadro 18 - Vazões Q_{uem} , Q_{95} , q e $Q_{95\text{ esp}}$ nas unidades hidrográficas Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná

Bacia	Q_m (m ³ /s)	Q_{95} (m ³ /s)	q	$Q_{95\text{ esp}}$ (L/s.km ²)
Paranaíba	2.893,6	1.091,8	13,0	4,9
Grande	2.210,9	913,5	15,4	6,4

Fonte: MMA,2006a Q_m (m³/s): vazão média natural de longo termo. Q_{95} (m³/s): vazão excedida 95% das vezes, denominada vazão crítica de referência e adotada como disponibilidade hídrica. q (L/s.km²): vazão específica média.

O Quadro 19 traz os dados de vazões de retirada, retorno e consumo, bem como a porcentagem de retirada do consumo.

Quadro 19- Vazões de retirada(demanda), de retorno e de consumo, em m³/s e para usos consultivos

Bacia	Retirada	Retorno	Consumo	Consumo %
	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(% do retirado)
Paranaíba	57,5	24,66	32,84	57,1
Grande	82,54	39,39	43,15	52,3

Fonte: MMA,2006a

O Quadro 20 traz as Bacias da RH do Paraná com suas sub-bacias e dados de vazão média, vazão Q95, vazão específica média e Q95 média.

Quadro 20 -Vazões Q_m , Q_{95} , q e $Q_{95\text{ esp}}$ nas unidades hidrográficas Sub 2 da Região Hidrográfica do Paraná

Sub 1	Sub 2	Código	Q_m (m ³ /s)	Q_{95} (m ³ /s)	q (L/s.km ²)	$Q_{95\text{ esp}}$ (L/s.km ²)
Paranaíba	Araguari	174	432,5	180,3	19,99	8,33
	Bois	175	382,7	94,4	11,03	2,72
	Corumbá	176	555,5	132,9	15,61	3,74
	Meia Ponte	177	210,1	56,9	11,03	2,99
	Paranaíba 01	178	401,2	214,4	10,72	5,73
	Paranaíba 02	179	267,3	104,4	11,62	4,54
	Paranaíba 03	180	644,4	308,5	12,54	6,0
Grande	Grande PR 01	40	197,7	92,5	19,02	8,9
	Grande PR 02	41	193,3	90,5	21,97	10,28
	Grande PR 03	42	122,9	45,1	17,83	6,54
	Grande PR 04	43	170,2	56,3	17,83	5,89
	Grande PR 05	44	69,8	28,2	13,68	5,52
	Grande PR 06	45	286,5	115,5	17,83	7,19
	Grande PR 07	46	206,7	73,4	13,68	4,86

Sub 1	Sub 2	Código	Q _m (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	q (L/s.km ²)	Q _{95esp} (L/s.km ²)
	Grande PR 08	47	29	49,8	12,54	4,84
	Grande PR 09	48	136,6	56,8	14,99	6,23
	Grande PR 10	49	85,1	32,5	12,67	4,84
	Grande PR 11	50	70,9	33,7	13,68	6,5
	Grande PR 12	51	203,2	89,8	13,53	5,98
	Grande PR 13	52	135,8	59,6	13,68	6,0
	Grande PR 14	53	94,9	42	13,53	5,98
	Grande PR 15	54	108,3	47,9	13,53	5,98

Fonte: Fonte: MMA,2006a. Q_m (m³/s): vazão média natural de longo termo. Q₉₅ (m³/s): vazão excedida 95% das vezes, denominada vazão crítica de referência e adotada como disponibilidade hídrica. q (L/s.km²): vazão específica média.

De acordo com MMA(2006), a Região Hidrográfica do Paraná apresenta cerca de 30% das demandas do país por água de usos consultivos, mas, a sua vez, possui menos do que 7% da disponibilidade hídrica do Brasil, ressaltando potenciais situações de escassez ou conflitos entre usos múltiplos da água. A RH também é responsável por mais de 40% do PIB brasileiro e apresenta o maior e mais desenvolvido parque industrial nacional. As diversificadas atividades agropecuárias, também muito presentes na RH, apresentam relação direta com os usos da água e potenciais impactos negativos, qualitativos ou quantitativos.

Sendo a segunda maior unidade hidrográfica da Região Hidrográfica do Paraná, a Bacia Hidrográfica do rio Paranaíba ocupa 25,4% de sua área. A área de drenagem da bacia é de 222.767 Km², abrangendo parte dos estados de Goiás (65%), Minas Gerais (30%), Distrito Federal (3%) e do Mato Grosso do Sul (2%).

O rio Paranaíba, que nasce no município de Rio Paranaíba, na Serra da Mata da Corda, percorre cerca de 1.160Km até sua foz, onde encontra com o Rio Grande, desde a cota 1.100, até o nível 328, nível este do lago da hidrelétrica de Ilha Solteira, barragem no rio Paraná, à jusante. Sua declividade média é de 0,495m/km.

O regime hidrológico dos rios da bacia é regulado pela estação das chuvas que é bem demarcada nesta região do Brasil. A estação das chuvas ocorre entre outubro e março e nos demais seis meses do ano as chuvas são espaçadas. A vazão específica da bacia é de 7,65 l/s/km². Na sua foz o rio Paranaíba tem uma vazão média de 1.700 m³/s. A vazão de retirada (demanda) da bacia é de 57,50 m³/s.

De acordo com a figura de localização das estações da Agência Nacional de Águas, duas estações de monitoramento estavam na área de estudo e possuíam dados referentes a vazões. Os dados de localização geográfica, bacia, responsável pela estação e operadora responsável, rio, estado e vazão média das estações, são apresentados no Quadro 21.

Quadro 21- Estações Sub-Bacia Paranaíba

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-040 - DF/GO/MG

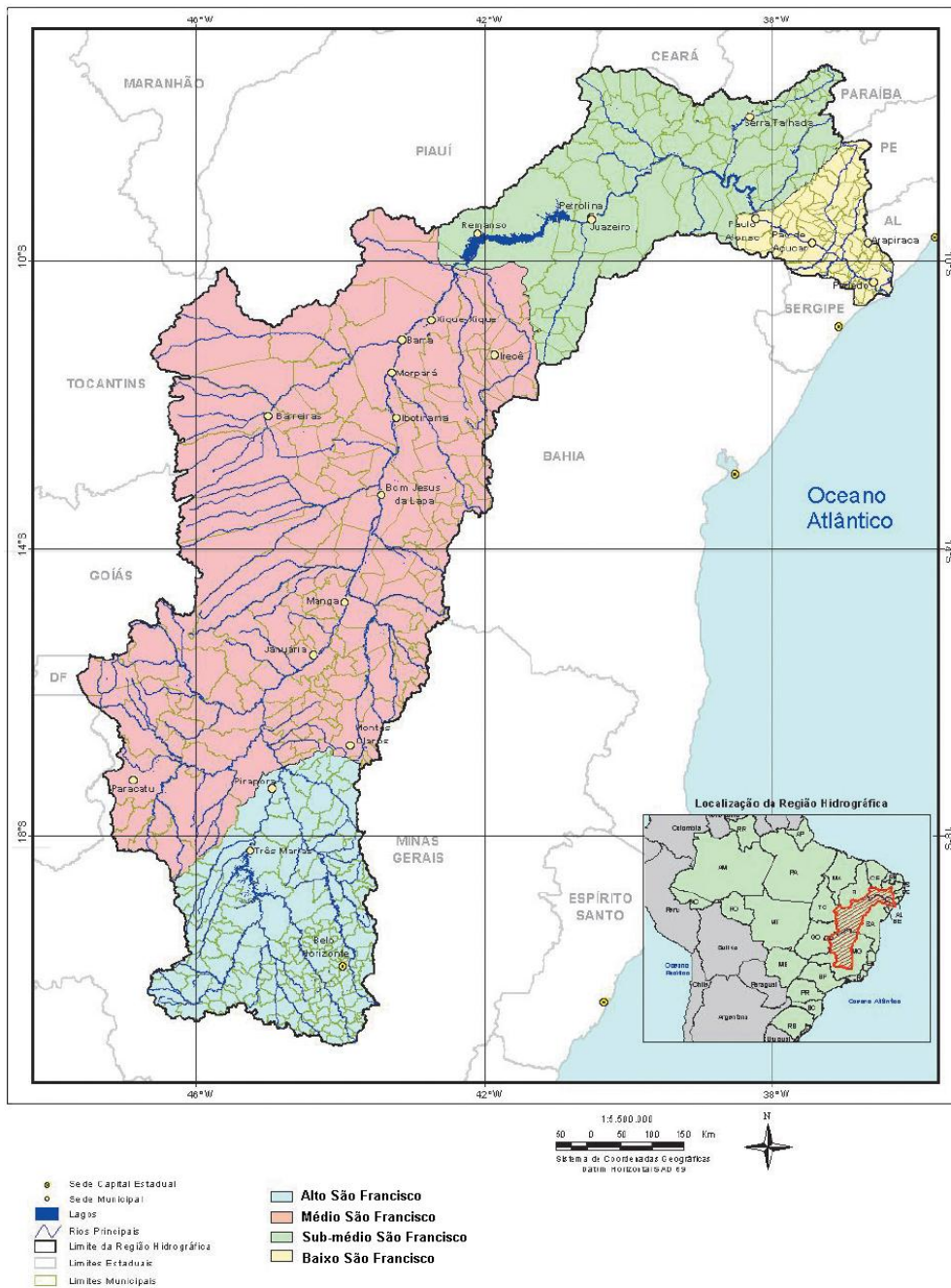
Estação/ número	Lat	Long	Bacia	Resp	Op	Rio	Estado	Q média
RIO PAMPLONA (604900000)	-16,4317	-47,6914	Paraná - Paranaíba	Agência Nacional de Águas	Cia de Pesquisa de Recursos Minerais	RIO PAMPLON A	GO	4,18
PONTE SÃO BARTOLOMEU (604900000)	-16,5375	-47,8006	Paraná - Paranaíba	Furnas Centrais Elétricas S.A.	Furnas Centrais Elétricas S.A.	RIO SÃO BARTOLO MEU	GO	63,67

Fonte: ANA,2014c.

c. Região Hidrográfica do São Francisco

A região hidrográfica do São Francisco está situada entre as coordenadas 7°17' a 20°50' de latitude sul e 36°15' a 47°39' de longitude oeste e é formada por varias Sub-bacias que deságuam no rio São Francisco, por sua vez no oceano Atlântico, na divisa com os Estados de Alagoas e Sergipe. Sua área representa 638.323km² (8% do território nacional), abrange 503 Municípios (e parte do Distrito Federal, 1.277km² representando 0,2% da Bacia) e sete Unidades da Federação: Bahia (307.794km², 48,2%), Minas Gerais (235.635km², 36,9%), Pernambuco (68.966km², 10,8%), Alagoas (14.687km², 2,3%), Sergipe (7.024km², 1,1%) e Goiás (3.193km², 0,5%) (MMA, 2006).

Essa Região Hidrográfica está dividida em quatro regiões fisiográficas, são elas: São Francisco Alto; São Francisco Médio; São Francisco Sub-Médio; e, São Francisco Baixo (Figura 103).



Fonte: MMA, 2006b.

Figura 103 - Regiões Hidrográficas da bacia do São Francisco.

As Subs-Bacias que são contempladas pelo empreendimento dentro da RH do Rio São Francisco são: Paracatu (Médio), São Francisco 02 (Alto), Paraopeba (Alto) e das Velhas (Alto).

Quadro 22 - Disponibilidade de recursos hídricos superficiais na Região Hidrográfica São Francisco por Sub 2

Sub 1	Sub 2	Q _m (m ³ /s)	Q _{ma} (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)
São Francisco alto	Paraopeba	152,36	152,36	35,25
	São Francisco 02	146,00	689,00	27,62
	das Velhas	357,26	357,26	101,40
São Francisco médio	Paracatu	421,35	421,35	95,58

Fonte: Bases para o PNRH (2005)

A vazão natural média anual do rio São Francisco é de 2.850 m³/s. Entre os anos de 1931 e 2001, a vazão oscilou entre 1.461 m³/s e 4.999 m³/s. Ao longo do ano, a vazão média mensal pode variar entre 1.077 m³/s e 5.290 m³/s. Na Bacia, as descargas costumam ter seus menores valores entre os meses de setembro e outubro. Em 95 % do tempo, a vazão natural na foz do São Francisco é maior ou igual a 854 m³/s e as maiores descargas são observadas no mês março.

No período de 1931 a 2001, a menor descarga anual na Bacia ocorreu no ano de 2001, quando a vazão natural média anual, em Xingó, foi de apenas 1.400 m³/s. Por outro lado, a maior cheia ocorreu no ano de 1979, em que a vazão natural média anual, em Xingó, alcançou 5.089 m³/s.

Considerando a série de vazões naturais estimadas para o período compreendido entre 1931 e 2001, os novos registros dos valores da vazão passaram a ser inferior à estimativa anterior (considerada para o período 1931 a 1998), que era de 2.022 m³/s. A Bacia do São Francisco tem uma disponibilidade hídrica na foz de 1.849 m³/s (vazão regularizada em Sobradinho, mais a vazão incremental com permanência de 95 % entre Sobradinho e a foz). À jusante de Três Marias, a vazão regularizada é da ordem de 513 m³/s, e no trecho à jusante de Sobradinho, a vazão regularizada é da ordem de 1.815 m³/s.

Cerca de 73,5% da vazão natural média do rio São Francisco (2.850 m³/s) é proveniente do Estado de Minas Gerais. A Bahia contribui com 20,4%, Pernambuco com 3,2%, Alagoas com 0,7 %, Sergipe com 0,4%, Goiás com 1,2% e o Distrito Federal com 0,6%. O Alto São Francisco tem uma vazão natural média de 1.189 m³/s, que representa 42% da vazão natural da bacia. As Unidades Hidrográficas de expressiva contribuição nesta região, em termos de vazão, são o rio das Velhas e os afluentes mineiros do Alto São Francisco. Os rios Paracatu (14%), das Velhas (13%), Grande (9%) e Urucuia (9%) são os principais formadores da vazão natural média (2.850 m³/s).

A parte de 73,5% da vazão natural média do rio São Francisco (2.850 m³/s) é proveniente do Estado de Minas Gerais. A Bahia contribui com 20,4%, Pernambuco com 3,2%, Alagoas com 0,7 %, Sergipe com 0,4%, Goiás com 1,2% e o Distrito Federal com 0,6%. O Alto São Francisco possui vazão natural média de 1.189 m³/s, que representa 42% da vazão natural da bacia.

As Unidades Hidrográficas de participação na contribuição na região, em termos de vazão, são o rio das Velhas e os afluentes mineiros do Alto São Francisco. O Médio São Francisco tem uma vazão natural média de 1.519 m³/s, 53% do total, e abrange rios importantes na margem esquerda do São Francisco, como o Paracatu, Grande e Urucuia.

Pereira *et al* (2007) em seu estudo do comportamento hidrológico do Rio São Francisco e seus principais afluentes analisou os dados de 178 estações pluviométricas e 12 estações fluviométricas pertencentes à rede hidrometeorológica da Agência Nacional de Águas (ANA), no período-base de 1950 a 2000. O referido autor dentre as suas conclusões, afirma que as precipitações e as vazões específicas médias anuais de longa duração, diminuíram da nascente para a foz do São Francisco; as áreas de drenagem dos afluentes Pará, Paraopeba, Abaeté, Velhas, Paracatu, Urucuia, Pandeiros, Verde Grande, Carinhanha, Corrente e Grande, representando 46,3% da área da Bacia do São Francisco, contribuíram com 81% da sua vazão, no período de 1950 a 1976 e as sub-bacias com as maiores contribuições para a formação da vazão do Rio São Francisco, são as dos Rios Paracatu, Grande e Velhas.

O Rio Paracatu tem uma área de drenagem de aproximadamente 45.600 km², sendo o maior e mais forte afluente do Rio São Francisco. A área drenada pela bacia está situada, na sua maioria (92%), no estado de Minas Gerais, 5% em Goiás e 3% no Distrito Federal, conforme dados do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu (IGAM, 2007). Sua área de drenagem localiza-se entre as coordenadas geográficas de 47°30'W e 45°10'W, e de 15°30'S e 19°30'S.

A bacia hidrográfica do rio das Velhas se localiza na região central do estado de Minas Gerais, suas coordenadas são: 17° 15'e 20° 25' S – 43° 25' e 44° 50' W e apresenta uma forma alongada na direção norte-sul. O rio das Velhas é o maior afluente em extensão da bacia do rio São Francisco. Sua nascente é no município de Ouro Preto, desaguando no rio São Francisco, à jusante da barragem de Três Marias. Possui cerca de 761 km de extensão, 38,4 m de largura média, drenando uma área de 29.173 km² (Polignano et al., 2001).

A Bacia Hidrográfica do rio Paraopeba, está localizada a sudeste do estado de Minas Gerais e abrange uma área de 13.643 km². O rio Paraopeba, tem como seus principais afluentes o rio Águas Claras, Macaúbas, o rio Betim, o rio Camapuã e o rio Manso. Ele é também um dos mais importantes tributários do rio São Francisco, percorrendo aproximadamente, até a sua foz no lago da represa de Três Marias, no município de Felixlândia, 510 km. A bacia do rio Paraopeba possui uma área que corresponde a 2,5% da área total do estado de Minas Gerais.

O Quadro 23 traz as Sub-Bacias de nível 1, 2 e sua área de drenagem.

Quadro 23 - Áreas de drenagens das Sub-Bacias

Sub 1	Sub 2	km ²
São Francisco alto	Paraopeba	12.191,13
	São Francisco 02	5.319,27
	das Velhas	27.647,19
São Francisco médio	Paracatu	12.560,87

Fonte: MMA, 2006b.

O Quadro 24 traz as estações fluviométricas na bacia e na área de estudo com a sua localização, responsável e operadora, assim como a vazão média (m³/s).

Quadro 24 - Estações fluviométricas ANA.

Estação/número	Lat	Long	Bacia	Resp	Op	Rio	Estado	Q média
BARRA DO ESCURINHO(42257000)	-17,5125	-46,6461	RIO SÃO FRANCISCO	Agência Nacional de Águas	Cia de Pesquisa de Recursos Minerais	RIBEIRÃO ESCURINHO	MG	26,55
PONTE DA BR-040 DF/GO/MG - PARACATU (422900000)	-17,5025	-46,5711	RIO SÃO FRANCISCO	Agência Nacional de Águas	Cia de Pesquisa de Recursos Minerais	RIO PARACATU	MG	97,79
PONTE DA BR-040 DF/GO/MG - PRATA (42365000)	-17,6619	-46,355	RIO SÃO FRANCISCO	Agência Nacional de Águas	Cia de Pesquisa de Recursos Minerais	RIO DA PRATA	MG	47,48
PONTE BR-040 DF/GO/MG (41090002)	-18,1086	-45,4614	RIO SÃO FRANCISCO	CEMIG Geração e Transmissão S.A	Instituto Mineiro de Gestão das Águas	RIO ABAETÉ	MG	75,34
UHE TRÊS MARIAS JUSANTE (41020002)	-18,1869	-45,2528	RIO SÃO FRANCISCO	CEMIG Geração e Transmissão S.A	CEMIG Geração e Transmissão S.A	RIO SÃO FRANCISCO	MG	691,43

Estação/número	Lat	Long	Bacia	Resp	Op	Rio	Estado	Q média
CONGONHAS - LINIGRAFO (40579995)	-20,5186	-43,8356	RIO SÃO FRANCISCO	Agência Nacional de Águas	Cia de Pesquisa de Recursos Minerais	RIO MARANHÃO	MG	10,61
CHAPEU D'UVAS (58470000)	-21,5942	-43,5053	ATLÂNTICO, TRECHO LESTE	Agência Nacional de Águas	Cia de Pesquisa de Recursos Minerais	RIO PARAÍBUNA	MG	7,88

Fonte: ANA, 2014c.

d. Sub-Bacia do Paraíba do Sul

A Sub-Bacia do Paraíba do Sul está localizada dentro da Região Hidrográfica Atlântico Sudeste. A RH apresenta uma das maiores demandas hídricas nacionais, bem como uma das menores disponibilidades hídricas relativas. Com área equivalente a 2,5% do território brasileiro, a população total da Região Hidrográfica em 2000 – 24.939.130 habitantes – representava 14,7% da população brasileira. A disponibilidade de águas superficiais é de 3.178 m³/s (vazão média – SRH/MMA, 2006), o que representa 2,0% do total de água doce disponível no País, que é de 160.067 m³/s. A área da bacia é de 56.176,16 km². A Sub 1 Paraíba do Sul engloba toda a Bacia do rio de mesmo nome. Abrange 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.

No Quadro 25 são apresentados os dados de disponibilidade dos recursos hídricos nas Unidades Hidrográficas da Região Atlântico Sudeste. É possível verificar que onde ocorre o maior índice pluviométrico também ocorre um alto índice de evaporação, como é o caso da Sub 1 Litoral SP – 1.217 mm de evapotranspiração (E) –, Sub 1 Litoral SP PR – onde E=1.067mm – e Sub 1 Paraíba do Sul – E=992mm.

Quadro 25 - Disponibilidade dos recursos hídricos nas Unidades Hidrográficas da Região Atlântico Sudeste

UH	P	E	Disponibilidade		
			Q (m ³ /s)	q (L/s/km ²)	Q95 (m ³ /s)
Litoral ES	1.198	728	307,74	14,9	92,60
Doce	1.238	827	1.089,72	13	330,18
Litoral RJ	1.344	699	394,29	20,5	69,76
Litoral SP	1.823	1.217	84,72	19,2	8,01
Paraíba do Sul	1.453	992	932,09	14,6	336,85
Litoral SP PR	1.559	1.067	369,88	15,6	152,00

Total	1.436*	922*	3.178,44	14,3	989,40
% do País	-	-	2	-	1,3

Fonte: MMA 2006c.

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

O Quadro 26 traz a estações fluviométrica na com a sua localização, responsável e operadora, assim como a vazão média (m³/s).

Quadro 26 - Estações fluviométricas ANA.

Estação/número	Lat	Long	Bacia	Resp	Op	Rio	Estado	Q média
CHAPEU D'UVAS (58470000)	-21,5942	-43,5053	ATLÂNTIC O,TRECH O LESTE	Agência Nacional de Águas	Cia de Pesquisa de Recursos Minerais	RIO PARAÍBU NA	MG	7,88

Fonte: Fonte: ANA,2014c.

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 13 traz os cursos interceptados pelo empreendimento.

Tabela 13 - Cursos d'água interceptados.

	Corpo D'Água
01	Rio São Bartolomeu
02	Ribeirão Furnas
03	Ribeirão Casa Branca
04	Ribeirão Cristal
05	Rio São Marcos
06	Ribeirão Santa Isabel
07	Córrego Rico
08	Rio Paracatu
09	Córrego Extreminha
10	Córrego Poções
11	Rio da Prata
12	Rio Taquara
13	Rio do Sono
14	Ribeirão das Almas
15	Córrego Facão

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-040 - DF/GO/MG

	Corpo D'Água
16	Rio Santo Antônio
17	Rio Abaeté
18	Rio São Francisco
19	Ribeirão do Boi
20	Riacho Frio
21	Ribeirão da Extrema
22	Córrego Jacaré
23	Ribeirão do Peixe
24	Córrego do Bolina
25	Rio Manso
26	Córrego do Meleiro
27	Córrego dos Gomes
28	Ribeirão das Pedras
29	Ribeirão do Leitão
30	Córrego Mocambo
31	Córrego das Pedras
32	Córrego das Almas
33	Rio Maranhão
34	Rio Paraopeba
35	Ribeirão do Loures ou Alberto Dias ou Bandeira
36	Córrego Lava Pés
37	Córrego São Pedro
38	Rio Novo

6.1.6.1.3. Mapeamento das nascentes e áreas hidrologicamente sensíveis (áreas úmidas e alagáveis) localizadas na área de estudo.

- **Nascentes**

Os pontos de nascentes foram identificados a partir da interpretação da imagem, na área margeante ao traçado de 2,5km de largura. Foram identificados 10 (dez) 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 o 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.

- **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 7 (sete) áreas, sendo duas destas confirmadas pelas equipes de campo. As áreas confirmadas em campo se localizam nos Córregos Extreminha (AHS-2) e Facão (AHS-4), também pontos de coleta de amostras de água. Todos os pontos das áreas identificadas se encontram no mapa das AHS, no Anexo III.

No ponto 9 de amostragem (Córrego Extreminha – quilômetro 107, município de Lagoa Grande), foi identificada uma área alagada que abrange tanto a margem direita, quanto a margem esquerda da rodovia (Figura 104).



Figura 104 - Área alagada a direita da rodovia (foto esquerda) e a esquerda (foto direita) da ponte do Córrego Extreminha (Sentido Brasília – Juiz de Fora).

A área margeante à ponte do Córrego Extreminha, apresentou vegetação aquática flutuante e de fundo (Figura 105). A vegetação identificada na área, de acordo com o Diagnóstico de Flora, é composta pelas seguintes espécies identificadas: Buriti - *Mauritia flexuosa*, Pindaíba - *Xylopiia emarginata* e Embaúba - *Cecropia sp.*



Figura 105 - Vegetação da área alagada margeante a rodovia.



Figura 106 – Vegetação da área alagada do ponto de coleta 9 - Córrego Extreminha a montante.

O Córrego Facão, ponto de coleta 15, também contempla uma área alagada. A área abrange as margens direita e esquerda da rodovia no quilômetro 204 da BR-040 DF/GO/MG no município de João Pinheiro. Na margem direita (sentido Brasília- Juiz de Fora) a área se estende adentro de uma propriedade particular que possui plantações de eucalipto. Pelas imagens de satélite é possível perceber que as plantações margeiam parte da área.

Equipes de campo identificaram que, nesta área, ocorrem as seguintes espécies arbóreas: Embaúba - *Cecropia sp*, Buritirana – *Mauritiella aculeata* e Buriti - *Mauritia flexuosa*. A Figura 107 e a Figura 108 ilustram a área supracitada.



Figura 107 - Área alagada no Córrego do Facão com eucaliptos ao fundo (margem direita da rodovia).



Figura 108 - Área alagada no Córrego do Facão (margem esquerda da rodovia).

As demais áreas hidrologicamente sensíveis se localizam ao longo da BR-040 DF/GO/MG. A Tabela 14 traz as quilometragens de ocorrência das áreas bem como o município de sua localização. A localização das áreas pode ser visualizada no mapa das AHS, no Anexo III. As equipes de campo não confirmaram e identificaram fotograficamente as demais AHS devido ao acesso as mesmas, pois localizavam em áreas privadas e/ou de difícil acesso.

Tabela 14 - AHS, quilometragem de localização e município.

AHS	Km	Município
1	95	Lagoa Grande
2	107	Lagoa Grande
3	126	João Pinheiro
4	204	João Pinheiro
5	228	São Gonçalo do Abaeté
6	256	São Gonçalo do Abaeté
7	286	Três Marias

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 das fontes de captações atuais, vazão captada, características do sistema e sistema futuro do abastecimento do municipal. Os dados de abastecimento público são apresentados de acordo com a ordem que são interceptados pela rodovia.

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. Os mapas do ANEXO XVI ilustram a localização dos mananciais de abastecimento supracitados dentro da área de estudo do meio físico.

A tabela a seguir traz as captações dentro de uma distância de 5 (cinco) quilômetros do eixo da rodovia e sua localização geográfica, sendo dentre estas: Córrego Lava Pés, Represa EPAMIG, Rio das Mortes e Rio Pinho as que estão a jusante da rodovia.

Tabela 15 - Mananciais de captações BR-040

Captação	Coordenadas UTM	
	X	Y
Barragem Cercadinho	609776,33	7791894,86
Barragem do Barreiro	604667,63	7788236,84
Barragem Fechos	609736,58	7780919,46
Barragem Tabões	609736,58	7780919,46
Córrego do Cedro	564587,65	7867666,86
Córrego do Engenho	616243,00	7736820,07
Córrego do Vau	621405,03	7681928,89
Córrego Embira	222505,59	8142068,84
Córrego Macaquinho	623246,14	7731524,31
Córrego Lava Pés*	632337,91	7651341,17
Catetinho Baixo	180722,67	8232612,47
Lago de Três Maria (Rio São Francisco)	472645,82	7987342,44
Nascente Grota da Pedra	652501,85	7616612,44
Nascente José Alfredo	655138,46	7617465,44
Nascente Pedrinho	653586,95	7615152,87
Nascente Quincas Novais	655248,22	7616910,80
Represa Dr. João Penido	665232,73	7601330,20
Represa EPAMIG*	510434,28	7925171,55
Ribeirão do Espírito Santo	659841,97	7601629,53
Ribeirão dos Órfãos	374134,99	8033977,14
Ribeirão Santa Maria	177040,51	8223193,88
Rio das Mortes*	631503,57	7647965,27
Rio Pinho*	650780,49	7628424,43

*Captações a jusante da rodovia.

Dentre as captações a jusante da rodovia, apenas uma foi localizada dentro da ADA, no Córrego Lava Pés no município de Barbacena/MG. A captação do Córrego Lava Pés se encontra dentro da faixa de domínio da rodovia. A Figura 109 mostra a captação em relação a rodovia e o ponto sendo monitorado. A captação da Represa EPAMIG dista a 8 quilômetros, a do Rio das Mortes a 10.8 quilômetros e a do Rio Pinho a 1.2 quilômetros.

As obras de duplicação de pontes sobre corpos hídricos pode vir a gerar contaminação pelo despejo de graxas, óleos, lixo, material particulado e outros, durante a fase de construção da rodovia. Faz-se necessário o monitoramento dos corpos durante a fase de obras e também a adoção de medidas construtivas que visem preservar a qualidade da água, sobretudo as das captações a jusante do empreendimento.



Figura 109 - Captação no Córrego Lava Pés

- **Brasília**

Brasília tem como principal manancial de abastecimento a Barragem do Descoberto que representa 60% de participação do abastecimento no município, seguido pelos mananciais do Ribeirão do Torto e Córrego Santa Maria, que representam 23% do abastecimento. A prestadora do serviço é Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – CAESB. A Tabela 16 expõe os mananciais que abastecem de Brasília bem como seus sistemas e sua porcentagem no abastecimento do município. A condição geral do sistema se encontra no requerimento a um novo manancial e ampliação do sistema. A projeção para 2015 é que a demanda urbana seja de 9.705 l/s.

Tabela 16 - Mananciais de abastecimento de Brasília

Mananciais	Sistema	Participação no abastecimento do município
Rio Descoberto- Barragem	ETA Descoberto _ Descoberto	60%
Ribeirão Torto, Córrego Santa Maria	ETA Brasília _ Santa Maria Torto	23%
Córrego Fumal, Córrego Pipiripau, Córrego Brejinho	ETA Pipiripau _ Sobradinho Planaltina	4%
Córrego Cabeça de Veado	ETA Lago Sul _ Santa Maria Torto	2%
Poços Santa Maria_Torto	Poços Santa Maria Torto	2%
Poços São Sebastião	Poços São Sebastião	2%
Córrego Mestre D'armas, Córrego Corguinho	ETA Planaltina _ Sobradinho Planaltina	1%
Córrego Capão da Onça, Córrego Barrocão	ETA Brazlândia _Brazlândia	1%
Poços Sobradinho, Mini Chácaras e Arapoanga	Poços Sobradinho Planaltina	1%
Córrego Contagem	UTS Contagem _ Sobradinho Planaltina	1%
Córrego Paranoazinho	UTS Paranoazinho _ Sobradinho Planaltina	< 1%
Córrego Cachoeirinha	ETA Paranoá _ Santa Maria Torto	< 1%
Córrego Taquari	UTS Taquari _ Santa Maria Torto	< 1%

Mananciais	Sistema	Participação no abastecimento de
Córrego Quinze	ETA Vale do Amanhecer _ Sobradinho Planaltina	< 1%
Catetinho Baixo	UTS Catetinho_ Descoberto	< 1%
Crispim	Crispim_Descoberto	< 1%
Ponte de Terra	Ponte de Terra _ Descoberto	< 1%
Poços Incra 8	Poços Brazlândia	< 1%

Fonte: Adaptado de ANA (2014)

O sistema ETA Descoberto é composto pelo Barramento do Rio Descoberto com vazão de captação de 4.000,0 l/s. Possui uma estação elevatória de vazão de 4.000,0 l/s que segue para uma caixa de transição e posteriormente para a estação de tratamento de água Descoberto, de vazão de 6.000 l/s.

- **Valparaíso de Goiás**

A Companhia de Saneamento do Estado do Goiás - SANEAGO é a empresa responsável pelo serviço de abastecimento público do município de Cristalina. O sistema de abastecimento é composto pelos sistemas ETA Valparaíso (80%) e Poços Valparaíso (20%). O sistema é composto pelos mananciais do Córrego Saia Velha e Poços Valparaíso, respectivamente.

O sistema ETA Valparaíso é composto pela captação no Córrego Saia Velha com vazão de captação de 130 l/s. Após captada a água segue por uma estação elevatória para a ETA Valparaíso (100 l/s) e de lá é distribuída ao município.

O sistema Poços de Valparaíso possui uma bateria de 21 poços com vazão total de 149,84 l/s. A água, depois de captada, passa por uma estação de desinfecção, e é armazenada em reservatórios elevados para ser distribuída para os setores.

De acordo com os dados a demanda urbana para um cenário em 2015 é de 333 l/s e tanto o sistema de poços quanto o sistema ETA Valparaíso requerem um novo manancial e ampliação do sistema para o atendimento ao público.

- **Luziânia**

A responsável pelo serviço de abastecimento público do município de Cristalina é a Companhia de Saneamento do Estado do Goiás - SANEAGO. O sistema de abastecimento é composto pelos sistemas ETA Luziânia (70%) e Poços Luziânia (30%). O sistema é composto pelos mananciais do Córrego Palmital e Poços Luziânia, respectivamente.

O sistema ETA Luziânia é composto pela captação no Córrego Palmital com vazão de captação de 97,12 l/s . Após captada a água segue por duas estações elevatórias para a ETA Luziânia e de lá é distribuída ao município.

Os sistema Poços de Luziânia possui uma bateria de 51 poços com vazão total de 249,85 l/s. A água, após captada, passa por uma estação de desinfecção, e é armazenada em reservatórios elevados para ser distribuída para os setores.

De acordo com os dados a demanda urbana para um cenário em 2015 é de 557 l/s e o sistema de poços se encontra satisfatório, contudo o sistema da ETA Luziânia requer um novo manancial para o atendimento ao público.

- **Cristalina**

A Companhia de Saneamento do Estado do Goiás - SANEAGO – é a responsável pelo serviço de abastecimento público do município de Cristalina. O sistema de abastecimento é composto pelos sistemas ETA Cristalina (81%) e Poços Cristalina(19%). O sistema é composto pelos mananciais do Córrego Embira e Poços Cristalina, respectivamente.

O sistema ETA Cristalina é composto por poços e captação no Córrego Embira. A vazão de captação dos poços tem um somatório de 92,047 l/s e a captação do Córrego Embira é de 24,83 l/s. Após captada a água segue por estação elevatória para a ETA Cristalina e de lá é distribuída ao município.

Os sistema Poços de Cristalina alimenta dois setores separados, o Cubículo da Zona Alta e o Setor JK. A água é armazenada e segue para reservatórios elevados para ser distribuída para os setores. A vazão conjunta dos poços é de 4,42 l/s. De acordo com os dados a demanda urbana para um cenário em 2015 é de 114 l/s e o sistema se encontra requerendo um novo manancial para o atendimento ao público.

- **Paracatu**

A prestadora do serviço de abastecimento público do município é a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA – e o principal sistema de abastecimento é o Paracatu (71%) juntamente com Paracatu Subterrâneo (29%). O sistema é composto pelos mananciais do Rio Santa Isabel, do sistema Paracatu e do sistema Paracatu Subterrâneo por dez poços.

O sistema de abastecimento Paracatu possui uma captação total de 272 l/s que são levados por estações adutoras às ETAs convencionais de vazão estimada de tratamento de 144 l/s, e por fim, distribuídas ao município.

O sistema de dez poços possui somatório de vazão de 60,14 l/s, que transferem a água à uma estação de desinfecção e, posteriormente, distribuído ao município. De acordo com os dados, a demanda urbana para um cenário em 2015 é de 238 l/s e o sistema se requer ampliação para o atendimento ao público.

- **Lagoa Grande**

A prestadora do serviço de abastecimento público do município é a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA – e o sistema de abastecimento é composto pelo sistema Lagoa Grande. O sistema é composto pelos mananciais Poços de Lagoa Grande.

Os sistemas de captação de poços de Lagoa Grande possui vazão total de 41 l/s que segue para uma estação de desinfecção e para um reservatório de armazenamento público de 250 m³. Após o reservatório a água é distribuída para o município. De acordo com os dados a demanda urbana para um cenário em 2015 é de 20 l/s e o sistema requer ampliação para o atendimento ao público.

- **João Pinheiro**

A prestadora do serviço de abastecimento público do município é a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA – e o sistema de abastecimento é o sistema João Pinheiro. O sistema é composto pelos mananciais Ribeirão dos Órfãos e uma bateria de poços de captação.

A captação de água do Córrego dos Órfãos (93 l/s) após ocorrida segue para uma ETA Compacta de vazão de 93 l/s e é distribuída para o município. A captação da bateria de poços (60 l/s) após captada passa por um sistema de desinfecção (60 l/s) é distribuída ao município. De acordo com os dados a demanda urbana para um cenário em 2015 é de 108 l/s e o sistema requer ampliação para o atendimento ao público.

- **São Gonçalo do Abaeté**

A responsável pelo serviço de abastecimento público do município de Santos Dumont é a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA . O sistema de abastecimento é o Isolado São Gonçalo do Abaeté. O sistema é composto pelo manancial Córrego do Lenço.

O sistema Isolado São Gonçalo do Abaeté é composto pela captação do Córrego do Lenço de Q₉₅ de vazão de 34,52 l/s e vazão de captação de 24,0 l/s, seguindo por estação elevatória que abastece uma ETA Convencional de vazão de 24,0 l/s, que por fim, distribui água para o município de São Gonçalo do Abaeté.

De acordo com os dados a demanda urbana para um cenário em 2015 é de 10 l/s e o sistema se encontra satisfatório para o atendimento ao público

- **Três Marias**

A Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA – é a responsável pelo serviço de abastecimento público do município de Três Marias. O sistema de abastecimento é o Sistema

Três Marias. O sistema é composto pelo manancial do Lago do Barramento de Três Marias do Rio São Francisco.

A vazão da captação do barramento é de 94 l/s que segue por estação elevatória até uma ETA Convencional de vazão de 94,0 l/s. Após armazenada em reservatório de 121 m³, a água segue para distribuição ao município de Três Marias. De acordo com os dados a demanda urbana para um cenário em 2015, é de 67 l/s e o sistema se encontra satisfatório para o atendimento ao público.

- **Felixlândia**

A prestadora do serviço de abastecimento público do município é a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA – e o sistema de abastecimento é composto pelos sistemas de Poço de Felixlândia e a Represa EPAMIG. Os mananciais compostos do sistemas são a Represa EPAMIG e o poço de Felixlândia.

O sistema de Poço de Felixlândia e a Represa EPAMIG possuem uma soma de vazões 31 l/s. Após captada, a água segue para uma ETA convencional de vazão de 23 l/s que é distribuída à população e representa o principal manancial de abastecimento (100%). De acordo com os dados, a demanda urbana para um cenário em 2015 é de 24 l/s e o sistema requer ampliação para o atendimento ao público.

- **Curvelo**

O serviço de abastecimento público do município de Curvelo é gerido pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA – e o sistema de abastecimento é o Curvelo. O sistema é coposto por duas baterias de poços de captação de soma de vazões igual a 225 l/s. Depois de captada, a água segue para duas estações de desinfecção de água convencional e armazenada em um reservatório público de água. Após ser distribuída para outros dois reservatórios a água é transferida a dois reservatórios elevados, e por fim, distribuída para a população.

De acordo com os dados a demanda urbana para um cenário em 2015 é de 162 l/s e o sistema requer ampliação para o atendimento ao público.

- **Paraopeba**

A prestadora do serviço de abastecimento público do município é a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA – e o principal sistema de abastecimento é o Paraopeba – Córrego do Cedro (66%), juntamente com Paraopeba Subterrâneo (34%). O sistema é composto pelos

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-040 - DF/GO/MG

mananciais Córrego do Cedro, no sistema Paraopeba e, no sistema Paraopeba Subterrâneo, por sete poços.

O sistema de abastecimento Paraopeba – Córrego do Cedro possui uma captação total de 43 l/s que são levados por uma estação adutora até uma ETA convencional de vazão de tratamento de 45 l/s e, por fim, distribuído ao município.

O sistemas de sete poços possui somatório de vazão de 33,6 l/s que são transferidos a uma estação de desinfecção e, posteriormente, distribuído ao município. De acordo com os dados, a demanda urbana para um cenário em 2015, é de 60 l/s e o sistema se encontra satisfatório para o atendimento ao público.

- **Caetanópolis**

A Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA é a prestadora do serviço de abastecimento público do município que tem o sistema de manancial de abastecimento do Isolado Caetanópolis. De acordo com os dados a demanda urbana para um cenário em 2015 é de 25 l/s.

O sistema Isolado Caetanópolis é coposto por uma bateria de 8 poços de vazão total de 37,4 l/s, que são ligados a estação de desinfecção, armazenados em um reservatório de 300 m³ e distribuídos à população. De acordo com os dados informados, existe a previsão de projeto para que hajam ainda três novos poços com vazão total de 13,2 l/s e uma estação de desinfecção.

- **Sete Lagoas**

A SAEE - Minas Gerais é a prestadora do serviço de abastecimento público de água do município e o principal sistema de abastecimento é de poço, composto pelos sistemas “Bateria de Poços I Sete Lagoas” e “Bateria de Poços II Sete Lagoas”. O sistema é composto pelos mananciais de poços de Sete Lagoas.

O sistema de abastecimento Bateria de Poços I Sete Lagoas, possui uma captação de 46 poços com de somatório de vazão igual a 569,4 l/s que, a sua vez, são levados por uma bateria de 28 elevatórias até uma estação de desinfecção, de onde segue para distribuição ao município.

O sistema de bateria de 71 poços da Bateria de Poços II Sete Lagoas possui somatório de vazão de 532,6 l/s que são transferidos até uma estação de desinfecção e por fim distribuídas ao município. De acordo com os dados a demanda urbana para um cenário em 2015 é de 663 l/s e o sistema se encontra satisfatório para o atendimento ao público.

- **Capim Branco**

A prestadora do serviço de abastecimento público do município é a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA - e o sistema de manancial de abastecimento é sistema Capim Branco. De acordo com os dados informados, a demanda urbana para um cenário em 2015, é de 22 l/s.

O sistema Capim Branco é coposto por uma bateria de 5 poços de vazão total igual a 48,5 l/s que, a sua vez, são ligados à estação de desinfecção, bombeados por uma estação elevatória e distribuídos à população. Não ha dados de projetos futuros devido ao sistema estar com a situação de distribuição satisfatória.

- **Esmeraldas**

A prestadora do serviço de abastecimento público do município é a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA – e o sistema de abastecimento é composto pelos sistemas de Bateria de Poços Esmeraldas, Integrado-Manso, Integrado Serra Azul e Integrado Vargem das Flores.

O sistema de Bateria de Poços Esmeraldas é coposto por uma bateria de 13 poços de captação de soma de vazões de 40 l/s. Após captada, a água segue para a estação de desinfecção de água convencional e distribuída à população e representa principal manancial de abastecimento (43%).

Os sistemas integrados Manso, Serra Azul e Vargem das Flores também fazem parte do sistema de abastecimento de Esmeraldas e representam 23%, 22% e 12% do percentual de abastecimento do município, respectivamente. De acordo com os dados informados, a demanda urbana para um cenário em 2015, é de 82 l/s e o sistema se encontra satisfatório para o atendimento ao público.

- **Matozinhos**

A prestadora do serviço de abastecimento público do município de Matozinhos é a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA – e o sistema de abastecimento é composto pelo sistema Isolado Matozinhos - Bateria de 5 Poços e Isolado Matozinhos - Captação 1 e 2. O sistema é composto pelos mananciais Poços de Matozinhos.

Os sistemas de captação de poços sistema Isolado Matozinhos possui uma bateria de 5 Poços de vazão total de 188 l/s que segue para uma estação de desinfecção e para uma estação elevatória que faz a distribuição para o município. Já o sistema Isolado Matozinhos - Captação 1 e 2 , após a captação, a água segue para uma estação de desinfecção e, de lá, é distribuída para o município. De acordo com os dados informados, a demanda urbana para um cenário em 2015 é de 85 l/s e o sistema se encontra satisfatório para o atendimento ao público.

- **Pedro Leopoldo**

A prestadora do serviço de abastecimento público do município é a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA - e o sistema de abastecimento é composto pelos sistemas: Integrado – Manso (38%), Integrado – Serra Azul (35%) , Integrado – Vargem das Flores (20%) e Isolado Pedro Leopoldo (7%). Os principais mananciais de abastecimento dos sistemas componentes são a Barragem do Rio Manso, Barragem da Serra Azul , Barragem Vargem das Flores e bateria de Poços Pedro Leopoldo, respectivamente.

O sistema integrado Manso é composto pelo barramento do Rio Manso de Q_{95} de vazão de 6.979 l/s e vazão de captação de 6.600 l/s, seguindo para uma ETA Convencional de vazão de 4.200 l/s. Por estação elevatória abastece e distribui água entre as cidades de Mario Campos, Citrolândia, Sarzedo, Bandeirinhas, Ibirité e Betim e também para o reservatório RAP6 do sistema que por seguinte alimenta o reservatório RAP10. Do reservatório RAP10 é distribuída para algumas cidades dentre elas Contagem.

O sistema integrado Serra Azul é composto pelo barramento do Ribeirão Serra Azul de Q_{95} de vazão de 2.796,61 l/s e vazão de captação de 2.700 l/s, seguindo para uma ETA Convencional de vazão de 2.700 l/s e para filtros de tratamento simplificado de mesma vazão. Após ter abastecimento nas cidades de Matheus Leme, Betim e Jautuba, segue para o RAP 6 do sistema e posteriormente ao RAP10. Igualmente ao sistema Manso também ao final é distribuída para algumas cidades dentre elas Pedro Leopoldo.

O sistema integrado Vargem das Flores é composto pelo barramento do Ribeirão Betim de Q_{95} de vazão de 1.443,91 l/s e vazão de captação de 1.443,0 l/s, seguindo para uma ETA Convencional de vazão de 1.500 l/s. A captação segue diretamente para reservatório RAP10 do sistema e igualmente ao sistema Manso, também ao final, é distribuída para algumas cidades dentre elas Pedro Leopoldo.

A bateria de poços de Pedro Leopoldo conta com vazão total de 18,07 l/s que passam por uma estação de desinfecção de mesma vazão e são distribuídos ao município. De acordo com os dados a demanda urbana para um cenário em 2015 é de 153 l/s e o sistema se encontra satisfatório para o atendimento ao público.

- **Ribeirão das Neves**

A Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA é a responsável pelo serviço de abastecimento público do município e o sistema de abastecimento é composto pelos sistemas: Integrado – Manso (41%), Integrado – Serra Azul (38%) , Integrado – Vargem das Flores (21%) Os principais mananciais de abastecimento dos sistemas componentes são a Barragem do Rio Manso, Barragem da Serra Azul , Barragem Vargem das Flores, respectivamente.

O sistema integrado Manso é composto pelo barramento do Rio Manso de Q_{95} de vazão de 6.979 l/s e vazão de captação de 6.600 l/s, seguindo para uma ETA Convencional de vazão de 4.200 l/s. Por estação elevatória abastece e distribui água entre as cidades de Mario Campos, Citrolândia, Sarzedo, Bandeirinhas, Ibirité e Betim e também para o reservatório RAP6 do sistema que, por seguinte, alimenta o reservatório RAP10. Do reservatório RAP10 a água é distribuída para algumas cidades, dentre elas Ribeirão das Neves.

O sistema integrado Serra Azul é composto pelo barramento do Ribeirão Serra Azul de Q_{95} de vazão de 2.796,61 l/s e vazão de captação de 2.700 l/s, seguindo para uma ETA Convencional de vazão de 2.700 l/s e para filtros de tratamento simplificado de mesma vazão. Após ter abastecimento nas cidades de Matheus Leme, Betim e Jautuba, segue para o RAP 6 do sistema e, posteriormente, ao RAP10. Igualmente ao sistema Manso, também ao final, a água é distribuída para algumas cidades, dentre elas Contagem.

O sistema integrado Vargem das Flores é composto pelo barramento do Ribeirão Betim de Q_{95} de vazão de 1.443,91 l/s e vazão de captação de 1.443,0 l/s, seguindo para uma ETA Convencional de vazão de 1.500 l/s. A captação segue diretamente para reservatório RAP10 do sistema e, igualmente ao sistema Manso, também ao final, é distribuída para algumas cidades, dentre elas Ribeirão das Neves.

De acordo com os dados a demanda urbana para um cenário em 2015 é de 1.103 l/s e o sistema se encontra satisfatório para o atendimento ao público.

- **Contagem**

A prestadora do serviço de abastecimento público do município é a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA - e o sistema de abastecimento é composto pelos sistemas: Integrado – Manso (41%), Integrado – Serra Azul (38%) e Integrado – Vargem das Flores (21%). Os principais mananciais de abastecimento dos sistemas componentes, são a Barragem do Rio Manso, Barragem da Serra Azul e Barragem Vargem das Flores, respectivamente.

O sistema integrado Manso é composto pelo barramento do Rio Manso de Q_{95} de vazão de 6.979 l/s e vazão de captação de 6.600 l/s, seguindo para uma ETA Convencional de vazão de 4.200 l/s. Por estação elevatória, abastece e distribui água entre as cidades de Mario Campos, Citrolândia, Sarzedo, Bandeirinhas, Ibirité e Betim e também para o reservatório RAP6 do sistema que, por seguinte, alimenta o reservatório RAP10. Do reservatório RAP10 é distribuída para algumas cidades, dentre elas Contagem.

O sistema integrado Serra Azul é composto pelo barramento do Ribeirão Serra Azul de Q_{95} de vazão de 2.796,61 l/s e vazão de captação de 2.700 l/s, seguindo para uma ETA Convencional de vazão de 2.700 l/s e para filtros de tratamento simplificado de mesma vazão. Após ter

abastecimento nas cidades de Matheus Leme, Betim e Jautuba, segue para o RAP 6 do sistema e, posteriormente, ao RAP10. Igualmente ao sistema Manso, também ao final é distribuída para algumas cidades, dentre elas Contagem.

O sistema integrado Vargem das Flores é composto pelo barramento do Ribeirão Betim de Q95 de vazão de 1.443,91 l/s e vazão de captação de 1.443,0 l/s, seguindo para uma ETA Convencional de vazão de 1.500 l/s. A captação segue diretamente para reservatório RAP10 do sistema e, igualmente ao sistema Manso, também ao final, é distribuída para algumas cidades, dentre elas Contagem.

- **Belo Horizonte**

O município de Belo Horizonte é abastecido, principalmente, pelo manancial da Barragem Rio das Velhas, parte do sistema integrado do Rio das Velhas, que corresponde a 74% de participação do abastecimento no município. A prestadora do serviço também é a COPASA. A Tabela 17 expõe os mananciais que abastecem o município de Belo Horizonte bem como seus sistemas, porcentagem no abastecimento do município e outros municípios atendidos. A condição do sistema se encontra satisfatória e a projeção para 2015 é que a demanda urbana seja de 7.871 l/s.

Tabela 17 - Mananciais de abastecimento do município de Belo Horizonte

Mananciais	Sistema	Participação no abastecimento do município	Outros Municípios atendidos
Barragem Rio das Velhas	Integrado - Rio das Velhas	74%	Nova Lima, Raposos, Santa Luzia, Sabará
Barragem Rio Manso	Integrado - Manso	12%	Igarapé, Sarzedo, São Joaquim de Bicas, Mário Campos, Ibirité, Ribeirão das Neves, Contagem, Esmeraldas, Pedro Leopoldo, Vespasiano, Santa Luzia, Betim
Barragem Mutuca, Barragem Fechos, Barragem Cercadinho	Integrado - Morro Redondo	4%	Nova Lima
Barragem Serra Azul	Integrado - Serra Azul	3%	Juatuba, Betim, Mateus Leme, Ribeirão das Neves, Contagem, Esmeraldas, Pedro Leopoldo, Vespasiano, Santa Luzia
Barragem Tabões, Barragem Bálsamo, Barragem Rola Moça	Integrado - Ibirité	2%	Ibirité
Barragem Vargem das Flores	Integrado - Vargem das Flores	2%	Betim, Ribeirão das Neves, Contagem, Esmeraldas, Pedro Leopoldo, Vespasiano, Santa Luzia

Barragem do Barreiro, Poços Belo Horizonte	Barreiro e Poços Belo Horizonte	< 1%	---
Barragem Córrego Catarina 1, 2 e 3	Integrado - Catarina	< 1%	Brumadinho

Fonte: Adaptado de ANA (2014)

O sistema integrado do Rio das Velhas é composto pelo Barramento do Rio das Velhas com vazão Q_{95} de 14.867 l/s e vazão de captação de 11.450,0 l/s. Possui uma estação elevatória de vazão de 11.450,0 l/s que segue para uma estação de tratamento de água convencional, com vazão de 9.000 l/s. Desta, é elevada para uma câmara de transição que abastece a cidade de Raposos e também um reservatório de 32.000 m³. As cidades de Santa Luzia, Nova Lima e Sabará também são abastecidas por esse sistema e por fim, abastece a cidade de Belo Horizonte.

- **Nova Lima**

A prestadora do serviço de abastecimento público do município é a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA – e o principal sistema de abastecimento é o Integrado Rio das Velhas (98%), juntamente com o Integrado Morro Redondo (2%). O sistema é composto pelos mananciais Barragem Rio das Velhas no sistema Rio das Velhas e, no sistema Morro Redondo, pela Barragem Mutuca, Barragem Fechos, Barragem Cercadinho.

O sistema integrado do Rio das Velhas possui vazão de captação de 11.450,00 l/s e é direcionado, via estação elevatória de água, para uma ETA Convencional de vazão de 9.000 l/s. Desta, é elevada para uma câmara de transição que abastece a cidade de Raposos e também um reservatório de 32.000 m³. As cidades de Santa Luzia, Nova Lima e Sabará também são abastecidas por esse sistema e, por fim, abastece a cidade de Belo Horizonte.

De acordo com os dados a demanda urbana para um cenário em 2015 é de 215 l/s e o sistema se encontra satisfatório para o atendimento ao público.

- **Itabirito**

A prestadora do serviço de abastecimento público do município é SAAE-Minas Gerais e o sistema de abastecimento é composto pelo sistema Itabirito. O sistema é composto pelos mananciais: Córrego do Baçõ, Córrego Barraguinha e Córrego Seco.

A captação do Córrego do Baçõ (86 l/s) e do Córrego Barraguinha (30 l/s), após captadas, são elevadas por estação elevatórias até uma ETA Convencional de vazão de 200 l/s e distribuídas ao município. A captação do Córrego Seco(48,4 l/s) é realizada e vai diretamente a ETA.

De acordo com os dados a demanda urbana para um cenário em 2015 é de 126 l/s e o sistema tem abastecimento satisfatório para o atendimento ao público.

- **Ouro Preto**

A prestadora do serviço de abastecimento público do município é a SEMAE-Minas Gerais – e o sistema de abastecimento é composto pelos sistemas: Ouro Preto - Rio Itacolomi (40%), Ouro Preto - Jardim Botânico (31%), Ouro Preto - Minas d'Água (27%) e Ouro Preto - São Sebastião (1%). O sistema é composto pelos mananciais Rio Itacolomi, Jardim Botânico, Minas d'água e 2 poços (Sistema São Sebastião), respectivamente.

O sistema Ouro Preto - Rio Itacolomi, de manancial da Barragem do Rio Itacolomi, possui vazão de 76 l/s que segue para uma ETA Convencional de vazão de 60,0 l/s e que faz a distribuição para o município. O sistema Ouro Preto - Jardim Botânico, de manancial da Barragem do Jardim Botânico, possui vazão de 46 l/s e segue para uma ETA Compacta, de vazão de 46,0 l/s, que faz a distribuição para o município.

O sistema Ouro Preto – Minas D'Água, de manancial de bateria de poços de somatório de vazão de 40,5 l/s, segue para uma estação de desinfecção de mesma vazão que, a sua vez, faz a distribuição para o município. De acordo com os dados informados, a demanda urbana para um cenário em 2015 é de 187 l/s e o sistema necessita de ampliação para o atendimento ao público.

- **Congonhas**

A Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA – é a responsável pelo sistema de abastecimento do município de Congonhas e o sistema de abastecimento é composto pelos sistemas Congonhas – ETA Matriz, Congonhas Subterrâneo e Congonhas – Córrego Macaquinho. De acordo com os dados informados, a demanda urbana para um cenário em 2015 é de 135 l/s.

O sistema Congonhas – ETA Matriz tem captações no Córrego do Engenho, Córrego Bandeira e Córrego João Pererio/Gambá, com respectivas vazões de captação de 50 l/s, 25 l/s e 15 l/s. As captações seguem para a ETA Convencional Matriz, de vazão igual a 100 l/s e, daí, exercem o abastecimento público.

O sistema Córrego dos Macaquinhos tem captação no Córrego dos Macaquinhos de Q95 de 117,89 l/s e vazão de captação de 43,8 l/s. A adutora segue para a ETA Convencional Macaquinhos, de vazão de 40 l/s e, daí, segue para abastecimento público.

O sistema Congonhas Subterrâneo é composto por quatro poços de soma de vazões igual a 48 l/s. Após captada, a água segue para uma estação de desinfecção de água convencional, com vazão de 48,0 l/s e, por fim, distribuída à população.

- **Conselheiro Lafaiete**

O sistema de abastecimento do município de Conselheiro Lafaiete é administrado pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA. – e o sistema de abastecimento é composto realizado pelos sistemas Conselheiro Lafaiete 1 (68% de participação) e Conselheiro Lafaiete 2 (32% de participação).

O sistema Conselheiro Lafaiete 1 tem captações no Ribeirão Jacuba e Ribeirão Bandeiras, que são executadas através da estação elevatória de vazão de 130 l/s para uma ETA Convencional, de mesma vazão e distribuída à população. O sistema Conselheiro Lafaiete 2 tem captação no Ribeirão Almeidas e, por adutora e estação elevatória, segue para uma ETA Convencional de vazão de 280 l/s que, a sua vez, prossegue para o abastecimento público.

De acordo com os dados informados, a demanda urbana para um cenário em 2015 é de 335 l/s, porém o sistema encontra-se satisfatório para o atendimento ao público.

- **Cristiano Otoni**

A Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA – é a responsável pelo serviço de abastecimento público do município e o sistema de abastecimento é o Isolado Cristiano Otoni. O sistema é composto por cinco poços de captação de soma de vazões igual a 16 l/s. Depois de captada, a água segue para duas estações de desinfecção de água convencional e, por fim, é distribuída à população.

De acordo com os dados informados, a demanda urbana para um cenário em 2015 é de 10 l/s, e o sistema requer ampliação para o atendimento ao público.

- **Carandaí**

A prestadora do serviço de abastecimento público do município é a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA - e o sistema de manancial de abastecimento é o isolado Carandaí. De acordo com os dados informados, a demanda urbana para um cenário em 2015 é de 46 l/s.

O sistema isolado Carandaí tem como principal manancial o Córrego do Vácu de Q95 de 157,95 l/s e captação de 37,80 l/s. O sistema é composto por dois sistemas de adução, com duas estações elevatórias de vazões de 37,8 l/s e 18,51 l/s, respectivamente, que abastecem um reservatório. Após o reservatório, a água segue para uma estação de tratamento de água convencional com vazão de 42,0 l/s e, por fim, é distribuída à população. As condições do sistema para o ano de 2015, requer ampliação do sistema de acordo com os dados informados.

- **Ressaquinha**

A Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA – é a prestadora do serviço de abastecimento público do município e o principal sistema de abastecimento é o Isolado Ressaquinha. O sistema é composto pelos mananciais: Córrego Boa Esperança e por poços.

O sistema de abastecimento de água, possui captação no Córrego Boa Esperança, com vazão de água igual a 15,40 l/s e, daí, é levado para uma estação adutora até uma ETA convencional, de vazão de tratamento igual a 8 l/s e, assim, executando a distribuição de água ao município.

O sistemas de dois poços possui somatório de vazão de água igual a de 8,80 l/s, o que é transferido até a ETA convencional supracitada e, daí, distribuindo a água ao município. De acordo com os dados informados, a demanda urbana para um cenário melhor em 2015, é de 8 l/s e o sistema requer ampliação para o atendimento ao público.

- **Alfredo de Vasconcelos**

A prestadora do serviço de abastecimento público do município é a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA - e o sistema de manancial de abastecimento é o Isolado Alfredo Vasconcelos. De acordo com os dados a demanda urbana para um cenário em 2015 é de 10 l/s.

O município de Alfredo de Vasconcelos possui três poços de captação: P1, P2 e P3. O P1 possui vazão de 3,50 l/s e os demais de 5,50 l/s. A distância dos poços para o sistema de desinfecção é de 200 metros para o P1 e de 500 metros para o P2 e P3. Toda tubulação da adutora é de material de PVC, com diâmetro de 100mm.

Para o futuro existe um sistema de um poço (P4) em construção. Esse sistema possui uma vazão de 3,03 l/s, contudo ainda sem definição do comprimento e do material da adutora. Ainda para a expansão do sistema de abastecimento existe projetado um quinto poço de captação com vazão de 4,80 l/s, com distância de adutora de 1000 metros e diâmetro de 100mm em PVC. Esse quinto poço terá sistema de desinfecção independente dos outros supracitados.

- **Barbacena**

No município de Barbacena o prestador de serviço do abastecimento público é a PM- Minas Gerais. Os sistemas de mananciais que abastecem o município são o Isolado Barbacena 1 e o Isolado Barbacena 2 (poços), sendo o primeiro, responsável por 95% do abastecimento e, o segundo, por 5%. Até 2015 a demanda urbana foi de 341 l/s.

A captação 1 do sistema é realizada no Rio das Mortes. A vazão do rio Q_{95} é de 1.4313,40 l/s e a captação é de 175,0 l/s. O sistema de abastecimento adutor é de aço de 500mm e em comprimento de 5000 metros, até uma Estação de Tratamento de Água de vazão igual a 250 l/s.

Desta estação, abastece o reservatório de água público 3 (RAP3) de 2.500 m³ que, por fim, distribui a água para a cidade.

A captação 2 do sistema é feita no Córrego Pinheiro Grosso (Córrego Lava Pés), de Q₉₅ de 137,25 l/s e vazão de captação de 40,0 l/s. A água é captada e bombeada pela uma estação elevatória de água e bombeamento 2 (EEAB 2), de potência de 200 cv e vazão de 100,0 l/s, que segue por 3000 metros até a Estação de Tratamento de Água, que também recebe a captação do Rio das Mortes, e abastece o reservatório de água público 4 (RAP4) de 700 m³ e, daí em diante, distribui para a cidade.

As captações 3 e 4 do sistema de abastecimento público do município de Barbacena são feitas por meio de poços (sem valores de vazão dos poços nos dados). A captação 3 abastece o reservatório de água público 2 (RAP2) de 50m³ e segue para a estação de desinfecção 1, assim com a captação 1 que abastece o reservatório de água público 1 (RAP1) e também segue para a mesma estação. Esta estação possui vazão de 13,0 l/s e após o tratamento distribui para a cidade.

- **Oliveira Fortes**

A Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA – é a responsável pelo serviço de abastecimento público do município de Oliveira Fortes, assim denominando o sistema de abastecimento como “Isolado Oliveira Fortes”. O sistema é composto pelo manancial Córrego Fazenda do Tanquinho.

O sistema de captação do sistema Isolado Oliveira Fortes possui uma captação de 8,0 l/s que segue por uma estação elevatória para uma ETA Convencional, de vazão de 8,0 l/s, que faz a distribuição para o município. De acordo com os dados informados, a demanda urbana para um cenário em 2015, é de 2 l/s e o sistema necessita de ampliação para o atendimento ao público.

- **Santos Dumont**

A Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA – é a responsável pelo serviço de abastecimento público do município de Santos Dumont, assim denominando o sistema de abastecimento como “Isolado Santos Dumont”. O sistema é composto pelo manancial Rio Pinho.

O sistema Isolado Santos Dumont é composto pelo barramento do Rio Pinho de Q₉₅ de vazão de 1.611,52 l/s e vazão de captação de 96,80 l/s, seguindo por estação elevatória que abastece uma ETA Convencional de vazão de 125,0 l/s e que, por fim, distribui água para o município de Santos Dumont.

De acordo com os dados a demanda urbana para um cenário em 2015 é de 112 l/s e o sistema requer ampliação para o atendimento ao público.

- **Ewbank da Câmara**

A prestadora do serviço de abastecimento público do município é a PM- Minas Gerais e o sistema de abastecimento é composto pelos sistemas Isolado de Ewbank da Câmara 1, Isolado de Ewbank da Câmara 2, Isolado de Ewbank da Câmara 3 e Isolado de Ewbank da Câmara 4. Os respectivos mananciais de abastecimento são: Nascente Dr. Celso, nascente José Alfredo e Nascente Quincas Novais, para o sistema Isolado de Ewbank da Câmara 1; Nascente Pedrinho, para o sistema Isolado de Ewbank da Câmara 2; Nascente Grota da Pedra, para o sistema Isolado de Ewbank da Câmara 3; e Poços de Ewbank da Câmara, para o sistema Isolado de Ewbank da Câmara 4. Cada sistema representa 25% do sistema de abastecimento do município. De acordo com os dados informados, a demanda urbana para um cenário em 2015 é de 82 l/s e o sistema é satisfatório para o atendimento ao público.

Basicamente, os sistemas integrados Isolados de Ewbank da Câmara 1,2,3 e 4 tem o seus arranjos iniciados na captação da água, sendo em seguida realizada a transferência para reservatórios e, por fim, todos os sistemas interligados em uma ETA Convencional que, após o tratamento, realiza a distribuição para o município. De acordo com os dados informados, a demanda urbana para um cenário em 2015 é de 7 l/s e o sistema requer ampliação para o atendimento ao público.

- **Juiz de Fora**

A prestadora do serviço de abastecimento público do município é a CESAMA-Minas Gerais – e o sistema de abastecimento é composto pelos sistemas: Espírito Santo (47%), Penido 1 (42%), São Pedro (9%) e D'Antas (1%), que são abastecidos pelos mananciais Ribeirão do Espírito Santo, Represa Dr. João Penido, Represa São Pedro e Córrego D'Antas, respectivamente.

A captação do Ribeirão do Espírito Santo (720 l/s), após receber a água, remete-á para duas estações elevatórias e, daí, segue para uma ETA Convencional de vazão de 720 l/s, de onde é distribuída ao município. A captação da Represa São Pedro (Penido 1) , com vazão de captação de 160 l/s, após receber a água, remete-á para uma ETA Convencional de vazão de 160 l/s que realiza a distribuição para o município.

A captação da Represa Dr. João Penido possui vazão igual a 750 l/s. O volume captado de água, após absorvido, é destinado para duas ETAs Convencionais, de vazões 550 l/s e 180 l/s, respectivamente, e, por fim, distribuído ao município. A água captada do Córrego D'Antas (20 l/s), segue para uma ETA Compacta (20 l/s) e, após tratada, segue para distribuição.

De acordo com os dados informados, a demanda urbana para um cenário em 2015 é de 1.496 l/s e o sistema requer ampliação para o atendimento ao público.

6.1.6.1.5. Caracterização hidrogeológica dos aquíferos

A sistematização sobre a hidrogeologia nas áreas afetadas pelo empreendimento nos Estados de Goiás, Minas Gerais e no Distrito Federal, seguirá a mesma metodologia, ou seja, com base na caracterização dos aquíferos envolvidos; definição (mesmo que apenas teórica) das áreas de recarga e identificação dos principais usos atuais e futuros.

- **Hidrogeologia do Distrito Federal**

A caracterização hidrogeológica do Distrito Federal seguirá os estudos e definições do professor doutor José Elói Guimarães Campos – Universidade de Brasília.

Segundo Campos (2004), no Distrito Federal, onde a geologia é caracterizada por rochas metamórficas, recobertas por espessos solos (principalmente Latossolos), podendo ser diferenciados dois grandes grupos de aquíferos: o Domínio Aquífero Poroso e o Domínio Aquífero Fraturado (que também inclui porções cársticas restritas, observáveis na cidade de São Sebastião - DF). No caso do Distrito Federal, onde ha grande variação de tipos litológicos dentro das várias unidades litoestratigráficas, a melhor caracterização dos vários sistemas requer a subdivisão em subsistemas, evidenciando a real diversificação dos domínios, sistema e subsistemas aquíferos.

a. Domínio Poroso

Os aquíferos do Domínio Poroso são caracterizados pelos espaços vazios totais (porosidade) intergranulares, ou seja, a água ocupa os poros entre os minerais constituintes do corpo rochoso. Como no Distrito Federal não existem rochas sedimentares com espaços intersticiais, esse domínio é representado pelos solos, pelo manto de alteração das rochas (saprolito) e por materiais acumulados em calhas de drenagens (aluviões).

No Distrito Federal os aquíferos porosos são compostos por solos, com espessuras variando de poucos centímetros até 80 m, com ampla predominância (>60%) de espessuras entre 15 e 25 m, grande extensão e continuidade lateral e, de forma geral, homogêneos. Os aquíferos relacionados a esse domínio são classificados como aquíferos livres e/ou suspensos, com ampla continuidade lateral, compondo o sistema de águas subterrâneas rasas. Esses aquíferos geralmente são aproveitados por poços rasos, sendo a altura do nível freático controlada pela hipsometria e por feições físicas gerais dos vários tipos de solo/manto de intemperismo. Como são aquíferos rasos e livres, são moderadamente susceptíveis à contaminação por agentes externos, sendo, em geral,

isolados em sistemas de abastecimento público. Em função de determinados parâmetros hidrogeológicos, esse domínio pode ser dividido em quatro sistemas denominados P₁, P₂, P₃ e P₄.

Os sistemas P₁, P₂ e P₃ são caracterizados por grandes espessuras (>5 m) e condutividades hidráulicas respectivamente: alta, média e baixa. O sistema P₄ caracteriza-se por pequenas espessuras (comumente menores que 1 metro, podendo alcançar 2,5 m) e condutividade hidráulica baixa.

Esse domínio aquífero apresenta particularidades devido ao fato de representar a transição entre a zona vadosa (incluindo a região onde ocorrem as interações entre o meio externo e os aquíferos) e a zona saturada do aquífero (águas mais profundas). Essa porção também inclui a região onde se originam os processos de recarga dos aquíferos (rasos e profundos) a partir da infiltração pluviométrica. Uma importância adicional desse domínio está vinculada à manutenção da perenidade de drenagens no período de recessão de chuvas.

Os exutórios desse domínio estão relacionados a fontes do tipo depressão ou contato, sendo sua vazão média controlada pelo tipo de regime de fluxo. As fontes relacionadas a fluxos regionais e intermediários apresentam vazões superiores a 2,0 l/s, enquanto as de fluxo local mostram vazões reduzidas e com amplas variações sazonais. Os aquíferos subjacentes, do domínio fraturado, também funcionam como importantes exutórios dos aquíferos do domínio poroso, pois são diretamente alimentados a partir da zona saturada contida nos solos e nas rochas alteradas.

b. Domínio Fraturado

Os aquíferos do domínio fraturado são caracterizados pelos planos de fraturas, microfraturas, diáclases, juntas, zonas de cisalhamento e falhas. Como no Distrito Federal o substrato rochoso é representado por metassedimentos, os espaços intergranulares foram preenchidos durante a litificação e o metamorfismo. Dessa forma, os eventuais reservatórios existentes nas rochas são classificados como porosidade secundária.

Por estarem restritos a zonas que variam de alguns metros a centenas de metros, os aquíferos do Domínio Fraturado são livres ou confinados, de extensão lateral variável, fortemente anisotrópicos e heterogêneos, compondo o sistema de águas subterrâneas profundas. Com raras exceções, esse domínio está limitado a profundidades pouco superiores a 250 m, sendo que em profundidades maiores ha uma tendência de selamento dos planos abertos pela pressão litostática e portanto, sem condições de armazenamento da água subterrânea.

Os parâmetros hidrodinâmicos são muito variáveis em função do tipo de rocha e, inclusive, variando significativamente em um mesmo tipo litológico. O principal fator que controla a condutividade hidráulica dos aquíferos desse domínio é a densidade das discontinuidades do corpo rochoso.

Segundo Campos (2004) esses aquíferos são aproveitados por meio de poços tubulares e apresentam vazões que variam de zero até valores superiores a 100.000 l/h, sendo que a grande maioria dos poços apresenta entre 5.000 e 12.000 l/h. A incidência de poços secos é controlada pela variação da fração psamítica, sendo que quanto maior a concentração de quartzitos menor a incidência de poços secos e quanto maior a presença de material pelítico (metassiltitos e ardósias) maior a ocorrência de poços secos ou de muito baixa vazão. Os aquíferos do Domínio Fraturado podem ser subdivididos em quatro conjuntos distintos, denominados de sistemas aquíferos Paranoá, Canastra, Araxá e Bambuí. O Sistema Paranoá foi subdividido nos seguintes subsistemas: **S/A (siltitos e ardósias)**, **A (ardósias)**, **R₃/Q₃ (ritmitos e quartzitos)**, **R₄ (ritmitos)** e **PPC (calcários)**, enquanto o Sistema Canastra foi subdividido nos subsistemas: **F (filitos)** e **Q/F/M (quartzitos, filitos e metapelitos)**.

As águas subterrâneas desse domínio apresentam exposição à contaminação atenuada, uma vez que os aquíferos do Domínio Poroso sobrepostos funcionam como um filtro depurador natural, que age como um protetor da qualidade das águas mais profundas. A recarga dos aquíferos desse domínio se dá através do fluxo vertical e lateral de águas de infiltração a partir da precipitação pluviométrica. A morfologia da paisagem é um importante fator controlador das principais áreas de recarga regionais.

Avaliando a evolução geológica do Distrito Federal e sua litoestratigrafia é possível inferir que as zonas de recarga dos aquíferos do DF estão localizadas nos altos topográficos (as Chapadas) e nos altos localizados sobre os Grupos com granulação arenítica e quartzítica, pois nestas condições os aquíferos possuem maior coeficiente de armazenamento e condutividade hidráulica.

Os aquíferos que poderão ser afetados pelo empreendimento no Distrito Federal são os do Subsistema Poroso P₁ e do Subsistema Fraturado R₃/Q₃. Onde as captações são realizadas através de poços tubulares com a finalidade de abastecimento de residências e estabelecimentos comerciais. Durante os trabalhos de campo não foram observados poços tubulares ou outros tipos de captações de água subterrâneas que pudessem ser afetadas pelas obras do empreendimento.

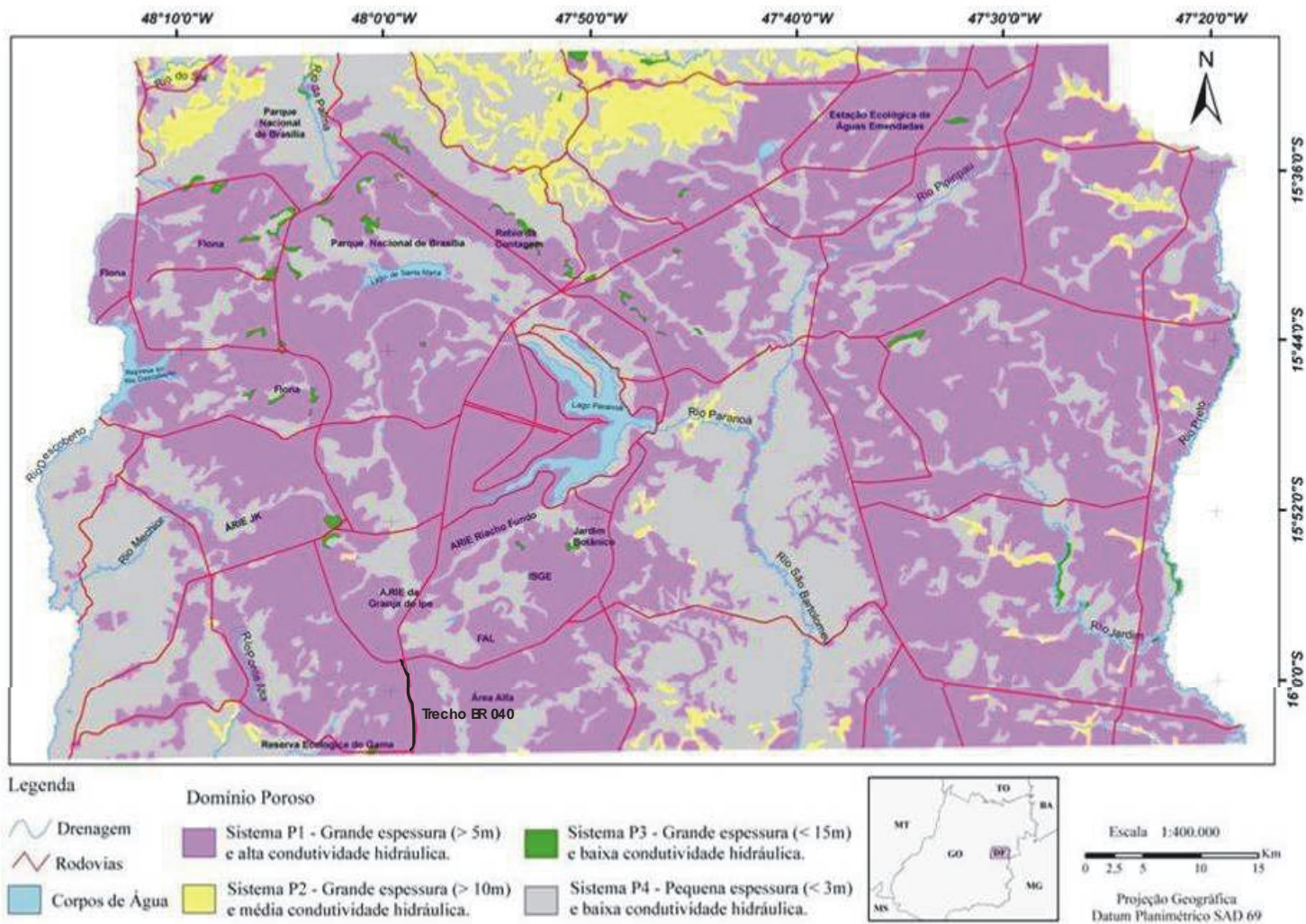


Figura 110 - Mapa Hidrogeológico do DF (adaptado) – Aquíferos do Domínio Poroso. Fonte: site ADASA – DF.

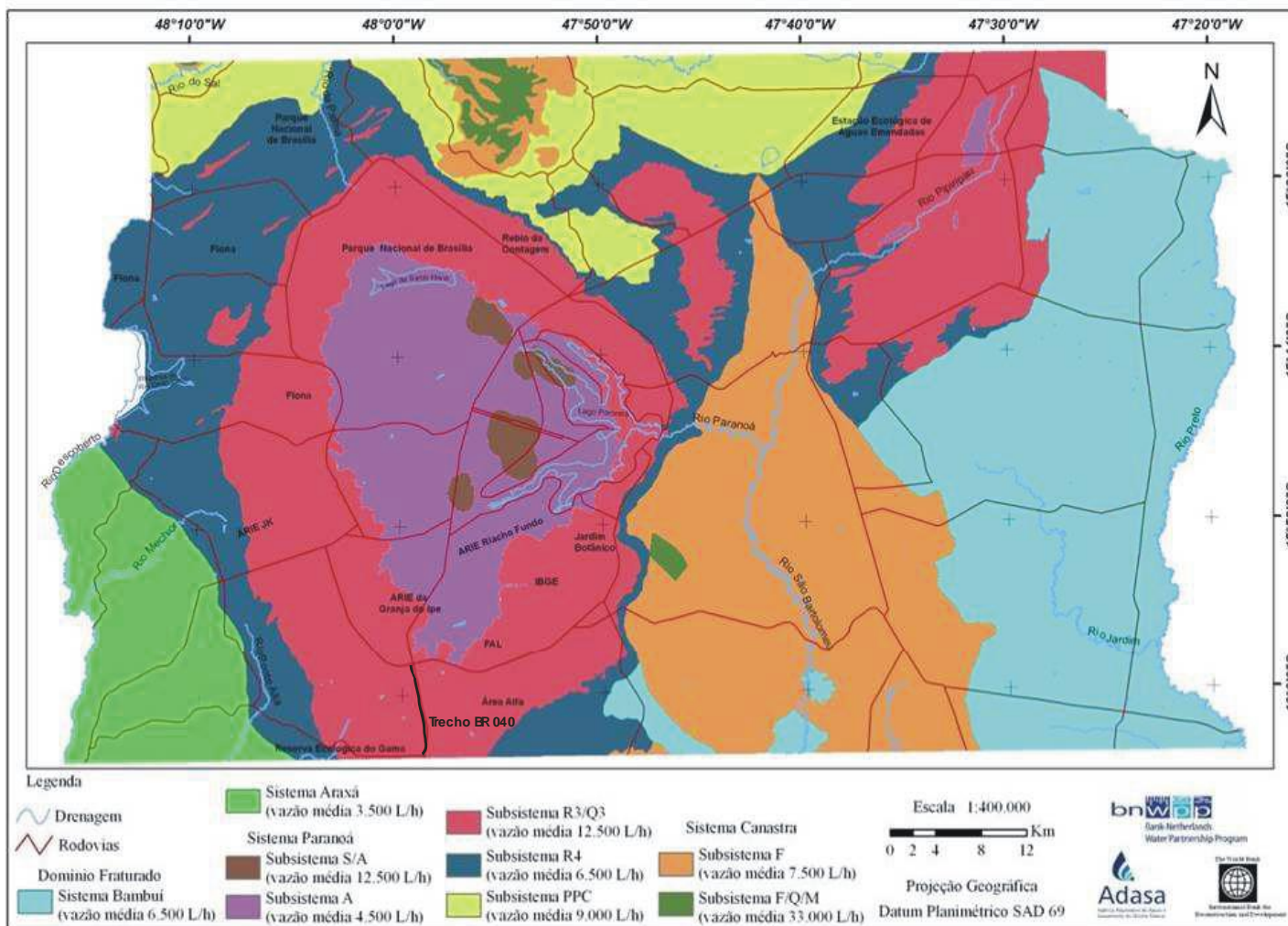


Figura 111- Mapa Hidrogeológico do DF (adaptado) – Aquíferos do Domínio Fraturado. Fonte: site ADASA – DF.

- **Hidrogeologia do Estado de Goiás**

No Brasil existem dez províncias hidrogeológicas (BORGHETTI et al. 2004), que abrangem diferentes tipos litológicos. Goiás é a uma das unidades da federação que apresenta o maior número de províncias: Escudo Central, São Francisco, Escudo Oriental, Paraná, Centro-Oeste e Parnaíba. Com tamanha diversidade e heterogeneidade, a caracterização hidrogeológica regional é um desafio complexo.

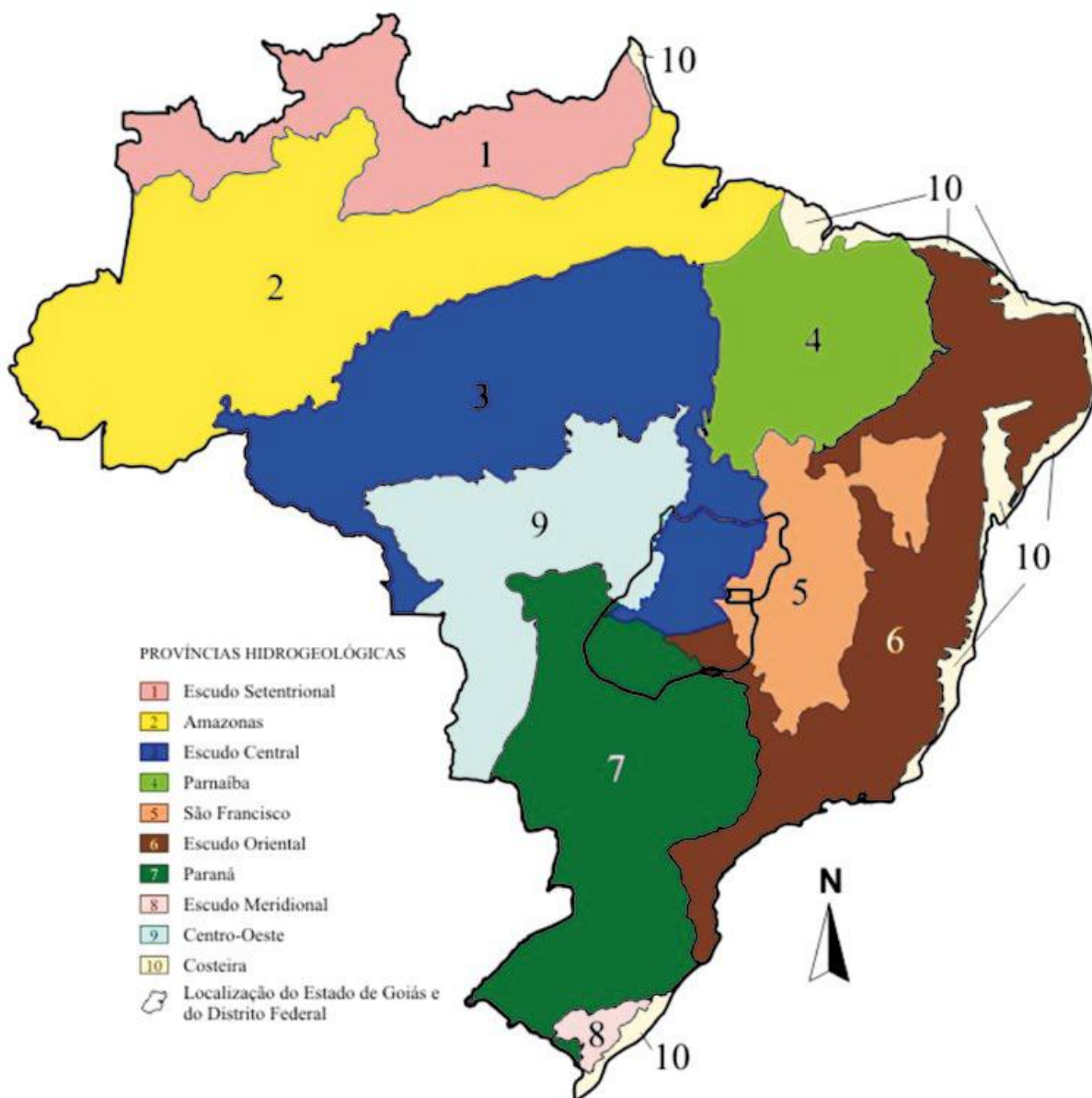


Figura 112- Províncias Hidrogeológicas do Brasil. Adaptado DNPM/CPRM 1983. Citado em MMA 2003. Fonte: Site MMA, in: www.abas.org.br.

Os levantamentos de vazões médias e estudos sobre a hidrogeologia do Estado demonstram que Goiás possui regiões com elevado potencial hidrogeológico e outras com potencial extremamente reduzido. Destaca-se a região sudoeste do estado, que possui em seu subsolo rochas porosas e

Diagnóstico Meio Físico

fraturadas com altíssimo potencial hídrico. Já as regiões nordeste e noroeste do estado apresentam os menores índices de disponibilidade de água subterrânea, principalmente devido a sua constituição geológica.

A integração de dados geológicos, climáticos, geomorfológicos e pedológicos realizados para o relatório “Hidrogeologia de Goiás” possibilitou definir dois grupos de reservatórios individualizados e denominados de Grupo dos Aquíferos Rasos ou Freáticos e Grupo dos Aquíferos Profundos.

Os dois grupos classificam-se em Domínios, em função do tipo de porosidade predominante, sendo denominados de: Intergranular, Fraturado, Dupla Porosidade, Físsuro-Cárstico e Cárstico. Dentro dos diferentes Domínios, foram classificados 25 Sistemas Aquíferos, sendo 03 freáticos e 22 profundos, destes 03 foram subdivididos em Subsistemas.

O Grupo dos Aquíferos Rasos ou Freáticos é constituído exclusivamente por coberturas regolíticas (solo + saprolito), enquanto o Grupo dos Aquíferos Profundos inclui as unidades litológicas, que ocorrem com espessuras de dezenas a centenas de metros, podendo apresentar-se livres ou confinadas.

Devido a grande extensão do Estado de Goiás, apenas os Domínios relevantes ao estudo foram caracterizados.

c. Sistemas Aquíferos Freáticos

Conforme o relatório “Hidrogeologia do Estado de Goiás – 2006”, Três Sistemas Aquíferos Freáticos foram definidos e denominados de:

- Sistema Aquífero Freático I
- Sistema Aquífero Freático II
- Sistema Aquífero Freático III

Esta definição baseou-se no agrupamento de diferentes tipos de coberturas de solos, correlacionando principalmente, a textura, estrutura, capacidade de armazenamento e condutividade hidráulica vertical (K_v) de cada grupo.

As condutividades hidráulicas foram obtidas a partir da realização de diversos ensaios de infiltração *in situ* distribuídos em todo o estado de Goiás. A partir desses ensaios foi possível identificar cinco agrupamentos de solos considerados na avaliação dos resultados da condutividade hidráulica vertical, sendo que três são considerados Sistemas Aquíferos Freáticos, pois contém comumente zonas saturadas e não saturadas e permitem a circulação de água a partir de um modelo clássico de sistemas neumanianos, ou seja, de fluxo laminar em aquíferos livres. Estas três associações de solos são diretamente relacionadas aos Neossolos Quartzarênicos (Grupo 1), Latossolos (Grupo 2) e Argissolos/Nitossolos (Grupo 3).

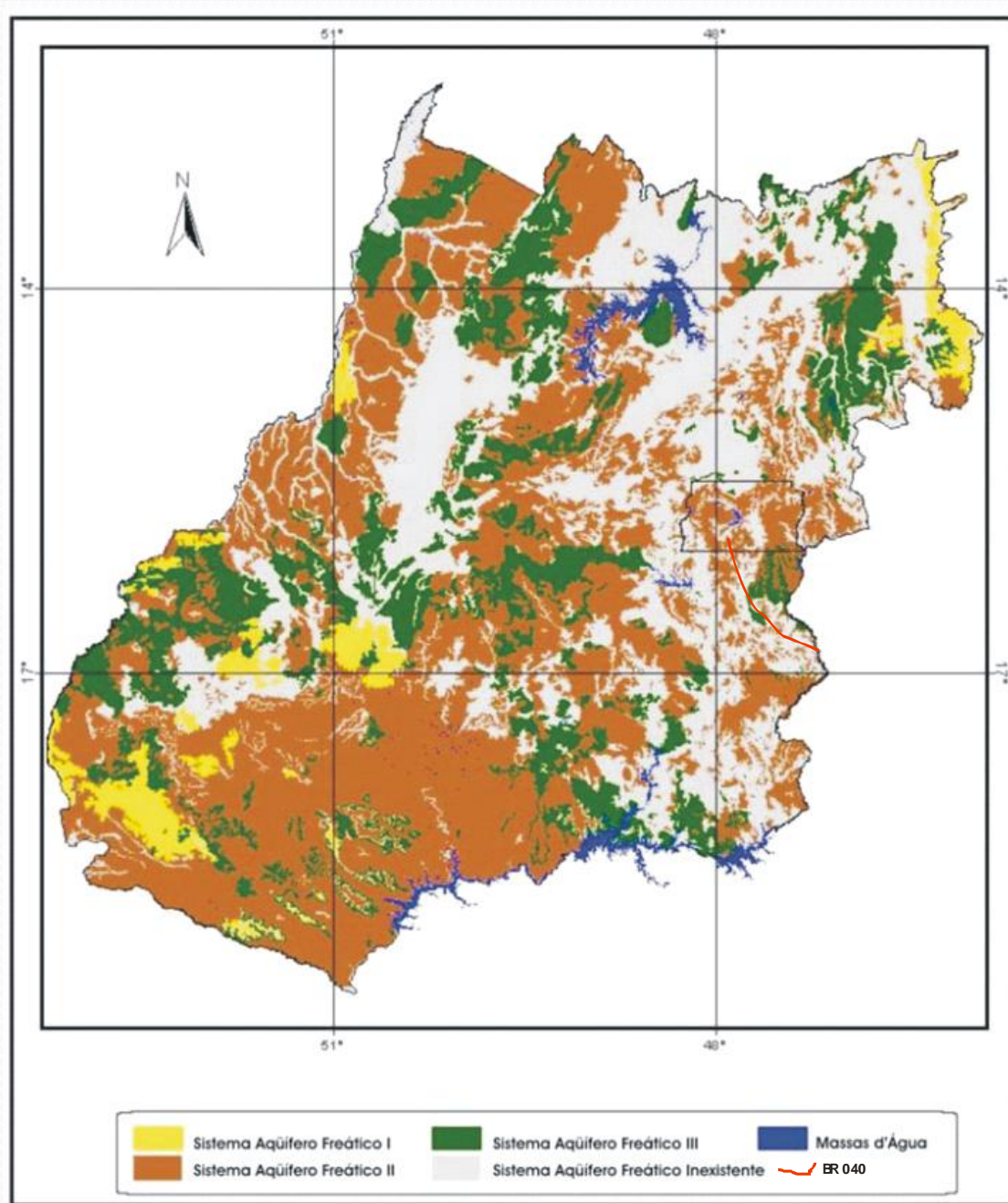
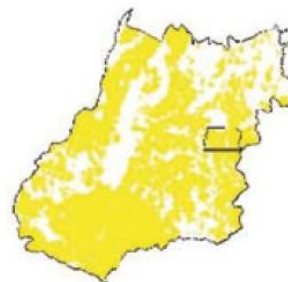


Figura 113- Distribuição dos Sistemas Aquíferos Freáticos em Goiás. Fonte: Hidrogeologia do Estado de Goiás – 2006. (Adaptado).

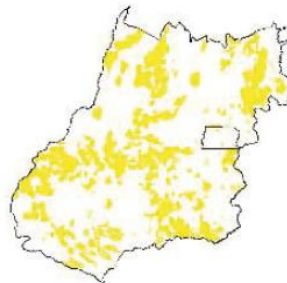


d. Sistema Aquífero Freático II

Este sistema aquífero raso inclui todas as classes de Latossolos e, portanto é o sistema de maior expressão areal no estado. Encontra-se fortemente vinculado às Unidades Geomorfológicas: Superfícies de Regionais de Aplainamento - SRA, com padrão de relevo suave ondulado a plano.

Esta classe de solo apresenta uma feição marcante relacionada à presença de estruturas do tipo granular que faz com que todos os Latossolos independente de sua textura (muito argilosa, argilosa, franca, siltosa, etc.) resultem em materiais com funcionamento hídrico similar, de forma geral, de alta condutividade hidráulica e elevada porosidade efetiva (não inferior a 8%).

As espessuras totais dos solos associados ao Sistema F₂ são geralmente menores que as do Sistema F₁, sendo 20 metros considerados como um valor de referência. Compõem aquíferos intergranulares, contínuos, livres de grande distribuição lateral, com importância hidrogeológica principalmente relacionada às funções filtro e reguladora.



e. Sistema Aquífero Freático III

Este sistema inclui os solos com horizonte diagnóstico B textural e B nítico, classificados como Argissolos e Nitossolos. De forma geral apresentam espessuras médias inferiores a 15 metros.

Devido as características desses tipos de solos onde ocorre a diminuição da condutividade hidráulica com o aumento da profundidade, há uma tendência de desenvolvimento de fluxo interno, que dificulta a recarga dos sistemas fraturados situados a maiores profundidades.

A espessura saturada deste sistema intergranular é de, em média, 10 metros, com uma espessura total de 20 metros. O comportamento da porosidade é considerado similar ao dos Latossolos, sendo que neste caso, a porosidade efetiva pode sofrer uma diminuição nos horizontes que recebem a argila translocada a partir dos horizontes mais rasos e o valor médio é de 6%.

Este sistema aquífero, em geral, sobrepõe sistemas fraturados representados por rochas básicas e ultrabásicas e mais raramente carbonatos. Está distribuído sobre relevo ondulado até forte ondulado ou sobre rebordos de chapadas. Quando os solos apresentam-se ricos em fragmentos rochosos (rochosidade e/ou pedregosidade), a condutividade hidráulica pode ser incrementada, melhorando as características gerais deste sistema aquífero raso.

O Sistema F₃ constitui aquíferos intergranulares, livres, descontínuos e com distribuição lateral ampla. Apresenta pequena importância hidrogeológica relativa à função reservatório, sendo

aproveitado, principalmente, para abastecimento de pequenas propriedades rurais. Do ponto de vista das funções recarga, filtro e reguladora, apresenta elevada importância hidrogeológica, uma vez que os horizontes mais ricos em argila funcionam como depuradores de cargas contaminantes e retardam o fluxo, ampliando a possibilidade de regular as descargas de base e interfluxo.

f. Sistemas Aquíferos Profundos

Este grupo inclui aquíferos de diferentes domínios correspondentes aos diferentes tipos de porosidade predominante que podem variar de intergranular, fissural, dupla porosidade, físsuro-cárstica ou cárstica.

Os sistemas com porosidade intergranular envolvem os arenitos, com espaços primários e secundários entre os grãos constituintes, que em geral compõem excelentes aquíferos cujo potencial é função da espessura saturada e das taxas de precipitação pluvial.

Os sistemas com porosidade fissural são constituídos por rochas magmáticas e metamórficas onde os processos tectônicos rúpteis foram responsáveis pela abertura de um retículo de fraturas, fissuras ou diáclases que compõem o espaço eventualmente preenchido pela água.

Os sistemas de dupla porosidade são compostos por rochas sedimentares litificadas onde ainda persiste porosidade intergranular primária residual ou secundária com elevada ocorrência de fraturas. O potencial destes sistemas será tanto maior quanto maior for a ocorrência da

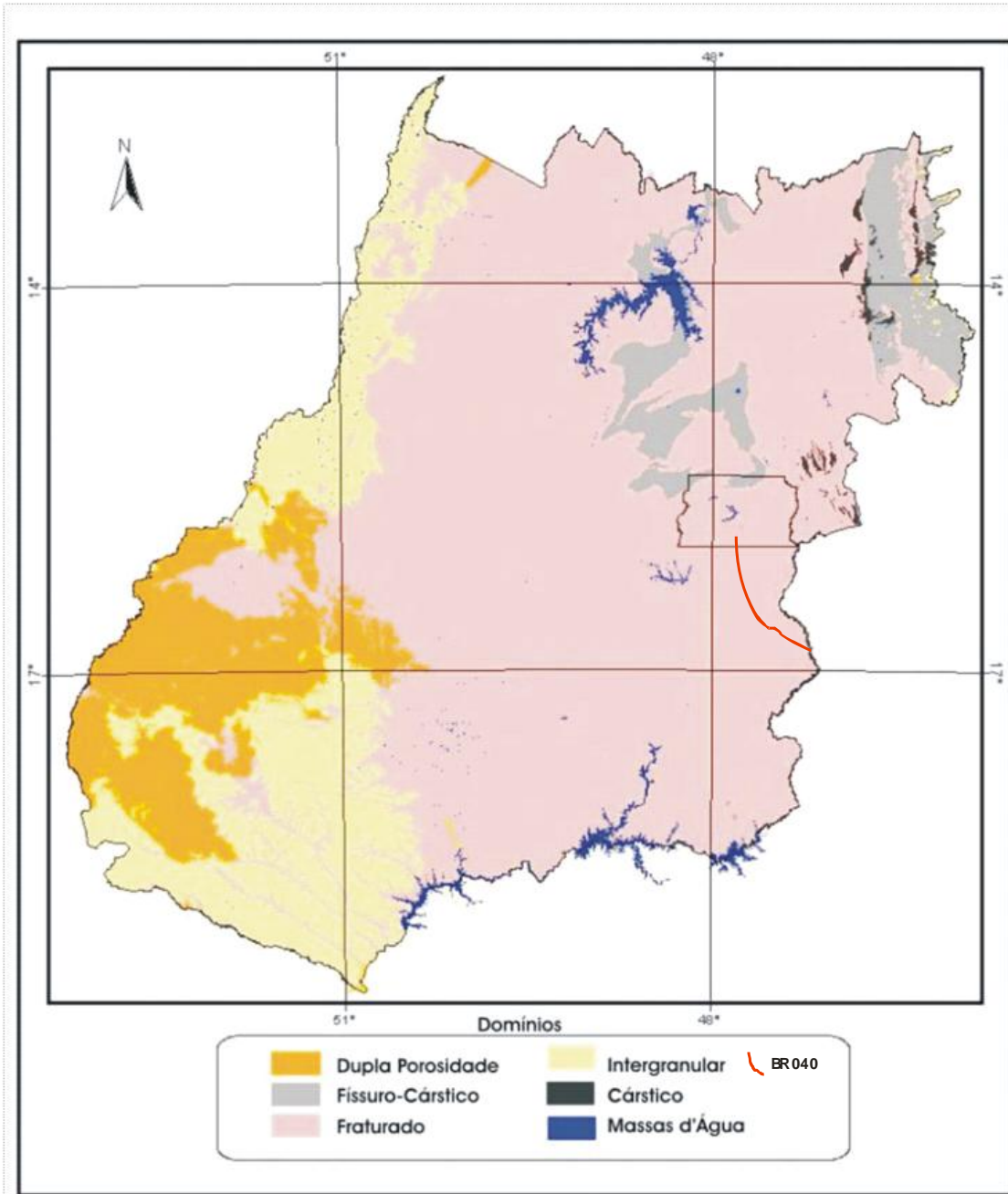


Figura 114- Distribuição dos Domínios Aquíferos Profundos em Goiás. Fonte: Hidrogeologia do Estado de Goiás – 2006. (Adaptado).

Os sistemas de porosidade fissuro-cárstica são representados por situações onde rochas carbonáticas (calcários, dolomitos, margas e mármore) ocorrem na forma de lentes, com restrita continuidade lateral, interdigitadas com litologias pouco permeáveis (siltitos argilosos, folhelhos, filitos ou xistos). Já os sistemas de porosidade cárstica são caracterizados nas condições onde as rochas carbonáticas ocorrem com ampla continuidade lateral e vertical, de forma que o processo de dissolução cárstica tenha desenvolvimento amplo, com abertura de espaços maiores que 1

metro. Nestes sistemas comumente ocorrem drenagens subterrâneas de fluxo turbulento, similares aos cursos de drenagens superficiais.

Conforme o relatório “Hidrogeologia do Estado de Goiás – 2006”, para o estado de Goiás foram individualizados 22 sistemas aquíferos profundos, diferenciados com base em parâmetros dimensionais, potenciais, tipos de porosidade e qualidade da água. São aquíferos porosos, fraturados, de dupla porosidade, físsuro-cársticos e cársticos. Contudo, apenas os relevantes à implantação do empreendimento foram descritos.



g. Sistema Aquífero Canastra

O Sistema Aquífero Canastra engloba as rochas das Formações Paracatu, Serra do Landim e Chapada dos Pilões, além dos grupos Canastra Indiviso e Ibiá.

Este sistema foi subdividido em dois subsistemas com características muito distintas entre si, caracterizados em função da presença de rochas carbonáticas e denominados de Subsistema Fraturado e Subsistema Físsuro-Cárstico. Sendo para o estudo apenas considerado o Subsistema Fraturado, pois a ocorrência do Físsuro-Cárstico é restrita a lentes carbonáticas, que não foram observadas na área de estudo do empreendimento.

O Subsistema Fraturado compõe a maior parte da área de ocorrência do Grupo Canastra no estado de Goiás, sendo litologicamente representado pelos filitos das formações Serra do Landim e Paracatu.

Além dos sistemas de fraturamento, a atitude da foliação principal é um importante fator controlador da variação do funcionamento hídrico deste subsistema. Como a foliação apresenta, em geral, alto ângulo, há um favorecimento à infiltração de águas pluviométricas, melhorando as características do aquífero como armazenador e transmissor de água, pois na região dos saprolitos há um considerável aumento da porosidade dos filitos. Com isso as áreas de recarga são ampliadas para toda a porção coberta por regolitos. Em situações onde há latossolos como parte das coberturas, as condições dos aquíferos fraturados sotopostos são otimizadas.

O relevo acidentado que ocorre em grande parte das áreas de ocorrência deste subsistema é um fator negativo do ponto de vista hidrogeológico, uma vez que as declividades moderadas a elevadas, associadas a solos pouco profundos e pouco permeáveis resultam em um aumento do escoamento superficial em detrimento da infiltração, reduzindo a circulação do aquífero.



h. Sistema Aquífero Paranoá

O Sistema Aquífero Paranoá corresponde basicamente aos litotipos do Grupo Paranoá. Como o estágio de conhecimento do Grupo Paranoá é grande e as informações inerentes a ele são mais conhecidas devido aos diversos estudos realizados no Distrito Federal e entorno, optou-se por subdividir o sistema aquífero em 6 subsistemas.

A subdivisão segue os critérios propostos por Campos & Freitas-Silva (1998), que utilizam os códigos propostos para a divisão estratigráfica do Grupo Paranoá e sua relação com as propriedades hidrogeológicas homogêneas. Os aquíferos são denominados: Subsistema R₁/Q₁ (Metarritmito/Quartzito), Subsistema S/A (Metassiltito/Ardósia), Subsistema A (Ardósia), Subsistema R₃/Q₃ (Metarritmito/Quartzito), Subsistema R₄ (Metarritmito argiloso) e Subsistema PPC (Psamo-Pelito-Carbonatado).

Para o estudo, apenas o Subsistema R₃/Q₃ foi descrito, pois é o único do Grupo Paranoá relevante ao empreendimento no estado de Goiás.

O Subsistema R₃/Q₃ inclui as unidades litoestratigráficas Q₂, R₃ e Q₃ do Grupo Paranoá. A inclusão de três unidades litológicas em um único subsistema aquífero é justificável, uma vez que os tipos rochosos predominantemente quartzíticos, apresentam características hidrogeológicas muito semelhantes, o que é refletido nos parâmetros hidrodinâmicos, distribuição estatística de médias de vazões, vazões específicas e condições construtivas dos poços.

Em função do comportamento rúptil dos quartzitos, há uma grande distribuição, abertura e interconexão das descontinuidades por todo o maciço rochoso, que favorece a manutenção da abertura das fraturas em maiores profundidades. Desta forma os poços que interceptam litologias destas unidades, apresentam um grande número de entradas de água, com fraturas dispersas por toda a seção perfurada.

A importância hidrogeológica deste subsistema aquífero é representada pela elevada vazão de fontes que representam seus exutórios.

- **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.

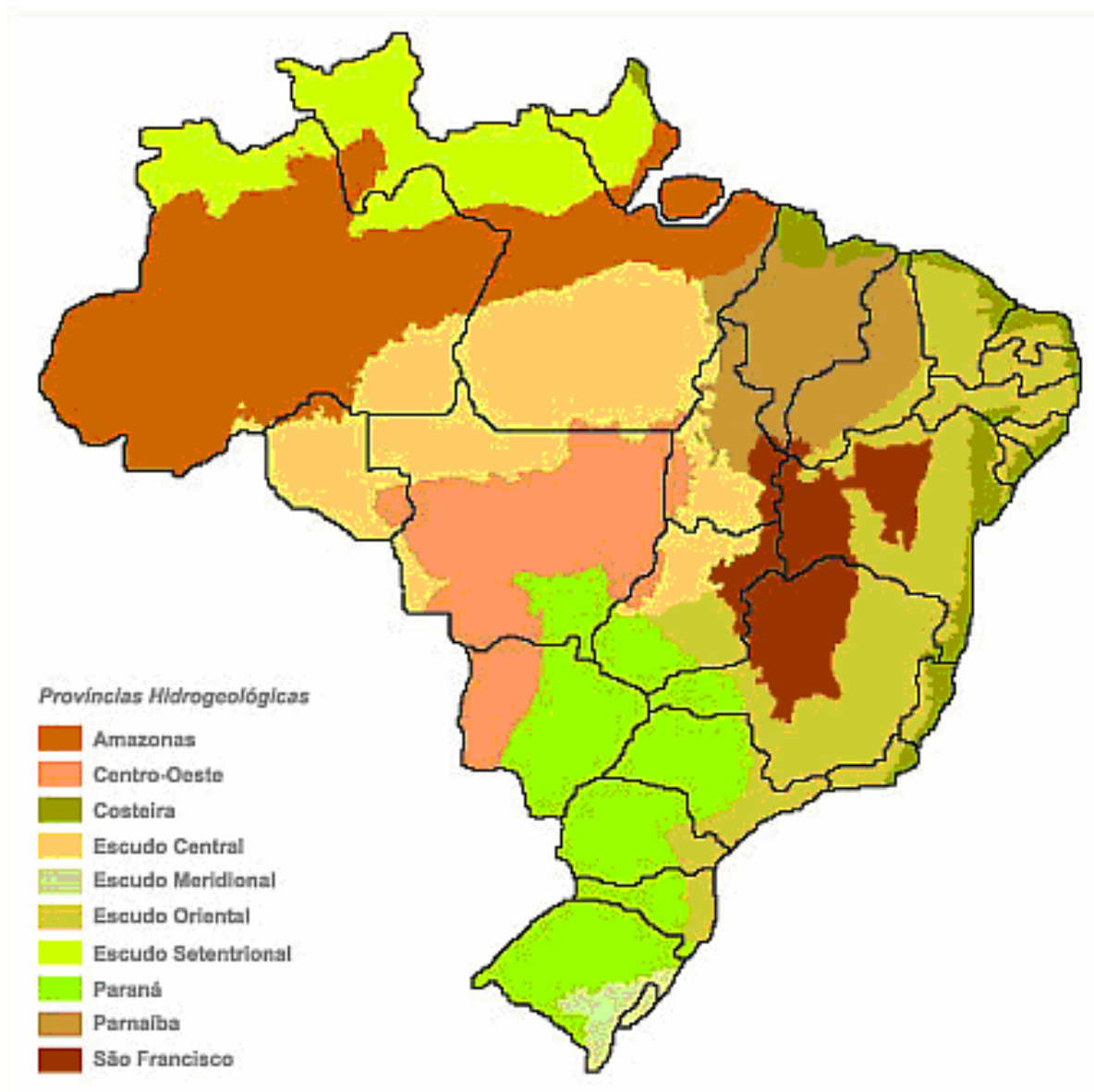


Figura 115 - Distribuição das províncias hidrogeológicas do Brasil. Fonte: BORGHETTI *et al.* (2004), adaptado de MMA(2003) MAPA 2.1 – Representação esquemática das províncias hidrogeológicas do Brasil fonte: Adaptado de ONPMI/CPRM (1983), citado em MMA (2003).

Os escudos são formados por rochas magmáticas e metamórficas e correspondem aos primeiros núcleos de rochas emersas que afloraram desde o início da formação da crosta terrestre.

As bacias sedimentares são depressões preenchidas, ao longo do tempo, por detritos ou sedimentos provenientes de áreas próximas ou distantes que normalmente estão dispostas de

forma horizontal. E os cársticos são aquíferos formados em áreas com predominância de rochas calcárias.

Em Minas Gerais, as províncias de destaque são a província Hidrogeológica do São Francisco, a província Hidrogeológica do Paraná e a província Hidrogeológica do Escudo Oriental.

A Província Hidrogeológica do São Francisco é formada pelos sistemas aquíferos Aluvial, de Cobertura Detrítica, Arenítico, Carbonático, Pelítico-Carbonático, Pelítico, Quartzítico, Gnáissico-Granítico e Xistoso. A Província Hidrogeológica do Escudo Oriental é formada pelos sistemas aquíferos Fissurado e Xistoso.

Conforme a proposta do Zoneamento Econômico Ecológico – ZEE, os aquíferos em Minas Gerais foram agrupados em Sistemas Aquíferos principais:

- Sistema Aluvionar: formado por aquíferos que ocorrem por meio de depósitos de sedimentos principalmente 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: por serem compostos por formações geradas pelo depósito de material saprolítico, eluvial e coluvial, os aquíferos desse Sistema são 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 principalmente devido às suas elevadas vazões e caráter regulatório.
- 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.

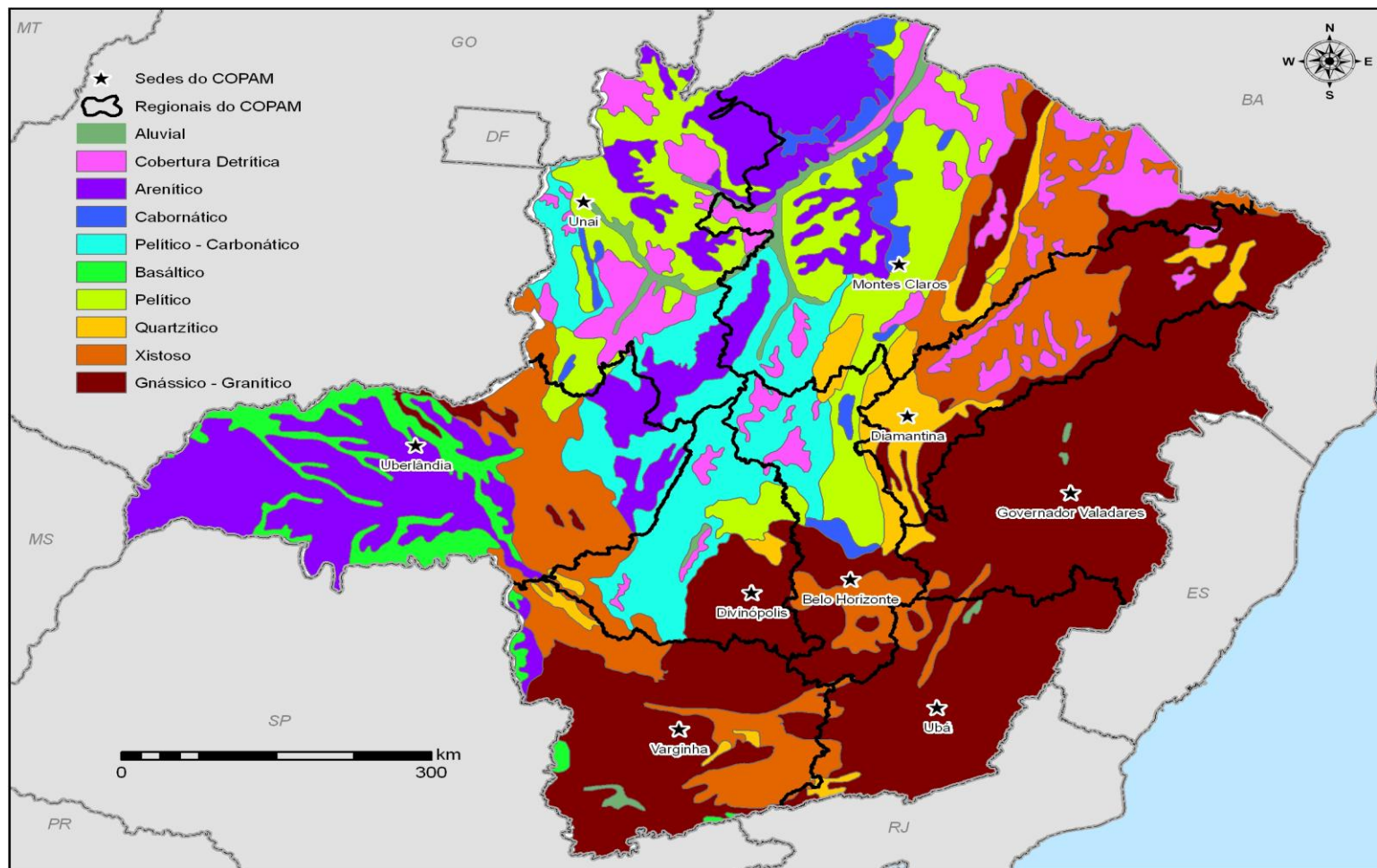


Figura 116- Sistemas aquíferos do Estado de Minas Gerais, adaptado do trabalho “Disponibilidades hídricas subterrâneas no Estado de Minas Gerais, 1995” in: ZEE - MG.

- **Rebaixamento do lençol freático**

O projeto básico do empreendimento se encontra de fase de planejamento, logo 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 18 a seguir:

Tabela 18 - usos preponderantes das águas segundo critérios da Resolução CONAMA nº 357.

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 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 são apresentados sob a forma de elementos gráficos, consistentes com os parâmetros e variáveis consideradas no estudo e exposto na Tabela 19.

O enquadramento dos corpos hídricos foi verificado no sítio dos Conselhos de Bacias para saber se ha enquadramento de algum rio presente no estudo. Os corpos d'água dos pontos P8, P11, P23, P25, P29, P31, P32 e P34 foram enquadrados de acordo com a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008 e Portaria nº 715/MINTER/IBAMA, de 20 de setembro de 1989.

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.

Definido este critério inicial, foram selecionados de início os pontos de coleta para os estudos da ictiofauna. 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. Dessa forma foram selecionados, a princípio 38 pontos para amostragem, contudo 3 pontos de amostragem encontravam-se secos, logo a rede amostral ficou com 35 pontos de amostragem que estão dispostos na Tabela 19 a seguir.

Tabela 19 - Corpos hídricos amostrados da área de estudo – BR-040 DF/GO/MG.

Ponto	Corpo D'Água	Coordenada X	Coordenada Y	Bacia Hidrográfica	Enquadramento	Dom
01	Rio São Bartolomeu	201300.09	8169520.98	Paranaíba	Classe 2(c)	F
02	Ribeirão Furnas ¹	203554,03	8163685,15	Paranaíba	Classe 2(c)	E

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-040 - DF/GO/MG

Ponto	Corpo D'Água	Coordenada X	Coordenada Y	Bacia Hidrográfica	Enquadramento	Dom
03	Ribeirão Cristal ¹	254102,78	8124796,16	Paranaíba	Classe 2(c)	E
04	Ribeirão Casa Branca	258844	8122271	Paranaíba	Classe 2(c)	E
05	Rio São Marcos	270746,32	8114962,38	Paranaíba	Classe 2(c)	F
06	Ribeirão Santa Isabel ¹	283603,88	8110106,92	São Francisco	Classe 2(c)	E
07	Córrego Rico	311935,00	8085908,00	São Francisco	Classe 2(c)	E
08	Rio Paracatu	333226,74	8064120,58	São Francisco	Classe 2 (a)	F
09	Córrego Extreminha ¹	343889,31	8052229,20	São Francisco	Classe 2(c)	E
10	Córrego Poções	345979,53	8049530,44	São Francisco	Classe 2(c)	E
11	Rio da Prata	356355,00	8046385,00	São Francisco	Classe 1(b)	F
12	Rio Taquara ¹	392374,31	8014023,29	São Francisco	Classe 2(c)	E
13	Rio do Sono ¹	396305,96	8012873,64	São Francisco	Classe 2(c)	E
14	Ribeirão das Almas ¹	408647,51	8009290,78	São Francisco	Classe 2(c)	E
15	Córrego Facão ¹	417099,67	8010636,61	São Francisco	Classe 2(c)	E
16	Rio Santo Antônio ¹	425500,21	8013957,14	São Francisco	Classe 2(c)	F
17	Rio Abaeté	451087,00	7997451,00	São Francisco	Classe 2(c)	F
18	Rio São Francisco	473278,25	7988983,97	São Francisco	Classe 2(c)	F
19	Ribeirão do Boi ¹	488338,87	7974427,02	São Francisco	Classe 2(c)	E
20	Riacho Frio ¹	490177,73	7970790,28	São Francisco	Classe 2(c)	E
21	Ribeirão da Extrema ¹	492077,98	7952235,82	São Francisco	Classe 2(c)	E
22	Córrego Jacaré ¹	498922,23	7942876,69	São Francisco	Classe 2(c)	F
23	Ribeirão do Peixe ¹	500615,57	7935269,90	São Francisco	Classe 1(b)	F
24	Córrego do Bolina ¹	514800,00	7927749,00	São Francisco	Classe 2(c)	E
25	Rio Manso ¹	523612,74	7917822,85	São Francisco	Classe 1(b)	F
26	Córrego do Meleiro ¹	526122,74	7915148,30	São Francisco	Classe 2(c)	E
27	Córrego dos Gomes	533420,00	7908333,00	São Francisco	Classe 2(c)	E
28	Ribeirão das Pedras ¹	536403,00	7895757,00	São Francisco	Classe 1(b)	F
29	Ribeirão do Leitão ¹	536387,30	7890975,01	São Francisco	Classe 1(b)	E
30	Córrego Mocambo	561324,33	7871267,06	São Francisco	Classe 2(c)	E

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-040 - DF/GO/MG

Ponto	Corpo D'Água	Coordenada X	Coordenada Y	Bacia Hidrográfica	Enquadramento	Dom
31	Rio Maranhão ¹	622906,00	7727755,00	São Francisco	Classe 2(b)	E
32	Rio Paraopeba ¹	624139,00	7696863,00	São Francisco	Classe 2(a)	F
33	Ribeirão do Loures ou Alberto Dias ou Bandeira ¹	628078,84	7661571,12	São Francisco	Classe 2(c)	F
34	Córrego Lava Pés ¹	632252	7651275	Paraíba do Sul	Classe 1(b)	E
35	Rio Novo ¹	650039,30	7628987,62	Paraíba do Sul	Classe 2(c)	F

1 - Cursos d'água onde ocorrerão estudos da ictiofauna.

(a) Enquadramento mediante Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008.

(b) Enquadramento mediante Portaria nº 715/MINTER/IBAMA, de 20 de setembro de 1989

(c) Enquadramento mediante ao disposto no ao Art. 42. da Resolução CONAMA 357/2005.

Dominialidade (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 IV e as fichas de campo no ANEXO V. Abaixo segue a descrição dos pontos a montante e a jusante de acordo com o observado nas fichas de campo.

- **Ponto 1 – São Bartolomeu**

Montante: Não foi detectada vegetação aquática tendo como vegetação predominante de pastagem, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária e as principais fontes de poluição são os resíduos sólidos e águas de drenagem pluvial. Foi observado que Ponte sobre área florestada - APP (Bem florestada nas proximidades da ponte)

Jusante: Não foi detectada vegetação aquática, tendo como vegetação predominante de pastagem, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária e as principais fontes de poluição são os resíduos sólidos e águas de drenagem pluvial. Foi observado também que as margens com afloramento de rocha e resíduos jogados próximo a ponte.

- **Ponto 2 – Ribeirão Furnas**

Montante: Não foi detectada vegetação aquática, com vegetação predominante de pastagem, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária e as principais fontes de poluição são os resíduos sólidos e águas de drenagem pluvial. Foi observado que o rio

possui APP bem íngreme (talvegue) em sua margem direita da APP conservada. Aos fundos uma plantação.

Jusante: Não foi detectada vegetação aquática, com vegetação predominante de pastagem, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária e as principais fontes de poluição são os resíduos sólidos e águas de drenagem pluvial. Foi observado que o rio possui APP bem íngreme (talvegue).

- **Ponto 3 – Ribeirão Cristal**

Montante: Não foi detectada vegetação aquática, com vegetação predominante de pastagem, presença de resíduos sólidos objetáveis, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária e as principais fontes de poluição são águas de drenagem pluvial. Foram observados resíduos jogados as margens e APP com vegetação típica do cerrado florestada.

Jusante: Não foi detectada vegetação aquática, com vegetação predominante de pastagem, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária e as principais fontes de poluição são as águas de drenagem pluvial. Foi observado APP com fragmentos de cerrado alterado com gramíneas.

- **Ponto 4 – Ribeirão Casa Branca**

Montante: Não foi detectada vegetação aquática, com vegetação predominante de pastagem, presença de resíduos sólidos objetáveis, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária e as principais fontes de poluição são águas de drenagem pluvial. Foi identificado o uso das águas superficiais na lavagem de roupas e utensílios domésticos. Foi observada a presença de resíduos de indigentes (roupa, lixo, vasilhas) e APP pouco alterada com capim (Vereda de margens).

Jusante: Não foi detectada vegetação aquática, com vegetação predominante de pastagem, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária e as principais fontes de poluição são as águas de drenagem pluvial e resíduos sólidos. Foram observados vestígios de indigentes, vereda de talvegue íngreme com vegetação pouco alterada e criação de animais de subsistência.

- **Ponto 5 – Rio São Marcos**

Montante: Não foi detectada vegetação aquática, com vegetação predominante de pastagem, presença de resíduos sólidos objetáveis, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária e as principais fontes de poluição são águas de drenagem pluvial. Foi

identificado o uso das águas superficiais na lavagem de roupas e utensílios domésticos. Foi observada a grande largura do rio, muito pasto as margens com pequenos fragmentos de vegetação típica do cerrado. Rio de divisa GO/MG.

Jusante: Não foi detectada vegetação aquática, com vegetação predominante de pastagem, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária e as principais fontes de poluição são as águas de drenagem pluvial e resíduos sólidos. Foi observada a APP praticamente toda com pasto e pequenos fragmentos de vegetação típica do cerrado. Rio de divisa GO/MG. Rio com volume de água alto e vazão baixa.

- **Ponto 6 - Ribeirão Santa Isabel**

Montante: Não foi detectada vegetação aquática, com vegetação predominante de pastagem e também cerrado, presença de resíduos sólidos objetáveis, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária/agricultura e as principais fontes de poluição são águas de drenagem pluvial.

Jusante: Não foi detectada vegetação aquática, com vegetação predominante de pastagem e também cerrado, presença de resíduos sólidos objetáveis, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária/agricultura e as principais fontes de poluição são águas de drenagem pluvial. Foi observados resíduos próximo a cabeceira da ponte. O cerrado pouco alterado próximo à faixa de domínio e com pasto próximo da faixa de domínio.

- **Ponto 7 – Córrego Rico**

Montante: Não foi detectada vegetação aquática, com vegetação predominante de pastagem, presença de resíduos sólidos objetáveis, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária e as principais fontes de poluição são águas de drenagem pluvial e obras na rodovia. Foram observados pneus e outros resíduos derivados da estrada.

Jusante: Não foi detectada vegetação aquática, com vegetação predominante de pastagem e também cerrado, presença de resíduos sólidos objetáveis, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária e as principais fontes de poluição são águas de drenagem pluvial. Foi observado um Lobo Guará atropelado próximo à ponte, poucas arvores e bastante capim com margens bem alteradas.

- **Ponto 8 – Rio Paracatu**

Montante: Não foi detectada vegetação aquática, com vegetação predominante de pastagem, presença de resíduos sólidos objetáveis, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso

da terra para pecuária e as principais fontes de poluição são águas de drenagem pluvial e obras na rodovia.

Jusante: Não foi detectada vegetação aquática, com vegetação predominante de pastagem e também cerrado, presença de resíduos sólidos objetáveis, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária e as principais fontes de poluição são águas de drenagem pluvial.

- **Ponto 9 - Córrego Extreminha**

Montante: Foi detectada vegetação aquática em todo espelho d'água, com vegetação predominante de cerrado, presença de resíduos sólidos objetáveis, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para agricultura e as principais fontes de poluição são águas de drenagem pluvial. Foi observado que a vereda é preservada com eucalipto nas margens.

Jusante: Foi detectada vegetação aquática em todo espelho d'água, com vegetação predominante de cerrado, presença de resíduos sólidos objetáveis, mata ripária original conservada, principal uso da terra para agricultura e as principais fontes de poluição são águas de drenagem pluvial. Foi observado que a vereda é preservada com eucalipto nas margens.

- **Ponto 10 – Córrego Poções**

Montante: Foi detectada vegetação aquática em todo espelho d'água, com vegetação predominante de pasto, presença de resíduos sólidos objetáveis, mata ripária original conservada, principal uso da terra para pecuária e as principais fontes de poluição são águas de drenagem pluvial.

Jusante: Foi detectada vegetação aquática em todo espelho d'água, com vegetação predominante de pasto, presença de resíduos sólidos objetáveis, mata ripária original conservada, principal uso da terra para pecuária e as principais fontes de poluição são águas de drenagem pluvial. Foi observado lixo na vereda jogado da rodovia, contudo bem preservada. Água corrente com muitas plantas aquáticas submersas do tipo Lodo.

- **Ponto 11 – Rio da Prata**

Montante: Ausência vegetação aquática, com vegetação predominante de pasto e cerrado, presença de resíduos sólidos objetáveis, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária e as principais fontes de poluição são águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com deposição de fezes. Foi observado que havia gado morto dentro do Rio (atolado), com nível baixo e bastante assoreado.

Jusante: Ausência vegetação aquática, com vegetação predominante de pasto, presença de resíduos sólidos objetáveis, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária e as principais fontes de poluição são águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com deposição de fezes. Foi observada dragagem e margens com fragmentos de vegetação típica do cerrado e o rio assoreado.

- **Ponto 12 – Rio Taquara**

Montante: Ausência vegetação aquática, com vegetação predominante de cerrado, presença de resíduos sólidos objetáveis, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária e as principais fontes de poluição são águas de drenagem pluvial, resíduos sólidos, esgotos domésticos e dessedentação animal com deposição de fezes. Foi observado que havia uma confluência com corpo d'água de pequeno porte e com eucaliptos as margens.

Jusante: Ausência de vegetação aquática, com vegetação predominante de cerrado, presença de resíduos sólidos objetáveis, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária e as principais fontes de poluição são águas de drenagem pluvial, resíduos sólidos e esgotos domésticos. Foram observadas as margens florestadas com menos biomassa com fisionomia savânica.

- **Ponto 13 – Rio do Sono**

Montante: Ausência vegetação aquática, com vegetação predominante de pasto e cerrado, presença de resíduos sólidos objetáveis, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária e as principais fontes de poluição são águas de drenagem pluvial.

Jusante: Ausência vegetação aquática, com vegetação predominante de cerrado, presença de resíduos sólidos objetáveis, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária e agricultura e as principais fontes de poluição são águas de drenagem pluvial, resíduos. Foi observado que o trecho do rio está bastante assoreado, com APP pouco florestada e muitos pés de eucalipto próximo às margens.

- **Ponto 14 – Ribeirão das Almas**

Montante: Ausência vegetação aquática, com vegetação predominante de pasto, presença de resíduos sólidos objetáveis, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária e as principais fontes de poluição são águas de drenagem pluvial. Ha uso das águas superficiais para a dessedentação animal.

Jusante: Ausência vegetação aquática, com vegetação predominante de pasto, presença de resíduos sólidos objetáveis, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária e as principais fontes de poluição são águas de drenagem pluvial.

- **Ponto 15 - Córrego Facão**

Montante: Vegetação aquática em todo o espelho d'água, com presença de resíduos sólidos objetáveis, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária e as principais fontes de poluição são águas de drenagem pluvial e dessedentação de animal com deposição de fezes. Foi observado que havia resto de construção de rodovia, com água parada e a vereda sem buritis nas proximidades.

Jusante: Vegetação aquática em todo o espelho d'água, com vegetação predominante de pasto, presença de resíduos sólidos objetáveis, mata ripária ausente, principal uso da terra para pecuária e agricultura e as principais fontes de poluição são águas de drenagem pluvial. Foi observado animal atropelado próximo à ponte e pouca vegetação na APP.

- **Ponto 16 - Rio Santo Antônio**

Montante: Ausência de vegetação aquática, com presença de resíduos sólidos objetáveis, com vegetação predominante de pasto e cerrado, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária e as principais fontes de poluição são águas de drenagem pluvial. Foi observado que havia eucaliptos próximo as margens, sem arvores e com muito capim.

Jusante: Ausência de vegetação aquática, com presença de resíduos sólidos objetáveis, com vegetação predominante de pasto e cerrado, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária e as principais fontes de poluição são águas de drenagem pluvial. Foi observado que a APP tinha poucas arvores, muito capim e área despraiada com sinais de assoreamento e água corrente.

- **Ponto 17 – Rio Abaeté**

Montante: Ausência de vegetação aquática, com presença de resíduos sólidos objetáveis, vegetação predominante de pasto e cerrado, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária e as principais fontes de poluição são águas de drenagem pluvial. Foi observado área despraiada.

Jusante: Ausência de vegetação aquática, com presença de resíduos sólidos objetáveis, com vegetação predominante de pasto e cerrado, mata ripária original alterada parcialmente, principal

uso da terra para pecuária e as principais fontes de poluição são águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com disposição de fezes.

- **Ponto 18 - Rio São Francisco**

Montante: Ausência de vegetação aquática com presença de resíduos sólidos objetáveis, com vegetação predominante de pasto, solo exposto e cerrado, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para área urbana e as principais fontes de poluição são águas de drenagem pluvial dessedentação de animais.

Jusante: Ausência de vegetação aquática com presença de resíduos sólidos objetáveis, com vegetação predominante de pasto, solo exposto e cerrado, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária e área urbana com as principais fontes de poluição de águas de drenagem pluvial, poluição urbana difusa, resíduos sólidos, esgotos domésticos e dessedentação de animais com deposição de fezes. Foi observada a presença de extração mineral em área urbana de baixa densidade.

- **Ponto 19 - Ribeirão do Boi**

Montante: Ausência de vegetação aquática com presença de resíduos sólidos objetáveis, com vegetação predominante de pasto e cerrado, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária com as principais fontes de poluição de águas de drenagem e resíduos sólidos. Foi observado cerrado antropizado com pasto.

Jusante: Ausência de vegetação aquática com presença de resíduos sólidos objetáveis, com vegetação predominante de pasto e cerrado, mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária com as principais fontes de poluição de águas de drenagem pluvial, e dessedentação de animais com deposição de fezes e resíduos sólidos.

- **Ponto 20 – Riacho Frio**

Montante: Ausência de vegetação aquática, vegetação predominante de pasto e cerrado com mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária com as principais fontes de poluição de águas de drenagem pluvial. Foi observado um cerrado pouco alterado nas proximidades do riacho sem mata ripária, nas margens presença de cerrado e bambuzal.

Jusante: Ausência de vegetação aquática, vegetação predominante de pasto e cerrado com mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária com as principais fontes de poluição de águas de drenagem pluvial e dessedentação de animais com deposição de fezes e resíduos sólidos. Foi observado um cerrado pouco antropizado.

- **Ponto 21 – Ribeirão da Extrema**

Montante: Ausência de vegetação aquática, vegetação predominante de pasto e cerrado com mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária com as principais fontes de poluição de águas de drenagem pluvial, resíduos sólidos e dessedentação de animais com deposição de fezes e resíduos sólidos. Foi observado um cerrado pouco antropizado com pecuária de baixa densidade (subsistência).

Jusante: Ausência de vegetação aquática com presença de resíduos sólidos objetáveis, vegetação predominante de cerrado com mata ripária original alterada parcialmente, principal uso da terra para pecuária com as principais fontes de poluição de águas de drenagem pluvial, resíduos sólidos e dessedentação de animais com deposição de fezes e resíduos sólidos. Foi observado um cerrado pouco antropizado.

- **Ponto 22 – Córrego do Jacaré**

Montante: Ausência de vegetação aquática com presença de resíduos sólidos objetáveis, vegetação predominante de pasto e vegetação secundária (capoeira) e mata ripária original alterada parcialmente. O principal uso da terra destina-se a pecuária com as principais fontes de poluição de águas de drenagem pluvial, resíduos sólidos e dessedentação de animais com deposição de fezes e resíduos sólidos. Foi observada a presença de porcos e rio muito assoreado.

Jusante: Ausência de vegetação aquática com presença de resíduos sólidos objetáveis, vegetação predominante secundária (capoeira) e mata ripária original alterada parcialmente. O principal uso da terra destina-se a pecuária com as principais fontes de poluição de águas de drenagem pluvial, resíduos sólidos e dessedentação de animais com deposição de fezes e resíduos sólidos.

- **Ponto 23 – Ribeirão do Peixe**

Montante: Vegetação aquática parcialmente presente com presença de materiais flutuantes, vegetação predominante de cerrado e mata ripária original alterada parcialmente. O principal uso da terra destina-se a pecuária com as principais fontes de poluição de águas de drenagem pluvial, resíduos sólidos e dessedentação de animais com deposição de fezes e resíduos sólidos. Foi observada a presença de gados no leito do rio e nas margens.

Jusante: Vegetação aquática parcialmente presente com presença de materiais flutuantes, vegetação predominante de cerrado e mata ripária original alterada parcialmente. O principal uso

da terra destina-se a pecuária com as principais fontes de poluição de águas de drenagem pluvial, resíduos sólidos e dessedentação de animais com deposição de fezes e resíduos sólidos. Foi observado que a mata ripária estava bastante alterada caracterizando um cerrado antropizado.

- **Ponto 24 - Córrego do Bolina (Bagre)**

Montante: Ausência de vegetação aquática com presença de resíduos sólidos objetáveis, vegetação predominante de cerrado e pasto e mata ripária original alterada parcialmente. O principal uso da terra destina-se a pecuária com as principais fontes de poluição de águas de drenagem pluvial, resíduos sólidos e dessedentação de animais com deposição de fezes e resíduos sólidos. O uso predominante das águas superficiais é para a dessedentação animal e foi observado um cerrado alterado com pastagem.

Jusante: Ausência de vegetação aquática com presença de resíduos sólidos objetáveis, vegetação predominante de cerrado e pasto e mata ripária original alterada parcialmente. O principal uso da terra destina-se a pecuária com as principais fontes de poluição de águas de drenagem pluvial, resíduos sólidos e dessedentação de animais com deposição de fezes e resíduos sólidos. O uso predominante das águas superficiais é para a dessedentação animal e foi observado um cerrado alterado com pastagem.

- **Ponto 25 – Rio Manso**

Montante: Ausência de vegetação aquática com presença de materiais flutuantes, vegetação predominante de cerrado e capoeira com mata ripária original alterada parcialmente. O principal uso da terra destina-se a pecuária com as principais fontes de poluição de águas de drenagem pluvial, resíduos sólidos e dessedentação de animais com deposição de fezes e resíduos sólidos. O uso predominante das águas superficiais é para a dessedentação animal e foi observado um cerrado antropizado.

Jusante: Ausência de vegetação aquática com presença de materiais flutuantes e resíduos sólidos objetáveis, vegetação predominante de cerrado e pasto com mata ripária original alterada parcialmente. O principal uso da terra destina-se a pecuária com as principais fontes de poluição de águas de drenagem pluvial, resíduos sólidos e dessedentação de animais com deposição de fezes e resíduos sólidos.

- **Ponto 26 – Córrego do Meleiro**

Montante: Ausência de vegetação aquática com presença de materiais flutuantes e, vegetação predominante de cerrado e pasto com mata ripária original alterada parcialmente. O principal uso

da terra destina-se a agricultura com as principais fontes de poluição de águas de drenagem pluvial e resíduos sólidos.

Jusante: Ausência de vegetação aquática com presença de materiais flutuantes e, vegetação predominante de cerrado e pasto com mata ripária original alterada parcialmente. O principal uso da terra destina-se a agricultura com as principais fontes de poluição de águas de drenagem pluvial e resíduos sólidos. Foi observada uma vegetação bastante alterada.

- **Ponto 27 - Córrego dos Gomes (Ribeirão das Almas)**

Montante: Ausência de vegetação aquática e vegetação predominante de pasto com mata ripária original alterada parcialmente. O principal uso da terra destina-se a agricultura e pecuária com as principais fontes de poluição de águas de drenagem pluvial, esgotamento doméstico e resíduos sólidos. Foi observada uma vegetação muito alterada.

Jusante: Ausência de vegetação aquática e vegetação predominante de pasto com mata ripária original alterada parcialmente. As principais fontes de poluição de águas de drenagem pluvial e esgotamento doméstico. Foi observada a presença de entulho de obra jogado no leito do corpo hídrico.

- **Ponto 28 – Ribeirão das Pedras**

Montante: Ausência de vegetação aquática e vegetação predominante de cerrado com mata ripária original conservada. O principal uso da terra destina-se a agricultura e as principais fontes de poluição de águas de drenagem pluvial. Foi observada a presença de Eucaliptos as margens. Mata riparia bastante alteradas com areal.

Jusante: Ausência de vegetação aquática e vegetação predominante de cerrado com mata ripária original conservada. O principal uso da terra destina-se a agricultura e as principais fontes de poluição de águas de drenagem pluvial. Foi observada a presença de Eucaliptos as margens. Mata ripária mais alterada na faixa de domínio (sem arvores) e eucaliptos próximos as margens.

- **Ponto 29 - Ribeirão do Leitão**

Montante: Ausência de vegetação aquática e vegetação predominante de cerrado e capoeira (secundária) com mata ripária original alterada parcialmente. O principal uso da terra destina-se a agricultura e as principais fontes de poluição de águas de drenagem pluvial e obras na rodovia. Foi observada a presença de eucaliptos nas margens. Mata ripária mais alterada na faixa de domínio (sem arvores).

Jusante: Ausência de vegetação aquática e vegetação predominante de capoeira (secundária) com mata ripária original alterada parcialmente. O principal uso da terra destina-se a agricultura e as principais fontes de poluição de águas de drenagem pluvial e obras na rodovia. Foi observado na margem direita com área de solo exposto e mata ripária mais alterada na faixa de domínio.

- **Ponto 30 - Córrego Pindaíba (Mocambo)**

Montante: Presença parcial de vegetação aquática e vegetação predominante de pasto com mata ripária original alterada parcialmente. O principal uso da terra destina-se a agricultura e as principais fontes de poluição de águas de drenagem pluvial e esgoto doméstico.

Jusante: Presença parcial de vegetação aquática e vegetação predominante de pasto com mata ripária original alterada parcialmente. O principal uso da terra destina-se a agricultura e as principais fontes de poluição de águas de drenagem pluvial e esgoto doméstico. Foi observada no ponto espuma acumulada em vegetação aquática, margens do córrego queimadas e piso central a jusante do ponto de coleta e a menos de 300 m de córrego.

- **Ponto 31 – Rio Maranhão**

Montante: Ausência de vegetação aquática e presença de substâncias que comuniquem odor ou gosto. Vegetação predominante de capoeira (secundária) com mata ripária original alterada parcialmente. O principal uso da terra destina-se a extração mineral e as principais fontes de poluição de águas de drenagem pluvial e efluentes industriais. Foi observada uma dragagem no rio Maranhão - Mineração a Jusante (empresa LGA).

Jusante: Ausência de vegetação aquática e presença de substâncias que comuniquem odor ou gosto. Vegetação predominante de capoeira (secundária) com mata ripária original alterada parcialmente. O principal uso da terra destina-se a extração mineral e as principais fontes de poluição de águas de drenagem pluvial e efluentes industriais. Foi observada a mineração a jusante da empresa LGA.

- **Ponto 32 – Rio Paraopeba**

Montante: Presença parcial de vegetação aquática e substâncias que comuniquem odor ou gosto. Vegetação predominante secundária de capoeira de com mata ripária original alterada parcialmente. O principal uso da terra destina-se a área urbana e as principais fontes de poluição são de águas de drenagem pluvial e esgoto doméstico.

Jusante: Presença parcial de vegetação aquática e substâncias que comuniquem odor ou gosto. Vegetação predominante secundária de capoeira de com mata ripária original alterada parcialmente. O principal uso da terra destina-se a área urbana e as principais fontes de poluição são de águas de drenagem pluvial e esgoto doméstico. Foi observada a margem queimada.

- **Ponto 33 - Ribeirão Alberto Dias**

Montante: Ausência de vegetação aquática e presença de substâncias que comuniquem odor ou gosto. Vegetação predominante de cerrado com mata ripária ausente. O principal uso da terra destina-se a área urbana e as principais fontes de poluição são de águas de drenagem pluvial e esgoto doméstico. Foi observada a presença de eucaliptos nas margens.

Jusante: Ausência de vegetação aquática e presença de substâncias que comuniquem odor ou gosto. Vegetação predominante de cerrado com mata ripária ausente. O principal uso da terra destina-se a área urbana e as principais fontes de poluição são de águas de drenagem pluvial e esgoto doméstico. Foi observada a presença de eucaliptos nas margens.

- **Ponto 34 – Córrego Lava Pés**

Montante: Presença parcial de vegetação aquática e vegetação predominante de pasto com mata ripária ausente. O principal uso da terra destina-se a agricultura e as principais fontes de poluição são de águas de drenagem pluvial. O uso predominante da água é para abastecimento humano. Foi observada a captação da água da DEMASA Barbacena.

Jusante: Presença parcial de vegetação aquática e vegetação predominante de pasto com mata ripária ausente. O principal uso da terra destina-se a área urbana e as principais fontes de poluição são de águas de drenagem pluvial e dessedentação animal com deposição de fezes. O uso predominante da água é para abastecimento humano. Foi observada a captação da água da DEMASA Barbacena.

- **Ponto 35 – Rio Novo**

Montante: Presença parcial de vegetação aquática e vegetação predominante de pasto com mata ripária original ausente. O principal uso da terra destina-se a área urbana e as principais fontes de poluição são de águas de drenagem pluvial e esgotos domésticos. O uso predominante da água é para abastecimento humano e foi observado o perímetro urbano da cidade de Santos Dumont.

Jusante: Presença parcial de vegetação aquática e vegetação predominante de pasto com mata ripária original ausente. O principal uso da terra destina-se a área urbana e as principais fontes de

poluição são de águas de drenagem pluvial. O uso predominante da água é para abastecimento humano e foi observado o perímetro urbano da cidade de Santos Dumont.

6.1.6.3. 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 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 de Águas (LAA), da Universidade Católica de Brasília – UCB, que emitiu os laudos laboratoriais para posterior análise dos resultados e estão disponíveis no ANEXO VI.

Os parâmetros sólidos sedimentáveis, totais e fotopigmentos não foram medidos uma vez que foram utilizados outros parâmetros que possibilitam a total caracterização da qualidade da água. Para o caso dos sólidos sedimentáveis e totais, foram realizados em campo os parâmetros sólidos totais dissolvidos e turbidez, que abordam a quantidade de sólidos em dissolução na água e a redução da passagem de luz devido à presença de material em suspensão, respectivamente, logo ilustrando como os sólidos presentes na coluna de água estão concentrados e influenciando a transparência da água.

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.

6.1.6.3.1. 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.

A coleta de amostras em campo é, provavelmente, o passo mais importante de um programa de monitoramento de qualidade de água. Da correta execução dos procedimentos depende a confiabilidade dos resultados finais e, portanto, as ações resultantes da interpretação dos dados gerados. Todos os locais de amostragem são caracterizados por cruzamentos perpendiculares da rodovia com os corpos d'água. Naqueles locais, as coletas foram procedidas das pontes sobre os rios. Um balde foi lançado e içado com corda. As coletas foram de pontos à montante e à jusante da ponte, buscando-se sempre o centro do corpo hídrico. Os baldes de alumínio foram lavados com água destilada antes de todas as coletas.

O intervalo de tempo entre a coleta das amostras e a realização das análises pode comprometer sobremaneira sua composição inicial, especialmente quando se faz necessário à avaliação da concentração de substâncias que se encontram em pequenas quantidades (micronutrientes e metais pesados), ou no caso de amostras biológicas, quando se necessita manter a integridade dos organismos. Assim, o resfriamento em caixas plásticas e de isopor foi à maneira de acondicionamento das amostras de água durante o período de coleta.

Os tipos de frascos mais utilizados no armazenamento de amostras são os de plástico, vidro borossilicato e do tipo descartável; sendo estes últimos empregados quando o custo da limpeza torna-se muito oneroso. O tipo de frasco a ser utilizado depende da natureza da amostra a ser coletada e dos parâmetros a serem investigados. A escolha dos frascos geralmente é feita de acordo com o conjunto de determinações a serem realizadas na amostra coletada, por exemplo, frascos para coleta de amostras destinadas à análise biológica, microbiológica, físico-química, biocidas, etc. Desta forma, existem normas que discriminam o tipo de frasco a ser utilizado de acordo com o parâmetro a ser analisado.

A limpeza de frascos e tampas é de suma importância para impedir a introdução de contaminantes nas amostras. São necessários cuidados especiais para evitar a utilização de materiais de limpeza cuja fórmula contenha as substâncias que se quer determinar na amostra de água. O uso de frascos descartáveis inertes previne tal tipo de contaminação. No caso de requerer-se análise de macronutrientes, como os sais dissolvidos de nitrogênio e fósforo, a descontaminação dos frascos de coleta com uma solução de ácido clorídrico a 5% pode ser suficiente.

6.1.6.3.2. Cuidados Gerais

- As amostras não devem incluir partículas grandes, detritos, folhas ou outro tipo de material acidental;
- Para minimizar a contaminação da amostra convém recolhê-la com a boca do frasco de coleta contra a corrente;

- Coletar volume suficiente de amostra para eventual necessidade de repetir alguma análise de laboratório (de 1,0 a 2 L);
- A parte interna dos frascos e do material de coleta, assim como tampas, não podem ser tocadas com a mão ou ficar expostos ao pó, fumaça e outras impurezas (gasolina, óleo, e fumaça de exaustão de veículos podem ser grandes fontes de contaminação de amostra). Recomenda-se, portanto, que os coletores mantenham as mãos limpas ou usem luvas plásticas (cirúrgicas);
- Imediatamente após a coleta, as amostras devem ser colocadas ao abrigo de luz solar;
- As amostras devem ser acondicionadas em caixa de isopor com gelo;
- Registrar todas as informações de campo como:

Identificação do ponto de amostragem e sua localização (profundidade);
Data e hora de coleta;
Tipo de amostragem (efluente industrial, água de rio, potável, poço, etc.);
Condições meteorológicas nas últimas 24 horas, como chuvas;
Nome do responsável pela coleta, endereço e telefone.

6.1.6.3.3. Coleta em Águas Superficiais - Amostras coletadas diretamente de um corpo receptor:

- Evitar a coleta de amostras em áreas estagnadas ou em locais próximos às margens;
- Com todos os cuidados de assepsia, remover a tampa do frasco juntamente com o papel protetor (alumínio);
- Com uma das mãos, segurar o frasco pela base, mergulhar rapidamente o frasco com a boca para baixo, de 15 a 30 centímetros abaixo da superfície da água, para evitar a introdução de contaminantes superficiais.
- Direcionar o frasco de modo que a boca fique em sentido contrário à correnteza;
- Se o corpo de água for estático, deverá ser criada uma corrente superficial, através da movimentação do frasco na direção horizontal (sempre para frente);
- Inclinar o frasco lentamente para cima, a fim de permitir a saída de ar e subsequente enchimento do mesmo;
- Retirar o frasco do corpo d'água, desprezar uma pequena porção da amostra, deixando um espaço vazio suficiente que permita a homogeneização da amostra para análise;
- Fechar o frasco imediatamente, fixando o papel protetor ao redor do gargalo e trazer ao laboratório sob refrigeração.

Foram utilizadas luvas de látex, frascos inertes, enxaguados três vezes antes da coleta. Para óleos e graxas foram utilizados frascos de vidro (conforme norma técnica NBR 9.898/1987). Cabe observar que as amostras foram conservadas em isopor com gelo até a entrega ao laboratório.

Para caracterização dos pontos de amostragem, foram preenchidas fichas de coletas, conforme apresentado na Figura 117. 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 (nº 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 FISIográficos 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 deposição 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, aquíicultura <input type="checkbox"/> Diluição de efluentes <input type="checkbox"/> Captação para uso nas obras rodoviárias <input type="checkbox"/> Outros:				
OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES				

Figura 117 - Modelo de ficha de campo

6.1.6.3.4. 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 (América Water Works Association). Os parâmetros e métodos juntamente com os seus respectivos limites de quantificação estão dispostos na Tabela 20.

Tabela 20 - 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	0,1
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	5120	1
Óleos e graxas (Águas)	5520	0,1
Fósforo total	4500 P D	0,01
N-total	4500 N-org	0,1
Coliformes totais Sup/Eflu/Sub	9223-B	<1
Coliformes fecais Sup/Eflu/Sub		

6.1.6.3.5. 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 agosto 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.

6.1.6.3.6. 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.

O IQA baseará a qualidade geral da água de cada ponto amostrado. Diante de um estudo realizado em 1970 pela "National Sanitation Foundation" dos Estados Unidos, a CETESB - Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo - adaptou e desenvolveu o IQA – Índice de Qualidade das Águas que incorpora nove variáveis consideradas relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para abastecimento público.

O IQA é calculado pelo produto ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis que integram o índice. O IQA corresponde aos parâmetros: temperatura da amostra, pH, oxigênio

dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais e turbidez, de acordo com a equação:

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

onde: IQA - Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100; q_i – qualidade do i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida; e w_i – peso correspondente ao i -ésimo parâmetro (Tabela 21), um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, de acordo com a equação abaixo :

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Tabela 21 - Pesos e parâmetros IQA

	Parâmetros	Peso
1	Oxigênio Dissolvido	0,17
2	Coliformes fecais	0,15
3	Ph	0,12
4	Demanda Bioquímica de Oxigênio	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

Diante dos resultados, que foram fornecidos pelos laboratórios, o IQA foi calculado para cada corpo hídrico amostrado. A classificação de cada corpo hídrico, conforme a Tabela 22, foi o principal resultado do Diagnóstico do Meio Físico, a respeito da Qualidade da Água. Os parâmetros analisados irão embasar a caracterização dos corpos hídricos antes do empreendimento e nortear as atividades de instalação do empreendimento.

Tabela 22 - Faixas de IQA

Faixas de IQA	Avaliação da Qualidade da Água
$79,1 \leq IQA \leq 100$	Ótima
$51,1 \leq IQA < 79,0$	Boa
$36,1 \leq IQA < 51,0$	Razoável
$19,1 \leq IQA < 36,0$	Ruim
$0 \leq IQA < 19,0$	Péssima

6.1.6.4. Redes de monitoramento da qualidade da água

Os dados das estações de monitoramento da qualidade da água da Agência Nacional de Águas – ANA foram consultados. As estações descritas na tabela a seguir são as que estão inseridas na área de estudos e seus dados foram agregados ao Diagnóstico da Qualidade da Água:

Código	Nome da Estação	Coord. X	Coord. Y
58470650	Rio Paraibuna (pte. acesso rep. João Penido)	43° 24' 6.12" W	21° 42' 48.96" S
58470550	Rio Paraibuna (ponte ant. BR-040 DF/GO/MG)	43° 26' 8.16" W	21° 40' 50.88" S
58460000	Rio Paraibuna (jusante Chapéu D'Uvas)	43° 30' 27.00" W	21° 36' 2.16" S
58754700	Ribeirão das Posses (jus. Santos Dumont)	43° 31' 54.84" W	21° 29' 35.16" S
61088100	Rio as Mortes (mont. Barbacena)	43° 40' 46.92" W	21° 14' 57.12" S
40537000	Rio Paraopeba (mont. Cristiano Otoni)	43° 48' 2.16" W	20° 50' 9.96" S
40579500	Gagé (rio Maranhão)	43° 48' 0.00" W	20° 34' 59.88" S
41172000	Ribeirão do Silva (mont. Cór. das Almas)	43° 53' 53.88" W	20° 21' 41.04" S
41190500	Barragem Lagoa Grande	43° 56' 31.92" W	20° 10' 37.92" S
41190600	Córrego Lagoa Grande (mont. rep. Codornas)	43° 55' 35.04" W	20° 10' 27.12" S
41195300	Córrego Fechos (barragem principal)	43° 57' 51.84" W	20° 4' 22.08" S
41195500	Córrego Seco (captação Fechos)	43° 57' 43.92" W	20° 3' 56.88" S
41195400	Córrego Fechos (barragem auxiliar)	43° 57' 11.16" W	20° 3' 56.88" S
41200320	Córrego Mutuca (barragem principal)	43° 58' 5.88" W	20° 0' 38.88" S
41200350	Córrego Capão Do Boi (barragem auxiliar)	43° 58' 6.96" W	20° 0' 33.12" S
41020003	Três Marias	45° 16' 0.12" W	18° 10' 59.88" S
41090500	Rio Abaeté (próximo à foz)	45° 27' 47.88" W	18° 6' 34.92" S
42364000	João Pinheiro jusante (Rio da Prata)	46° 21' 15.12" W	17° 39' 47.16" S
42350500	Rio Paracatu (Mont. Rio da Prata)	46° 34' 14.16" W	17° 30' 3.96" S
42370001	Paracatu Jusante (Córrego Rico)	46° 46' 14.88" W	17° 18' 15.12" S
60500000	Ponte São Bartolomeu	47° 48' 2.16" W	16° 32' 15.00" S
60444000	Alagado Jusante Captação	48° 1' 9.12" W	16° 0' 7.92" S
60478460	Catetinho III	47° 58' 48.00" W	15° 57' 43.92" S

Fonte: ANA, 2014a.

Contudo, percebeu-se que ao acessar os dados das estações via HidroWeb – ANA, os mesmos não demonstraram uma confiabilidade para serem comparados com o monitoramento realizado.

Como exemplo (Tabela 23) da estação 60500000 – Ponte São Bartolomeu. Os valores de pH variando de 1 a 36, temperatura do ar variando de 1°C a 55°C, temperatura da amostra variando de 1° a 55° dentre outros.

Tabela 23 - Dados da estação São Bartolomeu - ANA

Estação - Código	Data	Hora	NumMedicao	PosVertColeta	Profundidade	TempAr	Temp-Amostra	pH
60500000	26/1/1977	1/1/1900	15:00:00	3	24	3	6	8
60500000	25/2/1977	1/1/1900	13:35:00	3	26	7	3	21
60500000	26/3/1977	1/1/1900	10:10:00	3	26	7	5	30
60500000	24/5/1977	1/1/1900	10:40:00	3	20	6	8	18
60500000	21/7/1977	1/1/1900	14:38:00	3	20	8	26	1
60500000	21/7/1977	1/1/1900	14:38:00	3	20	8	26	1
60500000	23/9/1977	1/1/1900	11:10:00	3	22	7	8	30
60500000	21/11/1977	1/1/1900	10:45:00	3	24	7	5	34
60500000	19/12/1977	1/1/1900	09:30:00	3	23	7	5	24
60500000	25/1/1978	1/1/1900	09:45:00	3	24	6	9	30
60500000	30/3/1978	1/1/1900	09:30:00	3	25	6	7	21
60500000	27/5/1978	1/1/1900	10:30:00	3	20	4	2	0
60500000	27/5/1978	1/1/1900	10:50:00	3	21	37	4	2
60500000	26/7/1978	1/1/1900	14:45:00	3	21	43	1	0
60500000	26/9/1978	1/1/1900	14:50:00	3	22	50	1	0
60500000	28/11/1978	1/1/1900	15:55:00	3	24	7	5	1
60500000	26/1/1979	1/1/1900	14:40:00	3	25	6	55	7
60500000	16/4/1979	1/1/1900	13:40:00	3	24	7	5	30
60500000	16/4/1979	1/1/1900	13:41:00	3	23	7	5	26
60500000	16/4/1979	1/1/1900	14:00:00	3	23	7	6	35

6.1.6.5. Parâmetros Físicos

6.1.6.5.1. 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).

6.1.6.5.2. 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.

6.1.6.5.3. Sólidos Dissolvidos

Material que passa através do filtro. Representa a matéria em solução ou em estado coloidal presente na amostra de efluente.

6.1.6.5.4. 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.

6.1.6.5.5. 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.

6.1.6.6. Parâmetros Químicos

6.1.6.6.1. 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.

6.1.6.6.2. 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.

6.1.6.6.3. 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.

6.1.6.6.4. 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.

6.1.6.6.5. 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.

6.1.6.7. Parâmetros Biológicos

6.1.6.7.1. 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 de animais de sangue quente e, quando encontrados na água, significa que a mesma pode ter recebido esgotos domésticos ou outra fontes de contaminação, podendo conter microrganismos causadores de doenças.

6.1.6.8. Resultados da qualidade da água

6.1.6.8.1. Parâmetros Físicos

- **Temperatura da amostra**

A temperatura não possui valor máximo permissível estipulado pela Resolução CONAMA nº357/2005. No monitoramento realizado a temperatura variou de 15,8 °C a 25,7°C nos pontos a montante e de 16,4°C a 25°C nos pontos a jusante (Tabela 24). A temperatura média a montante foi de 21,15°C e de 21,01°C a jusante.

Tabela 24 - Resultados da temperatura

Ponto	Temp. Amostra °C		Ponto	Temp. Amostra °C		Ponto	Temp. Amostra °C	
	Montante	Jusante		Montante	Jusante		Montante	Jusante
P-1	21,1	21,5	P-14	19,2	18,8	P-27	18,1	17,8
P-2	20	19,1	P-15	17	17,7	P-28	17,2	16,9
P-3	19,5	18,8	P-16	18,1	18	P-29	18,1	18,4
P-4	21,9	22,3	P-17	25	24,5	P-30	22	21
P-5	24,5	25	P-18	24,7	24,5	P-31	23	23
P-6	21,2	20,9	P-19	24,6	23,9	P-32	19	18,5
P-7	25	23,4	P-20	25,1	24,7	P-33	15,8	16,4
P-8	24,3	23,2	P-21	25,7	25	P-34	17,8	17,3
P-9	24,7	24,2	P-22	21,1	23,4	P-35	16,9	17,1
P-10	23,5	24,1	P-23	25,2	24,5	MED	21,15	21,01
P-11	25	24,4	P-24	19,1	19,4	MIN	15,8	16,4
P-12	17,7	17,5	P-25	19,9	21,1	MAX	25,7	25
P-13	19,9	19,2	P-26	19,2	19,7			

A Figura 118 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 de ambígua entre as duas séries de dados, contudo em alguns pontos ha uma pequena diferença de temperatura entre o ponto montante e o ponto a jusante.

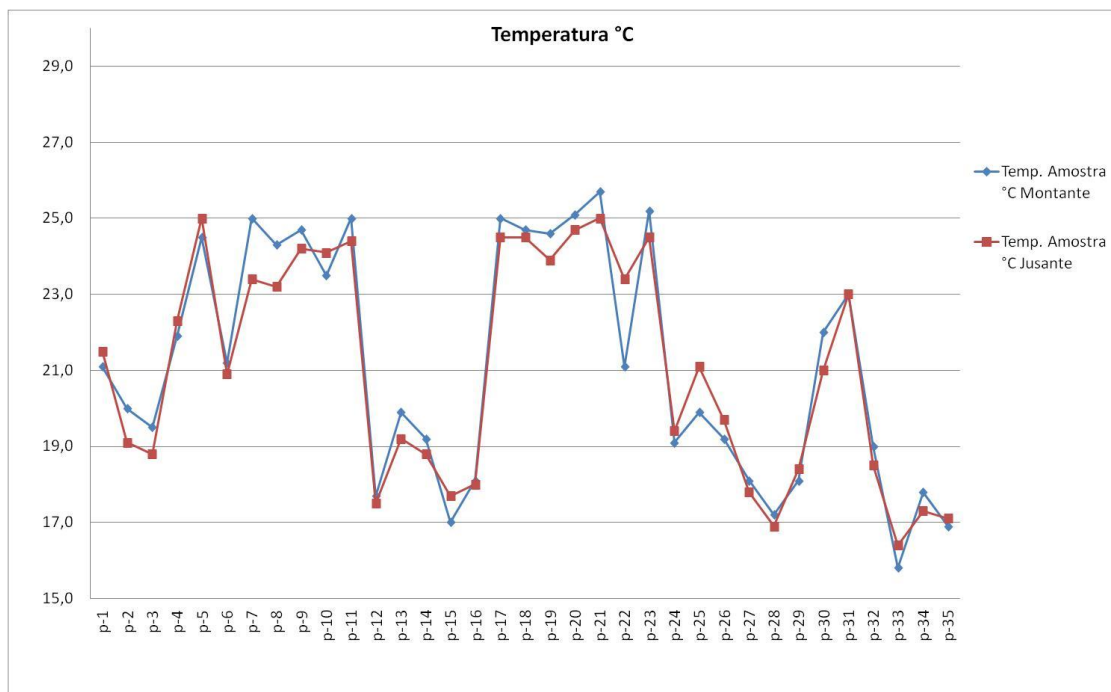


Figura 118 - Gráfico de temperatura a montante e jusante dos pontos de coleta

- **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 1,71 UNT a 103,5 UNT a montante e de 1,63 UNT a 103 UNT a jusante. A média da turbidez a montante foi de 11,28 UNT e a jusante foi de 11,2 UNT (Tabela 25).

Tabela 25 - Resultados turbidez

Ponto	Turbidez	
	Montante	Jusante
P-1	7,07	6,3
P-2	6,49	5,64
P-3	7,23	6,42
P-4	6,75	6,1
P-5	4,44	4,28
P-6	3,52	2,76
P-7	4,52	4,08
P-8	14,3	11,65
P-9	1,71	1,63
P-10	2,39	2,2
P-11	8,81	9,86
P-12	5,23	5,94
P-13	9,95	9,255

Ponto	Turbidez	
	Montante	Jusante
P-14	12,2	13
P-15	4,915	3,04
P-16	13,8	13,5
P-17	12,45	12,7
P-18	5,975	5,9
P-19	4,14	4,175
P-20	6,165	6,32
P-21	4,21	4,18
P-22	8,05	7,52
P-23	16,1	17,6
P-24	9,81	9,385
P-25	9,325	10,85
P-26	22,35	21

Ponto	Turbidez	
	Montante	Jusante
P-27	12,4	13,25
P-28	6,97	7,045
P-29	6,36	6,455
P-30	103,5	103
P-31	20,45	20,2
P-32	5,375	4,535
P-33	10,45	14
P-34	7,08	9,7
P-35	10,65	9,23
MED	11,28	11,22
MIN	1,71	1,63
MAX	103,5	103

Os resultados plotados graficamente demonstram que ha uma congruência dos resultados entre montante e jusante afirmando uma pequena variação entre os pontos. De todos os pontos analisados apenas o ponto 30 de amostragem no Córrego Mocambo (Pindaíba) esteve fora do estipulado pela Resolução CONAMA 357/2005 (Figura 119). O ponto 30 mostrou-se com características de eutrofização, com macrófitas e algas visíveis a olho nu. Acredita-se que tal fato é devido a proximidade com áreas agrícolas e da cidade de Paraopeba.

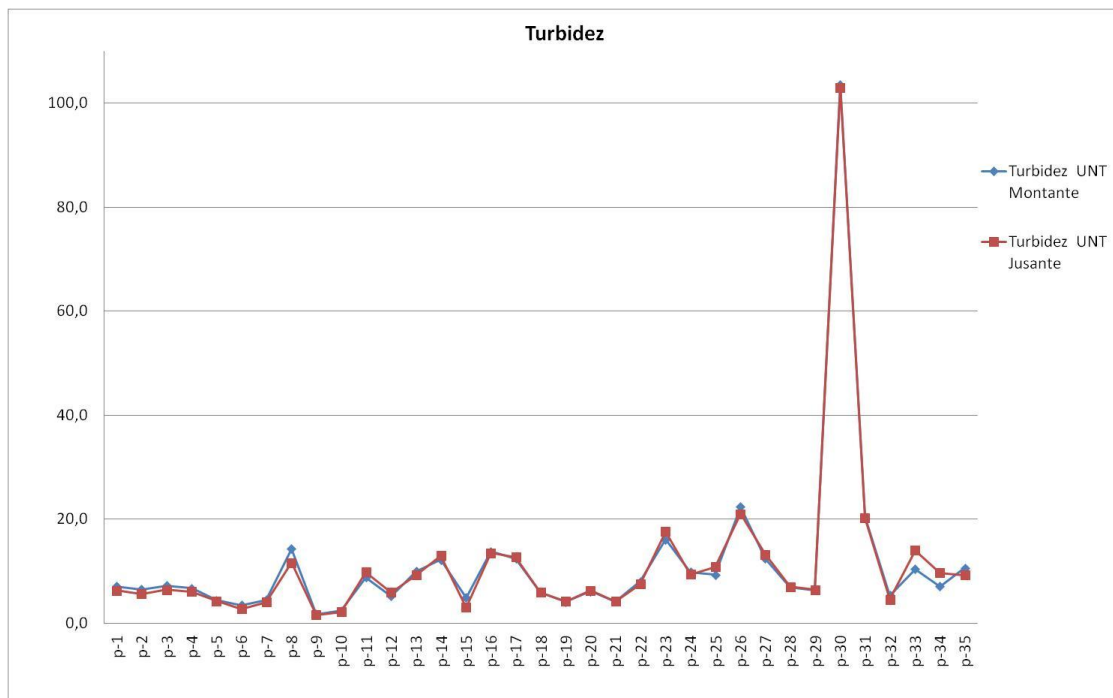


Figura 119- Gráfico da Turbidez

- **Sólidos totais dissolvidos**

Para o parâmetro Sólidos totais dissolvidos não ha valor máximo permissível estipulado pela Resolução CONAMA n°357/2005. Durante o monitoramento os STD variaram de 1,63 mg/L a 1.398 mg/L a montante e de 1,81 mg/L a 1.411 mg/L a jusante. A média dos STD a montante foi de 71,59 mg/L e a jusante foi de 71,36 mg/L (Tabela 26).

Tabela 26 - Resultados Sólidos dissolvidos totais

Ponto	Sólidos totais dissolvidos		Ponto	Sólidos totais dissolvidos		Ponto	Sólidos totais dissolvidos	
	Montante	Jusante		Montante	Jusante		Montante	Jusante
P-1	37,7	36,9	P-14	7,07	6,53	P-27	24,7	24,9
P-2	7,5	6,27	P-15	4,53	3,72	P-28	46,2	45,9
P-3	2,94	2,01	P-16	7,22	6,85	P-29	151,4	152,1
P-4	5,23	2,54	P-17	39,4	37,4	P-30	1398	1411
P-5	3,37	2,86	P-18	32,3	33,1	P-31	197,8	185
P-6	9,67	9,59	P-19	25,2	25,4	P-32	23,3	25,5
P-7	93,8	95	P-20	27,5	27,9	P-33	15,95	15,83
P-8	43,7	44,3	P-21	32,4	32,6	P-34	46,3	43,8
P-9	1,63	1,81	P-22	40,9	38,9	P-35	13,83	14,13
P-10	2,47	2,15	P-23	26,5	26,1	MED	71,59	71,36
P-11	28,7	29,4	P-24	28	27,7	MIN	1,63	1,81
P-12	6,05	6,46	P-25	17,26	17,44	MAX	1398	1411
P-13	6,06	5,71	P-26	51,4	51			

A Figura 120 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 ha uma diferença notável no ponto 30 de amostragem tanto a montante quanto a jusante. O ponto 30 mostrou-se com características de eutrofização, com macrófitas e algas visíveis a olho nu. Acredita-se que tal fato é devido a proximidade com áreas agrícolas e da cidade de Paraopeba.

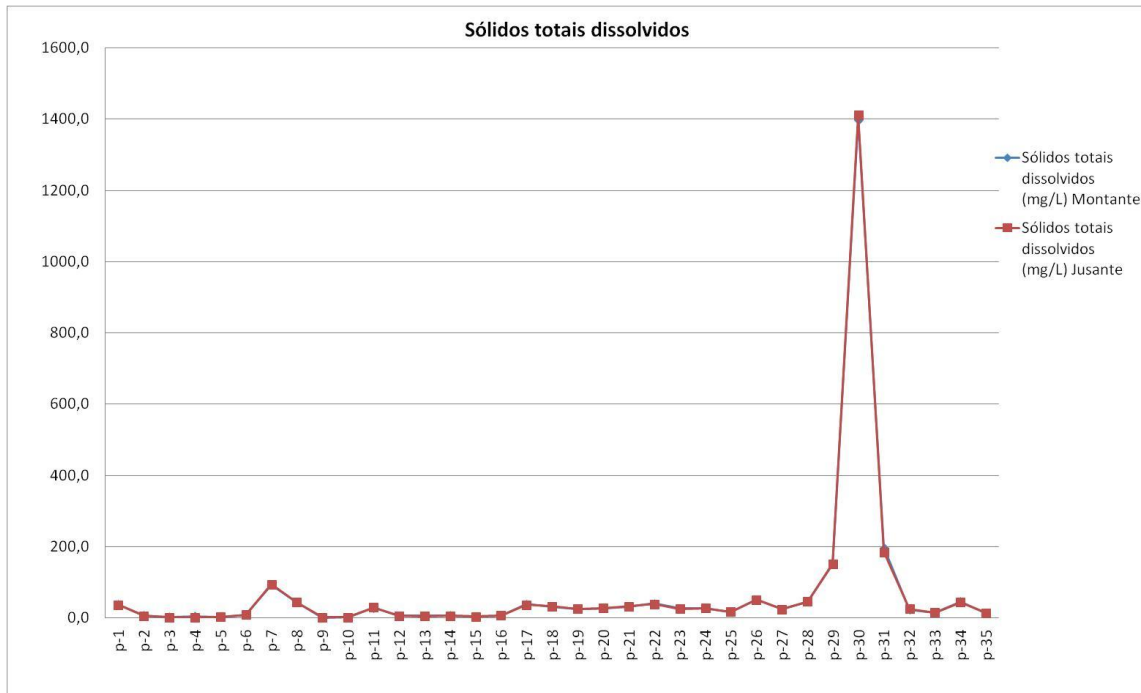


Figura 120 - Gráfico dos sólidos totais dissolvidos

Para o parâmetro de Condutividade Elétrica não ha valor máximo permissível estipulado pela Resolução CONAMA n°357/2005. Durante o monitoramento a condutividade elétrica variou de 2,74 $\mu\text{s/cm}$ a 402,0 $\mu\text{s/cm}$ a montante e de 0,02 $\mu\text{s/cm}$ a 396,0 $\mu\text{s/cm}$ a jusante. A média da CE a montante foi de 57,20 $\mu\text{s/cm}$ e a jusante foi de 56,18 $\mu\text{s/cm}$ (Tabela 27).

Tabela 27 - Resultados da Condutividade elétrica

Ponto	Condutividade elétrica		Ponto	Condutividade elétrica		Ponto	Condutividade elétrica	
	Montante	Jusante		Montante	Jusante		Montante	Jusante
P-1	80	78,4	P-14	15,77	14,05	P-27	53	53,2
P-2	16,19	13,59	P-15	10	7,85	P-28	97,7	97,8
P-3	6,45	4,4	P-16	15,5	14,6	P-29	3,14	3,17
P-4	11,72	5,46	P-17	84,4	79,6	P-30	2,74	2,77
P-5	7,28	6,03	P-18	68,4	66,9	P-31	402	396
P-6	3,76	0,02	P-19	53,6	54,5	P-32	49,1	48,3
P-7	198,7	199,5	P-20	58,4	59,6	P-33	33,8	34,1
P-8	93,4	94	P-21	68,3	69	P-34	99,1	92,2

Diagnóstico Meio Físico

P-9	3,71	3,98	P-22	86,3	81,6	P-35	29,6	30,3
P-10	5,49	4,65	P-23	56,5	55,9	MED	57,20	56,18
P-11	62,6	62,7	P-24	53,3	59,8	MIN	2,74	0,02
P-12	13,35	13,84	P-25	37,1	37	MAX	402	396
P-13	13,2	12,7	P-26	108,5	108,8			

A Figura 121 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 ha uma diferença notável no ponto 30, diferente dos outros pontos de amostragem, tanto a montante quanto a jusante. O ponto 30 mostrou-se com características de eutrofização, com macrófitas e algas visíveis a olho nu. Acredita-se que tal fato é devido a proximidade com áreas agrícolas e da cidade de Paraopeba.

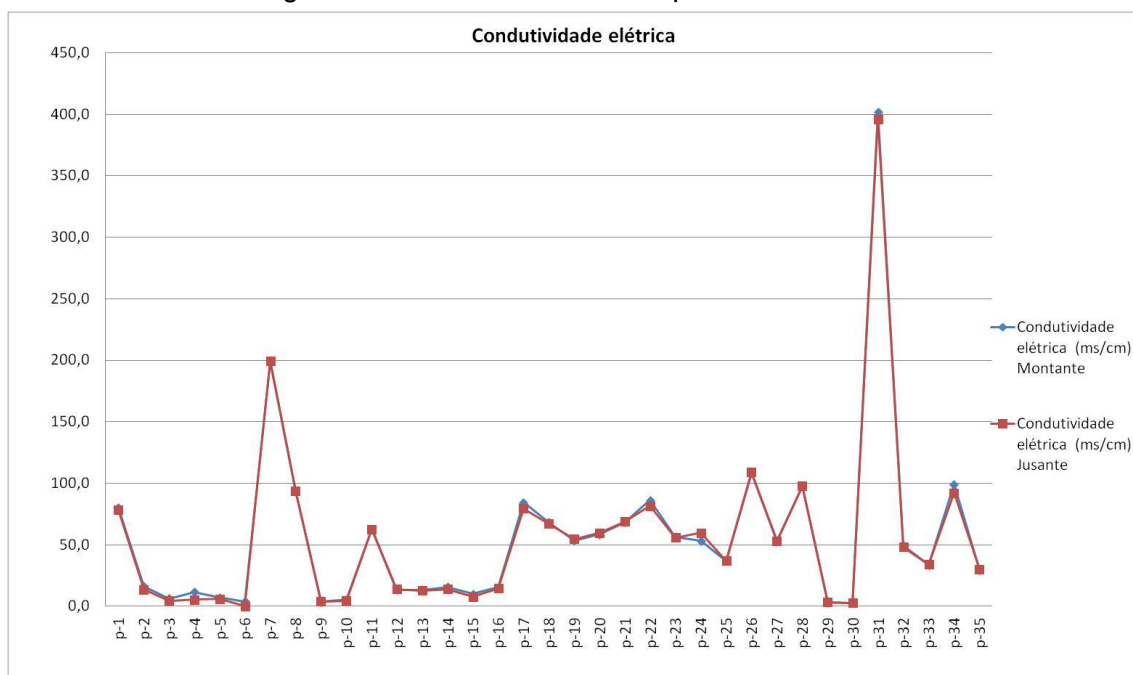


Figura 121 – Gráfico condutividade elétrica

O valor máximo permissível delimitado pela Resolução CONAMA n°357/2005 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 28.

Tabela 28- Resultados óleos e graxas

Ponto	Óleos e graxas		Ponto	Óleos e graxas		Ponto	Óleos e graxas	
	Montante	Jusante		Montante	Jusante		Montante	Jusante
P-1	0,135	0,344	P-14	0,012	0,009	P-27	0,149	0,138
P-2	0,137	0,233	P-15	0,012	0,106	P-28	0,000	0,000
P-3	0,060	0,215	P-16	0,063	0,079	P-29	0,000	0,000
P-4	0,091	0,010	P-17	0,090	0,038	P-30	0,000	0,000

Ponto	Óleos e graxas		Ponto	Óleos e graxas		Ponto	Óleos e graxas	
	Montante	Jusante		Montante	Jusante		Montante	Jusante
P-5	0,056	0,168	P-18	0,040	0,030	P-31	0,000	0,000
P-6	0,196	0,063	P-19	0,063	0,042	P-32	0,000	0,000
P-7	0,164	0,078	P-20	0,034	0,070	P-33	0,000	0,000
P-8	0,103	0,124	P-21	0,134	0,025	P-34	0,000	0,000
P-9	0,304	0,137	P-22	0,157	0,116	P-35	0,000	0,000
P-10	0,086	0,046	P-23	0,010	0,182	MED	0,069	0,079
P-11	0,021	0,174	P-24	0,019	0,066	MIN	0,000	0,000
P-12	0,030	0,012	P-25	0,131	0,198	MAX	0,304	0,344
P-13	0,077	0,052	P-26	0,052	0,006			

Os valores de óleos e graxas variaram de 0 mg/L a 0,304 mg/L a montante e de 0 mg/L a 0,344 mg/L a jusante. A média a montante foi de 0,069 mg/L e a jusante foi de 0,079.

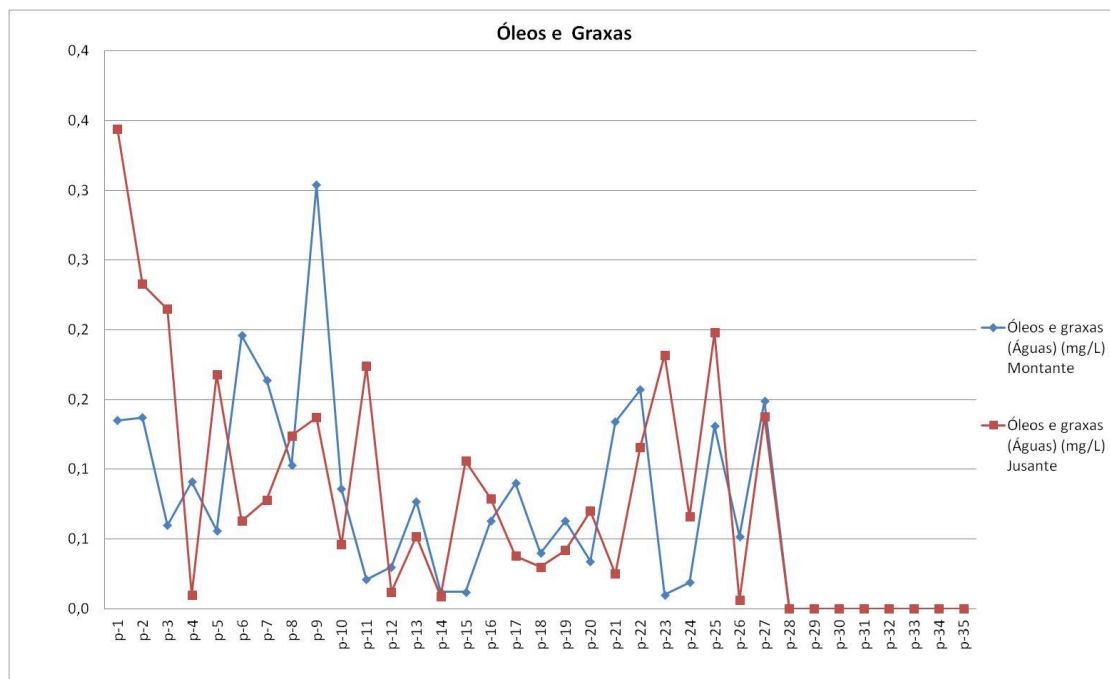


Figura 122 - Gráfico do parâmetro Óleos e Graxas

6.1.6.8.2. Parâmetros Químicos

- 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 7,8 a 10,6 a montante e de 7,6 a 10,6 a jusante. A média do pH a montante e a jusante foi de

9,5 (Tabela 29). De todos os pontos analisados apenas 8 pontos estiveram dentro do VMP estipulado pela legislação pertinente.

Tabela 29 - Resultados do pH

Ponto	pH	
	Montante	Jusante
P-1	9,9	9,8
P-2	9,8	10
P-3	10,3	9,6
P-4	9,6	9,2
P-5	8,9	8,9
P-6	8,5	8,9
P-7	10	10
P-8	9,7	9,8
P-9	7,8	8
P-10	8	7,6
P-11	10	10
P-12	9,6	9,4
P-13	9,9	9,8

Ponto	pH	
	Montante	Jusante
P-14	8,1	9,3
P-15	8,5	8,2
P-16	9,8	9,9
P-17	10,6	10,6
P-18	9,9	10,1
P-19	9,9	10,1
P-20	10,2	10,2
P-21	10,3	10,2
P-22	10	9,3
P-23	9,6	9,5
P-24	9,3	9,2
P-25	9,5	9,4
P-26	9,5	9,4

Ponto	pH	
	Montante	Jusante
P-27	9,5	9,5
P-28	9,9	9,9
P-29	9,9	10,1
P-30	10,4	10,3
P-31	9,7	9,7
P-32	8,9	8,7
P-33	9,4	9,5
P-34	9,4	9,5
P-35	9,1	9,2
MED	9,5	9,5
MIN	7,8	7,6
MAX	10,6	10,6

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 123 mostra o gráfico relativo as variações de pH nos pontos de amostragem tanto a montante quanto a jusante.

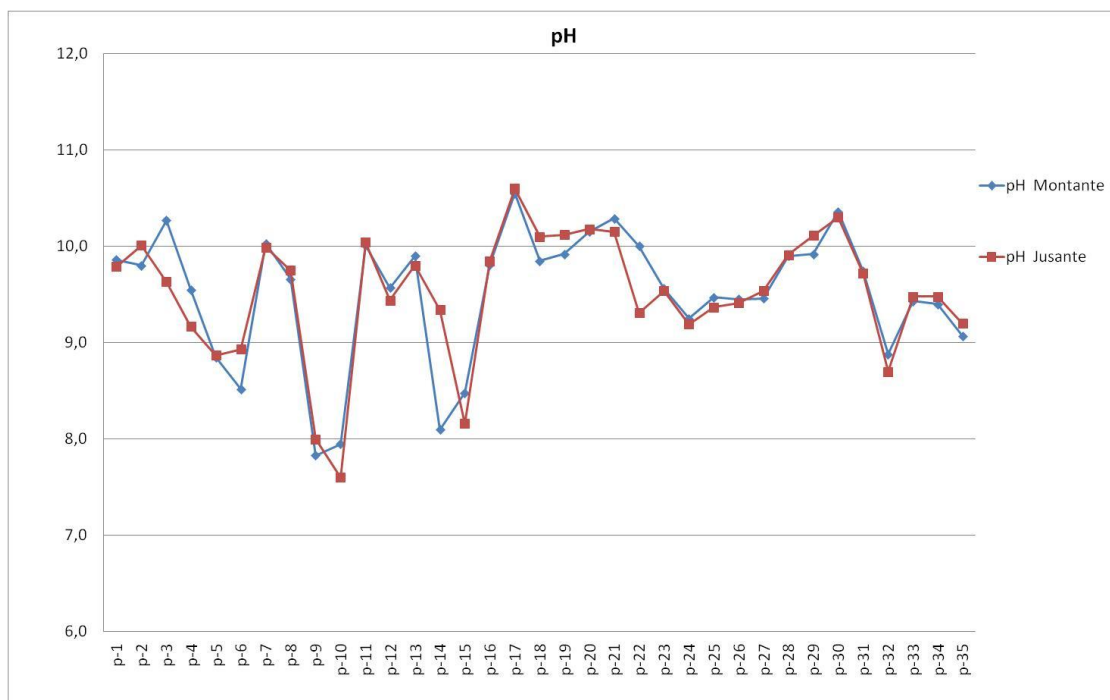


Figura 123 - Gráfico do parâmetro pH

- **Nitrogênio total**

O nitrogênio total não possui valor máximo permissível estipulado pela Resolução CONAMA n°357/2005, ressalvo no artigo 9° 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 estudou a função do nitrogênio total para fator limitante da eutrofização ou não se aplica o referido VMP.

Durante o monitoramento nitrogênio total variou de 0,03 mg/L a 2,15 mg/L a montante e de 0,04 mg/L a 2,9 mg/L a jusante. A média de N-total a montante foi de 0,53 mg/L e a jusante foi de 0,54 mg/L (Tabela 30).

Tabela 30 - 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	0,17	0,44	P-14	0,35	0,27	P-27	0,59	0,49
P-2	0,52	0,23	P-15	0,38	0,39	P-28	0,86	0,88
P-3	0,69	0,64	P-16	0,35	0,51	P-29	0,55	0,52
P-4	0,44	0,84	P-17	0,71	0,49	P-30	2,15	2,9
P-5	0,74	0,33	P-18	0,03	0,09	P-31	0,24	0,95
P-6	0,64	0,61	P-19	0,47	0,04	P-32	0,37	0,19
P-7	0,97	0,86	P-20	0,75	0,62	P-33	0,55	0,38
P-8	0,34	0,24	P-21	0,55	0,66	P-34	0,41	0,23
P-9	0,36	0,28	P-22	0,75	0,89	P-35	0,28	0,29
P-10	0,25	0,2	P-23	0,61	0,77	MED	0,53	0,54
P-11	0,39	0,19	P-24	0,77	0,74	MIN	0,03	0,04
P-12	0,41	0,31	P-25	0,52	0,95	MAX	2,15	2,9
P-13	0,31	0,32	P-26	0,31	0,46			

Novamente o ponto 30 mostrou-se com os maiores valores dentre todos os pontos. Acredita-se que tal fato é devido à proximidade com áreas agrícolas e da cidade de Paraopeba (Figura 124).

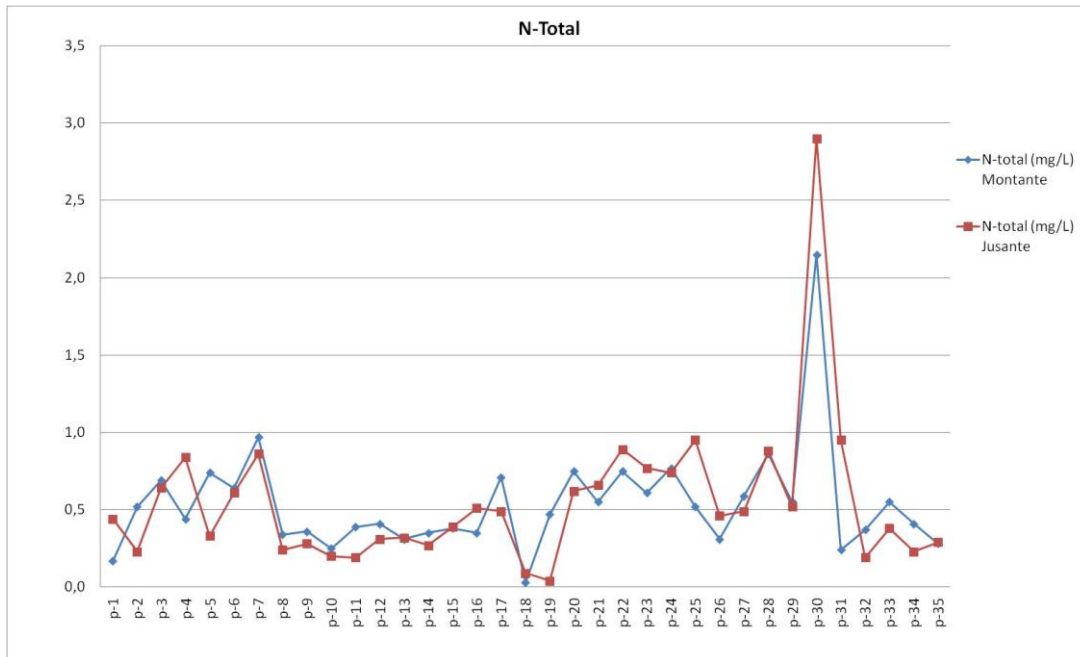


Figura 124 – Gráfico do Nitrogênio total

- Oxigênio dissolvido**

O valor máximo permissível estipulado pela Resolução CONAMA nº357/2005 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. Dos corpos hídricos enquadrados na classe 1 o P-8 (Rio Paracatu) não esteve com o VMP dentro do estabelecido tanto a montante quanto a jusante. Os pontos de classe 1 P-25 (Rio Manso), P-28 (Ribeirão das Pedras) e P-29 (Ribeirão do Leitão) não estiveram com os valores de O.D de acordo com o permitido nos pontos a jusante. Dos pontos de classe 2 apenas o P-1 (São Bartolomeu) , o P-6 (Córrego Rico), P-8 (Rio Paracatu) e o P-9 (Córrego Extreminha) estiverem com os valores abaixo do permitido tanto a montante quanto a jusante. Os pontos P-4 (Rio São Marcos) e P-7 (Córrego Fecha a Mão) estiveram com os valores abaixo do permitido apenas a montante e os pontos P-25 (Rio Manso) e P-30 (Córrego Mocambo Pindaíba) obteve valores abaixo do VMP a jusante.

O oxigênio dissolvido variou de 3,7 mg/L a 6,95 mg/L a montante e de 4,29 mg/L a 7,12 mg/L jusante. A média a montante foi de 5,91 mg/L e a jusante foi de 6,04 mg/L(Tabela 31).

Tabela 31 - Resultados do oxigênio dissolvido

Ponto	Oxigênio Dissolvido		Ponto	Oxigênio Dissolvido		Ponto	Oxigênio Dissolvido	
	Montante	Jusante		Montante	Jusante		Montante	Jusante
P-1	3,94	4,97	P-14	5,19	6,05	P-27	5,81	6,44
P-2	5,67	6,88	P-15	6,29	6,67	P-28	6,95	5,75
P-3	6,78	5,27	P-16	6,46	6,86	P-29	6,56	5,9

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-040 - DF/GO/MG

Ponto	Oxigênio Dissolvido		Ponto	Oxigênio Dissolvido		Ponto	Oxigênio Dissolvido	
	Montante	Jusante		Montante	Jusante		Montante	Jusante
P-4	4,59	4,54	P-17	5	6,88	P-30	5,54	4,95
P-5	5,37	5,56	P-18	6,94	7,12	P-31	6,68	6,07
P-6	3,7	4,77	P-19	6,53	5,01	P-32	6,57	6,7
P-7	4,67	5,65	P-20	6,01	6,94	P-33	6,15	6,21
P-8	5,33	4,29	P-21	6,77	6,86	P-34	6,33	6,91
P-9	4,35	4,81	P-22	6,71	6,51	P-35	6,24	6,13
P-10	6,26	6,36	P-23	6,14	6,3	MED	5,91	6,04
P-11	6,01	6,32	P-24	6,76	6,01	MIN	3,7	4,29
P-12	6,43	6,63	P-25	6,14	5,97	MAX	6,95	7,12
P-13	5,59	6,91	P-26	6,56	6,39			

A Figura 125 mostra o gráfico relativo as variações de O.D nos pontos de amostragem tanto a montante quanto a jusante.

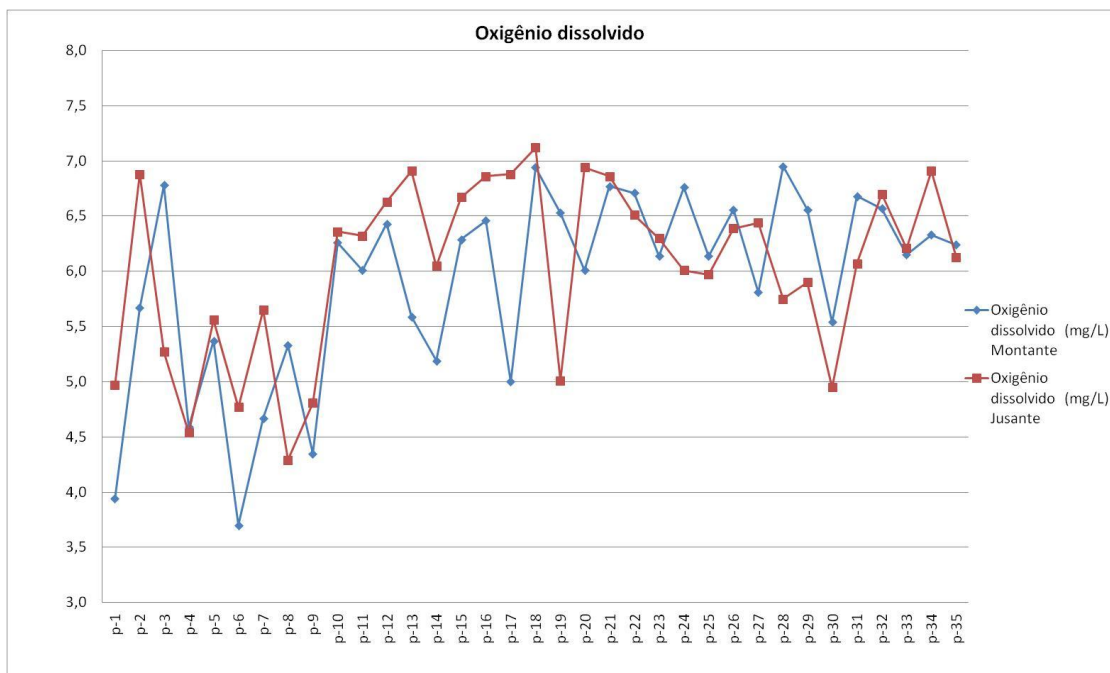


Figura 125 - Gráfico do oxigênio dissolvido

- **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. Dos corpos hídricos enquadrados na classe 1 e na classe 2 todos estiveram com os valores dentro do limite estipulado pela resolução (Tabela 32). A DBO variou de 0,8 mg/L a 3,0, mg/L a montante e de 0,1 mg/L a 3,0 mg/La jusante. A média de DBO foi de 2,24 mg/L a montante e de 2,40 mg/L a jusante.

Diagnóstico Meio Físico

Tabela 32 - Resultados da DBO

Ponto	DBO	
	Montante	Jusante
P-1	2,5	2,1
P-2	2,9	2,3
P-3	3	2,2
P-4	2,6	2,8
P-5	2,4	2,2
P-6	2,9	2,4
P-7	2,3	2,9
P-8	2,3	2,5
P-9	2,1	3
P-10	2,3	2,7
P-11	2,3	2,4
P-12	2,1	2,8
P-13	3	2,9

Ponto	DBO	
	Montante	Jusante
P-14	2,2	2,7
P-15	2,6	2,7
P-16	2,3	2,2
P-17	2,2	2,1
P-18	3	2,7
P-19	2,5	2,1
P-20	2,7	2,2
P-21	2,7	2,2
P-22	2,8	2,2
P-23	2,2	2,6
P-24	2,7	2,9
P-25	2,5	2,8
P-26	2,3	2,9

Ponto	DBO	
	Montante	Jusante
P-27	2,2	2,6
P-28	2,8	2,2
P-29	2,6	2,4
P-30	0,8	0,1
P-31	2	2,2
P-32	1,5	2,3
P-33	2,9	2
P-34	2,6	2,7
P-35	2	2,2
MED	2,42	2,40
MIN	0,8	0,1
MAX	3	3

A Figura 126 demonstra o gráfico com os valores da DBO para os pontos analisados. O ponto 30 demonstrou a menor DBO dentre todos os pontos.

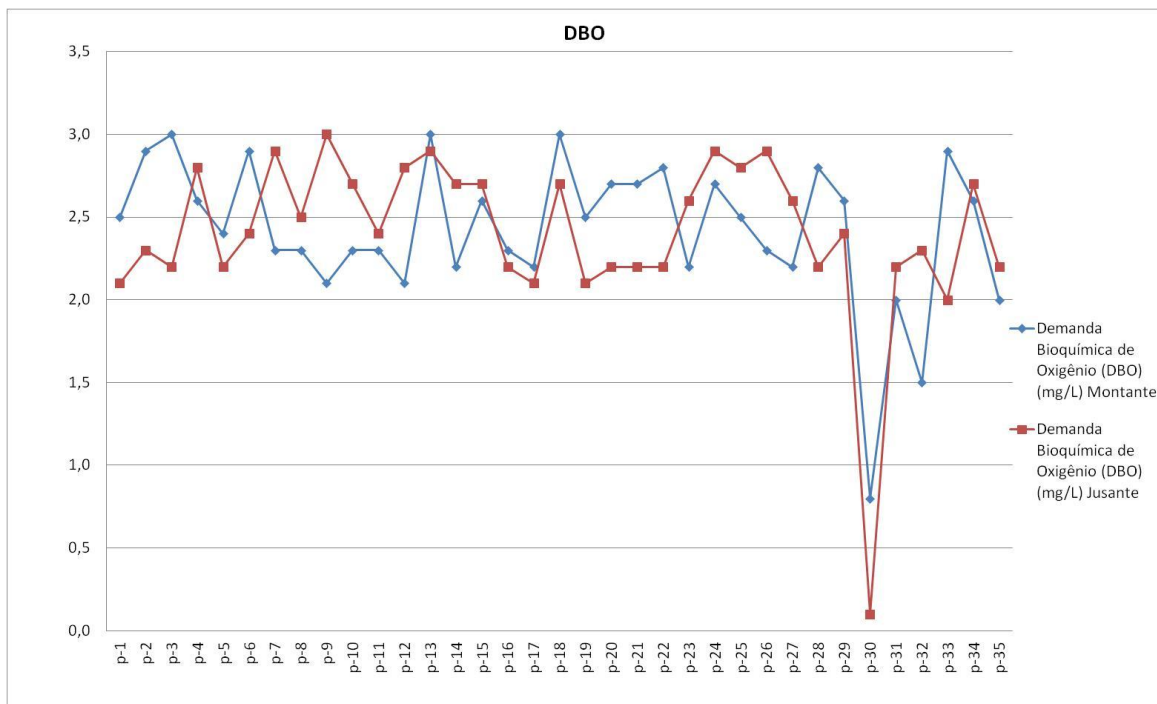


Figura 126 - Gráfico da DBO

- **Fósforo total**

O valor máximo permissível estipulado pela Resolução CONAMA n°357/2005 para a fósforo total é 0,1 mg/L para a classe 1 e para a classe 2. Dos corpos hídricos enquadrados na classe 1 e na classe 2 apenas sete estiveram com valores fora do permitido. Os pontos P-4, P-31 e P-35 estiveram com os valores a jusante fora do estabelecido e os pontos P-15, P-28 e P-29 com valores acima do recomendado a montante. O ponto P-30 apresentou valores acima dos valores de referência tanto a montante quanto a jusante e também os maiores valores das séries (Tabela 33). O fósforo variou de 0,0 mg/L (abaixo do limite de quantificação) a 0,462, mg/L a montante e de 0,0 mg/L (abaixo do limite de quantificação) a 0,796 mg/L a jusante. A média de fósforo total entre os pontos monitorados foi de 0,035 mg/L a montante e de 0,057 mg/L a jusante.

Tabela 33 - Resultados do fósforo total

Ponto	Fósforo total		Ponto	Fósforo total		Ponto	Fósforo total	
	Montante	Jusante		Montante	Jusante		Montante	Jusante
P-1	0,053	0,029	P-14	0,000	0,000	P-27	0,000	0,000
P-2	0,027	0,014	P-15	0,233	0,000	P-28	0,163	0,069
P-3	0,011	0,083	P-16	0,000	0,000	P-29	0,142	0,043
P-4	0,060	0,203	P-17	0,000	0,000	P-30	0,462	0,796
P-5	0,000	0,035	P-18	0,000	0,000	P-31	0,000	0,135
P-6	0,001	0,000	P-19	0,000	0,000	P-32	0,039	0,037
P-7	0,001	0,000	P-20	0,000	0,000	P-33	0,057	0,042
P-8	0,000	0,002	P-21	0,000	0,000	P-34	0,000	0,000
P-9	0,000	0,000	P-22	0,000	0,000	P-35	0,000	0,115
P-10	0,000	0,011	P-23	0,000	0,069	MED	0,035	0,057
P-11	0,000	0,000	P-24	0,000	0,000	MIN	0,000	0,000
P-12	0,000	0,016	P-25	0,000	0,300	MAX	0,462	0,796
P-13	0,000	0,000	P-26	0,000	0,000			

0,000 - (abaixo do limite de quantificação)

A Figura 127 traz o gráfico que demonstra a disparidade do ponto 30 de amostragem com os demais pontos, tanto a montante quanto a jusante.

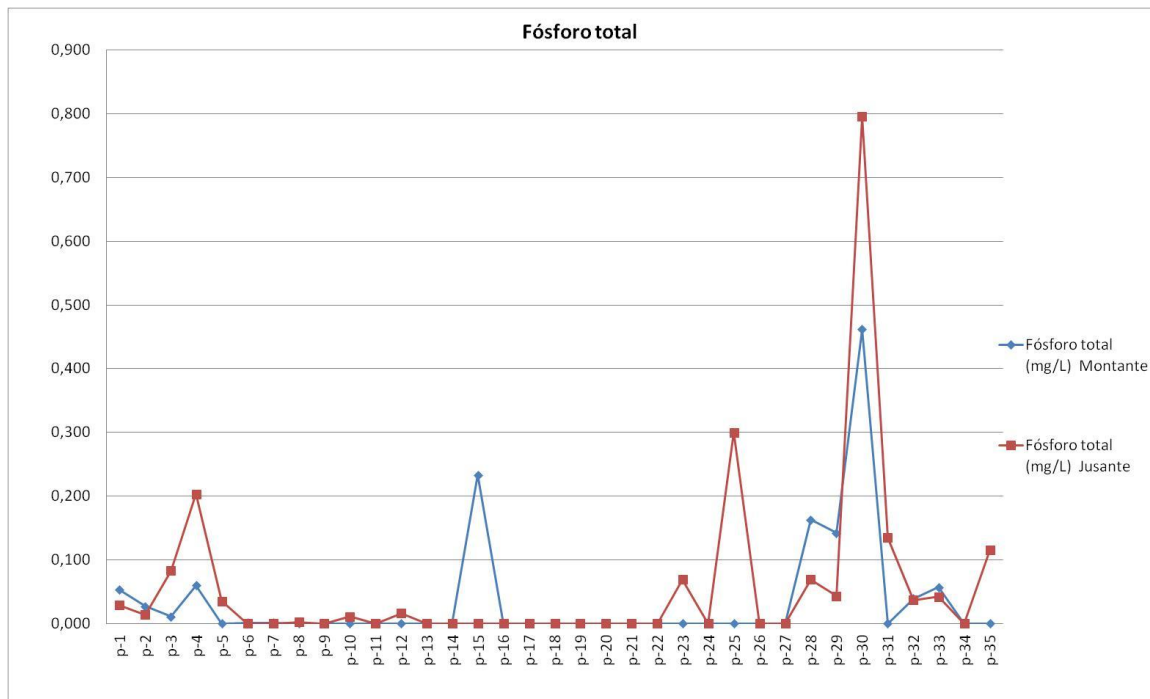


Figura 127 - Gráfico do fósforo total

6.1.6.8.3. Parâmetros biológicos

- Coliformes termotolerantes

Os coliformes termotolerantes, no caso *E.coli*, possuem valor máximo permissível estipulado pela Resolução CONAMA n°357/2005 de 800 NMP/100mL. Todos os pontos estiveram dentro do estipulado, contudo novamente o ponto 30 apresentou valores acima do permitido pela resolução supracitada. Acredita-se que tais valores podem ser advindos de fontes de poluição relacionadas às áreas urbanas perimetrais. O coliformes variaram de 0 NMP/100mL a 2418,2 NMP/100mL tanto a montante quanto a jusante (Tabela 34).

Tabela 34 - Resultados dos coliformes termotolerantes (*E.coli*)

Ponto	Coliformes Termotolerantes		Ponto	Coliformes Termotolerantes		Ponto	Coliformes Termotolerantes	
	Montante	Jusante		Montante	Jusante		Montante	Jusante
P-1	0	4,1	P-14	23,8	34,5	P-27	13,5	15,6
P-2	4,1	8,4	P-15	1	0	P-28	2	6,3
P-3	74,4	81,6	P-16	4,1	7,3	P-29	18,7	21,6
P-4	13,1	2	P-17	1	2	P-30	2419,2	2419,2
P-5	0	0	P-18	0	0	P-31	7,2	16,9
P-6	0	0	P-19	0	0	P-32	5,2	13,5
P-7	7,4	5,2	P-20	5,2	1	P-33	119,4	80,5
P-8	10,9	10,9	P-21	0	0	P-34	11	26,5
P-9	0	0	P-22	2	1	P-35	110	85,7
P-10	4,1	10,8	P-23	2	3	MED	97,95	88,32
P-11	5,2	5,2	P-24	31,7	35	MIN	0	0
P-12	290,9	142,1	P-25	218,7	17,5	MAX	2419,2	2419,2

Ponto	Coliformes Termotolerantes	
	Montante	Jusante
P-13	10,8	23,1

Ponto	Coliformes Termotolerantes	
	Montante	Jusante
P-26	11,9	11

Ponto	Coliformes Termotolerantes	
	Montante	Jusante

A Figura 128 mostra o gráfico que demonstra a disparidade do ponto 30 de amostragem com os demais pontos, tanto a montante quanto a jusante.

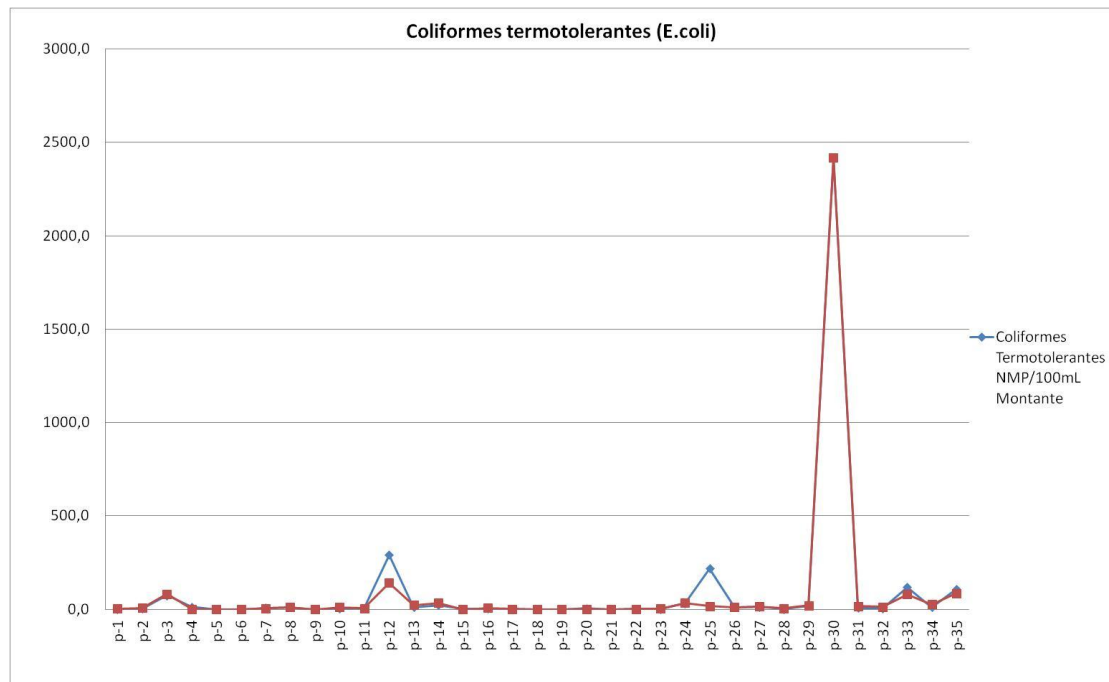


Figura 128 – Gráfico dos coliformes termotolerantes

6.1.6.8.4. 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 influencia de produtos agrícolas utilizados para correção de pH do solo, visto que as margens da BR-040 DF/GO/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.

Os sólidos totais dissolvidos mostraram uma grande amplitude devido ao ponto 30 de monitoramento, contudo os demais pontos se comportaram dentro do esperado para a área. O nitrogênio total e o fósforo total tiveram seus picos no monitoramento no ponto 30, mas nos demais pontos apenas alguns extravasaram os limites da Resolução CONAMA 357/2005 no parâmetro fósforo total.

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 30 apresentou altas concentrações nos parâmetros coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais dissolvidos e turbidez. Esses parâmetros juntamente com a visita a campo demonstram claramente que está ocorrendo a eutrofização do local. É possível perceber pelas fotos de campo do local o afloramento de macrófitas como *Eichhornia crassipes* e água esverdeada. 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. Tal fato do ponto 30 encontrar-se tão alterado pode ser advindo da proximidade do ponto com o perímetro urbano.

6.1.6.8.5. Resultados do IQA

Os valores do Índice de Qualidade de Águas – IQA, variaram de 34,9 a 87,6 a montante com média de 72,1, desvio padrão de 9,3 unidades e amplitude de 52,7 unidades (Tabela 35). A variação compreende entre as faixas "RUIM" a "ÓTIMA" 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 32,5 a 88,9 com média de 71,6, desvio padrão de 9,7 unidades e amplitude de 56,3 unidades (Tabela 35). A variação também compreende entre as faixas "RUIM" a "ÓTIMA" do IQA proposto pela CETESB baseado no IQA da "National Sanitation Foundation" dos Estados Unidos no ano de 1970.

Tabela 35 - Resultados do IQA

Ponto	IQA quantitativo Montante	IQA qualitativo Montante	IQA quantitativo Jusante	IQA qualitativo Jusante
p-1	70,2	Boa	73,5	Boa
p-2	74,5	Boa	70,1	Boa
p-3	62,3	Boa	64,4	Boa
p-4	66,6	Boa	63,8	Boa
p-5	82,5	Boa	82,7	Ótima
p-6	76,1	Boa	78,2	Boa
p-7	66,7	Boa	77,3	Boa
p-8	72,1	Boa	85,8	Ótima
p-9	84,2	Ótima	85,4	Ótima
p-10	87,6	Ótima	85,0	Ótima
p-11	70,8	Boa	70,8	Boa
p-12	65,4	Boa	65,7	Boa
p-13	72,7	Boa	73,2	Boa
p-14	76,7	Boa	66,9	Boa

Ponto	IQA quantitativo Montante	IQA qualitativo Montante	IQA quantitativo Jusante	IQA qualitativo Jusante
p-15	81,3	Ótima	88,9	Ótima
p-16	76,1	Boa	75,9	Boa
p-17	66,1	Boa	68,1	Boa
p-18	82,1	Ótima	74,6	Boa
p-19	82,4	Ótima	71,0	Boa
p-20	69,6	Boa	73,8	Boa
p-21	72,7	Boa	74,3	Boa
p-22	80,3	Ótima	76,7	Boa
p-23	76,4	Boa	73,5	Boa
p-24	67,9	Boa	65,7	Boa
p-25	64,6	Boa	63,4	Boa
p-26	70,8	Boa	70,0	Boa
p-27	69,6	Boa	71,0	Boa
p-28	75,8	Boa	73,2	Boa
p-29	71,3	Boa	64,4	Boa
p-30	34,9	Ruim	32,5	Ruim
p-31	74,7	Boa	68,7	Boa
p-32	80,6	Ótima	79,9	Ótima
p-33	63,2	Boa	65,5	Boa
p-34	71,4	Boa	70,7	Boa
p-35	62,3	Boa	62,1	Boa
Med	72,1	Boa	71,6	Boa
Min	34,9	Ruim	32,5	Ruim
Max	87,6	Ótima	88,9	Ótima
Amp	52,7		56,3	
DP	9,3		9,7	

Com base nos resultados do IQA pode se afirmar que a qualidade das águas está amplamente BOA com casos de qualidade ÓTIMA, contudo o ponto 30 de amostragem teve o menor valor de IQA, classificando sua qualidade como RUIM (Figura 129). Portanto o IQA dos pontos analisados demonstra caracterização da qualidade da água nos pontos anteriormente a influência do empreendimento. A memória de cálculo do IQA se encontra no ANEXO VII.

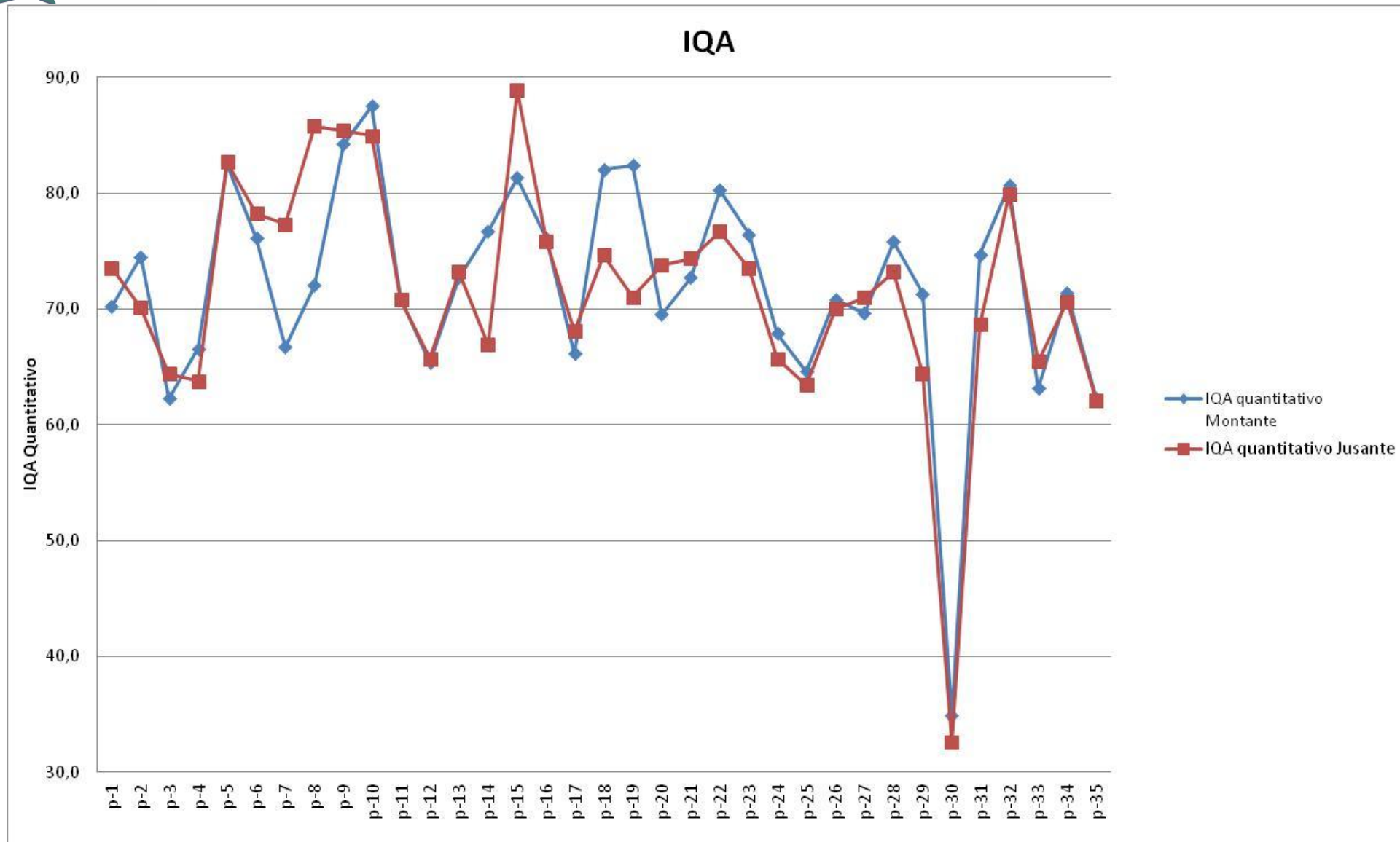


Figura 129- Gráfico do IQA

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, NOx, 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: dióxido de enxofre (SO₂), partículas total em suspensão (PTS), partículas inaláveis (PI), monóxido de carbono (CO), ozônio (O₃), hidrocarbonetos totais (HC) e óxidos de nitrogênio (NOX). 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 36), sendo esses padrões definidos oficialmente pela Resolução CONAMA nº03 de 28 de junho de 1990.

Tabela 36 - 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 poluentes: Partículas Totais em Suspensão; Dióxido de Enxofre, Monóxido de Carbono, Ozônio, Fumaça, Partículas inaláveis e Dióxido de Nitrogênio. A resolução supracitada discorre que os padrões para os poluentes são:

6.1.7.1. Partículas Inaláveis (MP10)

Padrão Primário

- Concentração média aritmética anual de 50 microgramas por metro cúbico de ar;

Padrão Secundário

- Concentração média de 24 horas de 150 microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

6.1.7.2. Dióxido de Enxofre (SO₂)

Padrão Primário

- Concentração média aritmética anual de 80 microgramas por metro cúbico do ar;
- Concentração média de 24 horas de 365 microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

Padrão Secundário

- Concentração média aritmética anual de 40 microgramas por metro cúbico de ar;
- Concentração média de 24 horas de 100 microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

6.1.7.3. Monóxido de Carbono (CO)

Padrão Primário e Secundário

- 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.

6.1.7.4. 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.

6.1.7.5. 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 37).

Tabela 37 - Critérios para Episódios Agudos de Poluição do Ar

Parâmetros	Atenção	Alerta	Emergência
Dióxido de Enxofre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24 h	800	1.600	2.100
Partículas Totais em Suspensão (PTS) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24 h	375	625	875
SO ₂ X PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)x($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24 h	65.000	261.000	393.000
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
< Fumaça ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24 h	250	420	500
Dióxido de Nitrogênio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 1 h	1.130	2.260	3.000

Fonte: Resolução CONAMA nº 03, 26/06/90.

6.1.7.6. 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 38. A avaliação da qualidade do ar para o diagnóstico foi realizada através de dados secundários obtidos por meio de relatórios técnicos dos órgãos responsáveis de cada Estado, pesquisas a respeito do tema em alguns dos municípios abrangidos pelo empreendimento e dados da qualidade do ar do INMET.

Tabela 38 - 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

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-040 - DF/GO/MG

Instrumento	Ano	Conteúdo	Jurisdição
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 11	1986	Estabelece normas e padrões para emissões de poluentes na atmosfera e dá outras providências.	Estadual (MG)

6.1.7.6.1. Comportamento geral dos poluentes ao longo da área do empreendimento.

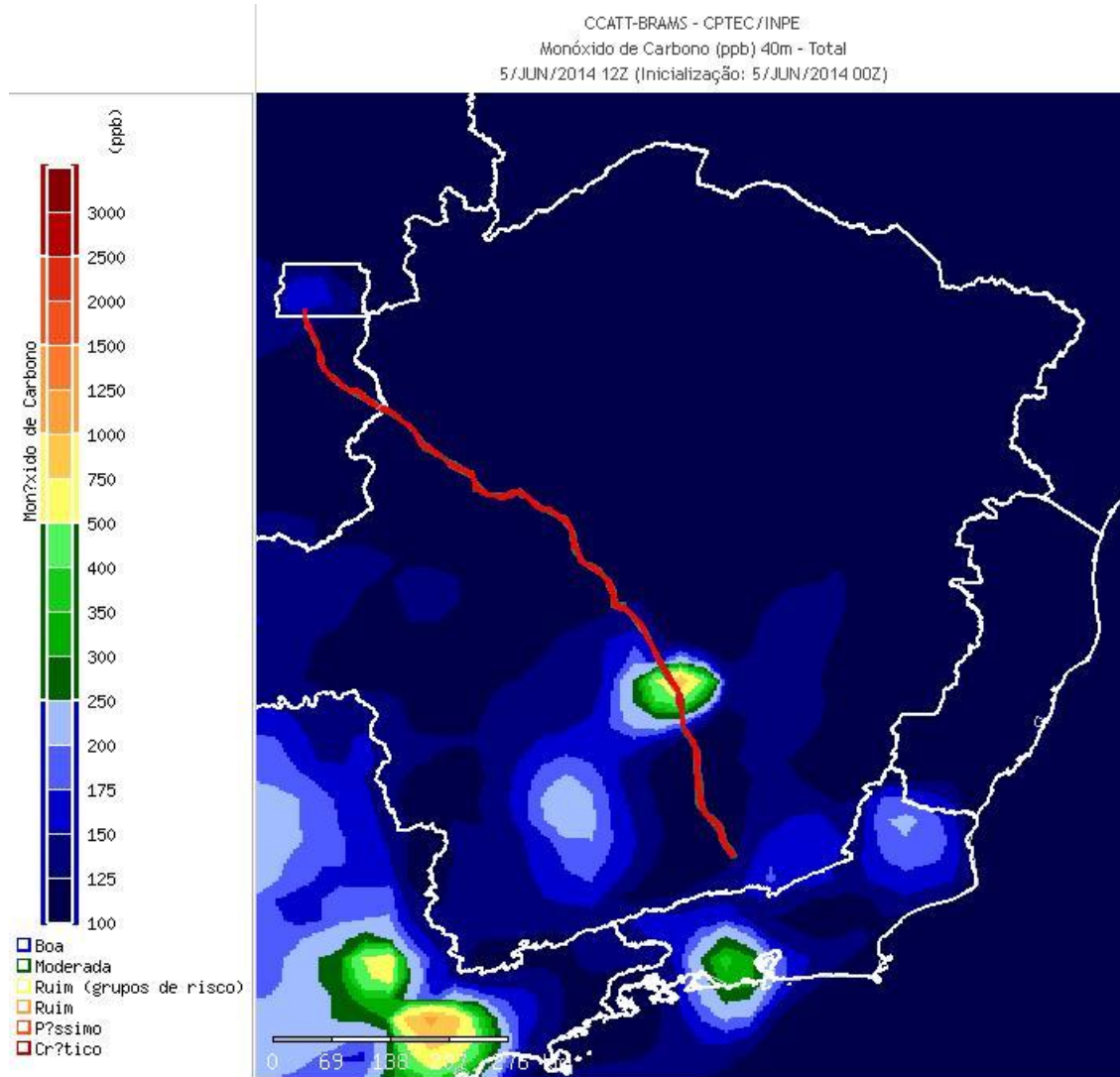
O INMET disponibiliza em seu site informações de qualidade do ar baseadas no modelo de transporte 3D on-line **CATT-BRAMS** (*Coupled Aerosol and Tracer Transport model to the Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modelling System*) acoplado com um modelo de emissões. O modelo gera como 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-040 DF/GO/MG nos cartogramas disponíveis.

- Monóxido de carbono

Membro da família dos asfixiantes químicos, o 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, 1999).

De acordo com a Figura 130, o comportamento do monóxido de carbono ao longo da BR-040 DF/GO/MG esteve na maior parte do trecho na classe “Boa”. Contudo, é possível perceber uma variação de “Boa”, passando por “Moderada” e chegando a “Ruim” na região do município de Belo Horizonte. Tal fato pode ser advindo pela região possuir diversas áreas com atividades minerárias instaladas, além da mancha urbana da cidade contribuir com a emissão de CO advindo dos automóveis.

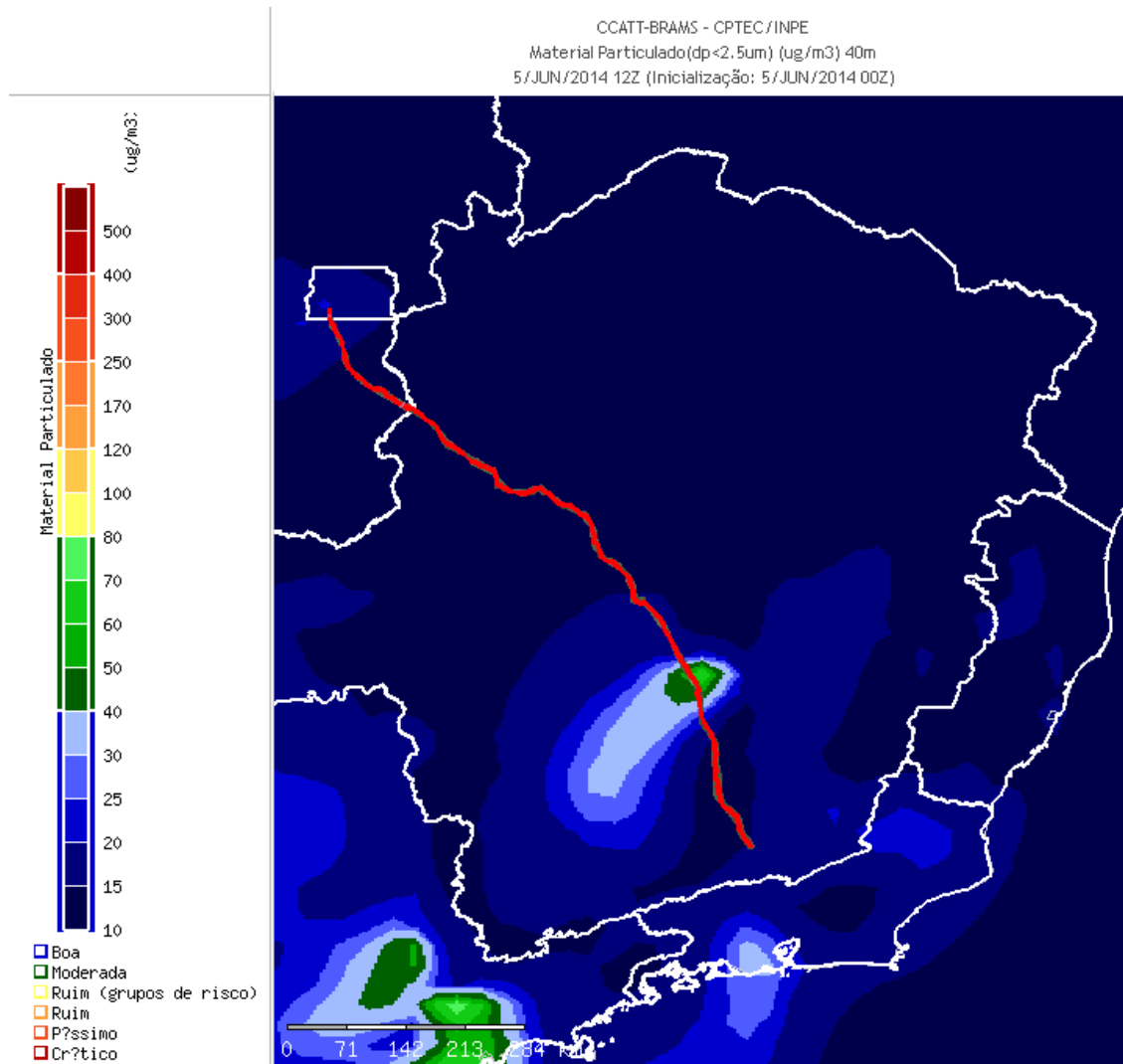


Fonte: Adaptado INMET, 2014d.

Figura 130 - Comportamento do monóxido de carbono ao longo da BR-040 DF/GO/MG.

- **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 do BR-040 DF/GO/MG, demonstrou alterações na região do município de Belo Horizonte. Os níveis variaram de “Boa” a “Moderada”. No resto do trecho compreendido pelo estudo, os níveis estiveram dentro da faixa “Boa”. A Figura 131 ilustra o comportamento do material particulado ao longo da rodovia.

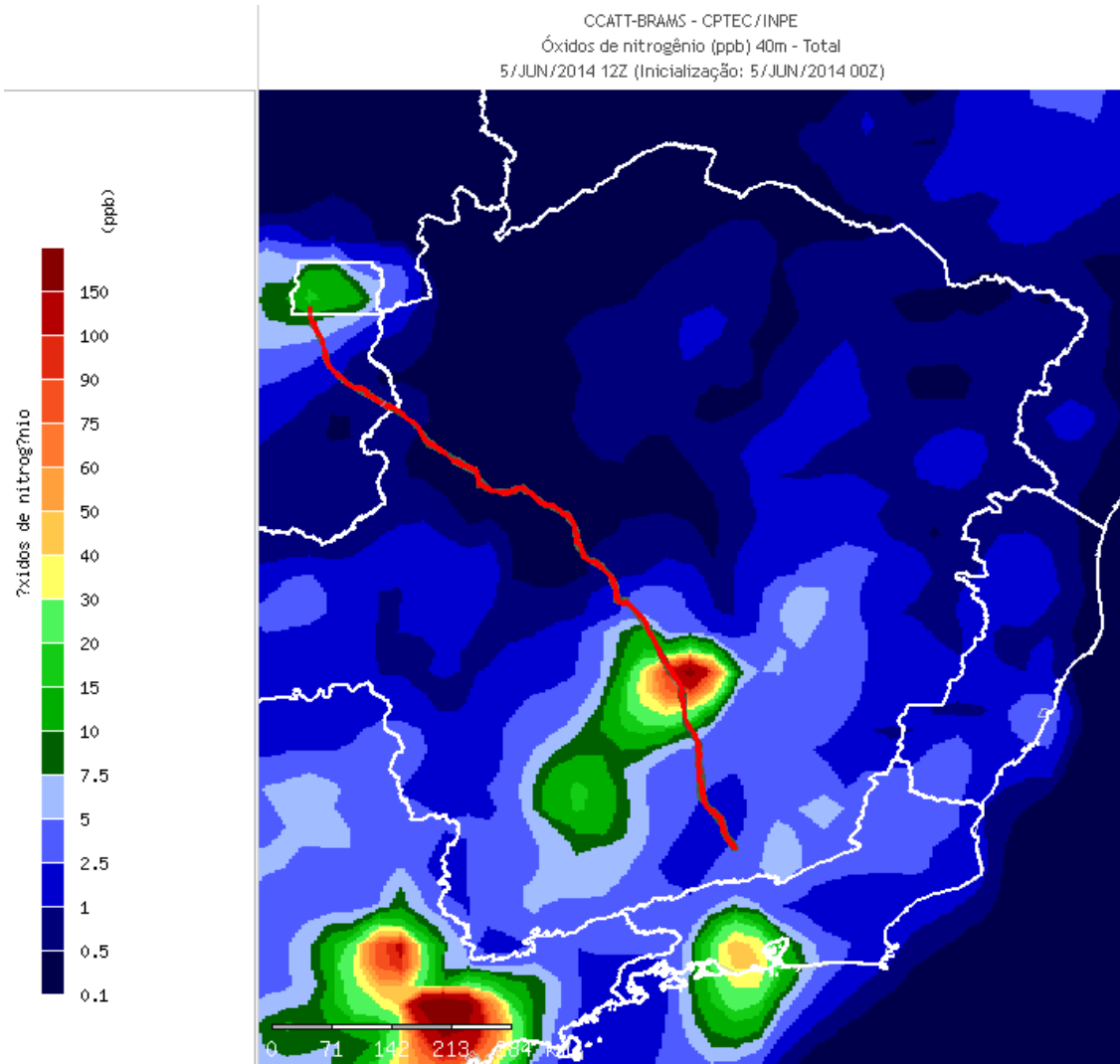


Fonte: Adaptado INMET, 2014d.

Figura 131 - Comportamento do Material Particulado ao longo da BR-040 DF/GO/MG.

- 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 132 ilustra o comportamento do óxido de nitrogênio ao longo do trecho da rodovia. É perceptível uma concentração maior nos centros urbanos como Brasília e Belo Horizonte, que foram abordados com maior profundidade no presente estudo.

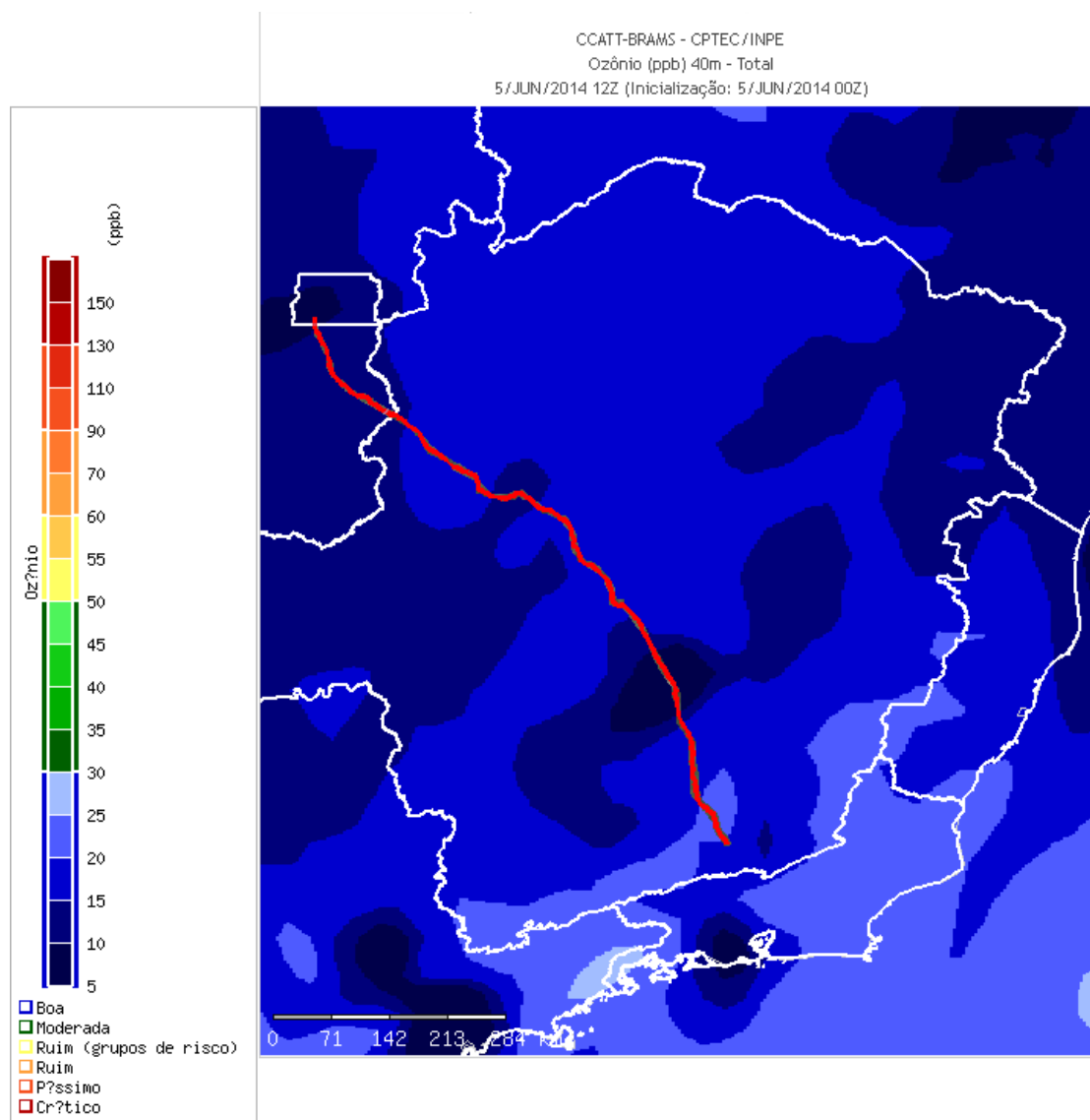


Fonte: Adaptado INMET, 2014d.

Figura 132 - Comportamento dos Óxidos de nitrogênio ao longo da BR-040 DF/GO/MG.

- 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 133 ilustra o comportamento do ozônio na área de estudo. A variação da concentração do poluente variou dentro da faixa “Boa”.



Fonte: Adaptado INMET, 2014d

Figura 133 - Comportamento do Ozônio ao longo da BR-040 DF/GO/MG

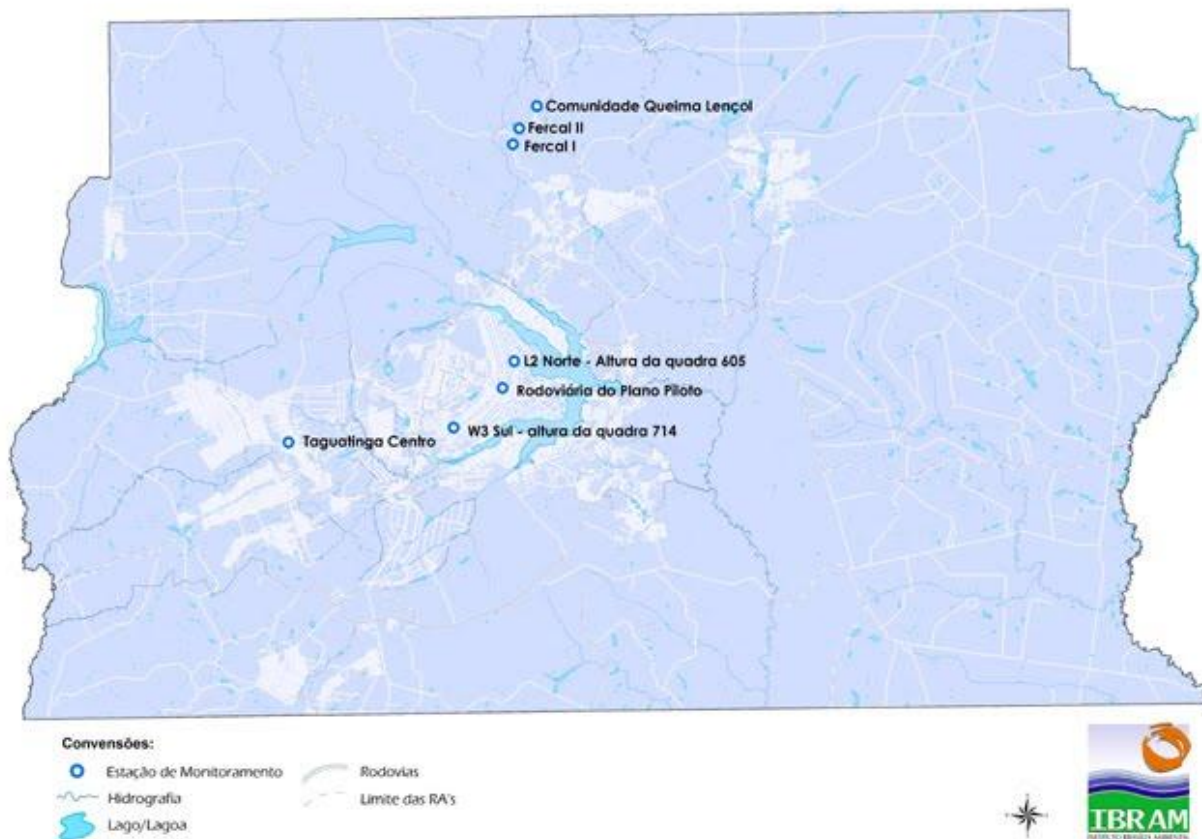
6.1.7.6.2. Distrito Federal

No Distrito Federal o Instituto Brasília Ambiental – IBRAM - monitora a qualidade do ar, com pontos de amostragem estão localizados na Rodoviária do Plano Piloto, no Setor Comercial Sul, em Taguatinga, na Comunidade do Engenho Velho (Fercal I) e na Cimento Tocantins (Fercal). As estações monitoram períodos mensais dos seguintes parâmetros: partículas totais em suspensão (PTS), partículas inaláveis (PI) e fumaça.

De acordo com o Relatório do Monitoramento da Qualidade do Ar no DF disponível no sítio do Instituto Brasília Ambiental (IBRAM, 2012), ano base 2012, o centro de Taguatinga e as dependências da fábrica de cimento CIPLAN apresentaram as concentrações mais elevadas de

partículas totais em suspensão, cujo índice de qualidade do ar nestes locais foi considerado como “inadequado” e “péssimo”, respectivamente.

O relatório ainda revela que apesar do índice da qualidade do ar na Rodoviária do Plano Piloto e Fercal I ser classificada como “regular”, os usuários destes locais podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. Sendo esses sintomas resultado da permanência por longos períodos nestes locais e especialmente as pessoas de grupos sensíveis como crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias. A qualidade do ar no Setor Comercial Sul teve sua classificação estimada na faixa “boa” e não oferece riscos à saúde da população exposta.



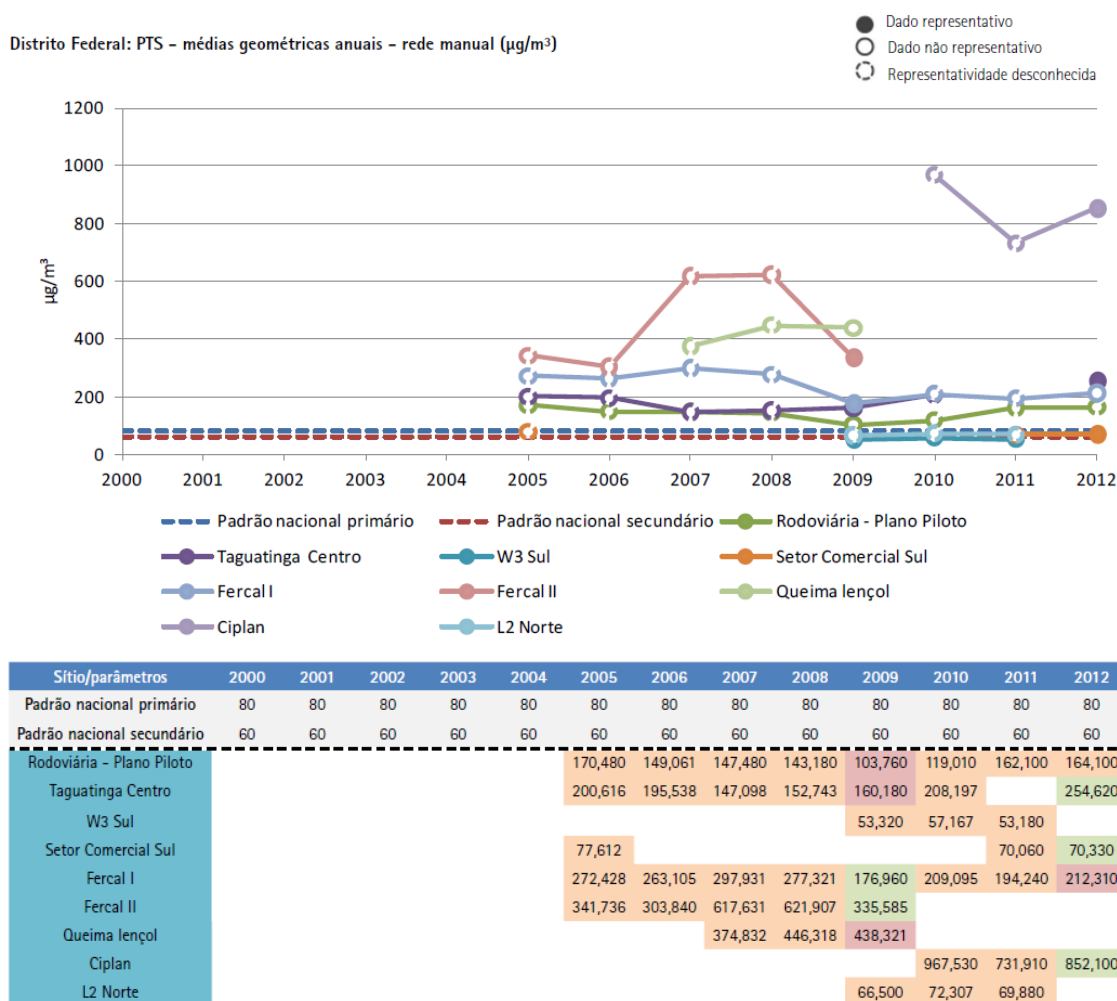
Fonte: IBRAM (2014)

Figura 134 - Localização das estações do DF

Por sua vez, o estudo “Primeiro Diagnóstico da Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar no Brasil”, do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2014b) em parceria com Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA) e os órgãos estaduais de meio ambiente de oito estados e o Distrito Federal, realizou uma compilação dos dados dos monitoramentos ao longo dos anos bem como uma avaliação da rede de monitoramento da qualidade do ar nos estados. O estudo traz tabelas e gráficos para demonstrar e ilustrar a rede de monitoramento e os dados dos monitoramentos de parâmetros como: MP10, SO₂, CO, O₃ e NO₂.

De acordo com o estudo, o Distrito Federal possui um total de nove estações. Contudo até fechamento do estudo no ano de 2012, apenas cinco estações estavam em funcionamento.

Para o parâmetro de partículas em suspensão, o estudo revela que na série histórica dos dados, apenas a estação do Setor Comercial Sul e da W3 sul estiveram dentro dos padrões nacionais. Os demais locais monitorados não estiveram dentro dos padrões. A Figura 135 ilustra e traz os dados referentes à série histórica de monitoramento no Distrito Federal.



Fonte: MMA, 2014b.

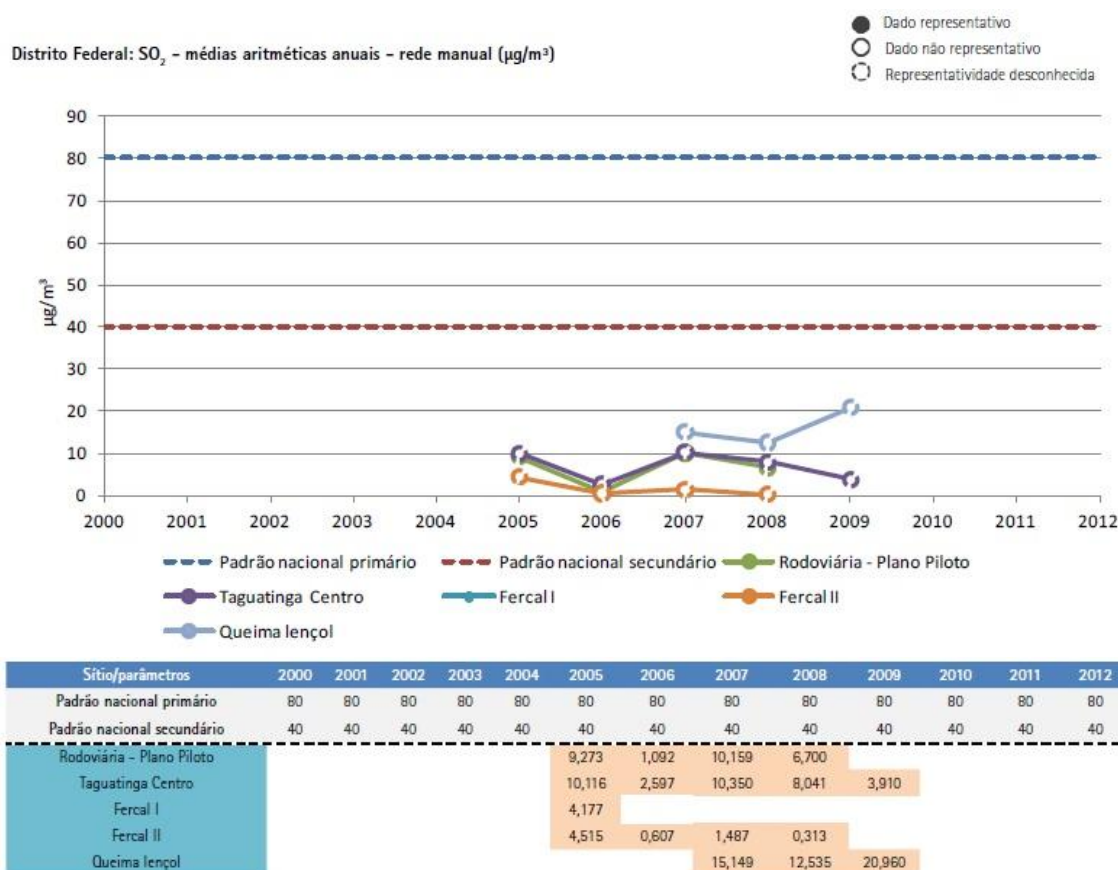
Figura 135 - Série histórica de dados de monitoramento do Distrito Federal de partículas em suspensão.

Em auxílio à interpretação da tabela é sugerida a legenda de cores abaixo, conforme MMA (2014b) (Figura 136).

LEGENDA DE CORES DAS TABELAS	
Informações sobre a representatividade dos dados	DADO REPRESENTATIVO
	DADO NÃO REPRESENTATIVO
	REPRESENTATIVIDADE DESCONHECIDA OU NÃO INFORMADA
Informações sobre o tipo de monitoramento realizado	MONITORAMENTO AUTOMÁTICO
	MONITORAMENTO MANUAL
	MONITORAMENTO SEMIAUTOMÁTICO
	MONITORAMENTO PASSIVO

Figura 136 - Legenda de cores das tabelas

Segundo o estudo MMA (2014b), para o Distrito Federal, as concentrações de óxidos de enxofre estiverem dentro dos padrões nacionais durante o monitoramento realizado durante os anos de 2005 a 2009. A Figura 137 ilustra os anos de monitoramento e as concentrações medidas.

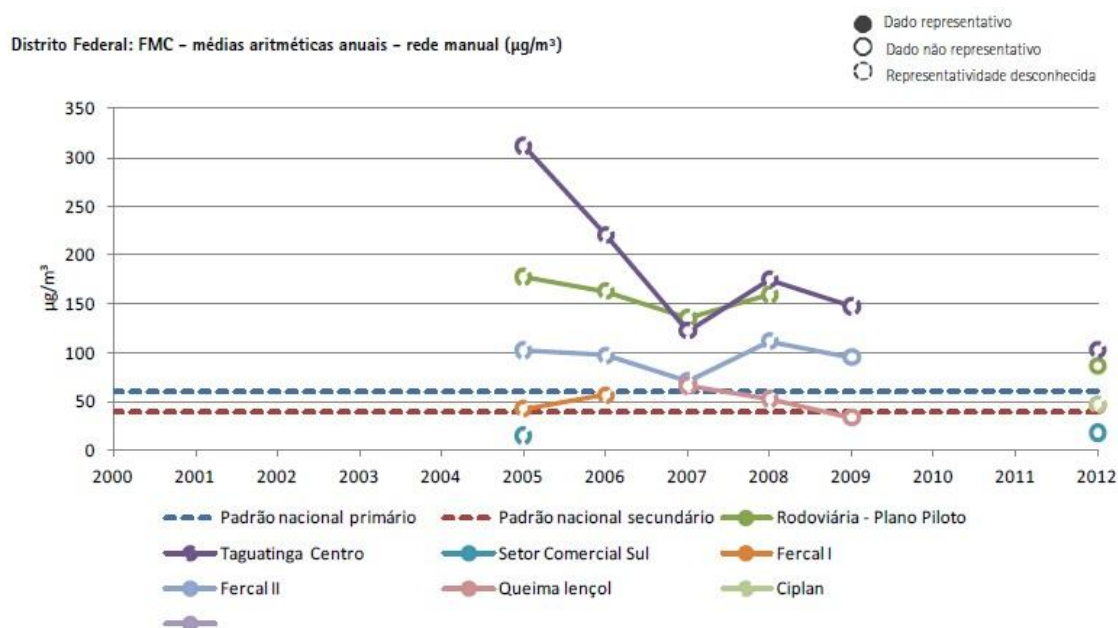


Fonte: MMA, 2014b.

Figura 137 - Série histórica de dados de monitoramento do Distrito Federal de óxidos de enxofre.

As médias aritméticas anuais do parâmetro fumaça nas estações de Taguatinga Centro, Rodoviária do Plano Piloto e Fercal II, estiveram de acordo com os padrões nacionais durante

todo o monitoramento realizado entre os anos de 2005 a 2009. A Figura 138 demonstra as médias durante o monitoramento juntamente com o gráfico para ilustrar os resultados.



Sítio/parâmetros	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Padrão nacional primário	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Padrão nacional secundário	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Rodoviária - Plano Piloto						177,749	163,201	135,763	159,378				86,370
Taguatinga Centro						311,439	220,562	122,394	175,318	147,590			103,160
Setor Comercial Sul						15,266							18,250
Fercal I						42,817	56,875						46,150
Fercal II						102,470	97,612	70,962	111,920	95,670			
Queima lençol								66,635	52,784	33,850			
Ciplan													47,570

Fonte: MMA, 2014b.

Figura 138 - Série histórica de dados de monitoramento do Distrito Federal de fumaça.

6.1.7.6.3. Goiás

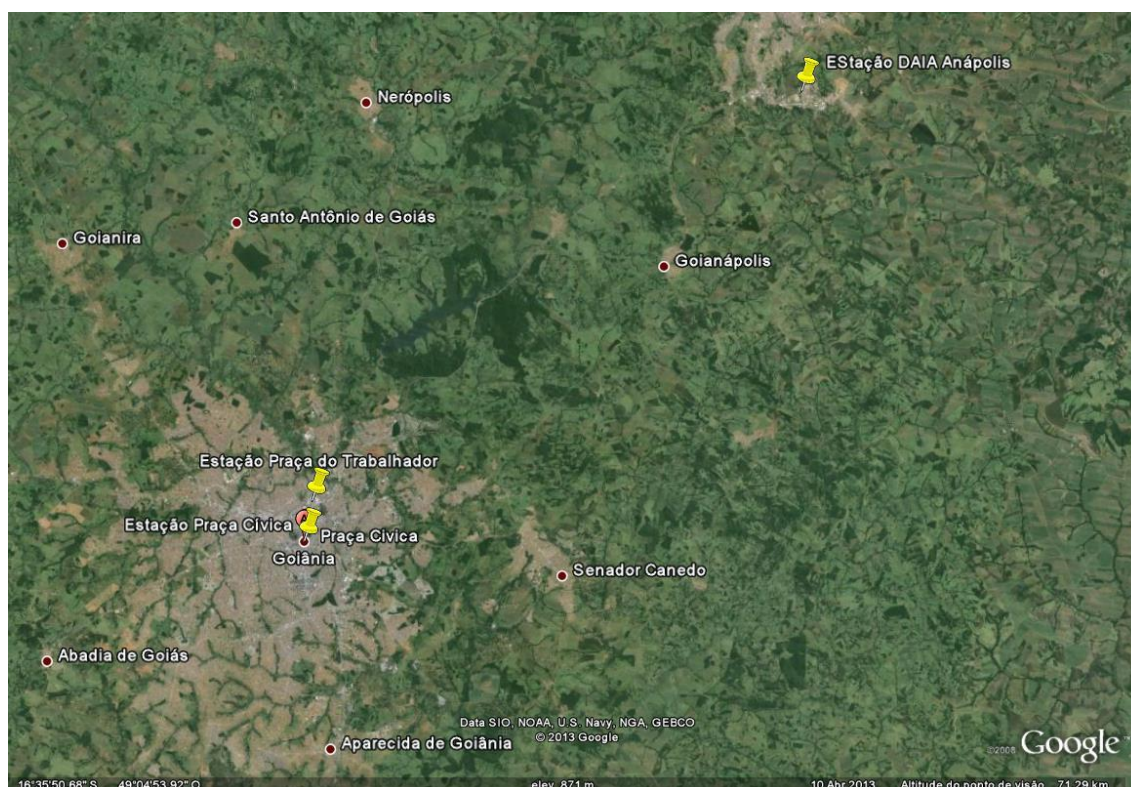
O Estado de Goiás possui uma rede de monitoramento ativa que possui pontos de amostragem nas cidades de Goiânia e Anápolis. As estações da cidade de Goiânia são localizadas na Praça Cívica, Praça do Trabalhador e no Distrito Agroindustrial de Anápolis (DAIA) e são operadas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás. As estações fazem a determinação do parâmetro de Partículas Totais em Suspensão sendo o método utilizado para verificação da qualidade do ar o Amostrador de Grande Volume com análises periódicas mensais.

Foram consultados os últimos boletins de qualidade do ar disponíveis no sítio da Secretaria Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás. O boletim mensal da qualidade do ar de dezembro do ano de 2013 da SEMARH (2013a) do ponto de monitoramento na

Praça Cívica teve índice de qualidade do ar, de uma forma geral baixo, sem variações consideráveis, e dentro da classificação “Boa”.

De acordo com SEMARH (2013b) o boletim da qualidade do ar do ponto de monitoramento da Praça do Trabalhador no mês de dezembro de 2013 apontou uma qualidade do ar na classificação “boa” sem mudanças significativas nos valores do índice. SEMARH (2013c) salienta que o monitoramento da qualidade do ar no Distrito Agroindustrial de Anápolis (DAIA) mostrou uma qualidade do ar classificada como “regular” sem alterações de grande significado.

De acordo com SEMARH (2014), atualmente a rede de monitoramento conta com três estações de monitoramento: duas instaladas em Goiânia e uma em Anápolis.



Fonte: SEMARH (2013a)/ SEMARH (2013b)/ SEMARH (2013c)

Figura 139 - Estações no estado do Goiás

No ano de 2012, a Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Goiás realizou no interior de Goiás o monitoramento da qualidade do ar nos vinte maiores municípios do interior. O trabalho teve duração de um ano e foi dividido em quatro etapas, duas no período seco e duas no período chuvoso. A primeira etapa foi concluída e mostra índices com alto grau de variação de partículas sólidas em suspensão entre estes municípios. Os resultados da primeira amostragem estão disponíveis.

Dentre os municípios analisados pela SEMARH-GO, Luziânia, Cristalina e Valparaíso de Goiás estão dentro dos municípios abrangidos pelo empreendimento. De acordo com o monitoramento, as concentrações encontradas estavam de acordo com o valor estipulado pela Resolução CONAMA N° 3/90 de material particulado.

Tabela 39 - Resultados do monitoramento de Material Particulado nos municípios do estado do Goiás.

MUNICÍPIOS	DATAS	PARÂMETRO	RESULTADOS DA 1ª AMOST.
Luziânia	20/4/2012	Material particulado	47,47 µg/m ³
Cristalina	27/4/2012	Material particulado	243,63 µg/m ³
Valparaíso De Goiás	24/5/2012	Material particulado	53,22 µg/m ³

Fonte: Adaptado SEMAR-GO, 2012.

6.1.7.6.4. Minas Gerais

No Estado de Minas Gerais os dados foram obtidos do Relatório Técnico de Monitoramento da Qualidade do Ar na Região Metropolitana de Belo Horizonte no Ano Base de 2011 da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) e disponível em seu sítio (FEAM, 2013). Atualmente a única rede de monitoramento de qualidade do ar em atividade na área de estudo é a da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), implantada pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM).

Dos municípios englobados pela Região Metropolitana de Belo Horizonte apenas Contagem, Matozinhos, Nova Lima, Belo Horizonte, Pedro Leopoldo, Capim Branco, Esmeraldas e Ribeirão das Neves fazem parte da área de estudo da BR-040 DF/GO/MG. Contudo da rede de monitoramento da FEAM, existe apenas uma estação de monitoramento da qualidade do ar no município de Belo Horizonte.

A rede automática de monitoramento da qualidade do ar da RMBH é constituída de nove estações de medição. Dentre as estações três se localizam no município de Belo Horizonte: a estação da Praça Rui Barbosa, Aeroporto Carlos Prates e Avenida Amazonas. A Tabela 40 traz a localização, os parâmetros e a data de instalação das estações localizadas no município de Belo Horizonte.

Segundo FEAM (2013) as estações são constituídas por cabines climatizadas onde estão instalados analisadores, monitores e sensores que realizam a amostragem do ar atmosférico e determinam a concentração de poluentes e dados meteorológicos de forma contínua. Os resultados das estações são transmitidos em tempo real por modem para duas centrais de aquisição de dados instaladas na Gerência de Monitoramento da Qualidade do Ar e Emissões da FEAM. Os poluentes monitorados são: partículas inaláveis (MP10), dióxido de enxofre (SO₂), monóxido de carbono (CO), ozônio (O₃) e óxidos de nitrogênio (NO_x) além de parâmetros

meteorológicos: velocidade e direção de vento, temperatura e umidade relativa do ar e precipitação.

Segundo o relatório as estações localizadas no Aeroporto Carlos Prates, na Avenida Amazonas e na Praça Tancredo Neves não funcionaram durante o ano de 2011. Fato esse devido à necessidade de renovação dos equipamentos de medição e do sistema de transmissão dessas estações com reativação das estações previstas para 2013.



Fonte: FEAM, 2014.

Figura 140 - Estações do estado de Minas Gerais

Tabela 40 - Localização, parâmetros monitorados e data de instalação das estações automáticas da rede de monitoramento da qualidade do ar na RMBH, 2011.

Município	Local	Parâmetros monitorados							Data de instalação
		MP10	SO ₂	O ₃	CO	NO ₂	H	M	
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	x	x	x	x	x		x	Abril/1995
	Aeroporto Carlos Prates	x							Fevereiro/2002
	Avenida Amazonas	x							

Nota: M - parâmetros meteorológicos: direção e velocidade de vento, temperatura e umidade relativa do ar; H - hidrocarbonetos.

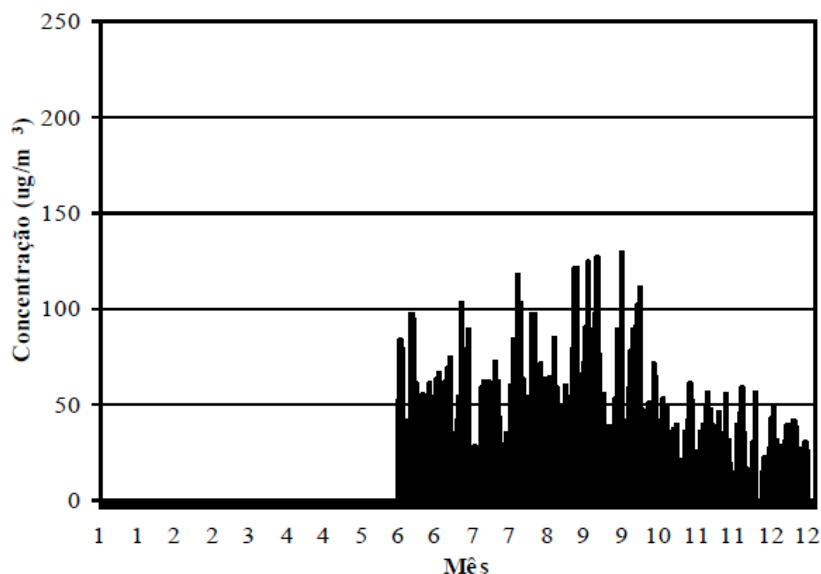
Fonte: Adaptado de FEAM (2013)

O relatório da FEAM aborda os resultados por estação e também foram estabelecidos os índices de qualidade do ar (IQA). O IQA realiza a conversão da concentração de poluente medida para um número inteiro na escala de 0 a 500. O valor 100 é atribuído ao limite aceitável de qualidade do ar estabelecido pela Resolução CONAMA 03/90. Se o IQA excede o valor 100, significa que um determinado poluente ultrapassou a faixa de concentração aceitável naquele dia; um IQA abaixo de 100 significa que a concentração do poluente está satisfatória.

- **Partículas Inaláveis (MP10)**

As concentrações diárias de MP10 correspondem às concentrações médias de 24 horas. Conforme CETESB (2001), o material particulado pode ser classificado em: Partículas Totais em Suspensão são aquelas cujo diâmetro aerodinâmico é menor que 50 µm, Partículas Inaláveis, das quais em que o diâmetro aerodinâmico é menor que 10 µm e Fumaça (FMC), resultante do processo de combustão.

Durante o ano de monitoramento de 2011 não foram registradas ultrapassagens do padrão primário na estação Praça Rui Barbosa da Região Metropolitana de Belo Horizonte dentro da área de abrangência do estudo, como pode ser observado na Figura 141 e na Tabela 41.



Fonte: FEAM (2013)

Figura 141 - Concentração média diária de partículas inaláveis (MP10), estação Praça Rui Barbosa ano 2011.

Tabela 41 - Estatísticas descritivas para as médias diárias de concentrações de partículas inaláveis ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

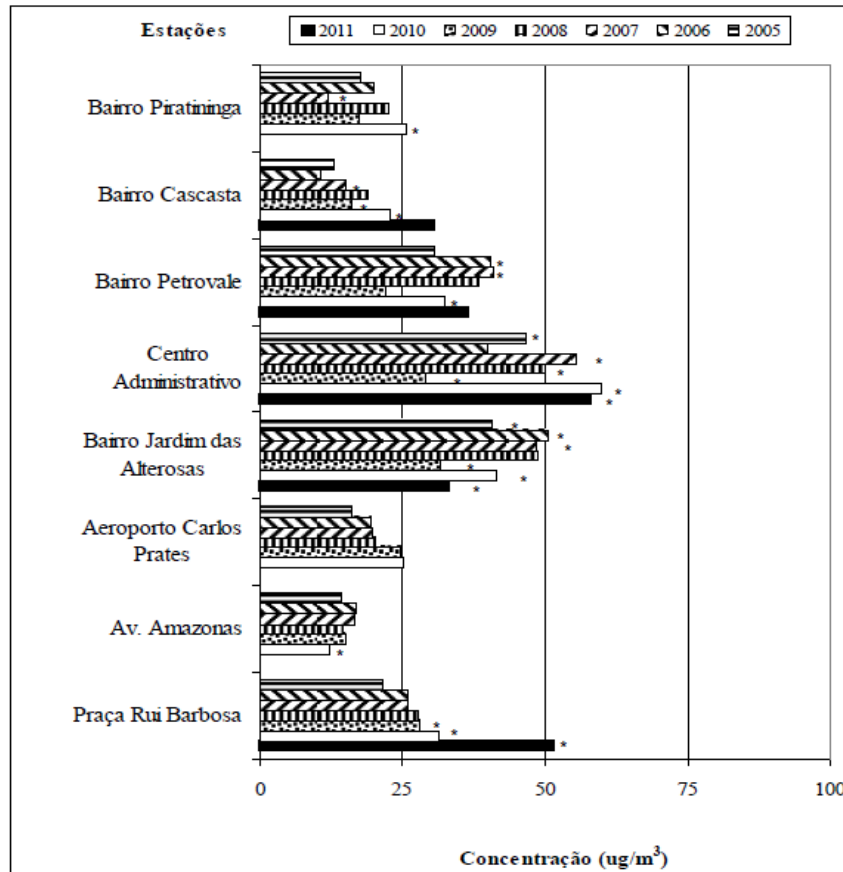
Município	Local	Estatísticas descritivas					Omissos (dias)
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio padrão	
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	10,3	48	129,3	51,7*	25,20	162

Fonte: FEAM (2013)

Nota: * indica que a média não é representativa

O relatório mostra também a evolução das médias anuais de MP10 dos anos de 2005 a 2011 para as estações de monitoramento no município de Belo Horizonte (Figura 142). Na estação da Praça Rui Barbosa as médias anuais representativas para 2005, 2006, 2007 e 2008 correspondem a 21,5; 25,9; 26,1 e 27,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. O valor obtido para o ano de 2011 não deve ser interpretado como uma elevação da concentração desse poluente, isso devido à média não ser representativa pela falta de medições durante o primeiro quadrimestre.

Na estação Aeroporto Carlos Prates, as médias representativas para o período de 2005 a 2010 foram: 16,1; 19,4; 19,8; 20,2; 24,8 e 25,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. Todas essas médias estiveram abaixo de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que é o padrão anual permitido pela legislação específica.



Fonte: FEAM (2013)

Nota: o asterisco indica que a média anual não é representativa

Figura 142 - Médias anuais das concentrações de partículas inaláveis

De acordo com o estudo do Ministério do Meio Ambiente (2014b), as médias aritméticas anuais do parâmetro MP10 nas estações da região metropolitana de Belo Horizonte estiveram dentro dos padrões nacionais durante o monitoramento realizado entre os anos de 2000 a 2011. Contudo a estação de monitoramento SAFRAN/ Centro Administrativo, nos anos de 2007, 2010 e 2011 e a estação Praça Rui Barbosa, no ano de 2011, apresentaram concentrações acima do padrão nacional primário. A Figura 143 demonstra as médias durante o monitoramento juntamente com o gráfico para ilustrar os resultados.



Fonte: MMA, 2014b.

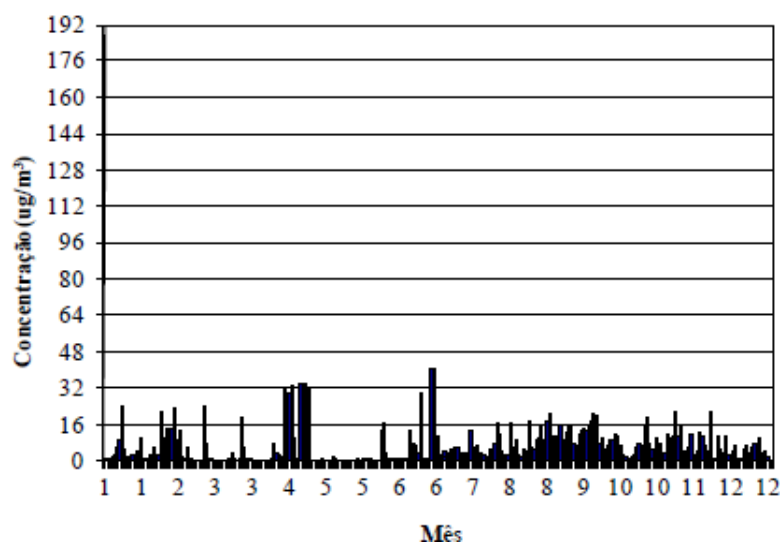
Figura 143 - Série histórica de dados de monitoramento do estado de Minas Gerais de partículas em suspensão.

Magalhães (2005), que em sua pesquisa realizou a avaliação do material particulado em suspensão (PTS) na cidade de Ouro Preto, afirma que é boa a qualidade do ar na cidade. O autor afirma que esta conclusão está fundamentada na legislação ambiental brasileira, que de acordo com a Resolução 03/90 CONAMA, que estabelece os padrões nacionais de qualidade do ar, determina para o PTS, em seu artigo 3º, as concentrações médias geométricas anuais de 80 µg/m³ e 60 µg/m³, respectivamente aos padrões primário e secundário. As concentrações de PTS apresentaram variação sazonal no período do estudo, mas estiveram dentro do estipulado pela supracitada resolução. As condições climáticas, especialmente as precipitações pluviométricas, influíram nos valores registrados. Frente ao exposto, pode-se concluir que a qualidade do ar na área estudada não esteve comprometida, em relação às concentrações de PTS, no período estudado.

- **Dióxido de Enxofre (SO₂)**

As concentrações diárias de dióxido de enxofre correspondem às concentrações médias de 24 horas. Segundo FEAM (2013) não houve registro de ultrapassagem desse padrão por nenhuma

das estações que compõem a rede de monitoramento da Região Metropolitana de Belo Horizonte. A Figura 144 e a Tabela 42 mostram os resultados da estação Praça Rui Barbosa.



Fonte: FEAM (2013)

Figura 144 - Concentração média diária de dióxido de enxofre na Estação Praça Rui Barbosa.

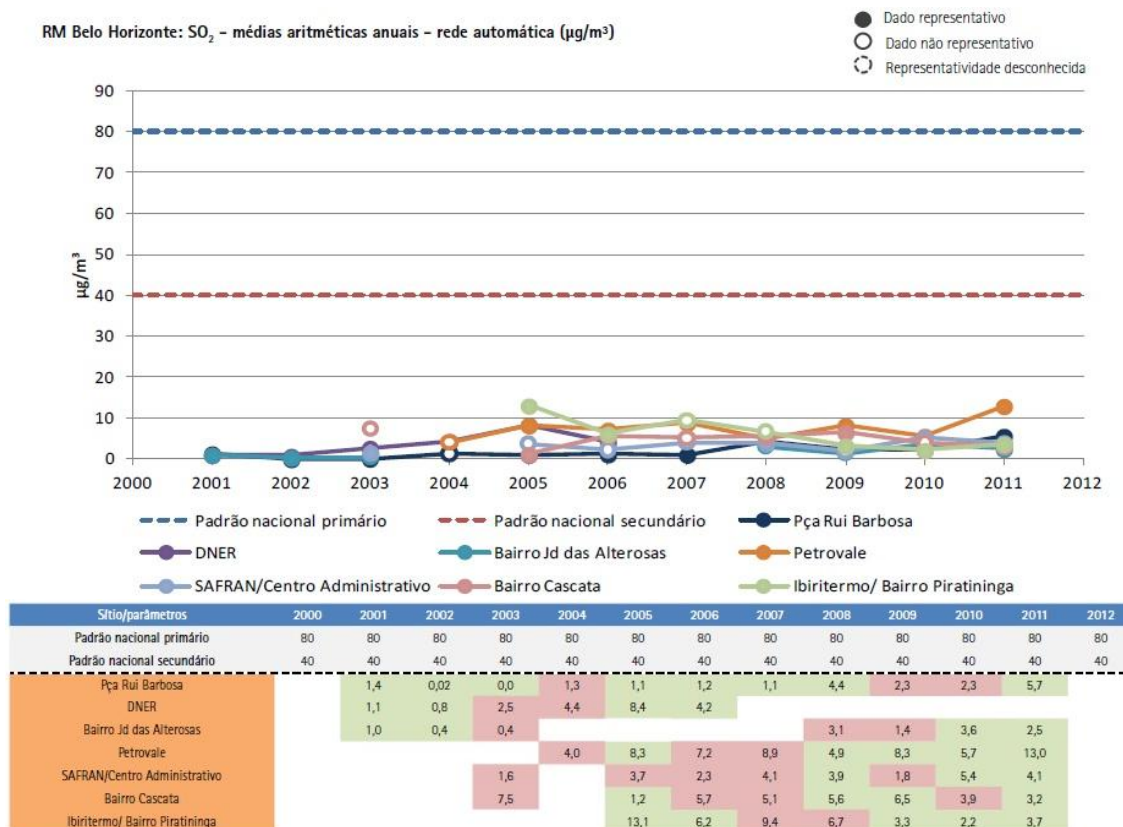
Tabela 42- Estatísticas descritivas para as médias diárias de concentrações.

Município	Local	Estatísticas descritivas					Omissos (dias)
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio padrão	
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	0,0	2,6	40,7	5,7	7,67	20

Fonte: FEAM (2013)

As médias aritméticas anuais do parâmetro dióxido de enxofre (SO₂) nas estações da região metropolitana de Belo Horizonte estiveram dentro dos padrões nacionais durante o monitoramento realizado entre os anos de 2001 a 2011 (MMA, 2014b). A Figura 145 demonstra as médias durante o monitoramento juntamente com o gráfico que ilustra os resultados.

RM Belo Horizonte: SO₂ – médias aritméticas anuais – rede automática (µg/m³)

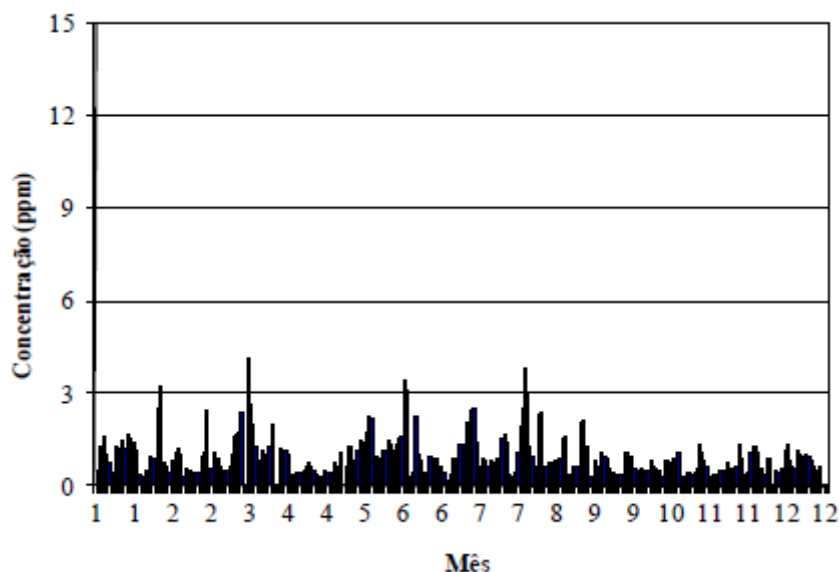


Fonte: MMA, 2014b.

Figura 145 - Série histórica de dados de monitoramento do estado de Minas Gerais de dióxido de enxofre.

- **Monóxido de Carbono (CO)**

A concentração diária de CO corresponde à maior média de 8 horas, que segundo a Resolução CONAMA nº 03/1990, não deve exceder o valor de 9 ppm mais de uma vez por ano. A estação de monitoramento da Praça Rui Barbosa não ultrapassou o limite estipulado pela legislação no período (Figura 146 e Tabela 43).



Fonte: FEAM (2013)

Figura 146 - Concentração diária de monóxido de carbono, na Estação Praça Rui Barbosa.

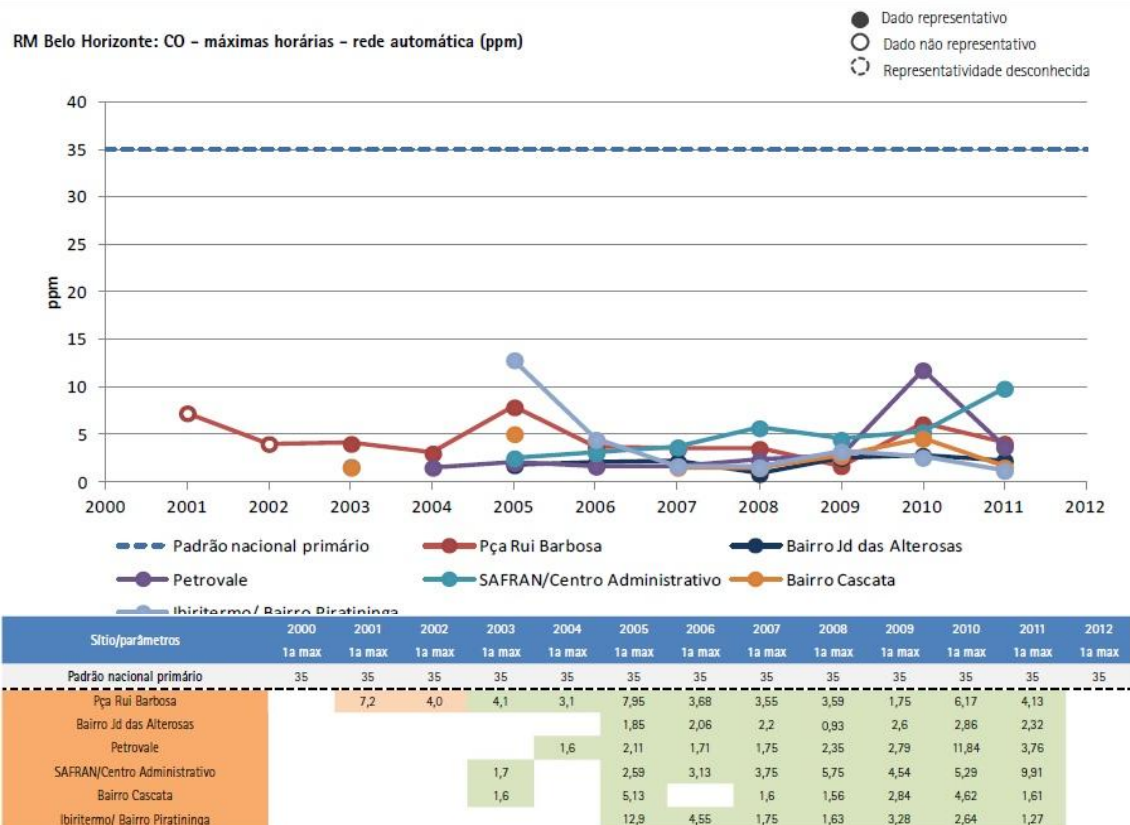
Tabela 43 - Estatísticas Descritivas para as Maiores Médias de 8 horas das Concentrações de Monóxido de Carbono (ppm).

Município	Local	Estatísticas descritivas					Omissos (dias)
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio padrão	
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	0,01	0,69	4,13	0,87	0,62	13

Fonte: FEAM (2013)

Nota: Concentrações maiores do que $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ foram registradas pela estação Praça Rui Barbosa em 31 de agosto.

As médias aritméticas anuais do parâmetro monóxido de carbono (CO) nas estações da região metropolitana de Belo Horizonte estiveram dentro do padrão nacional primário durante o monitoramento realizado entre os anos de 2001 a 2011 (MMA, 2014b). A Figura 147 demonstra as médias durante o monitoramento juntamente com o gráfico para ilustrar os resultados.



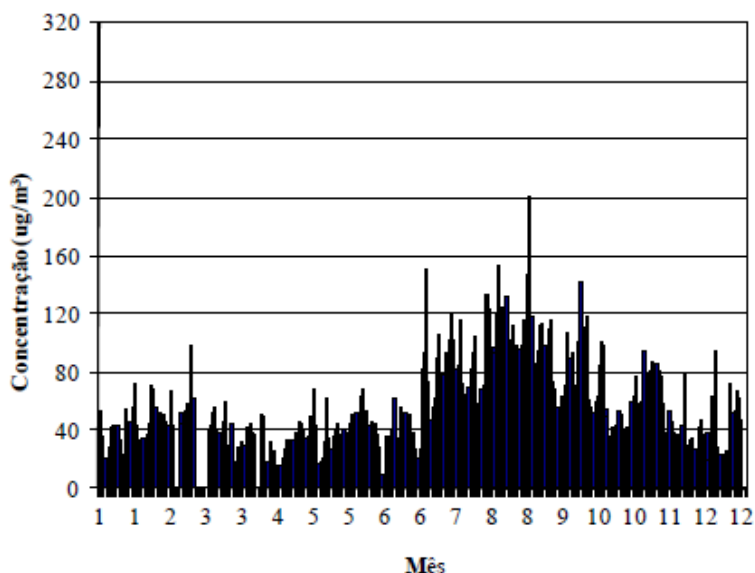
Fonte: MMA, 2014b

Figura 147 - Série histórica de dados de monitoramento do estado de Minas Gerais de monóxido de carbono.

- **Ozônio (O3)**

A Resolução CONAMA nº 03/1990, estabelece como padrão primário o valor de 160 µg/m³ do ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano e é representada pela maior média horária registrada no dia. A Figura 148 e Tabela 44 apresentam as concentrações para a estação Praça Rui Barbosa, sendo possível observar a ultrapassagem desse valor padrão permitido.

De acordo com FEAM (2013) as séries de concentrações de ozônio satisfizeram o critério de representatividade anual. O total de dias com ultrapassagens registradas pela estação Praça Rui Barbosa foi de um dia.



Fonte: FEAM (2013)

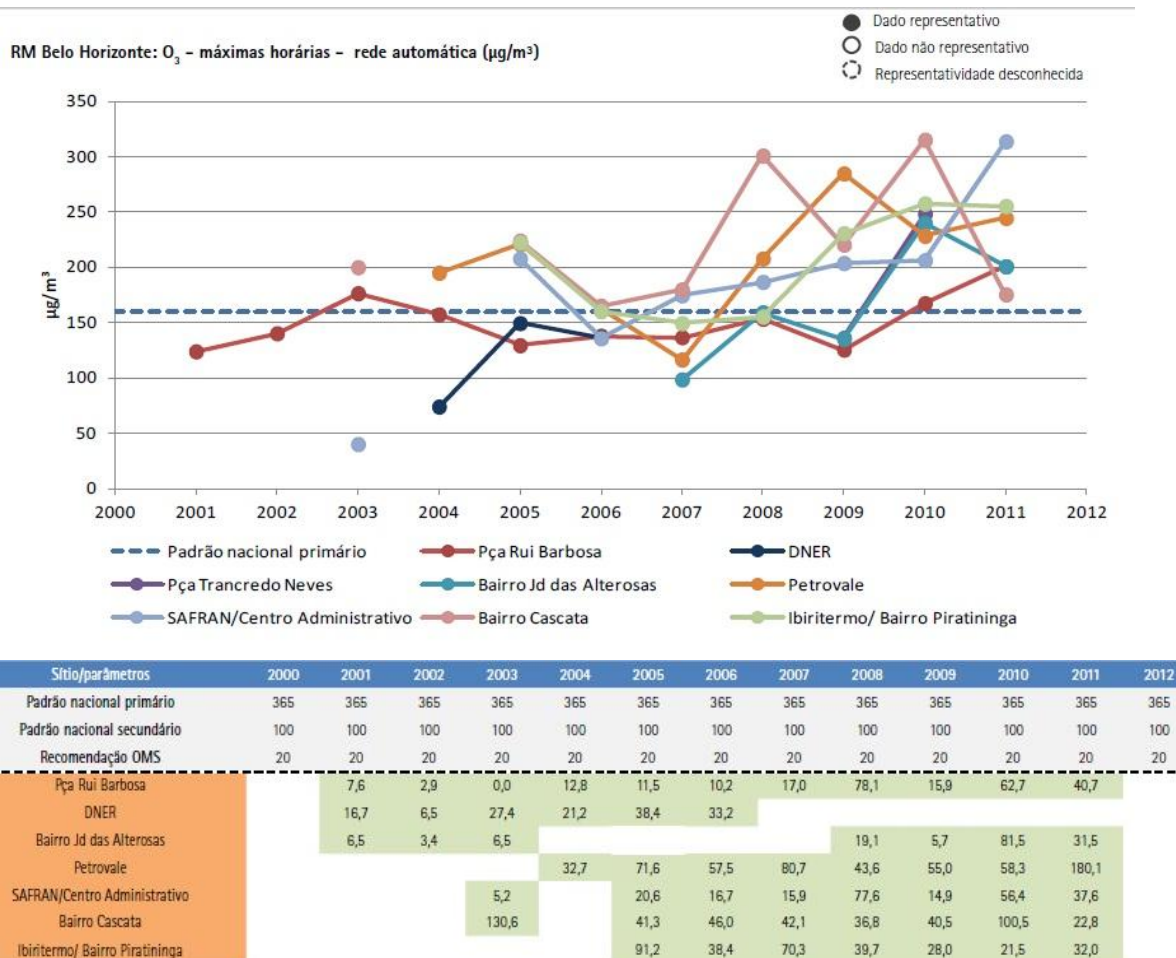
Figura 148 - Concentração diária de ozônio na Estação Praça Rui Barbosa.

Tabela 44 - Estatísticas descritivas para as máximas concentrações diárias de ozônio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Município	Local	Estatísticas descritivas					Omissos (dias)
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio padrão	
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	3,9	49,0	200,2	56,3	30,57	22

Fonte: FEAM (2013)

O parâmetro ozônio (O_3) apresentou comportamento de elevação ao longo dos anos nas estações monitoradas na região metropolitana de Belo Horizonte no período de 2001 a 2011. Nos anos de 2010 e 2011 todas as estações monitoradas demonstraram valores acima do estipulado pelo padrão primário nacional. Do início do monitoramento ao ano de 2009, as estações apresentaram variações nas concentrações de ozônio medidas tanto abaixo como acima do padrão nacional primário (MMA, 2014b). A Figura 149 ilustra a situação descrita.

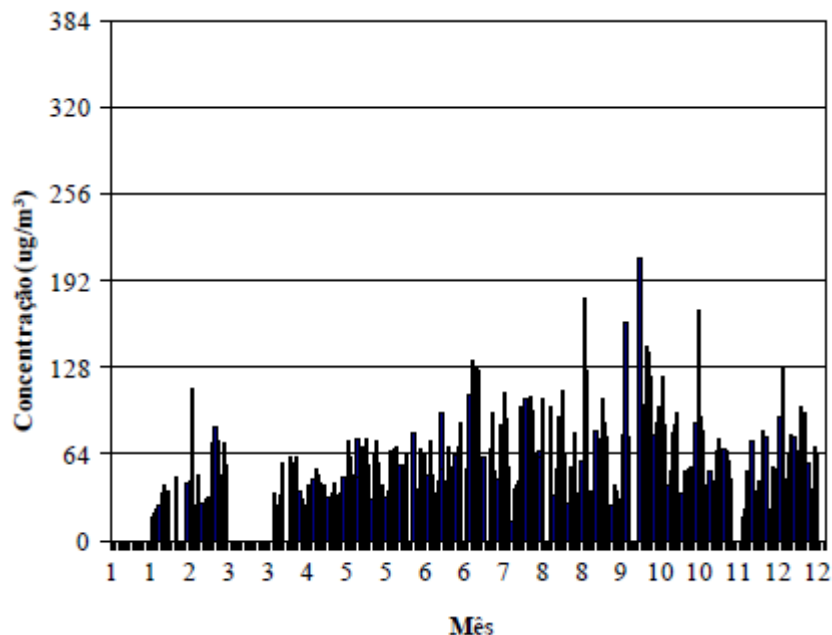


Fonte: MMA, 2014b.

Figura 149 - Série histórica de dados de monitoramento do estado de Minas Gerais de ozônio.

- **Dióxido de Nitrogênio (NO₂)**

A concentração diária de NO₂ é estipulada pela maior média horária registrada no dia, e têm como padrão primário estabelecido de 320 µg/m³ de ar pela Resolução CONAMA nº 03/1990. A Figura 150 e a Tabela 45 apresentam as concentrações máximas diárias registradas pela estação Praça Rui Barbosa de monitoramento da Região Metropolitana de Belo Horizonte. A concentração diária máxima não ultrapassou o valor Máximo estipulado pela legislação supracitada.



Fonte: FEAM (2013)

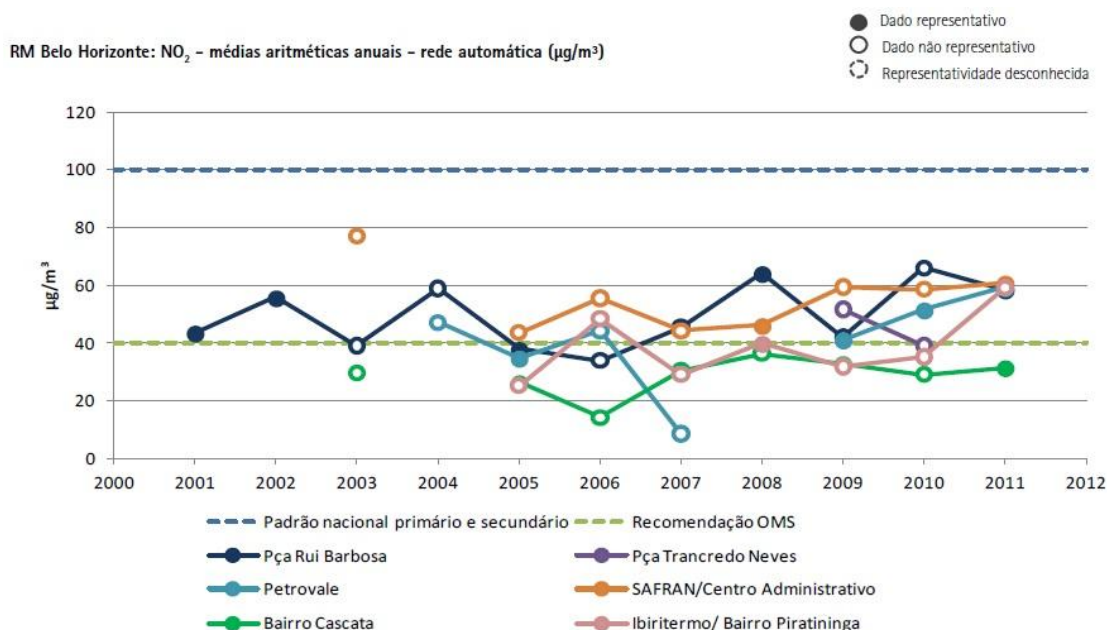
Figura 150 - Concentração diária de dióxido de nitrogênio na Estação Praça Rui Barbosa.

Tabela 45 - Estatísticas descritivas para as máximas concentrações diárias de dióxido de nitrogênio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Município	Local	Estatísticas descritivas					
		Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio padrão	Omissos (dias)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	9,8	52,2	208,8	58,5	30,15	86

Fonte: FEAM (2013)

As médias aritméticas anuais do parâmetro dióxido de nitrogênio (NO_2) nas estações da região metropolitana de Belo Horizonte estiveram dentro do padrão nacional primário durante o monitoramento realizado entre os anos de 2001 a 2011 (MMA, 2014b). A Figura 151 demonstra as médias durante o monitoramento juntamente com o gráfico para ilustrar os resultados.



Sítio/parâmetros	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Padrão nacional primário e secundário	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Recomendação OMS	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Pça Rui Barbosa		43,6	55,8	39,1	59,0	37,9	33,9	45,5	64,2	42,0	66,0	58,5	
Pça Trancredo Neves										51,7	39,1		
Petrovale					47,1	34,9	44,2	8,6		41,2	51,6	59,3	
SAFRAN/Centro Administrativo				77,1		43,7	55,5	44,2	46,2	59,4	58,7	60,9	
Bairro Cascata				29,6		26,4	14,3	30,4	36,3	32,7	29,1	31,6	
Ibiritermo/ Bairro Piratininga						25,2	48,4	29,1	40,0	31,9	35,2	59,1	

Fonte: MMA, 2014b.

Figura 151 - Série histórica de dados de monitoramento do estado de Minas Gerais de ozônio.

- **Classes de Qualidade do Ar**

De acordo com FEAM (2013) a estação Praça Rui Barbosa obteve uma qualidade do ar percentual de 64,9 na classe “boa”, 32,3% na classe “regular”, 0,3% “inadequada” e 2,5% “omisso”. A Tabela 46 apresenta a distribuição das classes de qualidade do ar para cada uma das estações.

Tabela 46 - Distribuição percentual das classes de qualidade do ar na Estação Rui Barbosa

Município	Estação	Classes de qualidade do ar			
		Boa	Regular	Inadequada	Omissos (%)
Belo Horizonte	Praça Rui Barbosa	64,9	32,3	0,3	2,5

Fonte: FEAM (2013)

A estação Praça Rui Barbosa, em Belo Horizonte, obteve qualidade do ar classificada como “inadequada” em um único dia. Isso afirmado por FEAM (2014) devido exclusivamente à concentração do poluente ozônio, contudo as concentrações de MP10 e NO₂ classificariam a qualidade do ar como regular. Em 118 dias monitorados a qualidade do ar foi classificada como

“regular” devido à concentração dos poluentes: MP10 (36 dias), O₃ (22 dias), NO₂ (3 dias), MP10+O₃ (38 dias), MP10+NO₂ (8 dias), MP10+O₃+NO₂ (11 dias).

6.1.7.6.5. Caracterização das possíveis fontes de poluição geradas durante as atividades construtivas e formas de minimização dos impactos.

O projeto básico do empreendimento se encontra de fase de planejamento, logo a caracterização das possíveis fontes de poluição atmosféricas significativas, que possam ser geradas durante as atividades de implantação e operação do empreendimento, foram estimadas com base em estudos anteriores. Os possíveis impactos e suas formas de minimização, também foram estimados com base nos mesmos estudos.

- **Queima de combustíveis fósseis proveniente de veículos automotores**

As emissões atmosféricas provenientes do tráfego de veículos automotores são: de fontes originárias do processo de combustão, nos motores dos veículos, gerando gases e partículas lançadas pelo escapamento; do vazamento e evaporação de compostos orgânicos, do processo de frenagem e desgaste de pneus e da ressuspensão das partículas depositadas nas superfícies das vias de tráfego provocado pela movimentação de veículos.

As emissões veiculares são consideradas fontes móveis, uma vez que a posição espacial da fonte varia conforme ocorre o deslocamento dos veículos nas vias de tráfego. Contudo, o local de ocorrência destas emissões veiculares são sempre as vias de tráfego. Cabe ressaltar que as emissões veiculares são diretamente proporcionais ao fluxo de tráfego de veículos das vias.

Com a duplicação a BR-040 DF/GO/MG sendo outra fonte de caminho com diferentes destinos, conseqüentemente o tráfego irá aumentar nas dadas projeções. Sendo que a poluição atmosférica vem sendo preocupante desde que os primeiros efeitos começaram a aparecer, e com a inovação e transição para o modo rodoviário como o sistema majoritário de locomoção nas grandes áreas urbanas, a queima de combustíveis constituiu-se em um dos principais poluidores atmosféricos. Esses poluidores deterioram a qualidade do ar alterando os níveis através das emissões podendo vir a causar doenças nos seres vivos e impactos nos ecossistemas locais em diferentes áreas do mundo.

- **Material particulado proveniente de indústrias**

Na região da área de estudo da BR-040 DF/GO/MG, especificamente na região metropolitana de Belo Horizonte existem indústrias que já influenciam a qualidade do ar na região. Esse tipo de atividade pode provocar a suspensão de materiais particulados no ar, porém, acredita-se que a

maioria das indústrias utilizam medidas de contenção de dispersão de material particulado devido à necessidade de cumprimento da legislação ambiental para seu funcionamento.

- **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 47 traz o agente poluidor e as respectivas fontes poluidoras durante a fase construtiva do empreendimento.

Tabela 47 - 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, bota-fora, 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 filer 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. Ruídos e Vibrações

Entre os dias 10 e 15 de março de 2014 foram realizadas medições de ruídos e vibrações ambientais na BR-040 DF/GO/MG no trecho situado entre Brasília, no Distrito Federal e Juiz de Fora, em 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-040 DF/GO/MG que será duplicada. Durante avaliação em campo alguns pontos foram realocados para proximidade de pontos críticos, como por exemplo: escolas, hospitais, igrejas, dentre outros. Já em outros pontos, houve a necessidade de realocá-los para um local seguro, visto que os mesmos estavam em curvas ou locais de riscos como pontes.

A Tabela 48 descreve para cada ponto de medição a sua localização e coordenada, bem como uma identificação e justificativa dos pontos que foram realocados. O ponto 1 de medição é o ponto inicial saindo da cidade de Brasília/DF e o ponto 35 o ponto de medição na cidade de Juiz de Fora/MG. No ANEXO XII tem-se o registro fotográfico das medições nos pontos e no ANEXO XIII o mapa com a localização dos pontos.

Tabela 48 - Pontos de medição de ruídos e vibrações

Ponto	Coordenadas		Município	Localização / Referência	OBS
	Latitude	Longitude			
1	-16.012970°	-47.982240°	Brasília	Próximo a Avenida Alagado em Brasília	
2	-16.062022°	-47.983475°	Valparaíso de Goiás	Paralelo a Avenida Marginal em Valparaíso de Goiás	
3	-16.245450°	-47.906484°	Luziânia	Paralelo a Rua Natanael Dantas em Luziânia	
4	-16.559404°	-47.790002°	Cristalina	Não há referência	Ponto realocado, pois estava na saída de uma curva.
5	-16.758070°	-47.601379°	Cristalina	Em frente a Upa de Cristalina	
6	-17.223248°	-46.865017°	Paracatu	Próximo a Rua Dois em Paracatu	
7	-17.736194°	-46.190852°	João Pinheiro	Em frente à Faculdade João Pinheiro	Ponto realocado para proximidade da faculdade cidade de João Pinheiro
8	-17.747057°	-46.175511°	João Pinheiro	Em frente ao Posto Ipiranga em João Pinheiro	
9	-17.986625°	-45.610179°	João Pinheiro	Em frente à Rua José Carlos de Souza em Luizlândia do Oeste	
10	-18.039664°	-45.526171°	São Gonçalo do Abaeté	Não há referência	
11	-18.207464°	-45.229888°	Três Marias	Entrada da cidade de Três Marias	
12	-18.688389°	-44.986590°	Felixlândia	Não há referência	
13	-18.731125°	-44.875306°	Felixlândia	Em frente ao hotel Kelliane em Felixlândia	
14	-18.915477°	-44.683685°	Curvelo	Não há referência	
15	-19.154778°	-44.531885°	Curvelo	Próximo a um posto BR em J.K	Ponto realocado, pois estava numa curva.
16	-19.288217°	-44.412718°	Paraopeba	Entre Caetanópolis e Paraopeba	
17	-19.450194°	-44.316928°	Sete Lagoas	Em frente ao posto BR em Sete Lagoas	
18	-19.728166°	-44.153193°	Esmeraldas	Próximo a Rua Trinta em Melo Viana	
19	-19.768844°	-44.128161°	Ribeirão das Neves	Esquina da Rua Dionízio Gomes em Ribeirão das Neves	

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-040 - DF/GO/MG

Ponto	Coordenadas		Município	Localização / Referência	OBS
	Latitude	Longitude			
20	-19.886431°	-44.050426°	Contagem	Paralela a Rua Quinze em Contagem	
21	-19.940675°	-44.007916°	Belo Horizonte	Próximo a Rua Alda Souza Castro em Belo Horizonte	
22	-20.063747°	-43.978954°	Nova Lima	Próximo a Rua Vancouver em Nova Lima	
23	-20.519187°	-43.833887°	Congonhas	Próximo a Rua Virgínia Josefina Guerra em Congonhas	
24	-20.563343°	-43.811776°	Congonhas	Ao lado de ponto de ônibus em Congonhas	
25	-20.645226°	-43.810767°	Conselheiro Lafaiete	Em frente ao Motel Scala em Conselheiro Lafaiete	
26	-20.825076°	-43.809572°	Cristiano Ottoni	Trevo Cristiano Ottoni	
27	-20.903642°	-43.827577°	Carandaí	Em frente fábrica de cimento Tupi em Pedra do Sino	Ponto realocado para frente de uma igreja. O nome da igreja não foi coletado, pois não havia nenhuma informação ou letreiro que pudesse identificar seu nome.
28	-20.948066°	-43.797581°	Carandaí	Em frente concessionária Tony Veículos em Carandaí	
29	-21.021491°	-43.783013°	Carandaí	Entrada para a Cidade de Hermilo Alves	
30	-21.061183°	-43.761716°	Ressaquinha	KM 681 em Ressaquinha	Ponto realocado para frente de uma escola. O nome da escola não foi coletado, pois não havia nenhuma informação ou letreiro que pudesse identificar o nome do colégio.
31	-21.146635°	-43.764814°	Alfredo Vasconcelos	Entrada da Cidade de Alfredo Vasconcelos	
32	-21.210672°	-43.749674°	Barbacena	Em frente à lanchonete "Nosso pão de queijo" em Barbacena	Ponto realocado, pois na posição original o mesmo estava numa ponte.

Diagnóstico Meio Físico

Estudo de Impacto Ambiental BR-040 - DF/GO/MG

Ponto	Coordenadas		Município	Localização / Referência	OBS
	Latitude	Longitude			
33	-21.300075°	-43.624842°	Barbacena	Em frente ao hotel Chale de Minas em Correia de Almeida	Ponto realocado, pois na posição original o mesmo estava numa curva.
34	-21.472601°	-43.545804°	Santos Dumont	Próximo à entrada de Cidade de Santos Dumont	Ponto realocado, pois na posição original o mesmo estava na saída de uma curva.
35	-21.548509°	-43.507733°	Ewbank da Câmara	Esquina com a Rua Espírito Santo em Ewbank da Câmara	Ponto realocado, pois na posição original o mesmo estava na saída de uma curva.

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 49 e a Tabela 50 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 49 - Dados ambientais no período diurno.

Ponto	Data	Hora	Estação meteorológica	Coordenadas		T (°C)	Umi (%)	P Atm. (hPa)	Vento (m/s)
				Latitude	Longitude				
1	11/03/14	19:11	Brasília-A001	-15.7894°	-47.9256°	26,1	57	886,3	3,8
2	11/03/14	18:56	Brasília-A001	-15.7894°	-47.9256°	24,5	62	887,2	3,8
3	11/03/14	18:23	Luziânia-A012	-16.2634°	-47.9665°	27,1	57	903,2	4,1
4	11/03/14	17:48	Luziânia-A012	-16.2634°	-47.9665°	26,6	56	903,9	4,9
5	11/03/14	17:19	Luziânia-A012	-16.2634°	-47.9665°	26,6	56	903,9	4,9
6	11/03/14	15:57	Unaí-A542	-16.5539°	-46.8819°	25,4	75	942,7	0,5
7	11/03/14	14:44	Pirapora-A545	-17.2581°	-44.8356°	24,1	73	958,1	1,8
8	11/03/14	14:29	Pirapora-A545	-17.2581°	-44.8356°	24,1	73	958,1	1,8
9	11/03/14	13:33	Pirapora-A545	-17.2581°	-44.8356°	22,4	82	957,5	0,6
10	11/03/14	12:36	Pirapora-A545	-17.2581°	-44.8356°	21,5	88	956,5	0,5
11	11/03/14	11:31	Pirapora-A545	-17.2581°	-44.8356°	21,5	87	955,8	1,1
12	11/03/14	10:40	Curvelo-A538	-18.7478°	-44.4536°	19,6	90	938,2	0,0
13	11/03/14	10:21	Curvelo-A538	-18.7478°	-44.4536°	19,6	90	938,2	0,0
14	11/03/14	09:57	Curvelo-A538	-18.7478°	-44.4536°	19,6	89	938,2	0,9

15	11/03/14	09:23	Curvelo-A538	-18.7478°	-44.4536°	19,6	89	938,2	0,9
16	11/03/14	09:05	Curvelo-A538	-18.7478°	-44.4536°	19,6	89	938,2	0,9
17	11/03/14	08:34	Belo Horizonte- Cercadinho-F501	-19.9800°	-43.9586°	17,9	95	881,5	5,8
18	10/03/14	17:14	Belo Horizonte- Cercadinho-F501	-19.9800°	-43.9586°	22,8	67	884,1	2,2
19	10/03/14	17:01	Belo Horizonte- Cercadinho-F501	-19.9800°	-43.9586°	22,8	67	884,1	2,2
20	10/03/14	16:40	Belo Horizonte- Cercadinho-F501	-19.9800°	-43.9586°	22,1	77	884,5	3,4
21	10/03/14	16:21	Belo Horizonte- Cercadinho-F501	-19.9800°	-43.9586°	22,1	77	884,5	3,4
22	10/03/14	16:00	Belo Horizonte- Cercadinho-F501	-19.9800°	-43.9586°	22,1	77	884,5	3,4
23	14/03/14	18:06	Ouro Branco-A513	-20.5567°	-43.7561°	26,8	50	900,3	2,5
24	14/03/14	19:11	Ouro Branco-A513	-20.5567°	-43.7561°	25,3	51	899,6	2,6
25	10/03/14	14:18	Ouro Branco-A513	-20.5567°	-43.7561°	18,4	93	900,8	1,3
26	10/03/14	13:52	Barbacena-A502	-21.2166°	-43.7667°	17,5	93	889,1	0,4
27	10/03/14	13:32	Barbacena-A502	-21.2166°	-43.7667°	17,5	93	889,1	0,4
28	10/03/14	12:41	Barbacena-A502	-21.2166°	-43.7667°	17,4	93	888,5	0,0
29	10/03/14	12:26	Barbacena-A502	-21.2166°	-43.7667°	17,4	93	888,5	0,0
30	10/03/14	12:11	Barbacena-A502	-21.2166°	-43.7667°	17,4	93	888,5	0,0
31	10/03/14	11:52	Barbacena-A502	-21.2166°	-43.7667°	17,4	93	888,5	0,0
32	15/03/14	10:08	Barbacena-A502	-21.2166°	-43.7667°	17,1	92	888,3	2,1
33	15/03/14	10:47	Barbacena-A502	-21.2166°	-43.7667°	17,1	92	888,3	2,1
34	15/03/14	11:35	Barbacena-A502	-21.2166°	-43.7667°	17,1	92	888,4	1,1
35	15/03/14	12:07	Juiz de Fora-A518	-21.7700°	-43.3642°	18,6	94	912,2	1,6

Tabela 50 - Dados ambientais no período noturno.

Diagnóstico Meio Físico
Estudo de Impacto Ambiental BR-040 - DF/GO/MG

Ponto	Data	Hora	Estação meteorológica	Coordenadas		T (°C)	Umi (%)	P Atm. (hPa)	Vento (m/s)
				Latitude	Longitude				
1	11/03/14	22:01	Brasília-A001	-15.7894°	-47.9256°	25,5	62	884,1	2,7
2	11/03/14	22:21	Brasília-A001	-15.7894°	-47.9256°	25,5	62	884,1	2,7
3	11/03/14	22:51	Luziânia-A012	-16.2634°	-47.9665°	27,8	50	899,9	4,6
4	12/03/14	22:07	Luziânia-A012	-16.2634°	-47.9665°	27,6	45	901,7	4,9
5	12/03/14	22:38	Luziânia-A012	-16.2634°	-47.9665°	27,6	45	901,7	4,9
6	12/03/14	23:45	Unaí-A542	-16.5539°	-46.8819°	29,4	50	940	2,9
7	13/03/14	00:52	Pirapora-A545	-17.2581°	-44.8356°	29,5	46	955,3	0,7
8	13/03/14	01:02	Pirapora-A545	-17.2581°	-44.8356°	26,4	58	956,0	1,2
9	13/03/14	01:56	Pirapora-A545	-17.2581°	-44.8356°	26,4	58	956,0	1,2
10	13/03/14	02:14	Pirapora-A545	-17.2581°	-44.8356°	25,5	59	956,8	1,4
11	13/03/14	02:45	Pirapora-A545	-17.2581°	-44.8356°	25,5	59	956,8	1,4
12	13/03/14	03:22	Curvelo-A538	-18.7478°	-44.4536°	25,4	59	940,4	1,4
13	13/03/14	03:48	Curvelo-A538	-18.7478°	-44.4536°	25,4	59	940,4	1,4
14	13/03/14	04:17	Curvelo-A538	-18.7478°	-44.4536°	25,0	61	941,0	3,2
15	13/03/14	05:00	Curvelo-A538	-18.7478°	-44.4536°	23,8	67	941,0	1,8
16	13/03/14	05:20	Curvelo-A538	-18.7478°	-44.4536°	23,8	67	941,0	1,8
17	13/03/14	05:41	Belo Horizonte-Cercadinho-F501	-19.9800°	-43.9586°	19,7	81	884,2	7,6
18	13/03/14	22:22	Belo Horizonte-Cercadinho-F501	-19.9800°	-43.9586°	25,4	52	883,7	4,2
19	13/03/14	23:12	Belo Horizonte-Cercadinho-F501	-19.9800°	-43.9586°	23,4	60	883,4	4,4
20	13/03/14	23:50	Belo Horizonte-Cercadinho-F501	-19.9800°	-43.9586°	23,4	60	883,4	4,4
21	14/03/14	00:17	Belo Horizonte-Cercadinho-F501	-19.9800°	-43.9586°	21,8	67	883,5	5,7

22	14/03/14	00:51	Belo Horizonte- Cercadinho-F501	-19.9800°	-43.9586°	21,8	67	883,5	5,7
23	14/03/14	02:02	Ouro Branco-A513	-20.5567°	-43.7561°	22,2	65	900,6	3,2
24	14/03/14	03:04	Ouro Branco-A513	-20.5567°	-43.7561°	21,7	67	901,1	3,3
25	14/03/14	04:32	Ouro Branco-A513	-20.5567°	-43.7561°	21,4	74	901,3	3,5
26	14/03/14	22:00	Barbacena-A502	-21.2166°	-43.7667°	24,8	51	888,0	2,2
27	14/03/14	22:32	Barbacena-A502	-21.2166°	-43.7667°	24,8	51	888,0	2,2
28	14/03/14	23:03	Barbacena-A502	-21.2166°	-43.7667°	23,9	49	888,1	2,6
29	14/03/14	23:46	Barbacena-A502	-21.2166°	-43.7667°	23,9	49	888,1	2,6
30	15/03/14	00:13	Barbacena-A502	-21.2166°	-43.7667°	22,5	54	888,3	2,3
31	15/03/14	00:43	Barbacena-A502	-21.2166°	-43.7667°	22,5	54	888,3	2,3
32	15/03/14	01:24	Barbacena-A502	-21.2166°	-43.7667°	21,3	60	888,7	1,8
33	15/03/14	01:56	Barbacena-A502	-21.2166°	-43.7667°	21,3	60	888,7	1,8
34	15/03/14	02:34	Barbacena-A502	-21.2166°	-43.7667°	20,0	67	889,1	2,3
35	15/03/14	03:01	Juiz de Fora-A518	-21.7700°	-43.3642°	23,0	62	912,4	4,5

6.1.8.3. Tráfego de veículos

As medições objetivaram caracterizar os níveis de vibração da rodovia BR-040 DF/GO/MG (entre Brasília e Juiz de Fora) nas condições normais ambientais, na presença do trânsito e outras fontes típicas intermitentes. Os tempos de medição são de até 15 (quinze) minutos e foram realizadas no período diurno e noturno.

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 51 - Classificação e contagem de veículos período diurno.

<i>Pto.</i>	<i>Data</i>	<i>Horário</i>	<i>Carros</i>	<i>Caminhões Leves</i>	<i>Caminhões Pesados</i>	<i>Ônibus Rodoviários</i>	<i>Motocicletas</i>	<i>Total</i>
1	11/03/14	19:11: 14	593	51	99	5	39	787
2	11/03/14	18:55: 28	572	47	91	7	35	752
3	11/03/14	18:22: 58	274	10	61	1	15	360
4	11/03/14	17:48: 18	71	2	18	-	1	92
5	11/03/14	17:13: 42	196	7	49	-	3	255
6	11/03/14	15:56:04	226	9	53	2	8	298
7	11/03/14	14:39: 26	136	4	37	-	1	179
8	11/03/14	14:28: 57	173	8	38	1	7	227
9	11/03/14	13:28: 54	27	1	7	-	-	35
10	11/03/14	12:35: 13	101	5	27	1	1	135
11	11/03/14	11:30:22	104	6	26	-	2	138
12	11/03/14	10:39:18	81	3	16	1	4	105
13	11/03/14	10:21:19	70	2	17	-	2	91
14	11/03/14	09:55:59	58	4	11	-	2	75
15	11/03/14	09:22:57	69	3	12	1	4	89
16	11/03/14	09:03:56	139	8	31	-	5	183
17	11/03/14	08:38:45	216	13	42	3	10	284
18	10/03/14	17:13:34	339	23	78	1	5	446
19	10/03/14	17:00:33	719	32	137	6	52	946
20	10/03/14	16:39:58	627	39	114	4	41	825
21	10/03/14	16:20:27	764	58	142	9	35	1005
22	10/03/14	15:57:06	461	41	89	6	10	607
23	10/03/14	14:56:22	427	37	81	8	17	570
24	10/03/14	14:39:43	229	15	38	3	13	298
25	10/03/14	14:17:16	276	21	46	5	11	359
26	10/03/14	13:47:49	151	11	27	3	4	196
27	10/03/14	13:31:21	92	5	17	1	5	120
28	10/03/14	12:40:15	113	6	21	2	6	148
29	10/03/14	12:24:32	116	4	18	4	8	150
30	10/03/14	12:10:08	162	14	23	1	10	210
31	10/03/14	11:51:07	189	12	38	3	14	256
32	10/03/14	11:33:09	202	25	74	6	15	375
33	10/03/14	11:01:41	139	9	24	4	3	179
34	10/03/14	10:30:46	184	13	29	3	11	240
35	10/03/14	10:01:29	196	18	31	2	6	253

Tabela 52 - Classificação e contagem de veículos período noturno.

<i>Pt.</i>	<i>Data</i>	<i>Horário</i>	<i>Carros</i>	<i>Caminhões Leves</i>	<i>Caminhões Pesados</i>	<i>Ônibus Rodoviários</i>	<i>Motocicletas</i>	<i>Total</i>
1	10/03/14	22:02:23	531	42	89	06	30	698
2	10/03/14	22:20:05	602	58	109	02	21	792
3	10/03/14	23:37:36	98	12	43	08	11	127
4	11/03/14	22:05:32	74	14	37	03	20	96
5	11/03/14	22:36:35	35	01	06	02	01	45

Pt.	Data	Horário	Carros	Caminhões Leves	Caminhões Pesados	Ônibus Rodoviários	Motocicletas	Total
6	11/03/14	23:44:58	83	11	57	06	9	108
7	12/03/14	00:50:49	23	-	19	03	-	31
8	12/03/14	01:02:08	72	06	43	08	15	93
9	12/03/14	01:56:04	48	04	36	03	05	62
10	12/03/14	02:13:04	34	02	32	-	-	44
11	12/03/14	02:45:45	05	-	12	-	-	17
12	12/03/14	03:31:06	09	-	13	02	-	24
13	12/03/14	03:48:10	03	-	10	-	-	13
14	12/03/14	04:16:06	16	05	21	04	-	46
15	12/03/14	04:59:19	09	02	10	-	-	21
16	12/03/14	05:19:37	117	08	17	03	07	152
17	12/03/14	05:42:01	151	13	25	02	04	195
18	12/03/14	22:23:23	196	72	93	09	15	385
19	12/03/14	23:13:05	78	26	48	-	28	181
20	12/03/14	23:49:41	48	17	44	02	07	118
21	13/03/14	00:17:40	85	37	56	05	28	211
22	13/03/14	00:49:15	38	02	38	-	05	83
23	13/03/14	02:00:29	20	06	39	02	-	67
24	13/03/14	03:05:06	21	02	11	-	-	34
25	13/03/14	04:30:37	28	06	32	-	01	67
26	14/03/14	22:04:20	109	02	41	01	06	159
27	14/03/14	22:32:35	59	11	30	03	02	105
28	14/03/14	23:04:28	71	02	27	01	04	105
29	14/03/14	23:47:01	26	08	25	02	02	63
30	15/03/14	00:14:31	22	05	09	03	-	39
31	15/03/14	00:42:39	24	03	17	03	-	47
32	15/03/14	01:24:33	34	11	17	03	03	68
33	15/03/14	01:56:58	16	04	16	04	-	40
34	15/03/14	02:35:22	17	04	13	02	-	36
35	15/03/14	03:02:29	11	09	10	05	-	35

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 60804, IEC 61260 e IEC 60942 Todos os equipamentos possuem certificados de calibração emitidos pela Rede Brasileira de Calibração (RBC).

Tabela 53 - Equipamentos utilizados durante a medição.

Descrição	Fabricante	Modelo	Num. Serie	Data Certificado
Medidor de nível sonoro tipo 1	Larson Davis	831	1069	28/10/2013
Microfone de campo livre (free-field)	PCB	377B02	122900	03/09/2013

Pré-amplificador	PCB	PRM831	1906	28/10/2013
Calibrador de Nível Sonoro	Larson Davis	CAL200	2686	04/09/2013

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 54 - Tabela de calibração

	<i>Data</i>	<i>Hora</i>	<i>Nível dB</i>
Pré-calibração	10/03/2014	10:00:03	114,0
Pós -calibração	10/03/2014	17:25:51	114,0
Desvio	----	----	0,0
Pré-calibração	11/03/2014	08:37:52	114,0
Pós -calibração	11/03/2014	19:19:13	114,0
Desvio	----	----	0,0
Pré-calibração	11/03/2014	21:56:32	114,0
Pós -calibração	11/03/2014	23:37:36	114,0
Desvio	----	----	0,0
Pré-calibração	12/03/2014	17:03:45	114,0
Pós -calibração	13/03/2014	05:48:59	114,0
Desvio	----	----	0,0
Pré-calibração	13/03/2014	22:13:31	114,0
Pós -calibração	14/03/2014	04:55:36	114,0
Desvio	----	----	0,0
Pré-calibração	14/03/2014	18:04:49	113,9
Pós -calibração	14/03/2014	19:43:26	114,0
Desvio	----	----	0,1
Pré-calibração	14/03/2014	22:01:44	113,9
Pós -calibração	15/03/2014	03:21:19	114,0
Desvio	----	----	0,1
Pré-calibração	15/03/2014	10:04:12	114,0
Pós -calibração	15/03/2014	12:26:57	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.

- Para a medição o microfone free-field sofreu uma correção para funcionar como randon.

Tal correção possibilitou o microfone apresentar uma resposta em frequência uniforme nas situações em que o ruído é simultaneamente de todos os ângulos de incidência possíveis.

- 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 55, que traz a identificação do ponto (sentido Brasília – Juiz de Fora), a data e horário da medição, o L_{Aeq} , o L_{max} e o L_{90} , assim como a origem dos ruídos que foram observados durante as medições.

Tabela 55 - Ruído da fonte período diurno.

Pto.	Data	Horário	Duração	L_{Aeq} dB(A)	L_{max} dB(A)	L_{90} dB(A)	Ruídos observados
1	11/03/14	19:11:14	00:15:00	79	94	70	Trânsito e pássaros;
2	11/03/14	18:55:28	00:05:00	75	89	66	Somente trânsito;
3	11/03/14	18:22:58	00:05:00	74	96	65	Trânsito e pássaros;
4	11/03/14	17:48:18	00:05:00	77	91	51	Somente trânsito;
5	11/03/14	17:13:42	00:05:00	72	87	55	Somente trânsito;
6	11/03/14	15:56:04	00:05:00	73	85	57	Somente trânsito;
7	11/03/14	14:39:26	00:05:00	76	94	46	Somente trânsito;
8	11/03/14	14:28:57	00:05:00	70	91	59	Somente trânsito;
9	11/03/14	13:28:54	00:05:00	70	85	50	Somente trânsito;

Pto.	Data	Horário	Duração	LAeq dB(A)	Lmáx dB(A)	L90 dB(A)	Ruídos observados
10	11/03/14	12:35:13	00:05:00	77	93	44	Somente trânsito;
11	11/03/14	11:30:22	00:05:00	70	90	53	Somente trânsito;
12	11/03/14	10:39:18	00:05:00	73	96	49	Somente trânsito;
13	11/03/14	10:21:19	00:05:00	72	89	54	Somente trânsito;
14	11/03/14	09:55:59	00:05:00	75	93	37	Trânsito e insetos;
15	11/03/14	09:22:57	00:05:00	76	98	46	Somente trânsito;
16	11/03/14	09:03:56	00:05:00	81	98	52	Somente trânsito;
17	11/03/14	08:38:45	00:05:00	79	98	64	Somente trânsito;
18	10/03/14	17:13:34	00:05:00	81	101	69	Somente trânsito;
19	10/03/14	17:00:33	00:05:00	83	99	74	Somente trânsito;
20	10/03/14	16:39:58	00:05:00	79	101	72	Somente trânsito;
21	10/03/14	16:20:27	00:05:00	84	109	78	Somente trânsito;
22	10/03/14	15:57:06	00:05:00	79	91	71	Somente trânsito;
23	10/03/14	14:56:22	00:05:00	81	93	69	Somente trânsito;
24	10/03/14	14:39:43	00:05:00	82	103	64	Somente trânsito;
25	10/03/14	14:17:16	00:05:00	78	92	69	Somente trânsito;
26	10/03/14	13:47:49	00:05:00	72	87	56	Somente trânsito;
27	10/03/14	13:31:21	00:05:00	70	90	53	Somente trânsito;
28	10/03/14	12:40:15	00:05:00	74	100	50	Somente trânsito;
29	10/03/14	12:24:32	00:05:00	78	94	55	Somente trânsito;
30	10/03/14	12:10:08	00:05:00	74	89	57	Somente trânsito;
31	10/03/14	11:51:07	00:05:00	75	99	56	Somente trânsito;
32	10/03/14	11:33:09	00:05:00	84	110	61	Somente trânsito;
33	10/03/14	11:01:41	00:05:00	76	101	45	Somente trânsito;
34	10/03/14	10:30:46	00:05:00	71	91	48	Somente trânsito;
35	10/03/14	10:01:29	00:05:00	67	81	52	Somente trânsito;

6.1.8.4.5. Medições no período noturno

As medições do período diurno estão dispostas na Tabela 56.

Tabela 56 - Ruído da fonte período noturno.

Pto.	Data	Horário	Duração	LAeq dB(A)	Lmáx dB(A)	L90 dB(A)	Ruídos observados
1	13/03/14	00:50:49	00:05:00	67	84	51	Trânsito e insetos;
2	13/03/14	01:02:08	00:05:00	67	87	52	Trânsito e insetos;
3	13/03/14	01:56:04	00:05:00	72	88	49	Trânsito e insetos;
4	13/03/14	02:13:04	00:05:00	64	85	33	Trânsito e insetos;
5	13/03/14	02:45:45	00:05:00	52	75	42	Trânsito e insetos;
6	13/03/14	03:31:06	00:05:00	70	89	37	Trânsito e insetos;
7	13/03/14	03:48:10	00:05:00	73	98	43	Trânsito e insetos;
8	13/03/14	04:16:06	00:05:00	74	96	41	Trânsito e insetos;
9	13/03/14	04:59:18	00:05:00	67	88	53	Trânsito e insetos;
10	13/03/14	05:19:37	00:05:00	79	98	50	Somente trânsito;
11	13/03/14	05:42:01	00:05:00	81	101	64	Somente trânsito;
12	13/03/14	22:23:23	00:15:00	77	103	63	Somente trânsito;

Pto.	Data	Horário	Duração	LAeq dB(A)	Lmáx dB(A)	L90 dB(A)	Ruídos observados
13	13/03/14	22:41:51	00:05:00	77	94	60	Somente trânsito;
14	13/03/14	23:13:05	00:15:00	77	99	64	Somente trânsito;
15	13/03/14	23:28:51	00:05:00	76	91	63	Somente trânsito;
16	13/03/14	23:49:41	00:05:00	76	100	56	Somente trânsito;
17	14/03/14	00:17:40	00:15:00	80	100	69	Somente trânsito;
18	14/03/14	00:49:15	00:15:00	75	100	52	Somente trânsito;
19	14/03/14	01:06:18	00:05:00	77	100	46	Somente trânsito;
20	14/03/14	02:00:29	00:15:00	76	94	52	Somente trânsito;
21	14/03/14	03:05:06	00:15:00	72	91	48	Trânsito, buzina de trem;
22	14/03/14	03:26:27	00:05:00	71	89	48	Trânsito, buzina de trem;
23	14/03/14	04:30:37	00:15:00	71	102	53	Somente trânsito;
24	14/03/14	04:47:36	00:05:00	71	87	61	Somente trânsito;
25	14/03/14	22:04:20	00:15:00	78	108	54	Somente trânsito;
26	14/03/14	22:32:25	00:15:00	72	87	57	Somente trânsito;
27	14/03/14	23:04:28	00:15:00	73	96	52	Somente trânsito;
28	14/03/14	23:20:35	00:05:00	78	101	55	Somente trânsito;
29	14/03/14	23:47:01	00:15:00	74	92	54	Somente trânsito;
30	15/03/14	00:14:31	00:15:00	68	90	45	Somente trânsito;
31	15/03/14	00:42:39	00:15:00	69	98	43	Somente trânsito;
32	15/03/14	01:24:33	00:15:00	70	93	48	Somente trânsito;
33	15/03/14	01:56:58	00:15:00	69	96	42	Somente trânsito;
34	15/03/14	02:35:22	00:15:00	71	91	43	Somente trânsito;
35	15/03/14	03:02:29	00:15:00	67	86	41	Somente trânsito;

6.1.8.4.6. Conclusão

O estudo teve com objetivo principal caracterizar os níveis de pressão sonora na atualidade da BR-040 DF/GO/MG no trecho de Brasília a Juiz de Fora antes da duplicação do trecho. O L_{Aeq} medido, tanto no período diurno quanto noturno não é obedecido de acordo com o estipulado pela NBR 10.151/2000.

Tabela 57 - 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

Recomenda-se uma campanha de avaliação de ruído após a obra de duplicação e melhorias da rodovia BR-040 DF/GO/MG, para que seja feita a comparação com os níveis de ruído avaliados nesta campanha, que possivelmente serão aumentados pelo aumento do tráfego de veículos na rodovia.

6.1.8.5. Vibrações

6.1.8.5.1. Configuração do Instrumento

A configuração do equipamento segue o descrito na Tabela 58.

Tabela 58 - 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	18/03/11

Os certificados de calibração estão válidos, emitidos por seus fabricantes ou por laboratórios com padrões de rastreabilidade ao INMETRO.

6.1.8.5.2. Configuração do Medidor

A configuração do medidor está disposta na Tabela 59.

Tabela 59- 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		

6.1.8.5.3. 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. Porém, com exceção dos pontos 05, 08, 11, 12, 13 e 18 que havia possibilidade de se executar a medição em todas ou quase todas as distâncias, nos demais pontos não havia pavimentação ou um local adequado para fixação do acelerômetro, como pode

ser visualizado nas fotos abaixo, não sendo possível dessa forma, medir a 10m e 12m do eixo principal da via.

6.1.8.5.4. Medições no período diurno

As medições do período diurno estão dispostas na Tabela 60, que traz a identificação do ponto (sentido Brasília – Juiz de Fora), 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 60 - Resultados das medições no período diurno

Ponto	Data	Horário	Índice	Eixo X m/s ²	Eixo Y m/s ²	Eixo Z m/s ²	SUM m/s ²	Descrição das Fontes
01A-5m	11/03/14	19:11:55	Amin	0,001	0,001	0,002	0,003	Trânsito de veículos
			Amp	0,023	0,018	0,095	0,095	
			Amáx	0,007	0,005	0,028	0,029	
			Aeq	0,002	0,002	0,005	0,005	
02A-5m	11/03/14	18:56:06	Amin	0,001	0,001	0,001	0,003	Trânsito de veículos
			Amp	0,010	0,012	0,010	0,013	
			Amáx	0,005	0,008	0,004	0,009	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,004	
03A-5m	11/03/14	18:23:25	Amin	0,001	0,001	0,001	0,003	Trânsito de veículos
			Amp	0,008	0,008	0,023	0,023	
			Amáx	0,003	0,003	0,006	0,007	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
04A-5m	11/03/14	17:48:58	Amin	0,001	0,001	0,001	0,003	Trânsito de veículos
			Amp	0,010	0,010	0,024	0,024	
			Amáx	0,004	0,005	0,007	0,009	
			Aeq	0,002	0,002	0,003	0,004	
05-5m	11/03/14	17:19:40	Amin	0,001	0,001	0,001	0,003	Trânsito de veículos
			Amp	0,010	0,011	0,010	0,013	
			Amáx	0,006	0,007	0,006	0,009	
			Aeq	0,002	0,003	0,002	0,004	
06A-5m	11/03/14	15:57:07	Amin	0,001	0,001	0,001	0,003	Trânsito de veículos
			Amp	0,009	0,012	0,013	0,014	
			Amáx	0,003	0,009	0,005	0,010	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,004	
07-5m	11/03/14	14:44:13	Amin	0,001	0,001	0,001	0,003	Trânsito de veículos
			Amp	0,009	0,008	0,011	0,011	
			Amáx	0,004	0,004	0,004	0,006	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,004	
08-5m	11/03/14	14:29:24	Amin	0,001	0,001	0,001	0,003	Trânsito de veículos
			Amp	0,011	0,014	0,010	0,015	
			Amáx	0,005	0,010	0,005	0,011	
			Aeq	0,003	0,003	0,002	0,005	
09A-5m	11/03/14	13:33:02	Amin	0,001	0,001	0,001	0,003	Trânsito de veículos

Ponto	Data	Horário	Índice	Eixo X m/s ²	Eixo Y m/s ²	Eixo Z m/s ²	SUM m/s ²	Descrição das Fontes
			Amp	0,008	0,008	0,016	0,016	
			Amáx	0,003	0,003	0,005	0,006	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
10-5m	11/03/14	12:36:08	Amin	0,001	0,001	0,001	0,003	Trânsito de veículos
			Amp	0,013	0,034	0,027	0,043	
			Amáx	0,011	0,031	0,018	0,037	
			Aeq	0,003	0,005	0,003	0,006	
11-5m	11/03/14	11:31:50	Amin	0,002	0,002	0,002	0,003	Trânsito de veículos
			Amp	0,025	0,015	0,034	0,034	
			Amáx	0,018	0,007	0,010	0,019	
			Aeq	0,004	0,003	0,004	0,006	
12-5m	11/03/14	10:40:49	Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	Trânsito de veículos
			Amp	0,007	0,011	0,015	0,015	
			Amáx	0,003	0,003	0,004	0,005	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
12-10m	11/03/14	10:21:57	Amin	0,001	0,001	0,001	0,003	Trânsito de veículos
			Amp	0,008	0,008	0,024	0,024	
			Amáx	0,003	0,003	0,007	0,007	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,004	
12-12m	11/03/14	09:57:21	Amin	0,001	0,001	0,001	0,003	Trânsito de veículos
			Amp	0,012	0,013	0,017	0,018	
			Amáx	0,004	0,005	0,005	0,008	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,004	
13-5m	11/03/14	09:23:59	Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	Trânsito de veículos
			Amp	0,008	0,007	0,019	0,019	
			Amáx	0,003	0,003	0,005	0,006	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
13-10m	11/03/14	09:05:02	Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	Trânsito de veículos
			Amp	0,012	0,009	0,028	0,028	
			Amáx	0,004	0,004	0,010	0,011	
			Aeq	0,002	0,002	0,003	0,004	
13-12m	11/03/14	08:34:19	Amin	0,001	0,001	0,001	0,003	Trânsito de veículos
			Amp	0,011	0,009	0,020	0,020	
			Amáx	0,004	0,003	0,005	0,007	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,004	
14-5m	10/03/14	17:13:34	Amin	0,001	0,001	0,002	0,003	Trânsito de veículos
			Amp	0,012	0,012	0,026	0,027	
			Amáx	0,004	0,004	0,009	0,010	
			Aeq	0,002	0,002	0,003	0,005	
15-5m	10/03/14	17:01:59	Amin	0,001	0,001	0,002	0,003	Trânsito de veículos
			Amp	0,009	0,010	0,016	0,016	
			Amáx	0,004	0,006	0,004	0,007	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,004	
16-5m	10/03/14	16:40:55	Amin	0,001	0,002	0,002	0,003	Trânsito de veículos

Ponto	Data	Horário	Índice	Eixo X m/s ²	Eixo Y m/s ²	Eixo Z m/s ²	SUM m/s ²	Descrição das Fontes
			Amp	0,013	0,012	0,023	0,022	
			Amáx	0,006	0,006	0,006	0,008	
			Aeq	0,003	0,003	0,004	0,005	
17-5m	10/03/14	16:21:42	Amin	0,001	0,001	0,002	0,003	Trânsito de veículos
			Amp	0,008	0,007	0,023	0,023	
			Amáx	0,003	0,003	0,008	0,008	
			Aeq	0,002	0,002	0,003	0,004	
18-5m	10/03/14	16:00:15	Amin	0,001	0,001	0,001	0,003	Trânsito de veículos
			Amp	0,007	0,008	0,011	0,010	
			Amáx	0,003	0,003	0,003	0,004	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
19-5m	14/03/14	18:44:55	Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	Trânsito de veículos
			Amp	0,026	0,016	0,046	0,050	
			Amáx	0,008	0,005	0,014	0,017	
			Aeq	0,002	0,002	0,004	0,005	
20-5m	14/03/14	18:24:29	Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	Trânsito de veículos
			Amp	0,084	0,062	0,077	0,129	
			Amáx	0,035	0,026	0,033	0,055	
			Aeq	0,003	0,002	0,004	0,006	
21A-5m	14/03/14	18:06:16	Amin	0,001	0,001	0,001	0,003	Trânsito de veículos
			Amp	0,034	0,024	0,109	0,110	
			Amáx	0,007	0,006	0,023	0,025	
			Aeq	0,002	0,002	0,005	0,006	
22-5m	14/03/14	19:47:28	Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	Trânsito de veículos
			Amp	0,020	0,020	0,026	0,028	
			Amáx	0,006	0,006	0,008	0,011	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,004	
23-5m	14/03/14	19:28:25	Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	Trânsito de veículos
			Amp	0,023	0,017	0,027	0,034	
			Amáx	0,005	0,005	0,007	0,010	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
24-5m	14/03/14	19:11:23	Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	Trânsito de veículos
			Amp	0,019	0,012	0,027	0,031	
			Amáx	0,005	0,003	0,008	0,010	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
25-5m	10/03/14	14:18:13	Amin	0,001	0,002	0,001	0,003	Trânsito de veículos
			Amp	0,017	0,020	0,043	0,045	
			Amáx	0,006	0,006	0,013	0,015	
			Aeq	0,003	0,003	0,005	0,006	
26-5m	10/03/14	13:52:15	Amin	0,001	0,001	0,002	0,003	Trânsito de veículos
			Amp	0,023	0,020	0,011	0,022	
			Amáx	0,012	0,012	0,005	0,015	
			Aeq	0,003	0,003	0,003	0,005	
27-5m	10/03/14	13:32:03	Amin	0,001	0,001	0,002	0,003	Trânsito de veículos

Ponto	Data	Horário	Índice	Eixo X m/s ²	Eixo Y m/s ²	Eixo Z m/s ²	SUM m/s ²	Descrição das Fontes
			Amp	0,009	0,014	0,022	0,021	
			Amáx	0,004	0,005	0,007	0,008	
			Aeq	0,002	0,002	0,003	0,004	
28-5m	10/03/14	12:41:46	Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	Trânsito de veículos
			Amp	0,008	0,008	0,012	0,011	
			Amáx	0,003	0,003	0,004	0,005	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
29A-5m	10/03/14	12:26:00	Amin	0,001	0,001	0,001	0,003	Trânsito de veículos
			Amp	0,045	0,050	0,042	0,078	
			Amáx	0,020	0,021	0,020	0,035	
			Aeq	0,003	0,004	0,004	0,006	
30-5m	10/03/14	12:11:52	Amin	0,001	0,001	0,001	0,003	Trânsito de veículos
			Amp	0,012	0,012	0,017	0,017	
			Amáx	0,004	0,006	0,005	0,007	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,004	
31-5m	10/03/14	11:52:01	Amáx	0,024	0,024	0,023	0,040	Trânsito de veículos
			Amp	0,045	0,045	0,044	0,077	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,003	
			Aeq	0,002	0,003	0,003	0,004	
32-5m	15/03/14	10:08:56	Amáx	0,019	0,021	0,020	0,034	Trânsito de veículos
			Amp	0,044	0,048	0,045	0,077	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,003	0,003	0,003	0,005	
33-5m	15/03/14	10:47:46	Amáx	0,020	0,020	0,020	0,035	Trânsito de veículos
			Amp	0,045	0,049	0,047	0,080	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,003	
			Aeq	0,003	0,003	0,003	0,005	
34-5m	15/03/14	11:35:52	Amáx	0,019	0,020	0,019	0,034	Trânsito de veículos
			Amp	0,046	0,044	0,046	0,077	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,003	
			Aeq	0,004	0,004	0,004	0,007	
35-5m	15/03/14	12:07:07	Amáx	0,022	0,021	0,020	0,036	Trânsito de veículos
			Amp	0,039	0,042	0,046	0,073	
			Amin	0,001	0,002	0,001	0,003	
			Aeq	0,002	0,002	0,003	0,004	

6.1.8.5.5. Medições no período noturno

Na Tabela 61 encontram-se os resultados das medições no período noturno.

Tabela 61 - Resultados das medições no período noturno

Ponto	Data	Horário	Índice	Eixo X m/s ²	Eixo Y m/s ²	Eixo Z m/s ²	SUM m/s ²	Descrição das Fontes
01A-5m	11/03/14	22:01:50	Amáx	0,003	0,003	0,009	0,010	Trânsito de veículos

Ponto	Data	Horário	Índice	Eixo X m/s ²	Eixo Y m/s ²	Eixo Z m/s ²	SUM m/s ²	Descrição das Fontes
			Amp	0,011	0,008	0,026	0,025	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,003	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
02A-5m	11/03/14	22:21:29	Amáx	0,003	0,003	0,004	0,005	Trânsito de veículos
			Amp	0,009	0,008	0,014	0,015	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
03A-5m	11/03/14	22:51:42	Amáx	0,004	0,004	0,009	0,010	Trânsito de veículos
			Amp	0,013	0,008	0,032	0,034	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
04A-5m	12/03/14	22:07:15	Amáx	0,003	0,003	0,007	0,008	Trânsito de veículos
			Amp	0,008	0,007	0,020	0,021	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
05-5m	12/03/14	22:38:10	Amáx	0,003	0,003	0,004	0,004	Trânsito de veículos
			Amp	0,007	0,008	0,011	0,010	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
06A-5m	12/03/14	23:45:45	Amáx	0,003	0,004	0,004	0,005	Trânsito de veículos
			Amp	0,008	0,007	0,012	0,011	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
07-5m	13/03/14	00:52:14	Amáx	0,003	0,003	0,003	0,004	Trânsito de veículos
			Amp	0,007	0,007	0,011	0,010	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
08-5m	13/03/14	01:02:58	Amáx	0,003	0,004	0,005	0,006	Trânsito de veículos
			Amp	0,007	0,008	0,013	0,013	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
09A-5m	13/03/14	01:56:44	Amáx	0,003	0,003	0,005	0,005	Trânsito de veículos
			Amp	0,007	0,007	0,015	0,015	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
10-5m	13/03/14	02:14:14	Amáx	0,004	0,003	0,010	0,010	Trânsito de veículos
			Amp	0,012	0,007	0,040	0,021	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
11-5m	13/03/14	02:45:52	Amáx	0,005	0,005	0,010	0,012	Trânsito de veículos
			Amp	0,017	0,014	0,029	0,032	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
12-5m	13/03/14	03:22:26	Amáx	0,003	0,003	0,004	0,005	Trânsito de veículos

Ponto	Data	Horário	Índice	Eixo X m/s ²	Eixo Y m/s ²	Eixo Z m/s ²	SUM m/s ²	Descrição das Fontes
			Amp	0,008	0,009	0,012	0,013	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
12-10m	13/03/14	03:48:49	Amáx	0,003	0,006	0,008	0,010	Trânsito de veículos
			Amp	0,008	0,011	0,021	0,021	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
12-12m	13/03/14	04:17:51	Amáx	0,003	0,003	0,005	0,005	Trânsito de veículos
			Amp	0,007	0,008	0,014	0,014	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
13-5m	13/03/14	05:00:37	Amáx	0,003	0,003	0,004	0,005	Trânsito de veículos
			Amp	0,009	0,007	0,015	0,016	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
13-10m	30/12/99	00:00:00	Amáx	0,003	0,004	0,007	0,008	Trânsito de veículos
			Amp	0,009	0,009	0,020	0,020	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
13-12m	13/03/14	05:41:53	Amáx	0,003	0,003	0,004	0,006	Trânsito de veículos
			Amp	0,011	0,010	0,019	0,020	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
14-5m	13/03/14	22:54:45	Amáx	0,003	0,003	0,004	0,005	Trânsito de veículos
			Amp	0,011	0,009	0,011	0,012	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
15-5m	13/03/14	22:39:00	Amáx	0,003	0,003	0,004	0,006	Trânsito de veículos
			Amp	0,012	0,014	0,016	0,020	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,003	0,004	
16-5m	13/03/14	22:22:00	Amáx	0,005	0,004	0,012	0,013	Trânsito de veículos
			Amp	0,013	0,010	0,038	0,038	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,003	0,004	
17-5m	13/03/14	23:12:56	Amáx	0,004	0,004	0,011	0,012	Trânsito de veículos
			Amp	0,012	0,012	0,035	0,035	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,003	0,004	
18-5m	13/03/14	23:50:43	Amáx	0,007	0,007	0,024	0,025	Trânsito de veículos
			Amp	0,019	0,016	0,051	0,051	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
19-5m	14/03/14	00:17:13	Amáx	0,003	0,007	0,004	0,008	Trânsito de veículos

Ponto	Data	Horário	Índice	Eixo X m/s ²	Eixo Y m/s ²	Eixo Z m/s ²	SUM m/s ²	Descrição das Fontes
			Amp	0,007	0,010	0,009	0,011	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
20-5m	14/03/14	00:51:30	Amáx	0,003	0,004	0,005	0,006	Trânsito de veículos
			Amp	0,009	0,010	0,020	0,020	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
21A-5m	14/03/14	02:36:30	Amáx	0,003	0,003	0,006	0,006	Trânsito de veículos
			Amp	0,009	0,008	0,023	0,023	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
22-5m	14/03/14	02:20:04	Amáx	0,003	0,003	0,007	0,008	Trânsito de veículos
			Amp	0,011	0,009	0,023	0,023	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
23-5m	14/03/14	02:02:53	Amáx	0,004	0,004	0,008	0,009	Trânsito de veículos
			Amp	0,012	0,012	0,034	0,035	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
24-5m	14/03/14	03:37:26	Amáx	0,004	0,004	0,008	0,010	Trânsito de veículos
			Amp	0,010	0,013	0,022	0,021	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
25-5m	14/03/14	03:20:51	Amáx	0,003	0,006	0,008	0,010	Trânsito de veículos
			Amp	0,010	0,016	0,022	0,024	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
26-5m	14/03/14	03:04:32	Amáx	0,003	0,003	0,004	0,005	Trânsito de veículos
			Amp	0,006	0,007	0,012	0,013	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
27-5m	14/03/14	05:04:33	Amáx	0,004	0,003	0,007	0,008	Trânsito de veículos
			Amp	0,015	0,007	0,023	0,022	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
28-5m	14/03/14	04:48:38	Amáx	0,003	0,002	0,005	0,005	Trânsito de veículos
			Amp	0,006	0,007	0,014	0,014	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
29A-5m	14/03/14	04:32:45	Amáx	0,007	0,004	0,013	0,015	Trânsito de veículos
			Amp	0,021	0,012	0,038	0,042	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
30-5m	14/03/14	22:00:25	Amáx	0,003	0,003	0,003	0,004	Trânsito de veículos

Ponto	Data	Horário	Índice	Eixo X m/s ²	Eixo Y m/s ²	Eixo Z m/s ²	SUM m/s ²	Descrição das Fontes
			Amp	0,006	0,007	0,014	0,013	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
31-5m	14/03/14	22:32:08	Amáx	0,003	0,003	0,004	0,004	Trânsito de veículos
			Amp	0,007	0,007	0,010	0,009	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
32-5m	14/03/14	23:19:36	Amáx	0,003	0,003	0,003	0,004	Trânsito de veículos
			Amp	0,007	0,006	0,009	0,009	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
33-5m	14/03/14	23:03:38	Amáx	0,003	0,003	0,003	0,004	Trânsito de veículos
			Amp	0,006	0,007	0,008	0,007	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
34-5m	14/03/14	23:46:48	Amáx	0,003	0,003	0,003	0,004	Trânsito de veículos
			Amp	0,006	0,008	0,009	0,008	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	
35-5m	15/03/14	00:13:22	Amáx	0,003	0,003	0,003	0,004	Trânsito de veículos
			Amp	0,006	0,006	0,008	0,008	
			Amin	0,001	0,001	0,001	0,002	
			Aeq	0,002	0,002	0,002	0,003	

6.1.8.5.6. 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 62 extraída da norma, reproduz as indicações aproximadas de reações prováveis as várias magnitudes para conforto de valores totais da vibração no transporte público

Tabela 62 - 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.

6.1.8.5.7. 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 63 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 63 - 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
01-5m	0,315	0,004	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
02-5m	0,315	0,004	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
03-5m	0,315	0,005	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
04-5m	0,315	0,005	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
05-5m	0,315	0,007	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
05-10m	0,315	*****	*****	0,003	Não Desconfortável
05-12m	0,315	*****	*****	*****	*****
06-5m	0,315	0,004	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
07-5m	0,315	0,006	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
08-5m	0,315	0,003	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
08-10m	0,315	*****	*****	0,003	Não Desconfortável
08-12m	0,315	*****	*****	*****	*****
09-5m	0,315	0,004	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
10-5m	0,315	0,005	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
11-5m	0,315	0,006	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
11-10m	0,315	*****	*****	0,003	Não Desconfortável
11-12m	0,315	*****	*****	0,003	Não Desconfortável
12-5m	0,315	0,003	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
12-10m	0,315	0,003	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
12-12m	0,315	0,004	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável

Ponto	Limite de conforto (m/s ²)	Aeq (m/s ²) Diurno	Condição Diurna	Aeq (m/s ²) Noturno	Condição Noturna
13-5m	0,315	0,006	Não Desconfortável	0,004	Não Desconfortável
13-10m	0,315	0,006	Não Desconfortável	0,004	Não Desconfortável
13-12m	0,315	0,005	Não Desconfortável	0,004	Não Desconfortável
14-5m	0,315	0,003	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
15-5m	0,315	0,004	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
16-5m	0,315	0,005	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
17-5m	0,315	0,004	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
18-5m	0,315	0,005	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
18-10m	0,315	*****	*****	0,003	Não Desconfortável
18-12m	0,315	*****	*****	0,003	Não Desconfortável
19-5m	0,315	0,004	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
20-5m	0,315	0,004	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
21-5m	0,315	0,003	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
22-5m	0,315	0,004	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
23-5m	0,315	0,004	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
24-5m	0,315	0,003	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
25-5m	0,315	0,006	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
26-5m	0,315	0,006	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
27-5m	0,315	0,003	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
28-5m	0,315	0,005	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
29-5m	0,315	0,004	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
30-5m	0,315	0,004	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
31-5m	0,315	0,004	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
32-5m	0,315	0,004	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
33-5m	0,315	0,003	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
34-5m	0,315	0,004	Não Desconfortável	0,003	Não Desconfortável
35-5m	0,315	0,005	Não Desconfortável	0,004	Não Desconfortável

A Tabela 64 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 64- Avaliação da vibração de pico no eixo vertical nos períodos diurno e noturno.

Ponto	Percepção Humana	Pico no eixo vertical	Condição Diurna	Pico no eixo vertical	Condição
-------	------------------	-----------------------	-----------------	-----------------------	----------

	(m/s ²)	(m/s ²) Diurno		(m/s ²) Noturno	Noturno
01-5m	0,015	0,044	Acima da sensibilidade	0,014	Abaixo da sensibilidade
02-5m	0,015	0,045	Acima da sensibilidade	0,032	Acima da sensibilidade
03-5m	0,015	0,047	Acima da sensibilidade	0,020	Acima da sensibilidade
04-5m	0,015	0,046	Acima da sensibilidade	0,011	Abaixo da sensibilidade
05-5m	0,015	0,046	Acima da sensibilidade	0,012	Abaixo da sensibilidade
05-10m	0,015	*****	*****	0,011	Abaixo da sensibilidade
05-12m	0,015	*****	*****	*****	*****
06-5m	0,015	0,017	Acima da sensibilidade	0,013	Abaixo da sensibilidade
07-5m	0,015	0,042	Acima da sensibilidade	0,015	Acima da sensibilidade
08-5m	0,015	0,012	Abaixo da sensibilidade	0,040	Acima da sensibilidade
08-10m	0,015	*****	*****	0,029	Acima da sensibilidade
08-12m	0,015	*****	*****	*****	*****
09-5m	0,015	0,022	Acima da sensibilidade	0,012	Abaixo da sensibilidade
10-5m	0,015	0,011	Abaixo da sensibilidade	0,021	Acima da sensibilidade
11-5m	0,015	0,043	Acima da sensibilidade	0,014	Abaixo da sensibilidade
11-10m	0,015	*****	*****	0,015	Acima da sensibilidade
11-12m	0,015	*****	*****	0,020	Acima da sensibilidade
12-5m	0,015	0,027	Acima da sensibilidade	0,019	Acima da sensibilidade
12-10m	0,015	0,027	Acima da sensibilidade	0,011	Abaixo da sensibilidade
12-12m	0,015	0,026	Acima da sensibilidade	0,016	Acima da sensibilidade
13-5m	0,015	0,109	Acima da sensibilidade	0,038	Acima da sensibilidade
13-10m	0,015	0,077	Acima da sensibilidade	0,035	Acima da sensibilidade
13-12m	0,015	0,046	Acima da sensibilidade	0,051	Acima da sensibilidade
14-5m	0,015	0,011	Abaixo da sensibilidade	0,009	Abaixo da sensibilidade
15-5m	0,015	0,023	Acima da sensibilidade	0,020	Acima da sensibilidade
16-5m	0,015	0,023	Acima da sensibilidade	0,023	Acima da sensibilidade
17-5m	0,015	0,016	Acima da sensibilidade	0,023	Acima da sensibilidade
18-5m	0,015	0,026	Acima da sensibilidade	0,034	Acima da sensibilidade
18-10m	0,015	*****	*****	0,022	Acima da sensibilidade

18-12m	0,015	*****	*****	0,022	Acima da sensibilidade
19-5m	0,015	0,020	Acima da sensibilidade	0,012	Abaixo da sensibilidade
20-5m	0,015	0,028	Acima da sensibilidade	0,023	Acima da sensibilidade
21-5m	0,015	0,019	Acima da sensibilidade	0,014	Abaixo da sensibilidade
22-5m	0,015	0,017	Acima da sensibilidade	0,038	Acima da sensibilidade
23-5m	0,015	0,024	Acima da sensibilidade	0,014	Abaixo da sensibilidade
24-5m	0,015	0,015	Acima da sensibilidade	0,010	Abaixo da sensibilidade
25-5m	0,015	0,034	Acima da sensibilidade	0,009	Abaixo da sensibilidade
26-5m	0,015	0,027	Acima da sensibilidade	0,008	Abaixo da sensibilidade
27-5m	0,015	0,016	Acima da sensibilidade	0,009	Abaixo da sensibilidade
28-5m	0,015	0,010	Abaixo da sensibilidade	0,008	Abaixo da sensibilidade
29-5m	0,015	0,011	Abaixo da sensibilidade	0,007	Abaixo da sensibilidade
30-5m	0,015	0,013	Abaixo da sensibilidade	0,008	Abaixo da sensibilidade
31-5m	0,015	0,010	Abaixo da sensibilidade	0,008	Abaixo da sensibilidade
32-5m	0,015	0,024	Acima da sensibilidade	0,007	Abaixo da sensibilidade
33-5m	0,015	0,023	Acima da sensibilidade	0,008	Abaixo da sensibilidade
34-5m	0,015	0,010	Abaixo da sensibilidade	0,011	Abaixo da sensibilidade
35-5m	0,015	0,095	Acima da sensibilidade	0,026	Acima da sensibilidade

6.1.8.5.8. 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 e nascentes.

Anexo III – Mapas de áreas hidrologicamente sensíveis.

Anexo IV – Fotos dos pontos de coleta.

Anexo V – Fichas de campo.

Anexo VI – Laudos de Análise de Qualidade de Águas.

Anexo VII – Memória de cálculo IQA.

Anexo VIII – Mapas de Geomorfologia.

Anexo IX – Mapas de Geologia.

Anexo X – Mapas Hidrogeologia.

Anexo XI – Mapas de Solos.

Anexo XII - Fotos do campo de Ruídos e Vibrações.

Anexo XIII – Mapa com os pontos de localização dos pontos de medição de ruídos e vibrações.

Anexo XIV – Mapa Títulos Minerários.

Anexo XV – Mapas de Cavidades Naturais

Anexo XVI – Mapas dos Mananciais de Abastecimento Público