

Sumário

5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	1
5.1 MEIO FÍSICO	1
5.1.1 <i>Clima</i>	1
5.1.1.1 Metodologia	1
5.1.1.2 Tipo climático.....	3
5.1.1.3 Temperatura	9
5.1.1.4 Evaporação	14
5.1.1.5 Umidade	16
5.1.1.6 Insolação	17
5.1.1.7 Nebulosidade.....	18
5.1.1.8 Ventos.....	20
5.1.2 <i>Geomorfologia</i>	23
5.1.2.1 Metodologia	23
5.1.2.2 Unidades Geomorfológicas	24
5.1.2.2.1 Domínio Montanhoso (R4c).....	24
5.1.2.2.2 Domínio de Morros Baixos e Serras Baixas (R4b)	24
5.1.2.2.3 Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos (R4a2)	25
5.1.2.2.4 Planícies Fluviais ou Flúvio-Lacustres (R1a)	25
5.1.2.3 Geomorfometria - Análise dos Processos Erosivos Superficiais	25
5.1.2.3.1 Metodologia	25
5.1.2.3.2 Declividade do Terreno	26
5.1.2.3.3 Curvatura Vertical.....	27
5.1.2.3.4 Erodibilidade do Solo.....	28
5.1.2.3.5 Suscetibilidade dos Solos à Erosão	28
5.1.2.3.6 Resultados.....	29
5.1.3 <i>Geologia e Geotecnia</i>	34
5.1.3.1 Metodologia	34
5.1.3.2 Geologia	35
5.1.3.2.1 Província ou Cráton São Francisco.....	36
5.1.3.2.2 Província Mantiqueira – Cinturão Orogênico Araçuaí.....	38
5.1.3.2.3 Formações Superficiais Cenozóicas	46
5.1.3.3 Geologia Estrutural.....	46
5.1.3.4 Características Geotécnicas.....	47
5.1.3.4.1 Relevo.....	48
5.1.3.4.2 Tipos de Terrenos	49
5.1.3.4.3 Principais Problemas Geológico-Geotécnicos	50
5.1.3.5 Jazidas de Material de Empréstimo	51
5.1.3.6 Áreas de Bota Fora	54
5.1.3.7 Áreas com Direito de Lavra ou Pesquisa Mineral	55

5.1.4	Solos.....	57
5.1.4.1	Metodologia	57
5.1.4.2	Classificação dos Solos.....	57
5.1.4.3	Resultados.....	58
5.1.4.3.1	Pedologia.....	58
5.1.4.3.2	Classificação Pedológica.....	61
5.1.4.3.3	Suscetibilidade à Erosão	62
5.1.4.3.4	Capacidade de Uso das Terras.....	63
5.1.4.3.5	Processos Erosivos na Área de Estudo	64
5.1.5	Espeleologia	81
5.1.5.1	Objetivos.....	82
5.1.5.2	Marco Legal	82
5.1.5.3	Área de prospecção espeleológica	84
5.1.5.4	Metodologia	84
5.1.5.4.1	Atividades em gabinete	85
5.1.5.4.2	Atividades em Campo	85
5.1.5.4.3	Avaliação do Potencial Espeleológico.....	87
5.1.5.5	Resultados.....	88
5.1.5.5.1	Avaliação do Potencial Espeleológico.....	88
5.1.5.5.2	Esforço Prospectivo.....	95
5.1.5.6	Conclusões	96
5.1.6	Recursos Hídricos	97
5.1.6.1	Regime Hidrológico da Bacia	97
5.1.6.1.1	Rede Hidrográfica.....	97
5.1.6.1.2	Recursos Hídricos Superficiais	98
5.1.6.1.3	Recursos Hídricos Subterrâneos	117
5.1.6.2	Nascentes e Vulnerabilidades	121
5.1.6.2.1	Nascentes.....	121
5.1.6.2.2	Susceptibilidade Erosiva	122
5.1.6.2.3	Vulnerabilidades a Inundações	125
5.1.6.3	Qualidade da Água.....	128
5.1.6.3.1	Pontos de Monitoramento	128
5.1.6.3.2	Resultados Obtidos	130
5.1.6.3.3	Registro Fotográfico	142
5.1.6.4	Principais Usos e Mananciais na Bacia	144
5.1.7	Qualidade do Ar.....	147
5.1.7.1	Resultados do Monitoramento na RMBH de 2001 a 2011.....	148
5.1.7.1.1	Partículas inaláveis - MP10.....	148
5.1.7.1.2	Dióxido de Enxofre - SO2.....	148
5.1.7.1.3	Dióxido de Nitrogênio – NO2.....	149
5.1.7.1.4	Monóxido de Carbono - CO.....	149

5.1.7.1.5	Ozônio - O3	149
5.1.7.1.6	Resultados do monitoramento na RMBH em 2014.....	149
5.1.7.2	Duplicação da BR-262/MG e Implicações Sobre a Qualidade do AR nos Municípios.....	150
5.1.8	<i>Ruído</i>	151
5.1.8.1	Metodologia Utilizada	152
5.1.8.2	Equipamentos Utilizados para Medição de Ruídos	153
5.1.8.3	Pontos de Medição	154
5.1.8.4	Resultados Obtidos	157
5.1.8.4.1	Ponto 01 – Município de Pequiá/ES.....	157
5.1.8.4.2	Ponto 02 – Município de Martins Soares/MG.....	158
5.1.8.4.3	Ponto 03 – Município de Reduto/MG	159
5.1.8.4.4	Pontos 04, 05, 06, 07, 08 e 09 – Município de Manhuaçu/MG	160
5.1.8.4.5	Ponto 10 – Distrito de Realeza – Manhuaçu/MG	168
5.1.8.4.6	Ponto 11 e 12 – Distrito de Santo Amaro de Minas – Manhuaçu/MG ..	169
5.1.8.4.7	Ponto 13 e 14 – Município de Abre Campo/MG.....	171
5.1.8.4.8	Ponto 15 e 16 – Município de Rio Casca/MG	173
5.1.8.4.9	Ponto 17 – Distrito de Vargem Linda – São Domingos do Prata/MG ..	176
5.1.8.5	Resumo das Medições Realizadas	176
5.1.8.6	Possíveis Interferências do Projeto Sobre as Comunidades	179
5.1.8.6.1	Atividades Realizadas na Abertura de Caminhos de Serviço.....	179
5.1.8.6.2	.Atividades Realizadas nos Desmontes de Rocha, Caixas de Empréstimo e Pedreiras.....	179
5.1.8.6.3	Atividades Realizadas nas Operações de Terraplenagem	179
5.1.8.6.4	Equipamentos.....	180
5.1.8.7	Considerações Finais	181

INDICE DE FIGURA

Figura 5.1 - Localização das estações climatológicas (verde) do INMET consideradas representativas à área do estudo	2
Figura 5.2 - Localização das estações pluviométricas (verde) do HIDRO da ANA consideradas representativas a área do empreendimento	3
Figura 5.3 - Classificação climática segundo Koppen, UPGRH interceptadas pela rodovia BR-262/MG.	5
Figura 5.4 - Precipitação média acumulada anual da área de estudo.....	6
Figura 5.5 - Precipitação média acumulada no período Seco (abril a setembro) da área do estudo. ...	6
Figura 5.6 - Precipitação média acumulada no período úmido (outubro a março) da área do Estudo. .	7
Figura 5.7 - Número de dias com chuva anual da área do estudo.	7
Figura 5.8 - Temperatura mínima anual da área de estudo.	10
Figura 5.9 - Temperatura média anual da área de estudo.	10
Figura 5.10 - Temperatura máxima anual da área de estudo.....	11
Figura 5.11 - Dados termopluiométricos da estação climatológica 83289.	12
Figura 5.12 - Dados termopluiométricos da estação climatológica 83595.	12
Figura 5.13 - Dados termopluiométricos da estação climatológica 83592.	12
Figura 5.14 - Dados termopluiométricos da estação climatológica 83642.	13
Figura 5.15 - Dados termopluiométricos da estação climatológica 83639.	13
Figura 5.16 - Dados termopluiométricos da estação climatológica 83689.	13
Figura 5.17 - Evaporação de piche da área de estudo.	15
Figura 5.18 - Umidade relativa anual da área de estudo.	16
Figura 5.19 - Insolação Anual da área de estudo.	18
Figura 5.20 - Nebulosidade média anual da área do estudo.	19
Figura 5.21 - Velocidade média anual do vento na área de estudo.	21
Figura 5.22 - Velocidade máxima anual do vento da área do estudo.....	22
Figura 5.23 - Feições geomorfológicas do Domínio Montanhoso. Pode-se perceber grandes serras nesse domínio. Coordenadas: A) -20° 16' 34,89900" e -41° 46' 44,65400"; B) -20° 16' 09,82200" e -41° 46' 39,21000".	30
Figura 5.24 - Feições geomorfológicas do Domínio Montanhoso. Pode-se perceber grandes serras nesse domínio. Coordenadas: C) -20° 14' 50,94800" e -41° 55' 36,58200"; D) -20° 14' 24,01400" e -41° 58' 05,80900"	30
Figura 5.25 - Feições geomorfológicas dos domínios de Morros e de Serras Baixas (A a D) e Colinas Dissecadas e Morros Baixos (E a H). Coordenadas: A) -20° 15' 45,10800" e -42° 10' 08,97800"; B) -20° 19' 41,25900" e -42° 20' 48,26300"; C) -20° 16' 51,96100" e -42° 33' 49,07500"; D) -20° 15' 55,22600" e -42° 35' 28,30900"; E, F e G) -20° 12' 35,62900" e -42° 39' 40,67000"; H) -20° 15' 19,69800" e -42° 35' 58,36200".	31
Figura 5.26 - Rio doce, representante da unidade geomorfológica Planícies Fluviais ou Flúvio-lacustres, sendo bordejada por morros do Domínio Morros Baixos e Serras Baixas. Coordenadas: -20° 03' 54,20600" e -42° 43' 05,98200".	32
Figura 5.27 - Afloramento de xisto, ao longo da BR-262/MG, dentro da unidade geológica Supergrupo Rio das Velhas. Em A, B e D, afloramento de corte de estrada evidenciando seus planos de xistosidade; em C, veio de composição quartzosa, contendo muita granada, alojado alojado entre os planos de xistosidade. Coordenadas: -19° 55' 35,24800" e -42° 58' 57,89300".	37
Figura 5.28: Afloramentos de biotita gnaiss, ao longo da BR-262/MG, dentro da unidade geológica Complexo Mantiqueira. Em A e B, afloramento de corte de estrada evidenciando o bandamento gnáissico da rocha. Em C e D, bandamento gnáissico, contendo bandas claras (félsicas) e bandas escuras (máficas), levemente dobradas, devido a tectônica dúctil a que essa rocha foi submetida.	

Coordenadas: A) -19° 57' 28,47000" e -42° 53' 44,40000"; B) -19° 54' 19,87200" e -43° 01' 44,39000"; C) -19° 54' 19,87200" e -43° 01' 44,39000"; D) -19° 53' 01,36200" e -43° 03' 39,60700"..... 39

Figura 5.29: Afloramentos de gnaiss de composição enderbítica, ao longo da BR-262/MG, dentro da unidade geológica Complexo Juiz de Fora. Em A, afloramento de corte de estrada; em B, afloramento de corte de estrada evidenciando a direção da foliação da rocha. Em C e D, bandamento gnáissico, contendo bandas claras (félsicas) e bandas escuras (máficas), levemente dobradas em D, devido a tectônica dúctil a que essa rocha foi submetida. Coordenadas: A) -20° 14' 43,69800" e -42° 08' 25,20800"; B) -20° 17' 34,23300" e -42° 13' 39,67900"; C) -20° 19' 41,25900" e -42° 20' 48,26300"; D) -20° 17' 13,46900" e -42° 32' 19,95100"..... 41

Figura 5.30: Afloramentos de gnaiss bandado, ao longo da BR-262/MG, dentro da unidade geológica Complexo Paraíba do Sul. Em A e D, afloramentos de corte de estrada; em B, afloramento de corte de estrada evidenciando a direção da foliação da rocha; em C, blocos rolados de rochas dessa unidade. Coordenadas: A e B) -20° 14' 24,01400" e -41° 58' 05,80900"; C e D) -20° 20' 09,66300" e -42° 22' 33,69400"..... 42

Figura 5.31: Afloramentos de gnaiss, ao longo da BR-262/MG, dentro da unidade geológica Complexo Procrane. Em A, C e D, afloramentos de corte de estrada; em B, afloramento de corte de estrada evidenciando a direção da foliação da rocha. Coordenadas: A) -20° 15' 50,73300" e -41° 46' 34,88900"; B) -20° 15' 26,69400" e -41° 46' 46,43100"; C) -20° 15' 18,51900" e -41° 48' 21,53700"; D) -20° 14' 50,94800" e -41° 55' 36,58200"..... 43

Figura 5.32: Afloramentos de gnaiss bandado, ao longo da BR-262/MG, dentro da unidade geológica Complexo Piedade. Em A, afloramento de corte de estrada; em B, afloramento de corte de estrada evidenciando a direção da foliação da rocha, bem como as bandas félsicas e máficas, bem definidas; em C, bandamento gnáissico, contendo bandas claras (félsicas) e bandas escuras (máficas) dobradas, devido a tectônica dúctil a que essa rocha foi submetida; em D, dobra no gnaiss, devido a tectônica dúctil a que essa rocha foi submetida. Coordenadas: A) -20° 12' 35,62900" e -42° 39' 40,67000"; B) -20° 11' 56,03000" e -42° 40' 50,47200"; C) -20° 03' 54,20600" e -42° 43' 05,98200"; D) -20° 03' 04,53300" e -42° 43' 21,40500"..... 44

Figura 5.33: Afloramentos de gnaiss bandado, ao longo da BR-262/MG, dentro da unidade geológica Tonalito Bom Jesus do Galho. Coordenadas: A e B) -20° 19' 59,54600" e -42° 26' 21,85300"..... 45

Figura 5.34: Afloramentos de gnaiss bandado, ao longo da BR-262/MG, dentro da unidade geológica Tonalito Bom Jesus do Galho. Coordenadas: C e D) -20° 17' 25,35600" e -42° 29' 37,90700"..... 45

Figura 5.35 - Perfis de latossolos vermelho-amarelo distróficos mapeados ao longo da BR-262/MG, trecho em estudo. Em A e B, perfil de latossolo do tipo LVA9. Coordenadas: A) -20° 15' 00,11600" e -41° 54' 43,88000"; B) -20° 14' 44,44900" e -41° 57' 20,47200"..... 58

Figura 5.36 - Perfis de latossolos vermelho-amarelo distróficos mapeados ao longo da BR-262/MG, trecho em estudo. Em C, perfil de latossolo do tipo LVA9; em D, perfil de latossolo do tipo LVA19. Coordenadas: C) -20° 14' 55,44000" e -42° 07' 46,23800"; D) -19° 57' 40,09700" e -42° 55' 16,38000"..... 59

Figura 5.37: Perfis de latossolos vermelho distróficos mapeados ao longo da BR-262/MG, trecho em estudo. Em A e B, perfil de latossolo do tipo LV25, onde pode-se ver, no perfil B, a linha de pedra que divide os horizontes A e B (seta). Coordenadas: A) -20° 15' 55,22600" e -42° 35' 28,30900"; B) -20° 15' 19,69800" e -42° 35' 58,36200"..... 59

Figura 5.38 - Perfis de argissolos vermelho eutróficos mapeados ao longo da BR-262/MG, trecho em estudo. Em A, B, C e D, perfil de argissolo do tipo PV20, onde pode-se ver, nos perfis B, C e D a associação dos argissolos vermelho eutróficos com os argissolos vermelho-amarelo eutróficos, marcado pela coloração vermelho-amarelada do solo. Coordenadas: A) -20° 17' 28,71100" e -42° 30' 39,25400"; B) -20° 16' 51,96100" e -42° 33' 49,07500"; C) -20° 09' 03,67900" e -42° 41' 42,62000"; D) -20° 03' 54,20600" e -42° 43' 05,98200"..... 60

Figura 5.39 - Perfis de cambissolos háplicos argila de atividades baixas distróficos mapeados ao longo da BR-262/MG, trecho em estudo. Em A e B, perfil de cambissolo do tipo CX3. Coordenadas: A) -20° 15' 50,73300" e -41° 46' 34,88900"; B) -20° 15' 05,90000" e -41° 49' 49,63100"..... 61

Figura 5.40: Processos de erosão por ravinamento em vários cortes dentro da Área de Estudo, englobando diversas unidades geológicas, pedológicas e os três domínios geomorfológicos. Coordenadas: A) -20° 15' 27,40200" e -42° 00' 46,98100"; B) -20° 15' 47,39900" e -42° 10' 42,82000"; C) -20° 16' 58,73500" e -42° 12' 13,03000"; D) -20° 17' 34,23300" e -42° 13' 39,67900"; E) -20° 18' 04,74500" e -42° 28' 17,11100"; F) -20° 17' 28,71100" e -42° 30' 39,25400"..... 64

Figura 5.41: Processos de erosão por ravinamento em vários cortes dentro da Área de Estudo, englobando diversas unidades geológicas, pedológicas e os três domínios geomorfológicos. Coordenadas: G) -20° 17' 06,98300" e -42° 31' 47,88000"; H) -20° 16' 51,96100" e -42° 33' 49,07500"; I) -20° 16' 09,57700" e -42° 34' 18,70300"; J) -19° 56' 27,91000" e -42° 57' 00,72400". 65

Figura 5.42: Processos erosivos do tipo movimentos de massa em perfis de corte de estrada ao longo da Área de Estudo, englobando diversas unidades geológicas, pedológicas e os quatro domínios geomorfológicos. Coordenadas: A) -20° 16' 09,82200" e -41° 46' 39,21000"; B) -20° 15' 38,72000" e -41° 52' 42,34200". 65

Figura 5.43: Processos erosivos do tipo movimentos de massa em perfis de corte de estrada ao longo da Área de Estudo, englobando diversas unidades geológicas, pedológicas e os quatro domínios geomorfológicos. Coordenadas: C) -20° 15' 00,11600" e -41° 54' 43,88000"; D) -20° 19' 43,16900" e -42° 28' 22,07200"; E) -20° 14' 32,97000" e -42° 36' 27,83300"; F) -20° 07' 58,57800" e -42° 41' 37,37000"; G) -20° 03' 54,20600" e -42° 43' 05,98200"; H) -19° 55' 42,58200" e -42° 58' 20,00000". 66

Figura 5.44: Processos erosivos do tipo movimentos de massa e de blocos em perfis de corte de estrada ao longo da Área em Estudo, englobando diversas unidades geológicas, pedológicas e os quatro domínios geomorfológicos. Coordenadas: A) -20° 15' 18,51900" e -41° 48' 21,53700"; B) -20° 14' 44,44900" e -41° 57' 20,47200"; C) -20° 17' 34,23300" e -42° 13' 39,67900"; D) -20° 19' 41,25900" e -42° 20' 48,26300"; E) -20° 03' 54,20600" e -42° 43' 05,98200"; F) -20° 02' 21,48200" e -42° 43' 53,45200". 67

Figura 5.45: A) Veículo utilizado no deslocamento das equipes. B) Serviço de prospecção espeleológica..... 87

Figura 5.46: Mina abandonada em João Monlevade. A) Disposição da entrada da mina próxima a uma estrada vicinal à BR-262/MG. Ao fundo, em destaque, ponte da BR-262/MG. B) Vista interna de seu único conduto. 93

Figura 5.47: A) Aspecto externo da feição rochosa. B) Vista do espaço formado entre o paredão rochoso e o bloco abatido, na base da cachoeira. 94

Figura 5.48: A) Em destaque, exposição rochosa no topo do morro, onde se encontra o abrigo. B) Vista das reentrâncias do referido abrigo. Luva utilizada como escala. 94

Figura 5.49: Localização das estações Fluviométricas na área do estudo. 99

Figura 5.50: Vazão Específica Média de Longo Termo na área de estudo..... 101

Figura 5.51: Vazão Específica Relativa a Q95 na área de estudo. 101

Figura 5.52: Vazão Específica Relativa a Q7,10 na área de estudo. 102

Figura 5.53: Cruzamento do Rio José Pedro entre o km 0 e o km 1 da BR262 do estudo dentro do município de Martin Soares..... 107

Figura 5.54: Cruzamento do Ribeirão Pouso Alegre entre o km 15 e o km 16 da BR262 do estudo dentro do município de Martin Soares..... 107

Figura 5.55: Cruzamento do Ribeirão Jequitibá entre o km 26 e o km 27 da BR262 no estudo dentro do município de Reduto. 107

Figura 5.56: Cruzamento do Rio Manhuaçu entre o km 38 e o km 39 da BR262 no estudo dentro do município de Manhuaçu. 107

Figura 5.57: Cruzamento do Rio Manhuaçu entre o km 44 e o km 45 da BR262 no estudo dentro do município de Manhuaçu. 108

Figura 5.58: Cruzamento do Ribeirão da Cabeluda entre o km 56 e o km 57 da BR262 no estudo dentro do município de Manhuaçu. 108

Figura 5.59: Cruzamento do Córrego Gambá entre o km 69 e o km 70 da BR262 no estudo dentro do município de Matipó. 108

Figura 5.60: Cruzamento do Rio Santa Margarida entre o km 73 e o km 74 da BR262 no estudo dentro do município de Matipó. 108

Figura 5.61: Cruzamento do Rio Matipó entre o km 79 e o km 80 da BR262 no estudo dentro do município de Matipó. 109

Figura 5.62: Cruzamento do Córrego Quintão entre o km 81 e o km 82 da BR262 no estudo dentro do município de Matipó. 109

Figura 5.63: Cruzamento do Rio Santana entre o km 96 e o km 97 da BR262 no estudo dentro do município de Abre Campo.....	109
Figura 5.64: Cruzamento do Rio Casca entre o km 120 e o km 121 da BR262 no estudo dentro do município de Rio Casca.	109
Figura 5.65: Cruzamento do Córrego do Serrote entre o km 142 e o km 143 da BR262 no estudo dentro do município de Rio Casca.	110
Figura 5.66: Cruzamento do Rio Doce entre o km 147 e o km 148 da BR262 no estudo dentro do município de São Domingos do Prata.....	110
Figura 5.67: Cruzamento do Ribeirão Santa Rita entre o km 150 e o km 151 da BR262 no estudo dentro do município de São Domingos do Prata.....	110
Figura 5.68: Cruzamento do Ribeirão Santa Rita entre o km 150 e o km 165 da BR262 no estudo dentro do município de São Domingos do Prata.....	110
Figura 5.69: Cruzamento do Rio da Prata entre o km 172 e o km 173 da BR262 no estudo dentro do município de São Domingos do Prata.....	111
Figura 5.70: Cruzamento do Córrego São Nicolau e do Córrego Quaresma entre o km 184 e o km 186 da BR262 no estudo dentro do município de São Domingos do Prata.....	111
Figura 5.71: Cruzamento do Rio Piracicaba entre o km 196 e o km 197 da BR262 no estudo dentro do município de João Monlevade.....	111
Figura 5.72: Poços cadastrados no SIAGAS/IGAM da área do estudo e visualizados por tipo de aquífero.	120
Figura 5.73: Poços cadastrados no SIAGAS/IGAM da área do estudo e categorizados pela vazão específica.....	121
Figura 5.74: Vazões Especifica da área do estudo	121
Figura 5.75: Susceptibilidade erosiva na área do estudo.	123
Figura 5.76: Frequência de ocorrência de eventos críticos de cheia entre 2003 e 2013 na área do estudo	126
Figura 5.77: Classes de grau dos impactos das inundações para um trecho de rio (esquerda) e Chave para determinação da vulnerabilidade a inundações em um trecho de rio (direita).	127
Figura 5.78: Vulnerabilidade a inundações na área do estudo.....	128
Figura 5.95: Curvas médias de variação de qualidade das águas.....	139
Figuras 5.80 e 5.81 – Rio Jequitibá, Jusante (E) e Montante (D), Km 26, UTM 24K 190765 L 7758730 S. O uso e ocupação do solo é composto na sua maioria por de pastagens, com uma pequena parcela próxima a ponte de plantio de bananas. As margens do rios encontram-se erodidas, contudo, o IQA de suas águas é Boa.....	142
Figuras 5.82 e 5.83 – Rio Manhuaçu, Jusante (E) e Montante (D), Km 45, UTM 23K 803300 L 7757025 S. O uso e ocupação do solo é composto na sua montante por vegetação secundária de regeneração, Na sua jusante é composto por pastos e benfeitorias residenciais. Apesar das margens do rio encontrarem-se erodidas, o IQA de suas águas é Boa.	142
Figuras 5.84 e 5.85 – Rio Matipó, Jusante, Km 80, UTM 23K 774470L 7749100 S. O uso e ocupação do solo é composto em sua totalidade por pastos. Apesar das margens do rio encontrarem-se erodidas, o IQA de suas águas é Boa.	142
Figuras 5.86 e 5.87 – Rio Casca, Jusante (E) e Montante (D), Km 120, UTM 23K 745640 L 7762250 S. Perímetro urbano da cidade de Rio Casca. Montante com urbanização consolidada ao entorno do rio, jusante com alguns fragmentos em está médio a avançado de regeneração. A pesar dessa configuração o IQA de suas águas é Boa.....	143
Figuras 5.88 e 5.89 – Rio Doce, Jusante (E) e Montante (D), Km 147, UTM 23K 735880 L 7784800 S. Foto retirada antes do Acidente de Mariana. Uso e cobertura do solo composto de pastagens com fragmentos em estágio médio a avançado de regeneração. Antes do acidente o IQA de suas águas era Boa.	143

Figuras 5.90 e 5.91 – Ribeirão Santa Rita, Jusante (E) e Montante (D), Km 165, UTM 23K 731070 L 7788330 S. Uso e cobertura do solo composto por pastagens e fragmento de vegetação inicial de regeneração. Suas margens encontram-se erodidas, contudo, o IQA de suas águas é Boa.....	143
Figuras 5.92 e 5.93 – Córrego São Nicolau, Jusante (E) e Montante (D), Km 184, UTM 23K 706700 L 7797630 S. Uso e cobertura do solo composto por pastagens e sítios. Ausência de mata ciliar. O IQA de suas águas é Boa.....	144
Figuras 5.94 e 5.95 – Córrego Barroso, Jusante (E) e Montante (D), Km 195, UTM 23K 700380 L 7801950 S. Uso e cobertura do solo composto por extensos fragmentos em estágio avançado de regeneração. Local de amostragem com desabamento parcial da pista de rodagem da rodovia BR-262/MG. O IQA de suas águas é Boa.....	144
Figura 5.96 - Ponto de captação de água para abastecimento da cidade de Abre Campo.	146
Figura 5.97 - Ponto de captação de água para abastecimento público da cidade de Bela Vista de Minas	147
Figura 5.98: Nível de som equivalente contínuo em relação ao nível flutuante de som. Fonte: Fernandes (2005).	152
Figura 5.99 - Medidor de pressão sonora HD2010UC e calibrador HD2020.	153
Figura 5.100: Vista da rodovia BR 262, próximo ao Km 0.	157
Figura 5.101: Medidor de pressão sonora posicionado próximo as residências.	157
Figura 5.102: Vista da comunidade avaliada, medidor de pressão sonora posicionado para a medição dos impactos sonoros sobre a comunidade.....	158
Figura 5.103: Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre a comunidade.	158
Figura 5.104: Vista da comunidade avaliada, medidor de pressão sonora posicionado para a medição dos impactos sonoros sobre a comunidade.....	159
Figura 5.105: Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre a comunidade.	159
Figura 5.106: Vista da comunidade avaliada, medidor de pressão sonora posicionado para a medição dos impactos sonoros sobre a comunidade.....	161
Figura 5.107: Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre a comunidade.	161
Figura 5.108: Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários noturnos sobre a comunidade.	161
Figura 5.109: Vista da comunidade avaliada, medidor de pressão sonora posicionado para a medição dos impactos sonoros sobre a comunidade.....	162
Figura 5.110: Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre a comunidade.....	162
Figura 5.111: Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários noturnos sobre a comunidade.....	162
Figura 5.112: Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários noturnos sobre a comunidade.....	163
Figura 5.113: Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre a comunidade.....	163
Figura 5.114: Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários noturnos sobre a comunidade.....	164
Figura 5.115: Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre a comunidade.....	165
Figura 5.116: Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre a comunidade.....	165
Figura 5.117: Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários noturnos sobre a comunidade.....	165

Figura 5.118: Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários noturnos sobre a comunidade.....	166
Figura 5.119: Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre a comunidade.....	166
Figura 5.120: Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários noturnos sobre a comunidade.....	166
Figura 5.121 - Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários noturnos sobre a comunidade.....	167
Figura 5.122 - Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre a comunidade.....	167
Figura 5.123 - Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários noturnos sobre a comunidade.....	168
Figura 5.124 – Vista da comunidade avaliada, medidor de pressão sonora posicionado para a medição dos impactos sonoros sobre a comunidade.....	169
Figura 5.125 - Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre a comunidade.....	169
Figura 5.126 – Vista da comunidade avaliada, medidor de pressão sonora posicionado para a medição dos impactos sonoros sobre a comunidade.....	170
Figura 5.127 - Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre a comunidade.....	170
Figura 5.128 – Vista da comunidade avaliada, medidor de pressão sonora posicionado para a medição dos impactos sonoros sobre a comunidade.....	170
Figura 5.129 - Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre a comunidade.....	170
Figura 5.130 – Vista da comunidade avaliada, medidor de pressão sonora posicionado para a medição dos impactos sonoros sobre a comunidade.....	171
Figura 5.131 - Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre a comunidade.....	171
Figura 5.132 – Vista do asilo avaliado, medidor de pressão sonora posicionado para a medição dos impactos sonoros sobre o ponto crítico.....	172
Figura 5.133 - Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre o asilo.....	172
Figura 5.134 - Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários noturnos sobre o asilo.....	173
Figura 5.135 – Vista da comunidade avaliada, medidor de pressão sonora posicionado para a medição dos impactos sonoros sobre a comunidade.....	174
Figura 5.136 - Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre a comunidade.....	174
Figura 5.137 - Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários noturnos sobre a comunidade.....	174
Figura 5.138 – Vista do asilo avaliado, medidor de pressão sonora posicionado para a medição dos impactos sonoros sobre o ponto crítico.....	175
Figura 5.139 - Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre o asilo.....	175
Figura 5.140 - Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários noturnos sobre o asilo.....	175
Figura 5.141 – Vista da comunidade avaliada, medidor de pressão sonora posicionado para a medição dos impactos sonoros sobre a comunidade.....	176
Figura 5.142 - Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre a comunidade.....	176

INDICE DE QUADROS

Quadro 5.1 - informações das estações climatológicas do inmet consideradas representativas a área do estudo.....	2
Quadro 5.2: classes de declividade e intervalos de valores percentuais.	26
Quadro 5.3: fatores de erodibilidade de solos, obtidos pelo método do nomograma classes de solos fator k, segundo baptista (1997).....	29
Quadro 5.4 - grau de suscetibilidade à erosão das diferentes classes de solos.	34
Quadro 5.5 - domínios tectono-estruturais e unidades litoestruturais interceptadas pela área em estudo.	36
Quadro 5.6 - tipos de problemas geológico-geotécnicos.....	51
Quadro 5.7 - possíveis áreas de jazidas de material de empréstimo.	51
Quadro 5.8 - possíveis áreas de bota fora	54
Quadro 5.9: tipos de problemas encontrados na área de estudo.	69
Quadro 5.10– cavidades verificadas no esforço prospectivos.....	96
Quadro 5.11 - cursos d'água interceptados pela rodovia	103
Quadro 5.12: vazões dos principais trechos de cursos d'água interceptados pela rodovia.	104
Quadro 5.13: equações de regionalização das principais vazões características das upgrh manhuaçu, piranga e piracicaba	106
Quadro 5.14: informações das estações fluviométricas selecionadas como representativas para o comportamento hidrológico da área diretamente afetada.	112
Quadro 5.15: campanha de amostragem de qualidade de água.....	129
Quadro 5.16: nível critério de avaliação (nca) para ambientes externos, em db(a).	153
Quadro 5.17: descrição dos pontos de amostragens com as suas respectivas coordenadas utm (sirgas2000).....	155
Quadro 5.18: dados levantados em campo para a avaliação de ruído no ponto 01	157
Quadro 5.19: dados levantados em campo para a avaliação de ruído no ponto 02	158
Quadro 5.20: dados levantados em campo para a avaliação de ruído no ponto 03	159
Quadro 5.21: dados levantados em campo para a avaliação de ruído no ponto 04.	160
Quadro 5.22: dados levantados em campo para a avaliação de ruído no ponto 05.	162
Quadro 5.23: dados levantados em campo para a avaliação de ruído no ponto 06.	163
Quadro 5.24: dados levantados em campo para a avaliação de ruído no ponto 07.	165
Quadro 5.25: dados levantados em campo para a avaliação de ruído no ponto 08.	166
Quadro 5.26: dados levantados em campo para a avaliação de ruído no ponto 09.	167
Quadro 5.27: dados levantados em campo para a avaliação de ruído no ponto 10.	168
Quadro 5.28: dados levantados em campo para a avaliação de ruído no ponto 11.	169
Quadro 5.29: dados levantados em campo para a avaliação de ruído no ponto 12.	170
Quadro 5.30: dados levantados em campo para a avaliação de ruído no ponto 13.	171
Quadro 5.31: dados levantados em campo para a avaliação de ruído no ponto 14.	172
Quadro 5.32: dados levantados em campo para a avaliação de ruído no ponto 15.	174
Quadro 5.33: dados levantados em campo para a avaliação de ruído no ponto 16.	175
Quadro 5.34: dados levantados em campo para a avaliação de ruído no ponto 17.	176
Quadro 5.35: resumo das medições realizadas e a sua comparação com o nca tabelado.	177
Quadro 5.36 - estimativa de maquinário empregado para a execução das atividade construtivas ...	180

INDICE DE GRÁFICO

Gráfico 5.1 - Valores médios de precipitação acumulada mensal para 43 estações representativas e com no mínimo 30 anos de dados sem falhas.....	8
Gráfico 5.2 - Valores médios do número de dias com chuva em cada mês para 43 estações representativas e com no mínimo 30 anos de dados sem falhas.....	9
Gráfico 5.3 - Evaporação de Piche Sazonal da 6 estações climatológicas do INMET consideradas representativas.....	15
Gráfico 5.4 - Umidade relativa sazonal da 6 estações climatológicas do INMET consideradas representativas.....	17
Gráfico 5.5 - Insolação sazonal das 6 estações climatológicas do INMET consideradas representativa.....	18
Gráfico 5.6 - Nebulosidade sazonal da 6 estações climatológicas do INMET consideradas representativas.....	20
Gráfico 5.7 - Nebulosidade sazonal da 6 estações climatológicas do INMET consideradas representativas.....	21
Gráfico 5.8 - Velocidade máxima do vento sazonal da 6 estações climatológicas do INMET consideradas representativas.....	23
Gráfico 5.9 - Direção do vento das estações climatológicas consideradas representativas da Área do Estudo.....	23
Gráfico 5.10: Vazões médias mensais das estações fluviométricas selecionadas.....	113
Gráfico 5.11: Vazões médias anuais da estação 56415000.....	113
Gráfico 5.12: Vazões médias anuais da estação 56425000.....	113
Gráfico 5.13: Vazões médias anuais da estação 56460000.....	113
Gráfico 5.14: Vazões médias anuais da estação 56500000.....	113
Gráfico 5.15: Vazões médias anuais da estação 56610000.....	114
Gráfico 5.16: Vazões médias anuais da estação 56960005.....	114
Gráfico 5.17: Curvas de permanência totais e sazonais da estação 56960005.....	115
Gráfico 5.18: Curvas de permanência totais e sazonais da estação 56610000.....	115
Gráfico 5.19: Curvas de permanência totais e sazonais da estação 56425000.....	116
Gráfico 5.20: Curvas de permanência totais e sazonais da estação 56500000.....	116
Gráfico 5.21: Curvas de permanência totais e sazonais da estação 56415000.....	117
Gráfico 5.22: Curvas de permanência totais e sazonais da estação 56460000.....	117
Gráfico 5.23 - Resultados da medição de Condutividade Elétrica.....	132
Gráfico 5.24 - Comparativo dos resultados da medição de Fósforo Total com Valores Máximos Permitidos pela legislação.....	133
Gráfico 5.25 - Resultados da medição de Nitrogênio Total.....	133
Gráfico 5.26 - Resultados da medição de Nitrogênio Total Kjeldahl.....	134
Gráfico 5.27 - Resultados da medição de Amônia.....	134
Gráfico 5.28 - Comparativo dos resultados da medição de Nitrato com Valores Máximos Permitidos pela legislação.....	135
Gráfico 5.29: Comparativo dos resultados da medição de Oxigênio Dissolvido com Valores Máximos Permitidos pela legislação.....	135
Gráfico 5.30: Comparativo dos resultados da medição de pH com Valores Máximos Permitidos pela legislação.....	136
Gráfico 5.31: Comparativo dos resultados da medição de Turbidez com Valores Máximos Permitidos pela legislação.....	136

Gráfico 5.32 - Resultados da medição de Temperatura	137
Gráfico 5.33: Comparativo dos resultados da medição de Sólidos Suspensos Totais com Valores Máximos Permitidos pela legislação.	137
Gráfico 5.34: Comparativo dos resultados da medição de Coliformes Termotolerantes com Valores Máximos Permitidos pela legislação.	138

INDICE DE TABELA

Tabela 5.1: resultados da campanha de amostragem de qualidade de água	131
Tabela 5.2: pesos relativos para o cálculo do iqa.	140
Tabela 5.3: classificação do iqa	140
Tabela 5.4: índice de qualidade da água dos pontos amostrados	141

5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

5.1 MEIO FÍSICO

5.1.1 Clima

5.1.1.1 Metodologia

Os dados do INMET ficam armazenados no banco de dados denominado de BDMEP. Segundo o INMET, o BDMEP é um banco de dados para apoiar as atividades de ensino e pesquisa e outras aplicações em meteorologia, hidrologia, recursos hídricos, saúde pública, meio ambiente, etc. O banco abriga dados meteorológicos diários em forma digital, referentes a séries históricas da rede de estação do INMET (291 estações meteorológicas convencionais) num total de cerca de 3 milhões de informações, referentes às medições diárias, de acordo com as normas técnicas internacionais da Organização Meteorológica Mundial (OMM).

No BDMEP estão acessíveis os dados diários a partir de 1961 das estações para as quais se dispõe, em forma digital, de pelo menos 80% dos dados que foram registrados naquele período. Os dados históricos referentes a períodos anteriores a 1961 ainda não estão em forma digital e, portanto, estão indisponíveis no BDMEP. As variáveis atmosféricas disponibilizadas para consultas no BDMEP são: precipitação ocorrida nas últimas 24 horas; temperatura do bulbo seco; temperatura do bulbo úmido; temperatura máxima; temperatura mínima; umidade relativa do ar; insolação; direção e velocidade do vento.

Ao longo do processo de coleta dos dados foram verificados se as estações apresentavam nenhum dado e/ou dados com baixos níveis de confiabilidade. Na medida que as estações eram consideradas satisfatórias eram incorporados a uma base de dados que os organizava segundo suas peculiaridades. Ao final do processo de coleta e formação das bases de dados foi possível a elaboração do mapa de localização das estações climatológicas (Figura 5.1) e a obtenção de um quadro resumo (QUADRO 5.1) contendo as principais informações referentes às estas estações.

Para o estudo foram localizadas 6 estações climatológicas do INMET consideradas representativas para a área de interesse. O QUADRO 5.1 apresenta as principais informações de cada uma das 6 estações consideradas.

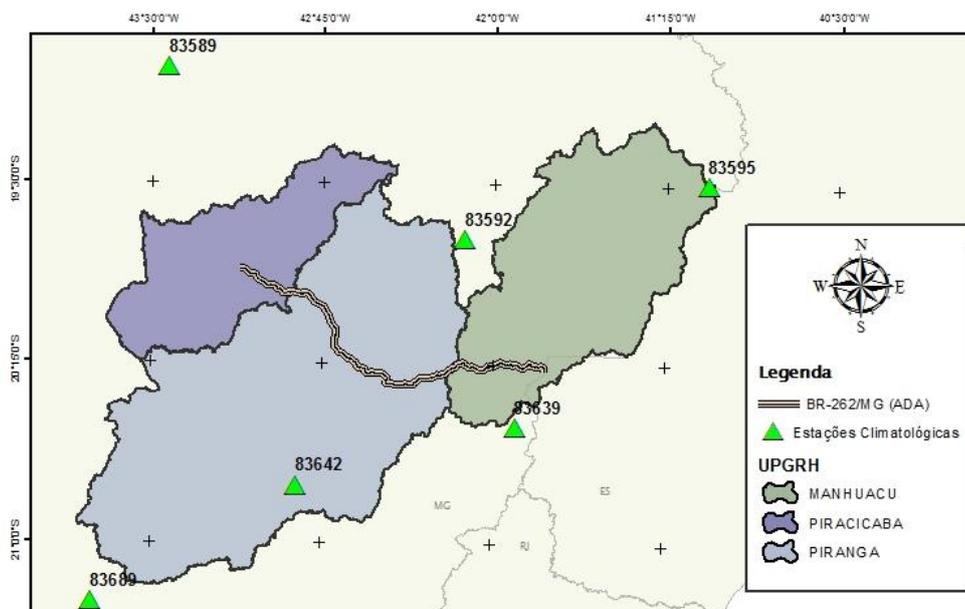


Figura 5.1 - Localização das estações climatológicas (verde) do INMET consideradas representativas à área do estudo

QUADRO 5.1 - INFORMAÇÕES DAS ESTAÇÕES CLIMATOLÓGICAS DO INMET CONSIDERADAS REPRESENTATIVAS A ÁREA DO ESTUDO

CÓDIGO	NOME DA ESTAÇÃO	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	DATA INICIAL	DATA FINAL
83589	C DO MATO DENTRO - MG	-19,02	-43,43	652	01/01/1961	18/03/2014
83592	CARATINGA - MG	-19,73	-42,13	609,65	01/01/1961	18/03/2014
83595	AIMORES - MG	-19,49	-41,07	82,74	01/06/1972	17/03/2014
83639	CAPARAO -MG	-20,51	-41,90	843,18	19/02/1973	18/03/2014
83642	VICOSA - MG	-20,76	-42,86	712,2	03/01/1961	18/03/2014
83689	BARBACENA - MG	-21,25	-43,76	1126	01/01/1961	18/03/2014

Para a análise da precipitação na área de interesse, devido a maior quantidade de estações e dados, foi utilizado os dados de todas as estações pluviométricas disponíveis no Sistema de Informações Hidrológicas – HIDRO, da Agência Nacional de Águas - ANA consideradas representativas na área do estudo. A Figura 5.2 ilustra a localização das 135 estações pluviométricas da ANA consideradas representativas.

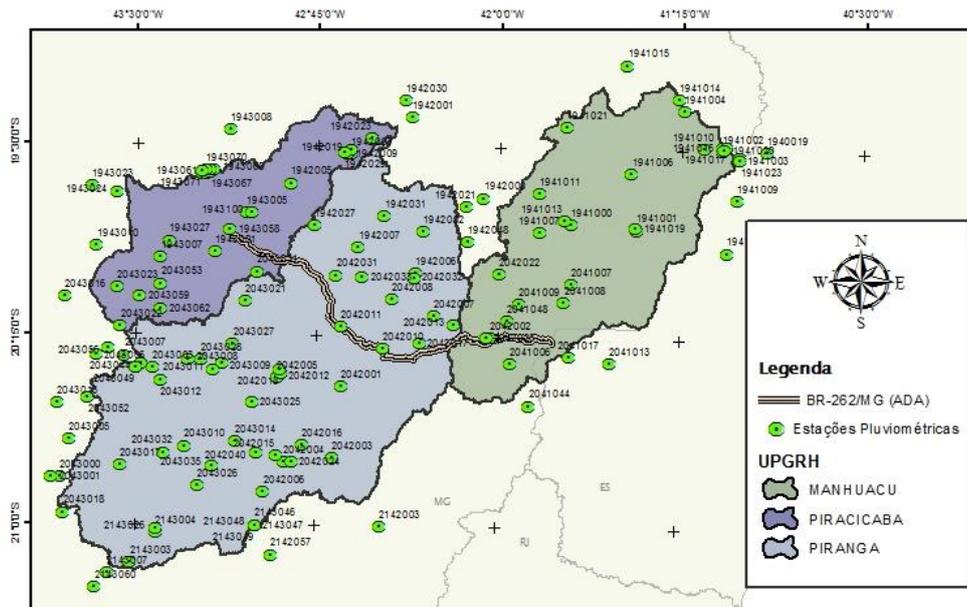


Figura 5.2 - Localização das estações pluviométricas (verde) do HIDRO da ANA consideradas representativas a área do empreendimento

Ao final da análise e seleção das estações climatológicas foram definidos as principais variáveis climáticas a serem consideradas no estudos, tais sejam: Precipitação no período normal (mm) (Janeiro a Dezembro), Precipitação no período seco (Abril a Setembro), Precipitação no período úmido (Outubro a Março), Número de dias com chuva no ano (dias), Evaporação de Piche (mm), Temperatura Média (°C), Temperatura Mínima (°C), Temperatura Máxima (°C), Insolação (horas), Umidade Relativa (%), Nebulosidade (Décimos), Velocidade Média do Vento (m/s), Velocidade Máxima do Vento (m/s) e Direção do Vento.

Para visualizar espacialmente o comportamento climático regional, foram calculados para cada uma das estações e cada uma das variáveis climáticas consideradas os valores médios anuais e depois foi efetuada a espacialização deste valores na área do estudo. O procedimento de espacialização foi realizada a partir da técnica de interpolação do inverso do quadrado da distância (IDW). Ressalta-se que para as variáveis que envolvem a precipitação tais como: precipitação normal, no período seco, no período úmido e número de dias com chuva ao longo do ano, foram considerados os dados do HIDRO da ANA, além do mais foram utilizados apenas estações que apresentassem pelo menos 30 anos sem falha no histórico, perfazendo um total de 48 estações pluviométricas das 135 estações levantadas inicialmente.

Com relação ao diagnóstico dos padrões climáticos da área de estudo, foram considerados os resultados apresentados no Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (2010), como também os dados das estações climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

5.1.1.2 Tipo climático

Para entender a dinâmica climatológica da região do empreendimento, deve-se iniciar avaliando algumas das principais características da bacia do rio Doce que condiciona o comportamento climático nas áreas de estudo. Desse modo, a configuração topográfica dada pelas serras na bacia do rio Doce, acentua as características das massas de ar envolvidas na

dinâmica de sua circulação atmosférica, conferindo à região variação climática. Identificam-se basicamente três tipos climáticos na bacia: tropical de altitude com chuvas de verão e verões frescos, presente nas vertentes das serras da Mantiqueira e do Espinhaço e nas nascentes do rio Doce; tropical de altitude com chuvas de verão e verões quentes, presente nas nascentes de seus afluentes; e clima quente com chuvas de verão presente nos trechos médio e baixo do rio Doce e de seus afluentes.

O regime pluviométrico na bacia é caracterizado por dois períodos bem distintos. O período chuvoso que se estende de outubro a março, com maiores índices no mês de dezembro; e o período seco que se estende de abril a setembro, com estiagem mais crítica de junho a agosto. No período chuvoso a precipitação total varia de 750 a 1.750 mm, enquanto no período seco varia de 150 a 250 mm.

Especialmente, a precipitação média anual varia de 1950 mm, nas nascentes localizadas nas Serras da Mantiqueira e do Espinhaço, a 800 mm, na região da cidade de Aimorés/MG, voltando a crescer em direção ao litoral.

As temperaturas médias anuais na bacia variam de 18° C em Barbacena, a 24,6° em Aimorés. O período mais quente compreende os meses de janeiro e fevereiro, enquanto, que as temperaturas mínimas ocorrem em junho e julho.

Para caracterização do clima na área de estudo, foi utilizado o sistema de classificação de Koppen. A classificação climática objetiva caracterizar em uma grande área ou região zonas com características climáticas homogêneas. A Figura 5.3 ilustra os tipos climáticos predominantes segundo Koppen, observando a figura, verifica-se 4 tipos climáticos em toda a área de interesse:

- Am - clima de monção, temperatura média do mês mais frio do ano > 18°C, estação invernal ausente, forte precipitação anual (superior à evapotranspiração potencial anual) > 1500 mm e precipitação do mês mais seco < 60 mm (em azul na Figura 5.3);
- Aw - clima tropical com estação seca de inverno, temperatura média do mês mais frio do ano > 18°C, estação invernal ausente, forte precipitação anual (superior à evapotranspiração potencial anual) (em verde na Figura 5.3);
- Cfa - clima temperado úmido com verão quente, climas mesotérmicos, temperatura média do ar dos 3 meses mais frios compreendidas entre -3°C e 18°C, temperatura média do mês mais quente > 10°C e estações de verão e inverno bem definidas (em laranja na Figura 5.3);
- Cwa - clima temperado úmido com inverno seco e verão quente, climas mesotérmicos, temperatura média do ar dos 3 meses mais frios compreendidas entre -3°C e 18°C, temperatura média do mês mais quente > 10°C e estações de verão e inverno bem definidas (em vermelho na Figura 5.3).

Na área diretamente afetada da rodovia o tipo climático predominante é o Am, ou seja, segundo essa classificação o clima ao longo do trecho é o de monção, com forte precipitação anual e temperaturas maiores que 18°C. Uma pequena parte possui clima Cfa (entre, aproximadamente, o Km 104 ao Km 140).

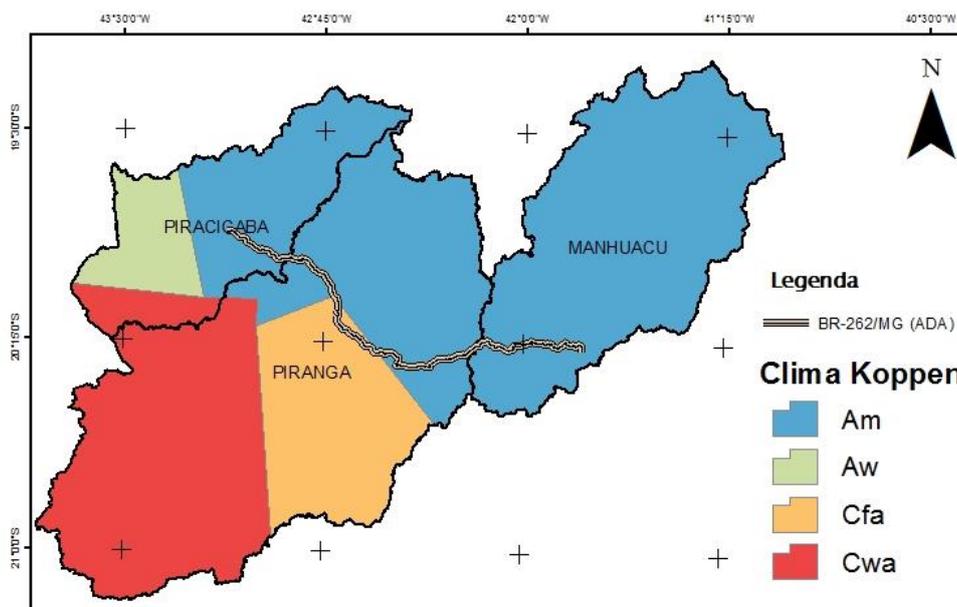


Figura 5.3 - Classificação climática segundo Koppen, UPGRH interceptadas pela rodovia BR-262/MG.

As Figura 5.4 a Figura 5.7 ilustram, respectivamente, os totais pluviométricos anuais, no período seco, no período úmido e o número de dias de chuva no ano. Observa-se na Figura 5.3 que na área de estudo os valores variam de 890 mm na parte nordeste da área, mais precisamente na região hidrográfica do Manhuaçu, até 1950 mm na parte sudoeste da área, na parte alta da região hidrográfica do Piracicaba.

Analisando a área diretamente afetada (ADA), verifica-se que o trecho da rodovia que intercepta a UPGRH Manhuaçu (Km 0 ao Km 56) as precipitações variam na ordem de 1150 mm na parte mais a oeste até 1450 mm no extremo leste. Já no trecho central da ADA, que correspondem o trecho da rodovia que intercepta a UPGRH Piranga (Km 56 ao Km166) as precipitações variam na ordem de 1150 mm na parte mais ao leste até 1400 mm no extremo oeste. A região com maiores totais pluviométricos correspondem ao trecho da rodovia que intercepta a UPGRH Piracicaba (Km 166 ao Km 196), no qual uma parcela expressiva da região apresentam valores maiores que 1350 mm.

Analisando a Figura 5.5 e a Figura 5.6, período seco e período úmido, respectivamente, os gradientes pluviométricos permanecem os mesmos, alterando apenas magnitude. No período seco, entre abril e setembro, os valores na área do estudo situam-se entre 140 e 250 mm. Já no período úmido, entre outubro a março, os valores situam-se entre 750 e 1750 mm.

Para o número médio de dias com chuva ao longo do ano, Figura 5.7, os valores situam-se entre 65 e 117 dias em média de chuvas ao longo do ano na área de estudo. Na área diretamente afetada, a amplitude diminui, ficando os valores entre 78 e 105 dias de chuva ao longo do ano. Verifica-se que os extremos (trecho da UPGRH Piracicaba e Manhuaçu) do trecho da rodovia apresentam um comportamento chuvoso maior do que na parte intermediária do trecho (trecho da UPGRH Piranga). A variação do número de dias com chuva acompanha, como era de se esperar, a variação da precipitação pluviométrica, apresentando

um padrão regional bem semelhante. Ressalta-se que foi considerado como dia com chuva toda vez que os registros superavam 2 mm.

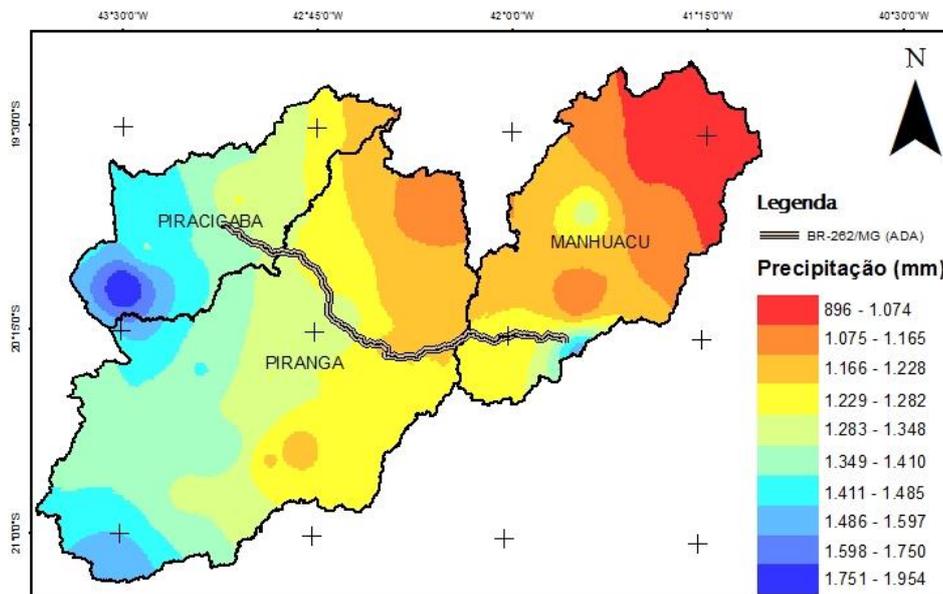


Figura 5.4 - Precipitação média acumulada anual da área de estudo

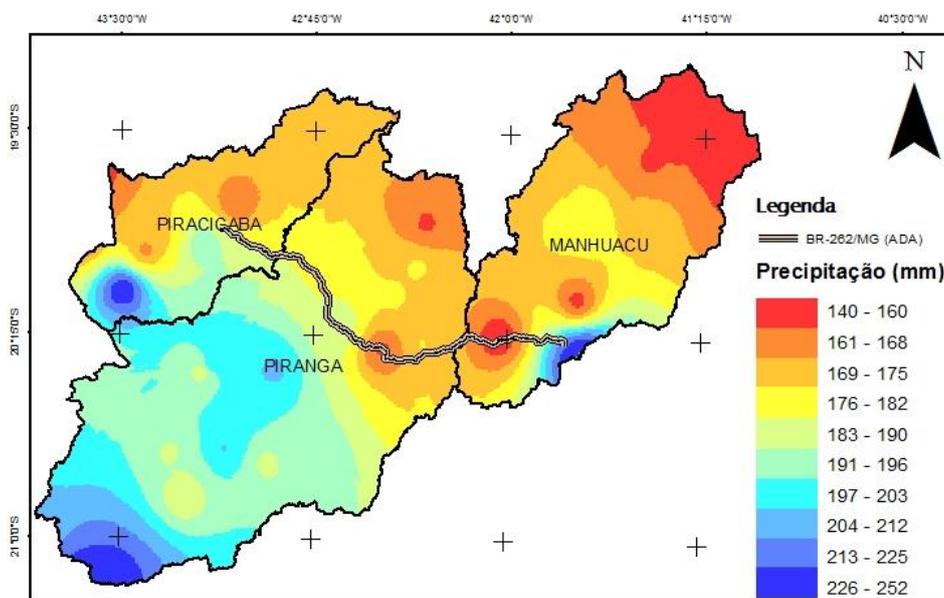


Figura 5.5 - Precipitação média acumulada no período Seco (abril a setembro) da área do estudo.

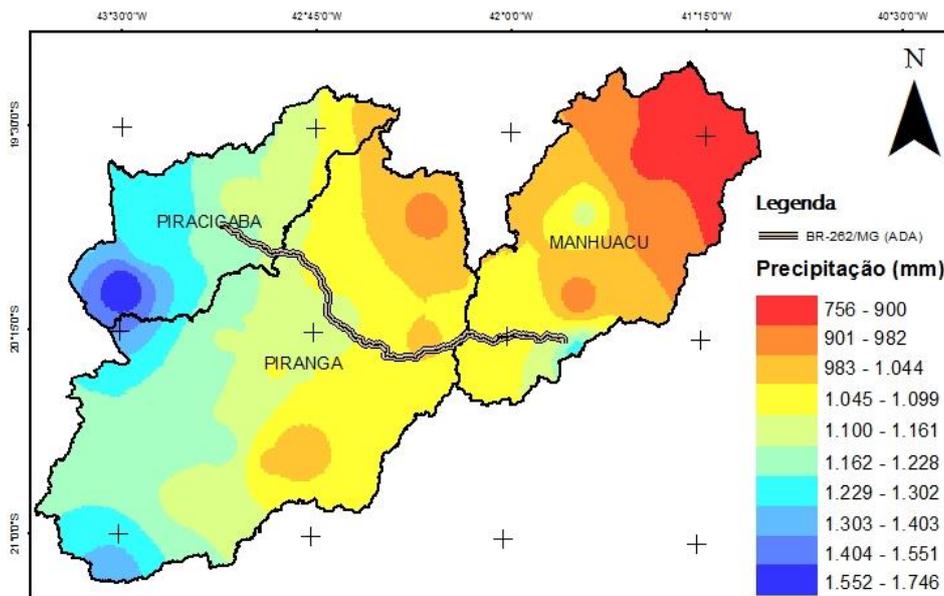


Figura 5.6 - Precipitação média acumulada no período úmido (outubro a março) da área do Estado.

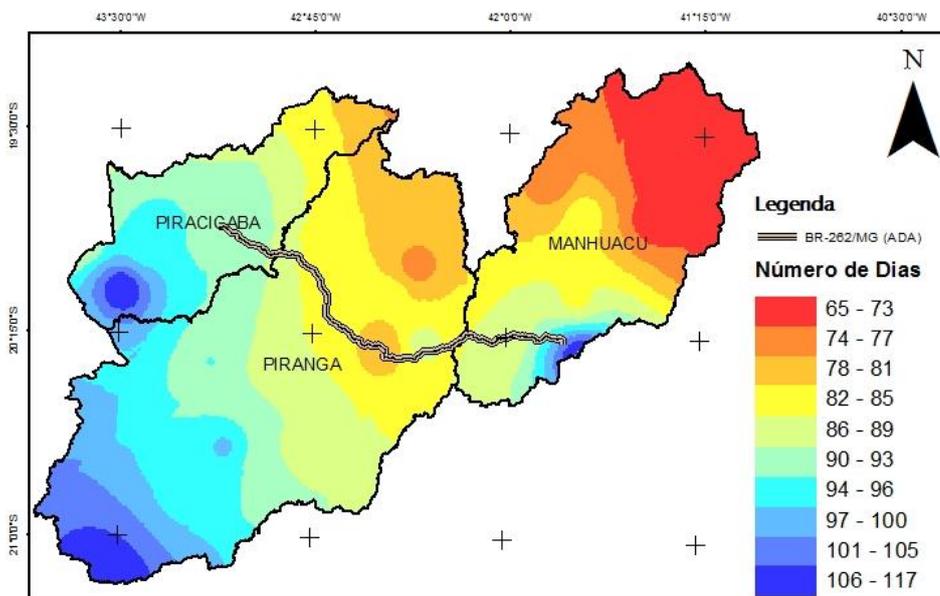


Figura 5.7 - Número de dias com chuva anual da área do estudo.

Para avaliar o padrão sazonal do comportamento da precipitação na região do empreendimento, foram selecionados 43 estações das 135 consideradas representativas e que apresentassem no mínimo 30 anos de dados sem falhas e calculado a média mensal da séries histórica das precipitações destas estações. O Gráfico 5.1 apresenta as precipitações acumuladas mensais de longo período, neste gráfico observa-se o período chuvoso e seco bem definido e homogêneo para toda a área de estudo. O período úmido de chuvas iniciando em outubro e terminando em março. O período seco iniciando em abril e terminando em setembro. Verifica-se que os meses de dezembro e janeiro são os meses que apresentam totais pluviométricos mais pronunciados, com uma gama que pode variar de 100 mm a valores maiores que 300 mm. Os meses de junho, julho e agosto são os meses que apresentam totais

pluviométricos menos pronunciados, com uma menor variabilidade, com valores da ordem de 30 mm.

Como era de se esperar, a variação sazonal do número de dias com chuva acompanha, a variação sazonal da magnitude da precipitação pluviométrica, apresentando também um padrão regional bem semelhante. O Gráfico 5.2 demonstra o número de médio de dias com chuva em cada mês para as 43 estações selecionadas, neste gráfico observa-se que entre outubro e março ocorrem a maior quantidade de dias com chuva e entre abril e setembro ocorrem as menores quantidade. Os meses de dezembro e janeiro apresentam os maiores valores, situando-se entre 10 e 20 dias de chuva em média. Os meses de junho, julho e agosto são os meses que apresentam os menores valores, não ultrapassando na maioria dos casos 5 dias com chuva.

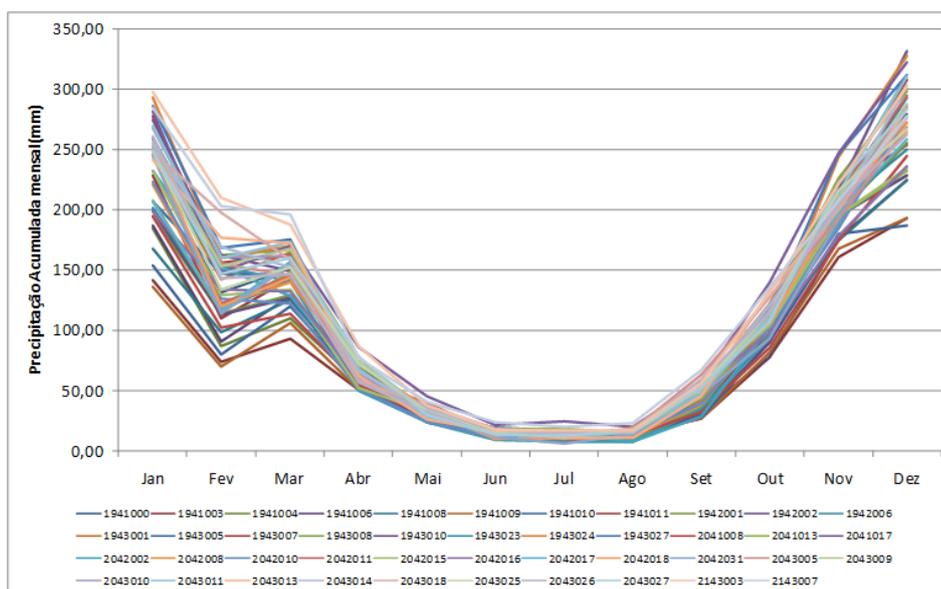


Gráfico 5.1 - Valores médios de precipitação acumulada mensal para 43 estações representativas e com no mínimo 30 anos de dados sem falhas.

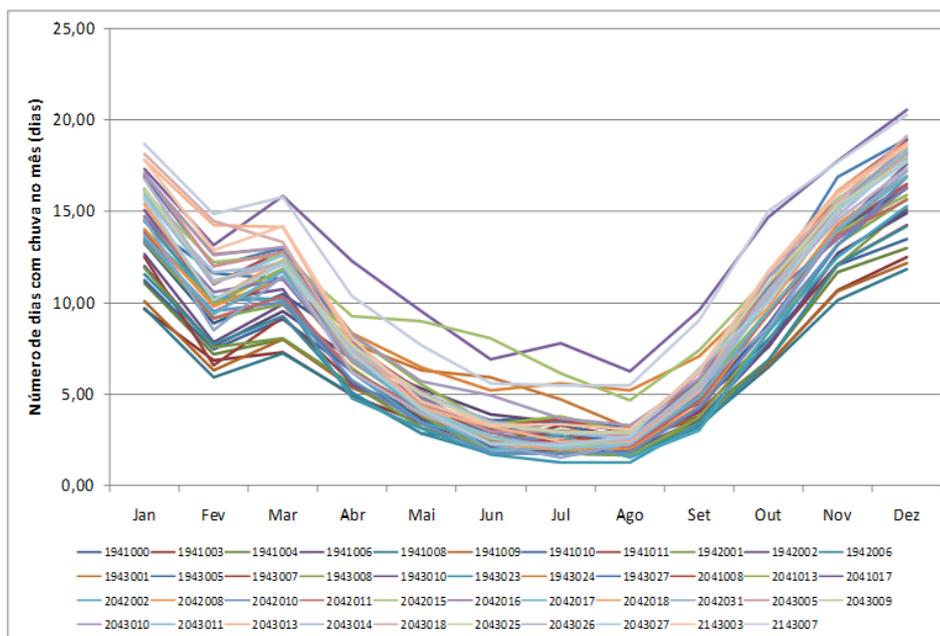


Gráfico 5.2 - Valores médios do número de dias com chuva em cada mês para 43 estações representativas e com no mínimo 30 anos de dados sem falhas.

5.1.1.3 Temperatura

A temperatura é um dos elementos meteorológicos mais importantes na caracterização do clima e os climatologistas costumam trabalhar com três valores: a temperatura média, mínima e máxima. Os termômetros existentes nos abrigos meteorológicos registram automaticamente as temperaturas máxima e mínima, que são anotadas pelo observador diariamente. Nas estações meteorológicas, são feitas leituras das temperaturas de seis em seis horas, às 9h, 15h e 21h.

As Figura 5.9, Figura 5.8 e Figura 5.10 ilustram as temperaturas médias, mínimas e máximas, respectivamente. Observa-se na Figura 5.9 que na área de estudo os valores variam de 18 °C na parte sul da UPGRH Piranga (parte alta da bacia) e Manhuaçu, até 25 °C na parte nordeste da área do estudo, na UPGRH Manhuaçu. Analisando a área diretamente afetada (ADA), verifica-se que o trecho da rodovia que intercepta a UPGRH tem as temperaturas médias variando na ordem de 20 a 21 °C. Já no trecho central da ADA e no extremo oeste, que correspondem o trecho da rodovia que intercepta a UPGRH Piranga e Piracicaba as temperaturas médias praticamente não variam ficando em torno de 21°C.

Analisando as Figura 5.8 e Figura 5.10 as temperaturas mínimas e máximas, respectivamente, os gradientes de temperatura permanecem os mesmos observados na temperatura média, alterando apenas a magnitude. Nas temperaturas mínimas, os valores na área do estudo situam-se entre 14 e 20 °C. Nas temperaturas máximas, os valores na área do estudo situam-se entre 25 e 32 °C. Verifica-se que tanto pra mínimas como pra temperatura máxima os valores apresentam uma pequena variação na ADA, na ordem de 16 a 17 °C nas mínimas e 27 a 28 °C nas máximas.

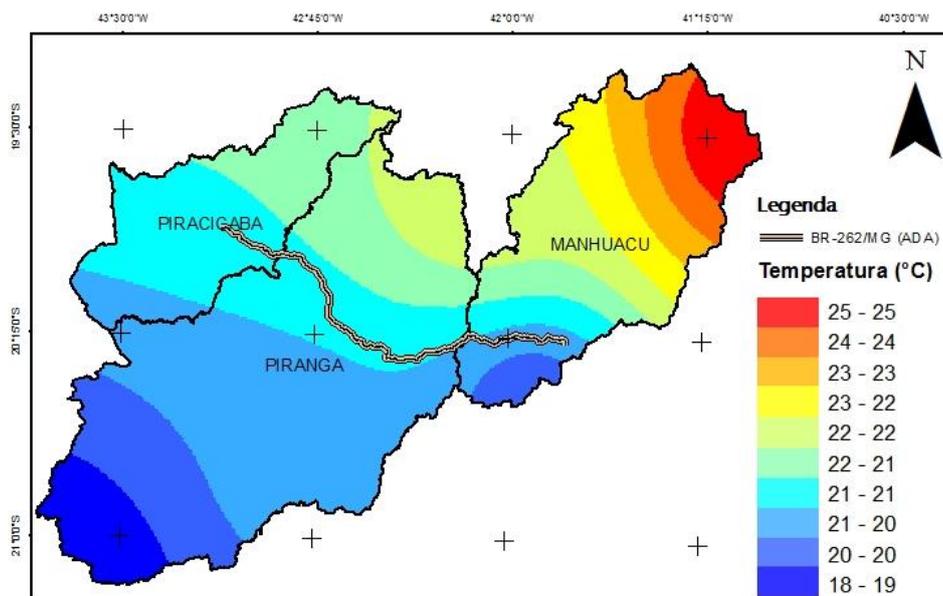


Figura 5.9 - Temperatura média anual da área de estudo.

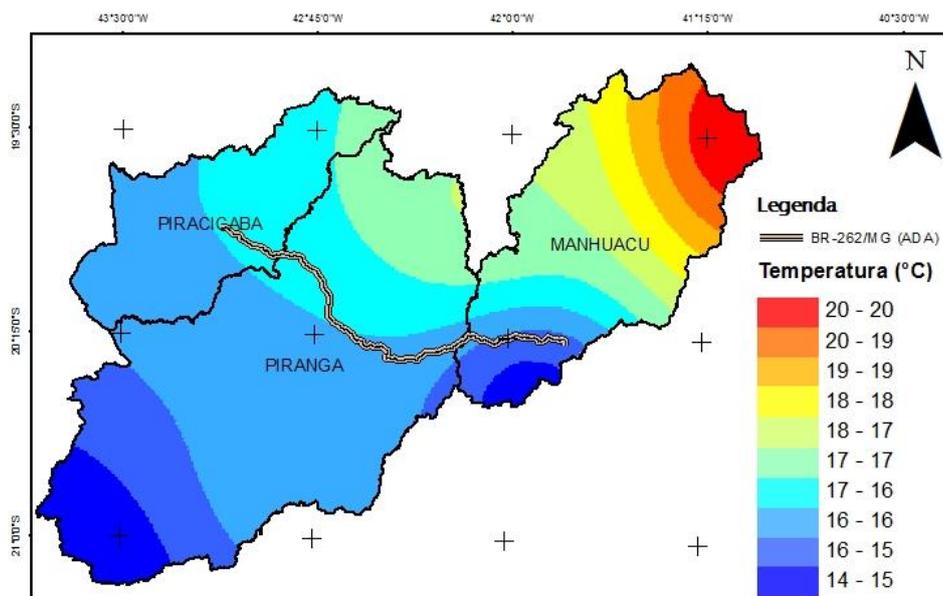


Figura 5.8 - Temperatura mínima anual da área de estudo.

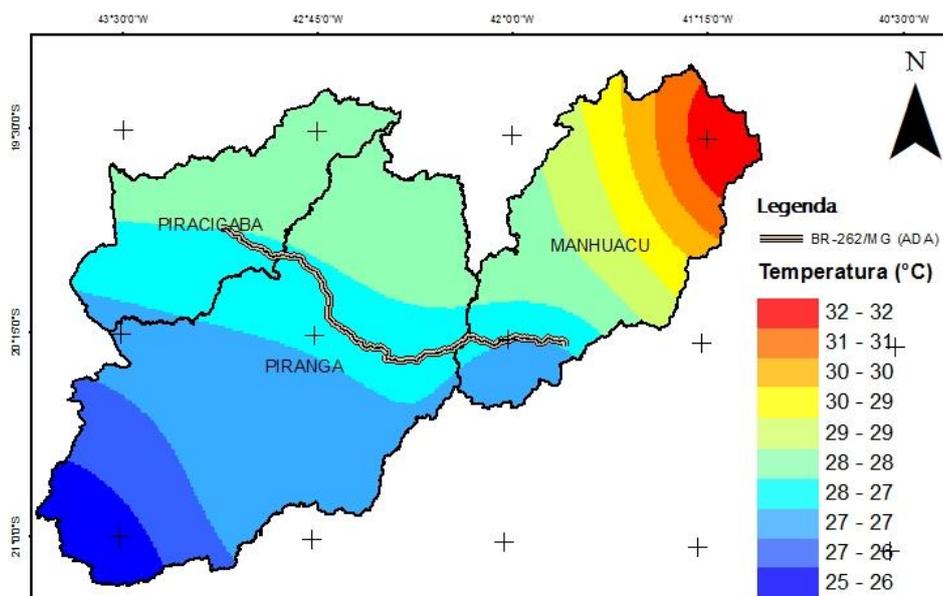


Figura 5.10 - Temperatura máxima anual da área de estudo.

Para avaliar a sazonalidade comportamento da temperatura na área do estudo, foram construídos gráficos termopluiométricos para as 6 estações do INMET consideradas representativas. Os gráficos termopluiométricos servem para representar a variação anual dos dois elementos climáticos mais importantes: a temperatura e a precipitação. Neles constam as temperaturas médias mensais e a precipitação total de cada mês. Com a sua análise ficamos a saber como é que a temperatura e a precipitação variam ao longo do ano. Também ficamos a saber se o clima tem ou não meses secos. Podemos ainda calcular a amplitude térmica anual: a diferença entre a temperatura média do mês mais quente e a temperatura média do mês mais frio. Podemos ainda calcular a temperatura média anual e a precipitação total anual.

A Figura 5.11 até a Figura 5.16, ilustram para as 6 estações do INMET seus respectivos gráficos termopluiométricos. Observa-se para todos os gráficos que os meses mais quentes correspondem aos meses de janeiro e fevereiro, já os meses mais frios correspondem a junho, julho e agosto. Assim verifica-se que os meses quentes na região são meses chuvosos, já os meses frios são meses secos.

CLIMA	LOCALIDADE		Mês
	PRECIPITAÇÃO	TEMPERATURA	
	83289		
Jan	272,5 mm	23 °C	úmido
Fev	142,6 mm	23 °C	úmido
Mar	166,8 mm	23 °C	úmido
Abr	79,4 mm	21 °C	úmido
Mai	24,5 mm	19 °C	seco
Jun	11 mm	17 °C	seco
Jul	10,7 mm	17 °C	seco
Ago	8,6 mm	18 °C	seco
Set	34,8 mm	20 °C	seco
Out	118,5 mm	22 °C	úmido
Nov	254,4 mm	23 °C	úmido
Dez	307,4 mm	23 °C	úmido

Temperatura média anual	20,8 °C
Precipitação total	1431,2 mm
Temperatura máxima	23 °C
Temperatura mínima	17 °C
Amplitude térmica anual	7 °C

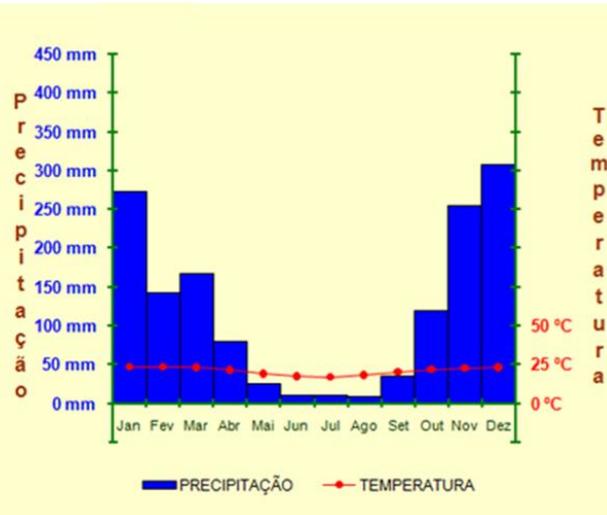


Figura 5.11 - Dados termopluiométricos da estação climatológica 83289.

CLIMA	LOCALIDADE		Mês
	PRECIPITAÇÃO	TEMPERATURA	
	83595		
Jan	161,5 mm	27 °C	úmido
Fev	78,6 mm	28 °C	úmido
Mar	121,5 mm	27 °C	úmido
Abr	54,9 mm	26 °C	úmido
Mai	38,7 mm	23 °C	seco
Jun	15,2 mm	22 °C	seco
Jul	14 mm	22 °C	seco
Ago	17,1 mm	23 °C	seco
Set	34,9 mm	24 °C	seco
Out	96,8 mm	25 °C	úmido
Nov	194,7 mm	26 °C	úmido
Dez	217,7 mm	26 °C	úmido

Temperatura média anual	24,9 °C
Precipitação total	1045,6 mm
Temperatura máxima	28 °C
Temperatura mínima	22 °C
Amplitude térmica anual	6 °C

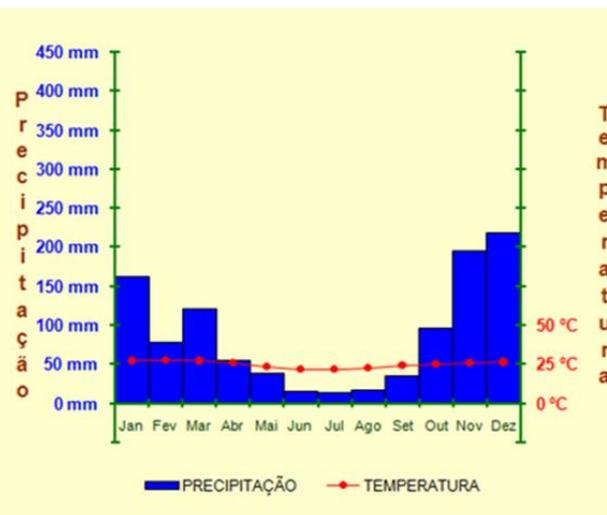


Figura 5.12 - Dados termopluiométricos da estação climatológica 83595.

CLIMA	LOCALIDADE		Mês
	PRECIPITAÇÃO	TEMPERATURA	
	83592		
Jan	214 mm	24 °C	úmido
Fev	100,5 mm	24 °C	úmido
Mar	134,1 mm	23 °C	úmido
Abr	72,5 mm	22 °C	úmido
Mai	28,3 mm	20 °C	seco
Jun	10,4 mm	18 °C	seco
Jul	12,3 mm	18 °C	seco
Ago	11,2 mm	19 °C	seco
Set	36,4 mm	21 °C	seco
Out	86,9 mm	22 °C	úmido
Nov	207,9 mm	23 °C	úmido
Dez	247,1 mm	23 °C	úmido

Temperatura média anual	21,4 °C
Precipitação total	1161,6 mm
Temperatura máxima	24 °C
Temperatura mínima	18 °C
Amplitude térmica anual	6 °C

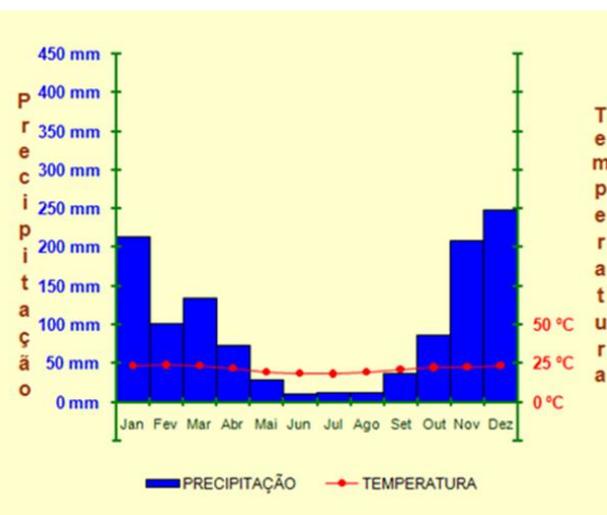


Figura 5.13 - Dados termopluiométricos da estação climatológica 83592.

CLIMA	LOCALIDADE 83642		Mês
	PRECIPITAÇÃO	TEMPERATURA	
Jan	219,4 mm	22 °C	úmido
Fev	126,5 mm	23 °C	úmido
Mar	143,2 mm	22 °C	úmido
Abr	55,5 mm	20 °C	úmido
Mai	32,2 mm	18 °C	seco
Jun	14,4 mm	16 °C	seco
Jul	14,8 mm	16 °C	seco
Ago	13,1 mm	17 °C	seco
Set	50,8 mm	19 °C	úmido
Out	117,2 mm	21 °C	úmido
Nov	213,2 mm	21 °C	úmido
Dez	247 mm	22 °C	úmido

Temperatura média anual	19,8 °C
Precipitação total	1247,3 mm
Temperatura máxima	23 °C
Temperatura mínima	16 °C
Amplitude térmica anual	7 °C

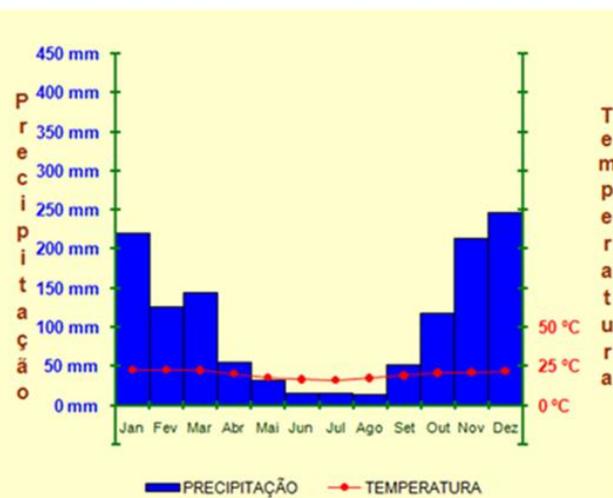


Figura 5.14 - Dados termopluiométricos da estação climatológica 83642.

CLIMA	LOCALIDADE 83639		Mês
	PRECIPITAÇÃO	TEMPERATURA	
Jan	223,1 mm	22 °C	úmido
Fev	116,7 mm	22 °C	úmido
Mar	162,7 mm	22 °C	úmido
Abr	70,4 mm	20 °C	úmido
Mai	40,7 mm	17 °C	úmido
Jun	14,7 mm	16 °C	seco
Jul	13 mm	16 °C	seco
Ago	20,8 mm	17 °C	seco
Set	43,5 mm	18 °C	úmido
Out	111 mm	20 °C	úmido
Nov	200,2 mm	21 °C	úmido
Dez	266 mm	22 °C	úmido

Temperatura média anual	19,4 °C
Precipitação total	1282,8 mm
Temperatura máxima	22 °C
Temperatura mínima	16 °C
Amplitude térmica anual	7 °C

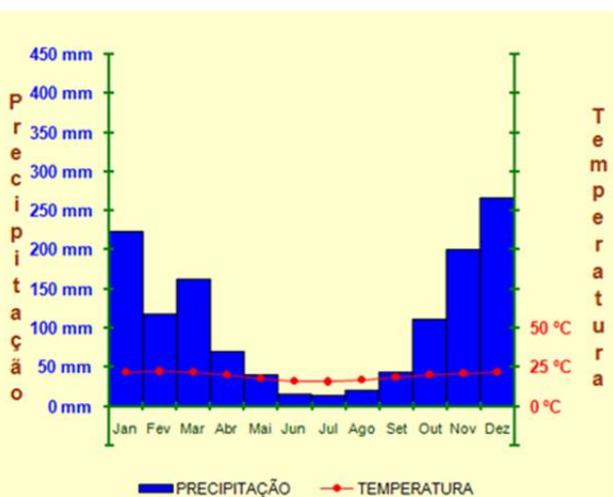


Figura 5.15 - Dados termopluiométricos da estação climatológica 83639.

CLIMA	LOCALIDADE 83689		Mês
	PRECIPITAÇÃO	TEMPERATURA	
Jan	276,3 mm	21 °C	úmido
Fev	169,7 mm	21 °C	úmido
Mar	162,6 mm	20 °C	úmido
Abr	66,5 mm	19 °C	úmido
Mai	38,3 mm	17 °C	úmido
Jun	20,5 mm	16 °C	seco
Jul	14,9 mm	15 °C	seco
Ago	18,6 mm	16 °C	seco
Set	62,8 mm	17 °C	úmido
Out	129,1 mm	19 °C	úmido
Nov	216,1 mm	19 °C	úmido
Dez	263,2 mm	20 °C	úmido

Temperatura média anual	18,2 °C
Precipitação total	1418,6 mm
Temperatura máxima	21 °C
Temperatura mínima	15 °C
Amplitude térmica anual	6 °C

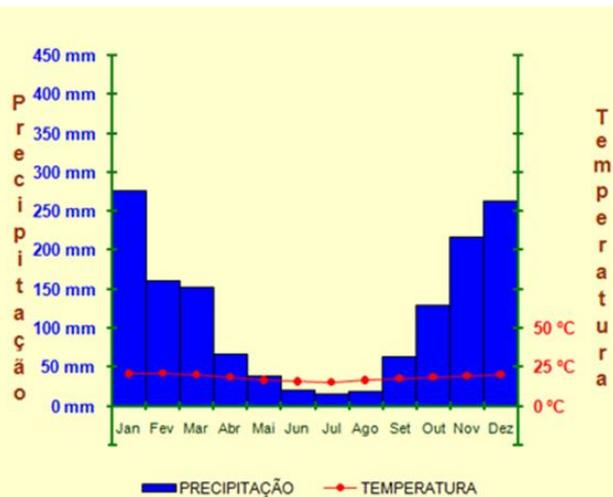


Figura 5.16 - Dados termopluiométricos da estação climatológica 83689.

5.1.1.4 Evaporação

A evaporação é entendida como a taxa de transferência de água, em forma de vapor, da superfície terrestre para a atmosfera. A determinação da evaporação é de grande importância para as atividades agrícolas, planejamento e funcionamento de barragens, sistemas de irrigação e de todas as atividades que exigem informações dessa forma de transferência de água de superfícies naturais.

Um instrumento empregado para estimar a evaporação diária em estações meteorológicas é o evaporímetro de Piche. Esse instrumento deve ser instalado no interior do abrigo meteorológico, onde a evaporação é consequência do déficit de saturação do ar e, em menor escala, da velocidade do vento (VAREJÃO-SILVA, M. A, 1982).

A evaporação diária estimada pelo evaporímetro de Piche é obtida fazendo-se a diferença entre duas leituras consecutivas, o que representa a evaporação de uma superfície porosa e úmida, à sombra e quase totalmente livre da influência do vento. O seu reabastecimento de água é necessário sempre que o nível de água no tubo do instrumento estiver muito baixo, nesta oportunidade, o disco de papel poroso acoplado ao instrumento na extremidade evaporante, deve ser trocado por um novo (INMET, 1999).

A Figura 5.17 ilustra a evaporação de piche acumulado anual fornecido pelas estações meteorológicas do INMET. Observa-se que na área do estudo os valores variam de 827 mm na parte sul da UPGRH Piranga (parte alta da bacia), até 1200 mm na parte nordeste da AE, na UPGRH Manhuaçu. A área diretamente afetada (ADA), verifica-se que no trecho da rodovia que intercepta a UPGRH Manhuaçu as taxas evaporativas anuais médias variam na ordem de 1045 a 1072 mm. Já no trecho central da ADA e no extremo oeste, que correspondem o trecho da rodovia que intercepta a UPGRH Piranga e Piracicaba as taxas evaporativas anuais médias variam na ordem de 985 a 1050 mm.

Para avaliar o padrão sazonal do comportamento da evaporação na área do estudo, foram calculados para as 6 estações do INMET o acumulado médio mensal da série histórica das evaporações destas estações. O Gráfico 5.3 ilustra as evaporações acumuladas mensais, neste gráfico observa-se que os meses de agosto a outubro apresentam as maiores taxas evaporativas na região do empreendimento. Os meses de abril a junho apresentam as menores taxas.

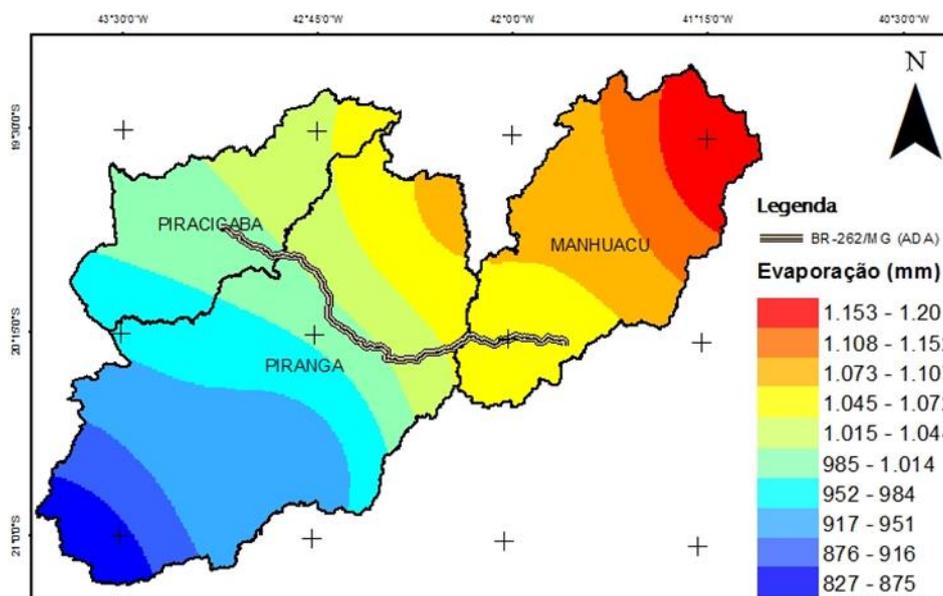


Figura 5.17 - Evaporação de piche da área de estudo.

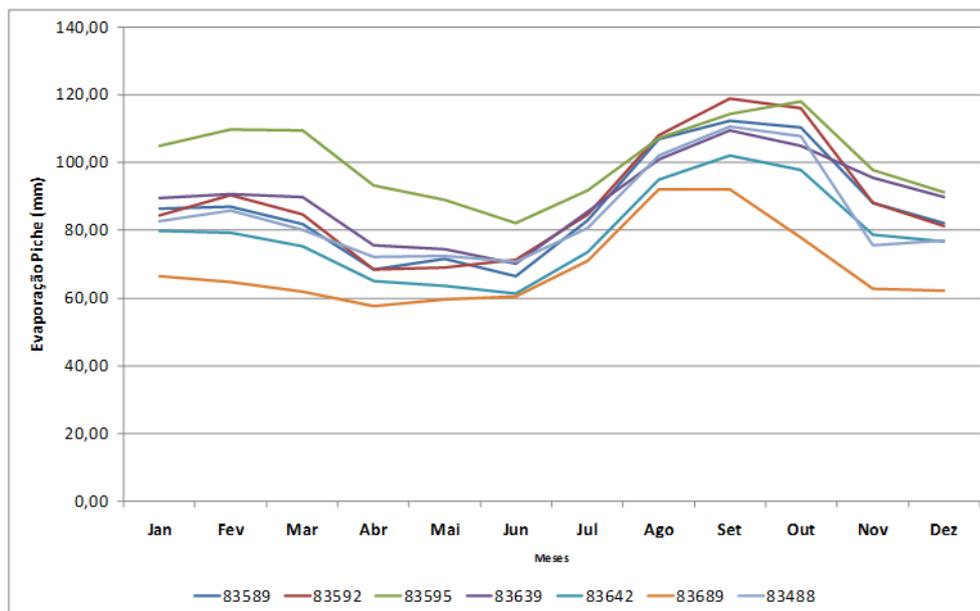


Gráfico 5.3 - Evaporação de Piche Sazonal da 6 estações climatológicas do INMET consideradas representativas.

5.1.1.5 Umidade

A umidade relativa é a razão entre a umidade absoluta atual e a maior umidade absoluta possível (que depende da temperatura atual do ar). Quando os instrumentos indicam umidade relativa de 100%, isso quer dizer que o ar está totalmente saturado com vapor d'água e não pode conter nem um pouco a mais, criando a possibilidade de chuva. Mas isso não significa que a umidade relativa deva ser de 100% para que chova - basta que seja 100% onde as nuvens estão se formando.

A Figura 5.18 ilustra o comportamento regional da umidade relativa média anual. Observa-se que na área de estudo os valores variam de 80 % na parte sul da UPGRH Piranga (parte alta da bacia), até 73 % na parte nordeste da área do estudo, na UPGRH Manhuaçu. Analisando a ADA, verifica-se que em todos os trechos da rodovia que intercepta as três UPGRHs (Manhuaçu, Piranga e Piracicaba) as taxas de umidade relativa anuais médias variam na ordem de 77 a 78 %.

Para avaliar o padrão sazonal do comportamento da umidade relativa na área do estudo, foram calculados para as 6 estações do INMET a umidade relativa média mensal das séries históricas das umidades relativas destas estações. O Gráfico 5.4 ilustra o a umidade relativa média mensal, neste gráfico observa-se que os meses de agosto a outubro apresentam as menores taxas de umidade relativa. Os meses de abril a junho apresentam as maiores taxas. Verifica-se, como era de se esperar, que o comportamento da umidade responde inversamente ao comportamento da evaporação.

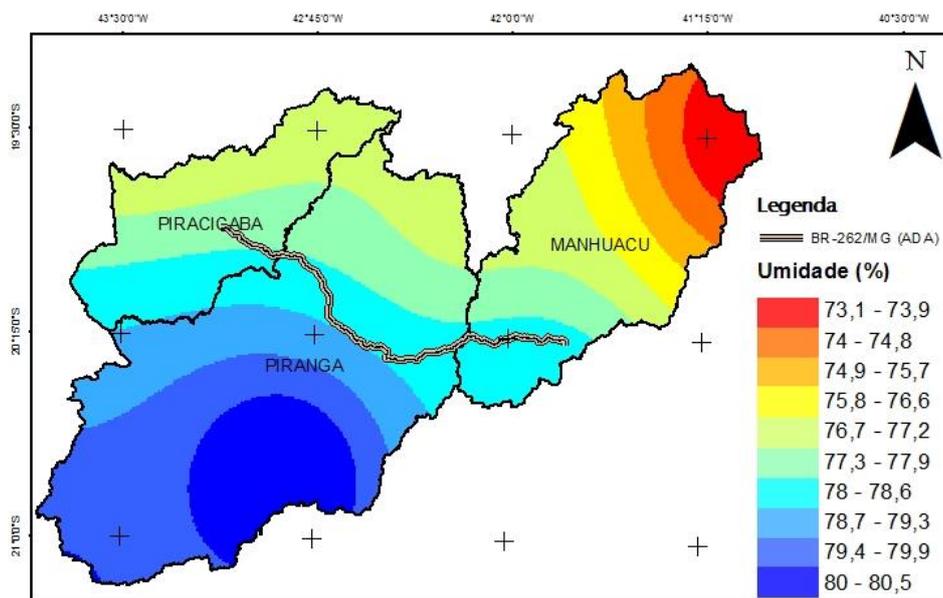


Figura 5.18 - Umidade relativa anual da área de estudo.

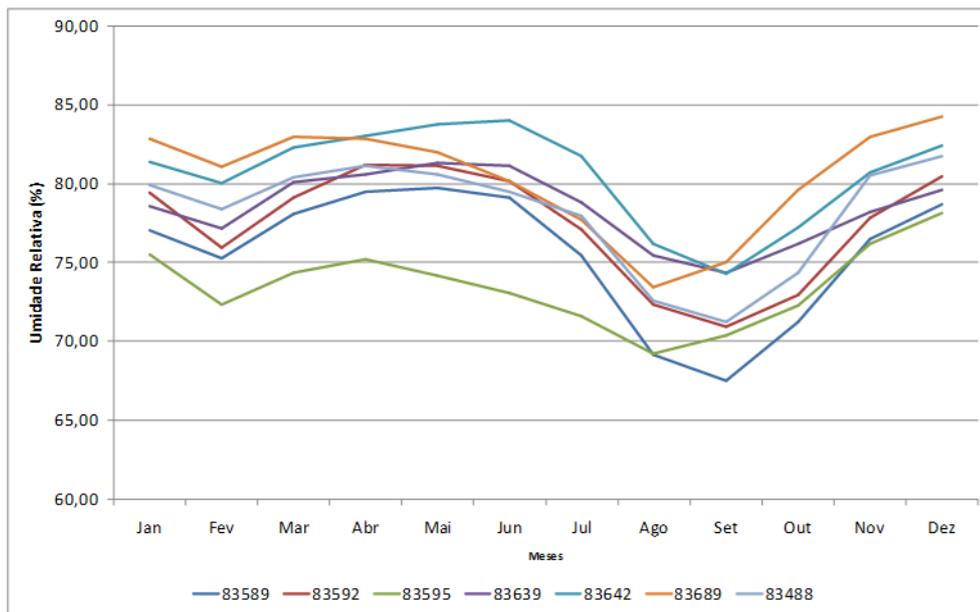


Gráfico 5.4 - Umidade relativa sazonal da 6 estações climatológicas do INMET consideradas representativas.

5.1.1.6 Insolação

Chama-se de insolação, em Meteorologia, o número de horas em que a luz do sol chega até a superfície da terra sem interferência de nuvens. Ela é medida através de uma semi-esfera de quartzo que fica exposta ao sol sobre um papel fotossensível.

A Figura 5.19 ilustra a insolação acumulada anual em horas. Observa-se que na área de estudo os valores variam de 1950 horas anuais na parte sul da UPGRH Piranga (parte alta da bacia), até 2468 horas anuais na parte nordeste da área do estudo, na UPGRH Manhuaçu. Analisando a ADA, verifica-se que o trecho da rodovia que intercepta a UPGRH Manhuaçu os valores de insolação anuais médias variam na ordem de 2237 a 2283 horas. Já no trecho central da ADA, UPGRH Piranga, apresenta menos insolação do que a UPGRH Manhuaçu variando em grade parte da área entre 2150 e 2236 horas. No extremo oeste, que correspondem o trecho da rodovia que intercepta a UPGRH Piracicaba os valores de insolação anuais médias variam na ordem de 2113 a 2150 horas. Verifica-se claramente um gradiente de redução da insolação no sentido leste-oeste da rodovia.

Para avaliar o padrão sazonal do comportamento da insolação na área do estudo, foram calculados para as 6 estações do INMET o acumulado médio mensal das séries históricas das insolações destas estações. O Gráfico 5.5 demonstra as insolações acumuladas mensais, neste gráfico observa-se que entre os meses de janeiro a agosto apresentam os maiores valores de insolação na área de estudo. Os meses de setembro a dezembro apresentam os menores valores.

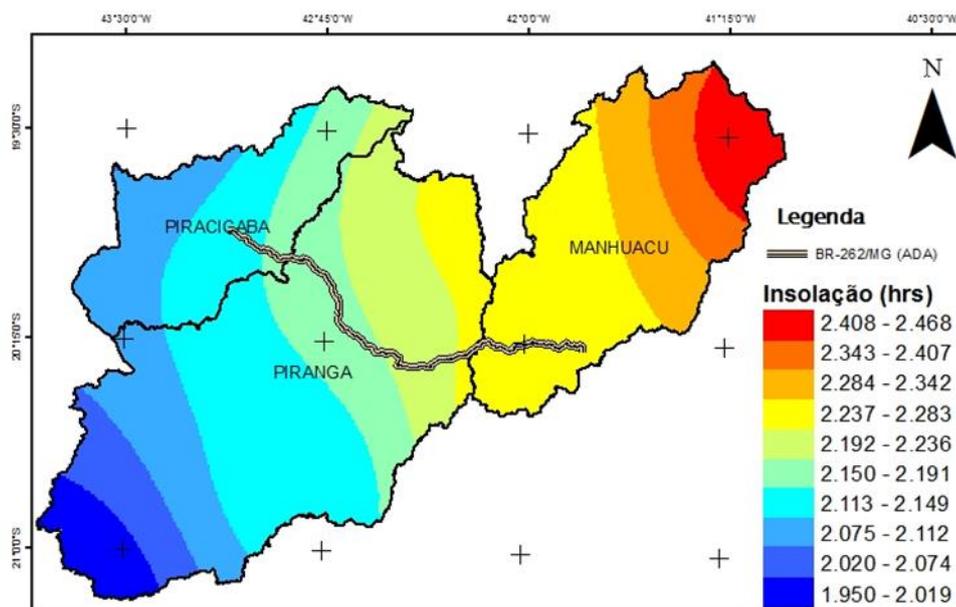


Figura 5.19 - Insolação Anual da área de estudo.

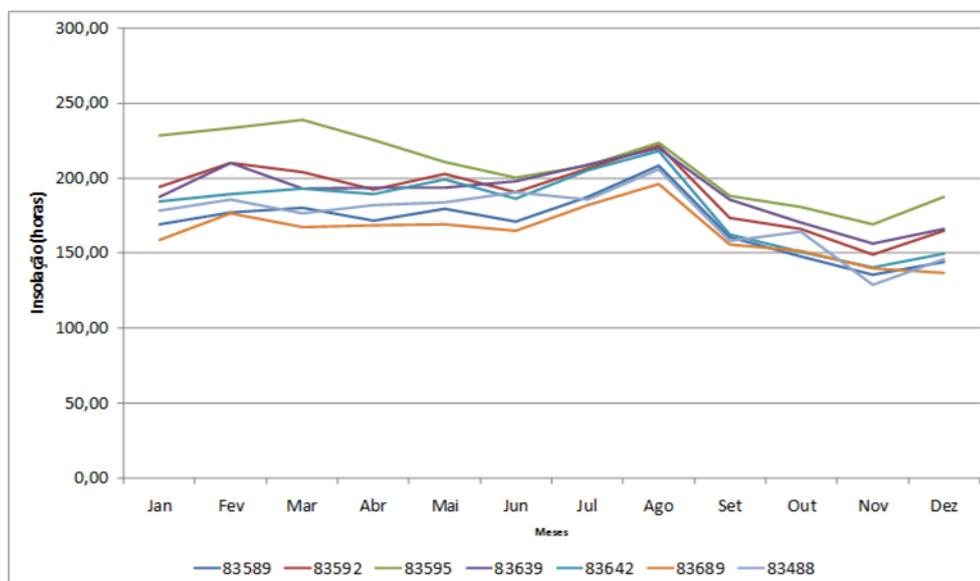


Gráfico 5.5 - Insolação sazonal das 6 estações climatológicas do INMET consideradas representativa.

5.1.1.7 Nebulosidade

A Nebulosidade é um elemento meteorológico que traduz a fração da abóbada celeste que é ocupada por nuvens. Segundo as normas meteorológicas atuais, o céu é dividido em décimos (ou octas, dependendo da região) e, a partir do número de décimos com cobertura total de nuvens, a nebulosidade é dividida em (INMET, 1999):

- Céu limpo ou ensolarado ou claro: nenhum vestígio de nuvens (nenhum décimos encoberta);
- Céu quase limpo ou poucas nuvens: entre 1 a 2 décimos encoberta;

- Céu parcialmente nublado: entre 3 a 5 décimos (aproximadamente metade do céu) encobertas pelas nuvens;
- Céu nublado: entre 6 a 9 décimos encobertas pelas nuvens;
- Céu encoberto: os 10 décimos estão totalmente encobertos pelas nuvens.

A Figura 5.20 ilustra o comportamento regional da nebulosidade média anual. Observa-se que na área de estudo os valores variam de 5,74 décimos na parte sudeste da UPGRH Piranga, até 6,87 décimos na parte nordeste da área do estudo, na UPGRH Manhuaçu. Analisando a ADA, verifica-se que em todos os trechos da rodovia que intercepta as três UPGRHs (Manhuaçu, Piranga e Piracicaba) os valores de nebulosidade anuais médias variam na ordem de 5,74 a 6 décimos. Assim, em toda a extensão da rodovia o padrão médio anual de nebulosidade é entre céu parcialmente nublado a céu nublado.

Para avaliar o padrão sazonal do comportamento da nebulosidade na área do estudo, foram calculados para as 6 estações do INMET a média mensal da séries histórica das nebulosidades destas estações o Gráfico 5.6 ilustra as nebulosidades média mensal, neste gráfico observa-se que os meses de junho a agosto apresentam os menores valores de nebulosidade. Os meses de outubro a março (período úmido) apresentam as maiores taxas.

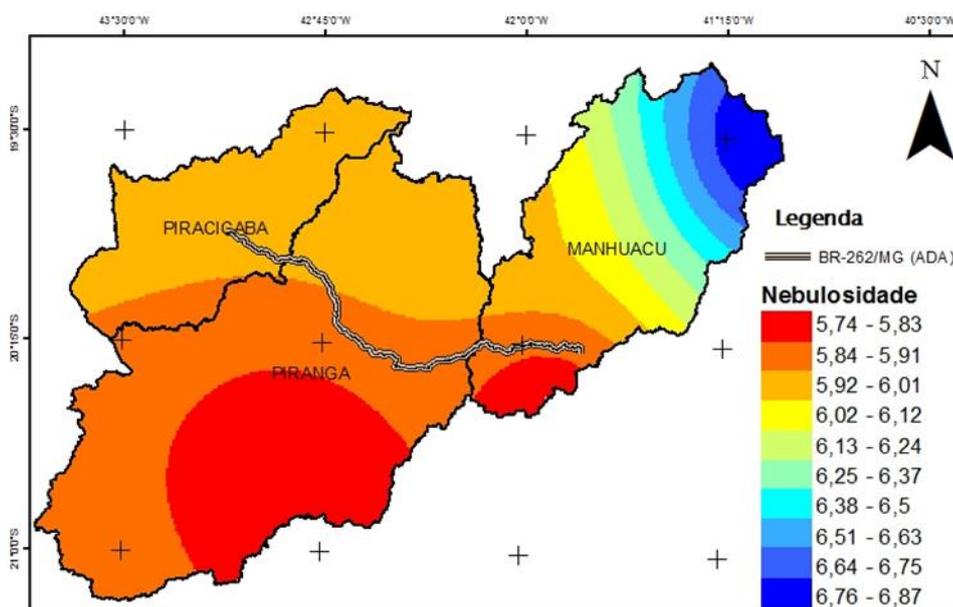


Figura 5.20 - Nebulosidade média anual da área do estudo.

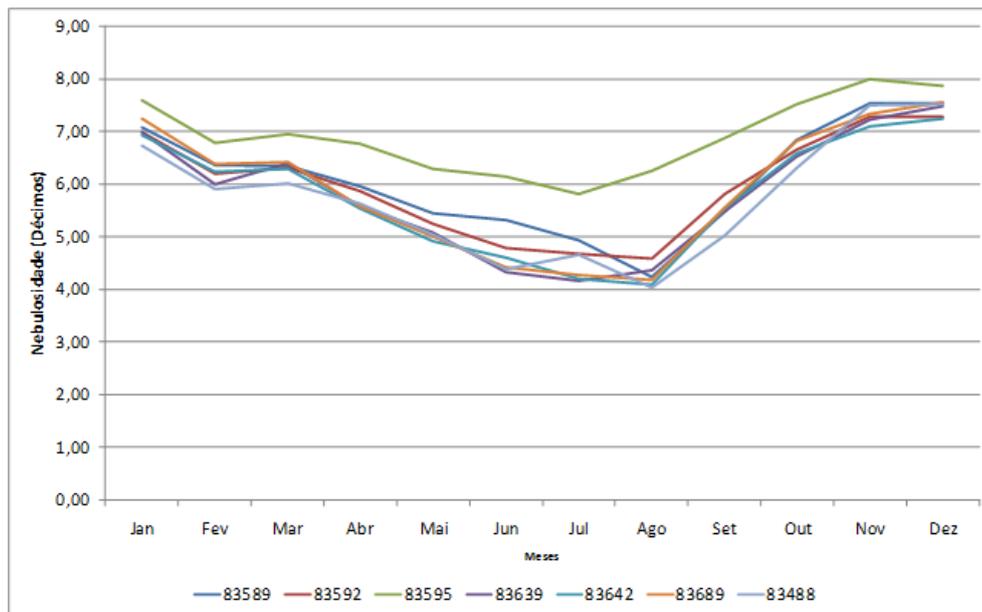


Gráfico 5.6 - Nebulosidade sazonal da 6 estações climatológicas do INMET consideradas representativas.

5.1.1.8 Ventos

A caracterização da intensidade dos ventos se dá pela magnitude de sua velocidade, assim os ventos podem ser classificados de acordo com algumas faixas de velocidade, por exemplo a classificação adotada na escala de Beaufort.

Além da intensidade do vento, deve-se dar atenção também à sua direção predominante. A direção do vento exprime a posição do horizonte aparente do observador a partir da qual o vento parece provir (ou seja: de onde o vento sopra) e nunca para onde o vento estaria indo (VAREJÃO-SILVA (2005)). Segundo VENDRAMINI (1986), a direção do vento é bastante variável no tempo e no espaço, em função da situação geográfica do local, da rugosidade da superfície, do relevo, da vegetação, do clima e da época do ano. Nas estações meteorológicas o dado de vento representa normalmente a velocidade deste ao final de cada hora e a rajada é o maior valor de vento medido ao longo da hora.

Existem diversas formas de orientação da direção da velocidade do vento, uma delas é a dos pontos cardeais. Pontos cardeais correspondem aos pontos básicos para determinar as direções e são concebidos a partir da posição na qual o Sol se encontra durante o dia. Os quatro pontos são: Norte (sigla N), denominado também de setentrional ou boreal; Sul (S), chamado igualmente de meridional ou austral; Oeste (O ou W), conhecido também como ocidente; e Leste (E), intitulado de oriente. Para estabelecer uma localização mais precisa são usados os pontos que se encontram no meio dos pontos cardeais. Esses pontos intermediários são denominados de pontos colaterais: Sudeste (entre sul e leste e sigla - SE), Nordeste (entre norte e leste - NE), Noroeste (entre norte e oeste - NW) e Sudoeste (entre sul e oeste - SW).

A Figura 5.21 ilustra o comportamento regional da velocidade do vento média anual. Observa-se que na área de estudo os valores não variam muito ficando entre 1,1 e 1,5 m/s. Essa estabilidade fica mais evidente ADA. O extremo leste da rodovia ocorre as menores intensidade de vento. O Gráfico 5.7 ilustra as velocidades do vento média mensal, neste gráfico observa-se que os meses de agosto a dezembro apresentam os maiores valores de velocidade. Os meses de abril a junho apresentam as menores velocidades.

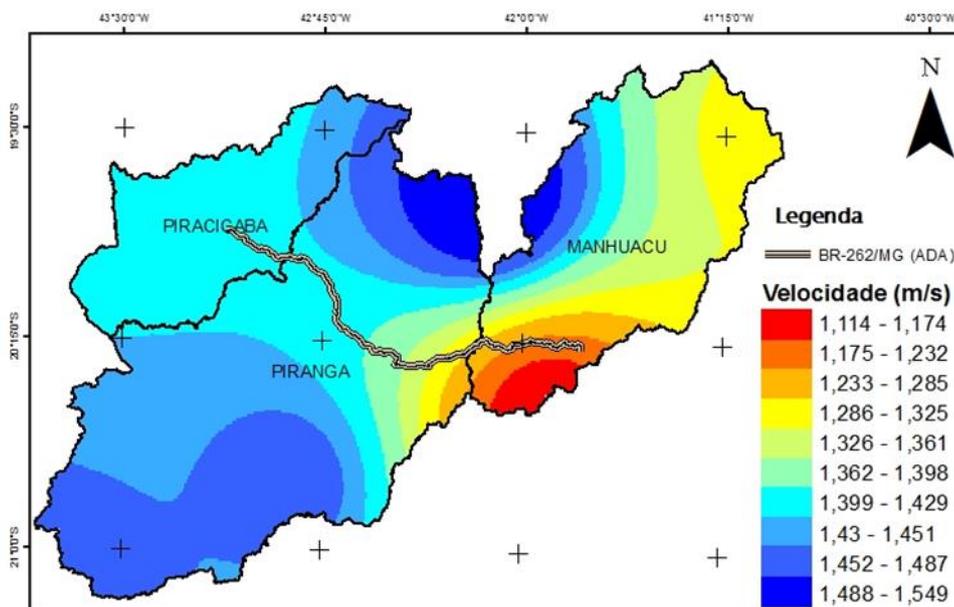


Figura 5.21 - Velocidade média anual do vento na área de estudo.

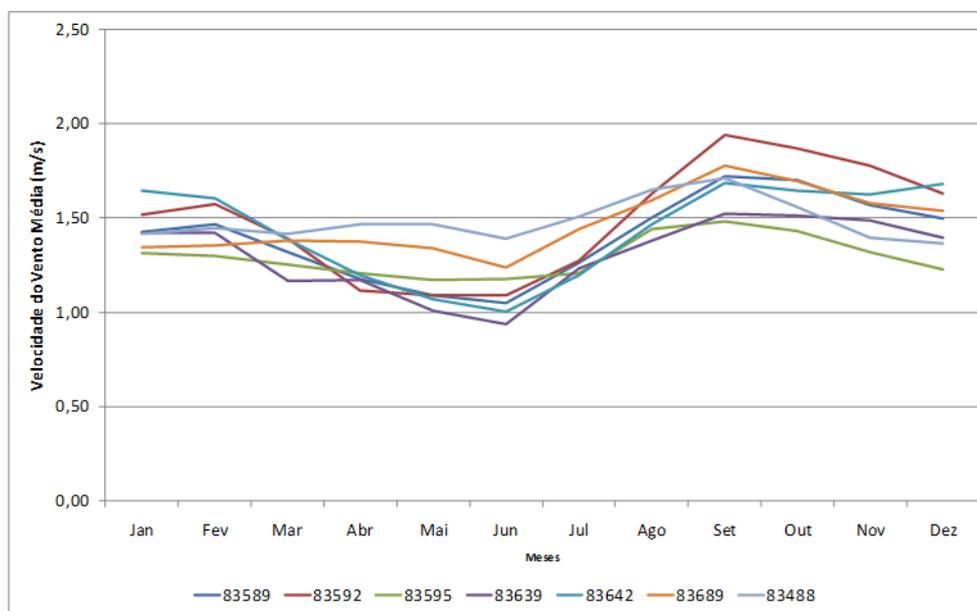


Gráfico 5.7 - Nebulosidade sazonal da 6 estações climatológicas do INMET consideradas representativas.

A Figura 5.22 ilustra o comportamento regional da velocidade do vento máxima anual. Observa-se que na área de estudo os valores apresentam uma maior variabilidade em relação a velocidade média, apresentando valores entre 3,2 e 5,6 m/s. Na ADA verifica-se uma maior tendência de rajadas no extremo oeste da rodovia, tendo em vista que nessa região, notadamente na UPGRH Piracicaba, apresentam os valores mais altos de velocidade máxima do vento. Observa-se claramente um gradiente de aumento da velocidade máxima do vento no sentido Leste-Oeste da rodovia.

Para avaliar o padrão sazonal do comportamento da velocidade do vento máxima na área do estudo, foram calculados para as 6 estações do INMET a média mensal das séries histórica das velocidades do vento máxima destas estações. O Gráfico 5.8 ilustra as velocidades do vento máxima mensal, neste gráfico observa-se que os meses de abril a junho apresentam os menores valores de velocidade máxima, indicando que nesses meses há uma propensão menor de rajadas de vento. Os meses de dezembro e janeiro apresentam as maiores velocidades.

O Gráfico 5.9 expressa o comportamento regional da direção do vento na área de estudo a partir dos dados das 6 estações do INMET consideradas representativas. Observa-se que há uma tendência de predominância de ventos vindos de leste, nordeste e sudeste.

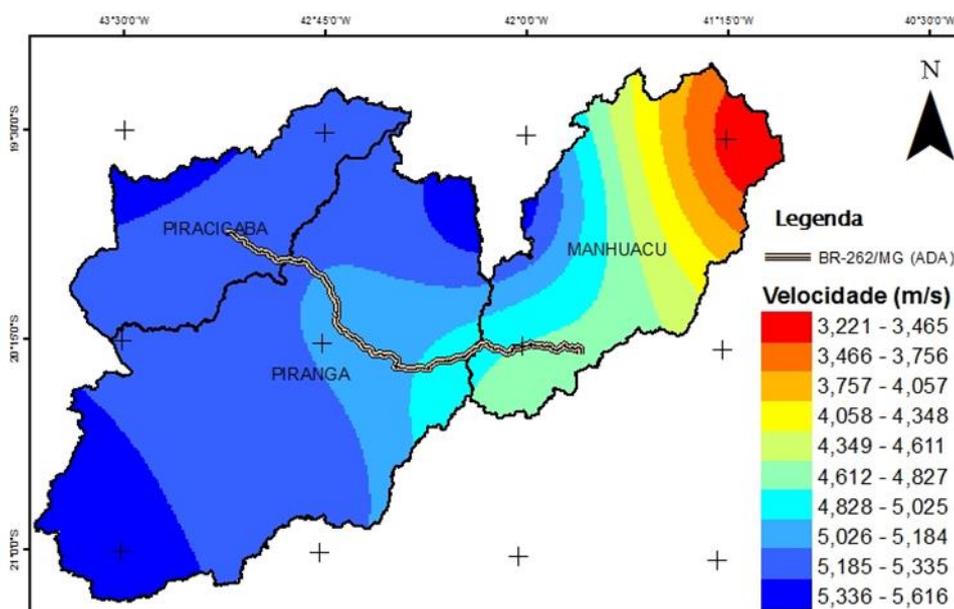


Figura 5.22 - Velocidade máxima anual do vento da área do estudo

Deve-se ressaltar a importância do diagnóstico do clima para o empreendimento de duplicação da BR-262/MG, tendo em vista que um clima desfavorável na região aumenta a importância dos dispositivos e serviços de drenagem, com destaque para períodos de elevada intensidade pluviométrica, a falta de materiais rochosos e a presença de solos instáveis. Além destes, a extensa rede hidrográfica na geratriz da rodovia, o forte ciclo hidrológico e a vulnerabilidade ambiental constituem obstáculos à manutenção do “equilíbrio” ambiental da região.

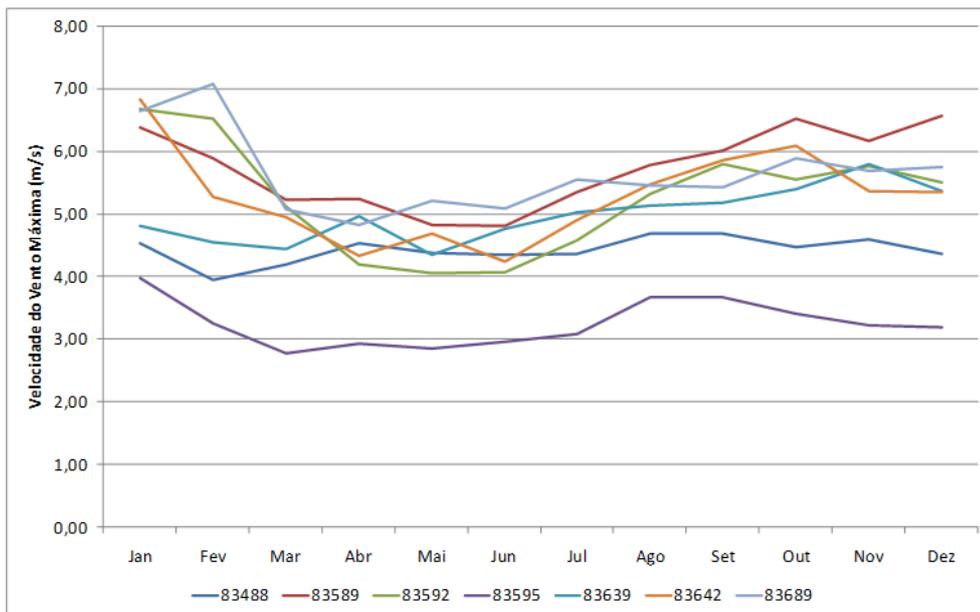


Gráfico 5.8 - Velocidade máxima do vento sazonal da 6 estações climatológicas do INMET consideradas representativas.

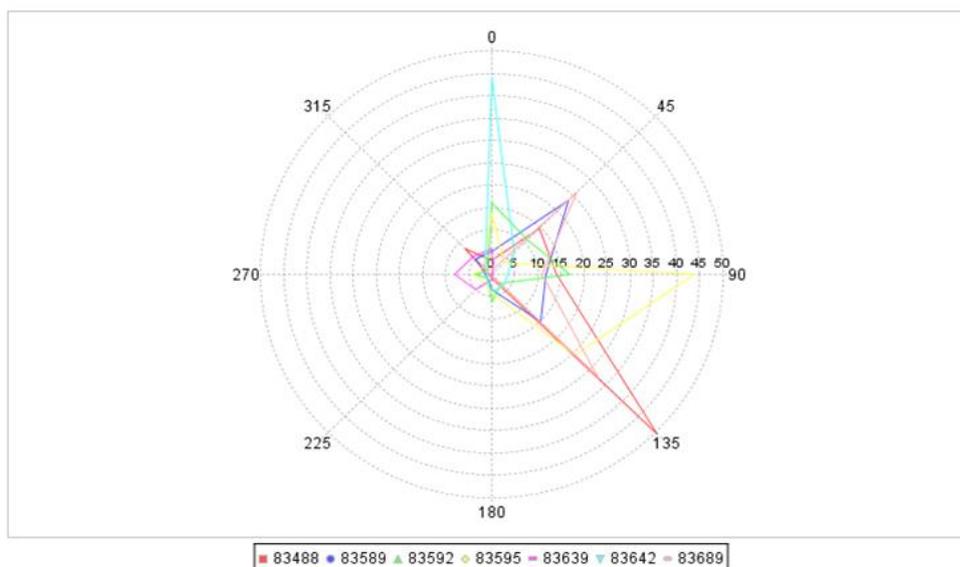


Gráfico 5.9 - Direção do vento das estações climatológicas consideradas representativas da Área do Estudo.

5.1.2 Geomorfologia

5.1.2.1 Metodologia

Foi realizado, primeiramente, um levantamento de dados secundários, tais como: pesquisas bibliográficas, observações, análises de imagens de satélite e fotografias aéreas do trecho da Área em Estudo, as quais possibilitaram a identificação das principais unidades geológicas-estruturais e geomorfológicas, baseados nos projetos disponibilizados pela Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM) – Serviço Geológico do Brasil, Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais (CODEMIG), Projeto RADAM BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), etc., e, para os estudos

pedológicos, utilizou-se, principalmente, os projetos disponibilizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM) – Serviço Geológico do Brasil, etc.

A partir da produção dos dados indiretos, foram realizados levantamentos de campo, em outubro de 2014, para a confirmação das unidades mapeadas e, em seguida, fez-se a interação e interpretação das mesmas para o diagnóstico do meio físico.

A metodologia utilizada para a classificação geomorfológica seguiu os parâmetros estabelecidos por Tricart (1965) e Ross (1992), no qual indicam que o mapa geomorfológico deve fornecer informações acerca de relações espaciais que permitam abordagens de interesse geográfico, como a vulnerabilidade e a potencialidade dos recursos do relevo, bem como, fornecer elementos que possam ser utilizados para a descrição do relevo, identificando os elementos do terreno, objetivando a compreensão da evolução dessas formas.

Por fim, foi elaborado o Mapa Hipsométrico da Área em Estudo (Volume I – Tomo I de Mapas Temáticos), objetivando fornecer informações acerca de sua associação com as unidades geomorfológicas presentes na paisagem da Área de Estudo.

5.1.2.2 Unidades Geomorfológicas

A área de estudo atravessa quatro Unidades Geomorfológicas distintas, definidas por CPRM (2010), cuja caracterização está descrita a seguir. O Mapa de Geomorfologia da Área de Estudo é apresentado no Volume I – Tomo I de Mapas Temáticos.

5.1.2.2.1 Domínio Montanhoso (R4c)

Este domínio é representado por alinhamentos de serras dispostos em formas assimétricas (*cuestas*) e com vertentes de gradiente superior a 30° (*hogback*). Essas serras apresentam formas muito acidentadas, com encostas côncavas a retilíneas (paredões) e topos com cristas alinhadas, aguçadas ou levemente arredondadas, bem como sedimentação representada por colúvios e depósitos de *tálus*. As serras que representam esse domínio, apresentam uma amplitude de relevo que varia de 300 a 2000 m, podendo apresentar, localmente, desnivelamentos inferiores a essa cota. A declividade varia entre 25-45°, podendo ocorrer, localmente, paredões rochosos subverticais, com inclinações variando de 60 a 90°. Em relação as drenagens encontradas nesse domínio, as mesmas apresentam-se em franco processo de entalhamento, sendo este, o principal processo de evolução ou dissecação da paisagem. Por fim, os processos de morfogênese aplicados a esse domínio estão relacionados a formação de solos rasos em terrenos muito acidentados, acarretando em uma grande possibilidade de ocorrer processos de erosão laminar e de movimentos de massa.

5.1.2.2.2 Domínio de Morros Baixos e Serras Baixas (R4b)

Este domínio é representado por morros convexo-côncavos dissecados com topos arredondados ou aguçados e morros de topo tabular característicos de chapadas

intensamente dissecadas e de topos planos. Esses morros apresentam amplitude de relevo variando de 80 a 200 m, declividade variando entre 15-35° e sedimentação representada pela formação de colúvios e, localmente, depósitos de *tálus*. Em relação a drenagem, o sistema de drenagem principal que está presente nesse domínio é representado por áreas de planícies aluviais restritas, estas, por sua vez, estão intimamente relacionadas ao padrão de relevo encontrados nesse domínio. Por fim, os processos de morfogênese aplicados a esse domínio estão relacionados a formação de solos pouco espessos em terrenos declivosos, acarretando em uma grande possibilidade de ocorrer processos de erosão laminar e linear acelerada (sulcos e ravinas), além de esporádicos processos de movimentos de massa.

5.1.2.2.3 Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos (R4a2)

Este domínio é representado por colinas dissecadas apresentando vertentes convexo-côncavas e topos arredondados ou aguçados. Essas colinas apresentam amplitude de relevo variando de 30 a 80 m, declividade entre 5 e 20° e sedimentação representada pela formação de colúvios, principalmente nas rampas das vertentes dessas colinas. Em relação a drenagem, o sistema de drenagem principal que está presente nesse domínio, apresenta sedimentação relacionada a deposição de planícies aluviais restritas ou em vales fechados. Por fim, os processos de morfogênese aplicados a esse domínio estão relacionados a formação de solos espessos e bem drenados acarretando em uma grande possibilidade de ocorrer processos de erosão laminar e esporádicos processos de erosão linear acelerada (sulcos, ravinas e voçorocas).

5.1.2.2.4 Planícies Fluviais ou Flúvio-Lacustres (R1a)

Este domínio é representado por áreas associadas a planícies de inundação e baixadas inundáveis de rios e lagos. Essas planícies e baixadas são constituídas por zonas de acumulação atual, apresentam relevo com padrões variando de sub-horizontais a horizontais, compostos, principalmente, por sedimentos areno-argilosos. Essas planícies e baixadas apresentam-se inundáveis periodicamente, são áreas mal drenadas nas planícies de inundação e bem drenadas nas baixadas. Por fim, exibem amplitude de relevo nula e declividade variando entre 0 e 3° (regiões planas a suaves).

5.1.2.3 Geomorfometria - Análise dos Processos Erosivos Superficiais

5.1.2.3.1 Metodologia

Nos processos de construção de rodovias, a suscetibilidade à erosão deve considerar como principais parâmetros o grau de resistência dos solos à desagregação pelos agentes erosivos (erodibilidade dos solos), bem como a declividade média dos terrenos (fator topográfico) sobre os quais os solos estão localizados.

Já o relevo condiciona o potencial gravitacional, ou seja, quanto maior a declividade, maior o grau de suscetibilidade à erosão das terras. O relevo pode ser descrito em termos de tipos (normal, subnormal, côncavo e excessivo), gradientes ou intervalos (0-2%, 2-5%, etc.), forma (plano, convexo, côncavo, misto) e uniformidade (uniforme e irregular). As diferentes combinações desses atributos podem levar a distintos graus de limitação pelo relevo.

Atualmente, classes ou intervalos de declividade podem ser facilmente determinados a partir de Modelos Numéricos do Terreno (MNT) e apresentam estreita relação com aspectos importantes para uso e manejo agrícolas como a quantidade e velocidade do deflúvio, risco de erosão do solo, possibilidade de emprego de tratores e máquinas agrícolas, entre outros.

O Projeto TOPODATA (Valeriano, 2008), objetiva a caracterização do relevo com vistas à derivação do potencial de erosão, por meio de dados acerca das classes de declividade do terreno, disponíveis no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

As variáveis geomorfométricas locais foram obtidas a partir da altimetria, com derivações em torno de cada ponto analisado, operadas através de janelas móveis. Assim, além da própria altimetria (derivação de ordem zero), são fornecidas a declividade e a orientação de vertentes (derivadas de 1ª ordem), além das curvaturas vertical e horizontal (derivadas de 2ª ordem), como principais variáveis geomorfométricas locais. As mesmas foram classificadas e combinadas para a produção de mapas de intervalos qualitativos, tais como classes de declividade e formas de terreno.

5.1.2.3.2 Declividade do Terreno

Declividade do terreno é definida como a maior ou menor inclinação do relevo em relação à superfície horizontal. Seus valores variam de 0° a 90°, embora, geralmente, esses valores são expressos em porcentagem, de zero ao infinito. Quanto maior a declividade de um terreno, maior o seu potencial de escoamento superficial, com as águas apresentando maior velocidade e poder erosivo e, devido à sua estreita associação com processos de transporte gravitacional (escoamento, erosão, deslizamento), a declividade do terreno torna-se uma variável básica para a segmentação de áreas em praticamente todos os procedimentos de planejamento territorial. Neste trabalho utilizou-se a segmentação das classes de declividade proposta por Lepsch (1991), descrita no QUADRO 5.2, a seguir.

QUADRO 5.2: CLASSES DE DECLIVIDADE E INTERVALOS DE VALORES PERCENTUAIS.

CLASSE	INTERVALO (%)	DESCRIÇÃO
A	0 a 2	Plano
B	2 a 5	Suave ondulado
C	5 a 10	Moderadamente Ondulado
D	10 a 15	Ondulado
E	15 a 45	Fortemente ondulado
F	45 a 70	Montanhoso
G	>70	Escarposo

Classe A: formada por áreas planas ou quase planas, onde o escoamento superficial ou deflúvio é muito lento ou lento. O declive do terreno não oferece nenhuma dificuldade ao uso de máquinas e não existe erosão hídrica significativa, exceto, possivelmente, em vertentes cujas rampas sejam muito longas e com solos altamente suscetíveis à erosão ou quando recebam contribuições de áreas vizinhas situadas a montante.

Classe B: compreende áreas com declives suaves, nos quais o escoamento superficial é lento ou moderado. Os declives não dificultam o trabalho de qualquer tipo de máquina. Em alguns tipos de solos com essa declividade, a erosão hídrica não oferece problemas; em muitos deles, práticas simples de conservação são necessárias, enquanto em solos muito erodíveis e com comprimentos de rampa muito longos, proteções com práticas mais complexas podem ser necessárias, tais como sistema de terraços e faixas de retenção.

Classe C: áreas com superfícies inclinadas, geralmente com relevo ondulado, nas quais o escoamento superficial, para a maior parte dos solos, é médio ou rápido. O declive normalmente não prejudica o uso de máquinas. Em alguns casos, a erosão hídrica oferece poucos problemas ou então pode ser controlada com práticas simples. Porém, na maior parte das vezes, práticas complexas de conservação do solo são necessárias para que terras com esse declive possam ser cultivadas intensivamente.

Classe D: compreende áreas muito inclinadas, onde o escoamento superficial é rápido na maior parte dos solos. A não ser que os declives sejam muito complexos, a maior parte do maquinário pode ser usada, mas com alguma dificuldade. A erosão é significativa na maior parte dos solos, exceto naqueles muito permeáveis e/ou com baixa erodibilidade.

Classe E: representada por áreas fortemente inclinadas, cujo escoamento superficial é muito rápido na maior parte dos solos. Somente maquinário leve pode ser usado e, assim mesmo, com dificuldades.

Classe F: constituída por áreas íngremes, de regiões montanhosas, onde praticamente não há nenhum tipo de tráfego. O escoamento superficial é sempre muito rápido.

Classe G: são áreas de relevo escarpado ou muito íngreme, onde normalmente se desenvolvem solos muito rasos em associação com afloramentos rochosos.

5.1.2.3.3 Curvatura Vertical

Segundo Florenzano (2008), a curvatura vertical das vertentes está relacionada aos processos de migração e acúmulo da água, de minerais e de matéria orgânica no solo através da superfície, causados pela gravidade. É definida como a segunda derivada da altitude, o que pode ser descrito como a variação da declividade ao longo de uma determinada distância. Ou seja, tais definições referem-se ao caráter convexo/côncavo do terreno, quando analisado em perfil.

Estudos de compartimentação topográfica mostram que a curvatura vertical é uma ótima variável na identificação de unidades homogêneas para mapeamentos diversos, pois esses estudos se baseiam na forte relação com o tipo de substrato e com processos de formação do relevo. Atualmente, o estudo da curvatura vertical está relacionado aos

processos de migração e acúmulo de matéria através da superfície por gravidade. Este mecanismo atua indiretamente no equilíbrio entre os processos pedogenéticos e morfogenéticos, além de influenciar a distribuição local do regime hídrico e, conseqüentemente, o regime térmico. Seja por sua atuação presente ou pretérita, a distribuição da curvatura vertical apresenta forte relação com mapas pedológicos e geológicos.

A transformação da curvatura calculada em classes (convexo, côncavo e retilíneo) é obtida a partir do fatiamento (ou reclassificação) dos valores obtidos. Geralmente, os terrenos convexos estão relacionados a valores positivos, os terrenos côncavos a valores negativos, enquanto que valores nulos indicam vertentes retilíneas. O esquema de classificação pode ser aplicado à curvatura vertical para seu agrupamento em 5 classes. Com maior número de classes, estreita-se a faixa de admissão na classe retilínea ($\pm 0,00125^\circ/\text{m}$), para a evidenciação de concavidades/convexidades moderadas, até $\pm 0,005^\circ/\text{m}$, quando a curvatura se torna franca.

5.1.2.3.4 Erodibilidade do Solo

Segundo Wischmeier & Smith (1978 *apud* Bertoni & Lombardi Neto, 1993) a erodibilidade do solo (fator K) é expressa pela relação entre as perdas de terra (em toneladas por hectare – TON/ha) por unidade do fator chuva, em condições padronizadas de declividade, comprimento de rampa, manejo da cultura e práticas conservacionistas.

O Fator Erodibilidade do Solo é utilizado em combinação com outros fatores, expressos pela Equação Universal de Perdas de Solos – EUPS, conforme a seguinte relação:

$$A = R.K.L.S.C.P$$

Em que:

A: perdas de solos (t.ha⁻¹.ano⁻¹);

R: Fator Erosividade da chuva (MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹.ano⁻¹);

K: Fator Erodibilidade do solo (t.h.MJ⁻¹.mm⁻¹);

L e S: componentes do Fator Topográfico (adimensional);

C: Fator de Uso e manejo do solo (adimensional);

P: Fator Práticas Conservacionistas (adimensional).

5.1.2.3.5 Suscetibilidade dos Solos à Erosão

A textura do solo é uma das principais propriedades para a classificação do grau de resistência do solo aos processos erosivos. Quanto mais grossa a textura do solo (granulometria areia grossa a fina) maior sua suscetibilidade à erosão hídrica. A granulometria da areia não possui grau de coesividade suficiente para resistir às forças desagregadoras. Já as partículas coloidais, com área superficial específica alta (granulometria argila) e/ou os

colóides orgânicos, apresentam grau de coesão e de agregação maior que as partículas de granulometria mais grossas, sendo considerados agentes ligantes, determinando assim maior coesão das partículas secundárias do solo (agregados) e menor valor de erodibilidade.

Mannigel et al. (2002) encontraram diferentes intervalos de valores para o fator erodibilidade do solo para as principais classes de solo, dispostos nas seguintes faixas: Latossolos (0,0169 a 0,0298), Argissolos (0,0265 a 0,0496), Gleissolos (0,0586 a 0,0610), Neossolos litólicos (0,0442 a 0,0551) e Neossolos flúvicos (0,0646).

Bertoni & Lombardi Neto (1985) atribuíram à classe dos Latossolos, erodibilidade baixa ou muito baixa e às areias Quartzozas e solos Podzólicos com elevado gradiente textural, fatores de erodibilidade altos a muito altos.

Baptista (1997) obteve estimativas da erodibilidade do solo de uma pequena bacia hidrográfica pelo método do Nomograma de Wischmeier para classes de solos (QUADRO 5.3).

QUADRO 5.3: FATORES DE ERODIBILIDADE DE SOLOS, OBTIDOS PELO MÉTODO DO NOMOGRAMA CLASSES DE SOLOS FATOR K, SEGUNDO BAPTISTA (1997).

CLASSES DE SOLOS	FATOR K
Latossolo Vermelho-escuro	0,013
Latossolo Vermelho-amarelo	0,02
Terra Roxa Estruturada	0,013
Podzólico Vermelho-amarelo Distrófico	0,042
Podzólico Vermelho-amarelo Eurófico	0,03
Cambissolo	0,024
Aluvial	0,029
Areia Quartzosa	0,027

5.1.2.3.6 Resultados

5.1.2.3.6.1 Unidades Geomorfológicas da Área Diretamente Afetada (ADA)

O trecho em estudo, tem seu início na localidade de Pequiá (divisa dos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo – Km 0), sendo este inserido dentro do Domínio Montanhoso (Figura 5.23 e Figura 5.24). Esse domínio ocorre entre o Km-0 e Km-7 (Pontos 1 ao 7), Km-15 e Km-53 (Pontos 13 ao 32), Km-56 e Km-65 (Pontos 35 ao 39), Km-82 e Km-90 (Pontos 47 ao 49), Km-159 e Km-163 (Ponto 85) e Km-195 e Km-196 (Ponto 104; trevo entre a BR-381 e a BR-262/MG, próximo a João Monlevade – fim da Área de Estudo). Esse domínio está inserido sob rochas do Complexo Procrane, Complexo Paraíba do Sul, Complexo Juiz de Fora, Tonalito Bom Jesus do Galho, Grupo Dom Silvério e Formação Cauê, onde ambas as unidades encontram-se metamorfozadas e, localmente, ocorrem saprolitizadas. Em relação ao solo, esse domínio está inserido, em sua grande parte, sob os latossolos, porém, também cortam os argissolos e os cambissolos. Apresentam cotas altimétricas variando entre 550 e 900 m e declividade variando entre 25 e 45°. Devido a essas características em conjunto, o relevo desse domínio apresenta alta propensão aos processos erosivos.



Figura 5.23 - Feições geomorfológicas do Domínio Montanhoso. Pode-se perceber grandes serras nesse domínio. Coordenadas: A) -20° 16' 34,89900" e -41° 46' 44,65400"; B) -20° 16' 09,82200" e -41° 46' 39,21000".

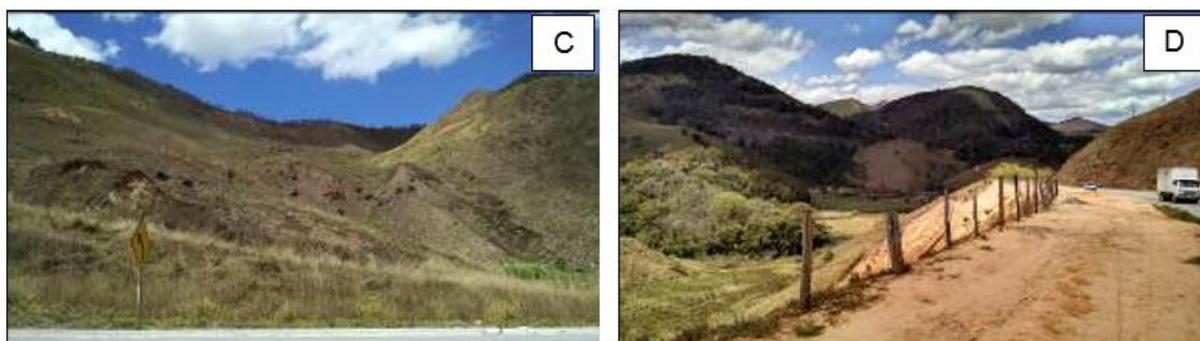


Figura 5.24 - Feições geomorfológicas do Domínio Montanhoso. Pode-se perceber grandes serras nesse domínio. Coordenadas: C) -20° 14' 50,94800" e -41° 55' 36,58200"; D) -20° 14' 24,01400" e -41° 58' 05,80900"

O Domínio de Morros Baixos e Serras Baixas (Figura 5.23 A, B e Figura 5.24 C e D) ocorre entre o Km-7 e Km-15 (Pontos 8 ao 12), Km-53 e Km-56 (Pontos 33 ao 34), Km-65 e Km-82 (Pontos 40 ao 46), Km-90 e Km-110 (Pontos 50 ao 61), Km-123 e Km-148 (Pontos 69 ao 81), Km-151 e Km-159 (Pontos 82 ao 84) e Km-163 e Km-195 (Pontos 86 ao 103). Esse domínio está inserido sob rochas do Complexo Procrane, Complexo Juiz de Fora, Tonalito Vermelho Novo, Complexo Paraíba do Sul, Tonalito Bom Jesus do Galho, Complexo Piedade, Rochas Metamáficas, Complexo Mantiqueira e Supergrupo Rio das Velhas, onde ambas as unidades encontram-se metamorfizadas e, localmente, ocorrem saprolitizadas. Em relação ao solo, esse domínio está inserido, em sua grande parte, sob os latossolos, porém, também cortam os argissolos e os cambissolos. Apresentam cotas altimétricas variando entre 300 e 850 m e declividade variando entre 15 e 35°. Devido a essas características em conjunto, o relevo desse domínio apresenta moderada a alta propensão aos processos erosivos.

O Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos (Figura 5.25 E, F, G e H) ocorre entre o Km-110 e Km-123 (Pontos 62 ao 68). Esse domínio está inserido sob rochas do Complexo Piedade, cujas rochas encontram-se metamorfizadas e, localmente, ocorrem saprolitizadas. Em relação ao solo, esse domínio está inserido sob os latossolos. Apresentam cotas altimétricas variando entre 350 e 550 m e declividade variando entre 5 e 20°. Devido a essas características em conjunto, o relevo desse domínio apresenta baixa a moderada propensão aos processos erosivos.



Figura 5.25 - Feições geomorfológicas dos domínios de Morros e de Serras Baixas (A a D) e Colinas Dissecadas e Morros Baixos (E a H). Coordenadas: A) -20° 15' 45,10800" e -42° 10' 08,97800"; B) -20° 19' 41,25900" e -42° 20' 48,26300"; C) -20° 16' 51,96100" e -42° 33' 49,07500"; D) -20° 15' 55,22600" e -42° 35' 28,30900"; E, F e G) -20° 12' 35,62900" e -42° 39' 40,67000"; H) -20° 15' 19,69800" e -42° 35' 58,36200".

A Planície Fluvial ou Flúvio-lacustre ocorre entre o Km-148 e Km-151, na Planície originada a partir da dinâmica do Rio Doce (Figura 5.26). Esse domínio está inserido sob sedimentos aluvionares. Em relação ao solo, esse domínio está inserido sob os argissolos. Apresenta cota altimétrica em torno de 300 e declividade variando em torno de 1°. Vale ressaltar que toda área do entorno do leito do rio, a qual é frequentemente alagável pela

atividade fluvial ou de lagos ou por atividade meteórica, é considerada como Planície Flúvio-lacustre. Porém, a área de abrangência, geralmente, é pequena. Além disso, como são áreas alagáveis, frequentemente, desenvolvem solos hidromórficos.



Figura 5.26 - Rio doce, representante da unidade geomorfológica Planícies Fluviais ou Flúvio-lacustres, sendo bordejada por morros do Domínio Morros Baixos e Serras Baixas. Coordenadas: -20° 03' 54,20600" e -42° 43' 05,98200".

5.1.2.3.6.2 Resultados do Mapeamento Temático para Planialtimetria

O trecho da BR-262/MG em estudo e sua Área Diretamente Afetada (ADA), de uma maneira geral, apresenta-se em altitudes que variam de 300 a 900 m. Porém, dentro de uma poligonal de 10 km, essa altitude pode chegar até os 2000 m, principalmente na região próxima ao Km-0, na divisa dos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo.

No trecho entre o Km-0 e o Km-110, as altitudes predominantes variam entre 500 e 750 m, podendo chegar até 850 m, com média de 700 m, onde são formados vários vales nas regiões dos rios Manhuaçu, Ribeirão Jequetiba, São Luiz, Matipó e Santana.

No trecho entre o Km-110 e o Km-157, as altitudes predominantes variam em torno de 300 a 500 m, baixando consideravelmente de altitude na região de vários rios que cruzam a região, com média de 400 m, onde são formados vários vales nas regiões dos rios Casca e Doce.

No trecho entre o Km-157 e o Km-196, as altitudes predominantes variam entre 500 e 950 m, com média de 700 m, onde são formados vários vales nas regiões dos rios da Prata e Piracicaba.

É importante ressaltar que várias outras drenagens ocorrem paralelas a rodovia em estudo, haja visto que ocorrem muitas serras em todo o seu trajeto e com isso são visualizados diversos vales e, por consequência, diversas drenagens. O traçado todo da rodovia em estudo ocorre bordejando serras e, como consequência, seu traçado apresenta-se bastante sinuoso.

O Mapa de Hipsométrico da Área de Estudo (Volume I – Tomo I de Mapas Temáticos), apresenta os dados referentes à planialtimetria do empreendimento.

5.1.2.3.6.3 Resultados do Mapeamento Temático para Declividade

O mapeamento da declividade na região da Área de Estudo e sua Área Diretamente Afetada (ADA) foi baseado na proposta de Lepsch (1991), onde o relevo foi classificado, em quase todo o percurso, como Fortemente ondulado (Classe E), caracterizado por vertentes e altos de serra. De uma maneira geral, ao longo do traçado da rodovia em estudo, há uma variação dos valores de declividade, onde, predomina uma declividade fortemente ondulada (Classe E), principalmente, nas áreas pertencentes aos domínios Montanhoso e de Morros Baixos e Serras Baixas.

No trecho entre o Km-110 e o Km-123, os valores de declividade indicam que a região apresenta-se moderadamente ondulada (Classe C) a fortemente ondulada (Classe E), na área pertencente ao Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos.

No trecho entre o Km-148 e o Km-151, na região do Rio Doce, a declividade é da região é plana (Classe A), cujo domínio geomorfológico é a Planície Fluvial ou Flúvio-lacustre.

O Mapa de Declividade da Área em Estudo (Volume I – Tomo I de Mapas Temáticos) apresenta os dados referentes à declividade do empreendimento.

5.1.2.3.6.4 Resultados do Mapeamento Temático para Curvatura Vertical

O trecho da BR-262/MG em estudo, ao longo de todo seu percurso, bem como sua Área Diretamente Afetada (ADA), apresentou, de uma maneira geral, serras, morros e colinas com dominância de vertentes convexas-côncavas, principalmente nos domínios de Morros Baixos e Serras Baixas e de Colinas Dissecadas e Morros Baixos. Em relação a curvatura vertical visualizada no ambiente geomorfológico do Domínio montanhoso, há predominância de vertentes côncavas e retilíneas, com a formação de paredões nos maciços rochosos, bem como intensa erosão nas zonas de rochas alteradas (saprolíticas), com formação de sulcos e ravinamentos.

5.1.2.3.6.5 Resultados do Mapeamento Temático para Erodibilidade

Em função da escala do mapeamento utilizado (levantamento de reconhecimento), que caracterizou as unidades de mapeamento compostas por mais de uma classe, optou-se por não utilizar nomogramas ou equações para a determinação matemática do fator de erodibilidade do solo (fator K). Neste sentido, estimou-se um intervalo provável de variação numérica deste índice, obtendo-se classes de suscetibilidade à erosão a partir das principais características dos perfis de solos que compõem cada unidade de mapeamento de solos.

Com base nas referências aqui citadas e objetivando o enquadramento das unidades de solos que ocorrem na região de estudo, dentro de intervalos de valores para o fator de erodibilidade do solo sugeridos por Mannigel et al. (2002), foram considerados seis graus de suscetibilidade dos solos à erosão, variando desde extremamente alto até muito baixo (QUADRO 5.4).

QUADRO 5.4 - GRAU DE SUSCETIBILIDADE À EROÇÃO DAS DIFERENTES CLASSES DE SOLOS.

GRAU DE ERODIBILIDADE	INTERVALO DE VALORES PARA O FATOR K	CLASSES DE SOLOS
Extremamente alto	>0,060	Neossolo Flúvico, Planossolos
Muito alto	0,045 – 0,060	Neossolo Litólico (rochas ácidas), Organossolos
Alto	0,030 – 0,045	Espodossolos, Neossolo Litólico (rochas básicas)
Médio	0,015 – 0,030	Argissolos (rochas ácidas), Latossolo Vermelho-amarelo, Cambissolos, Luvisolos
Baixo	0,010 – 0,015	Argissolos (rochas básicas), Chernossolos, Latossolo Amarelo
Muito baixo	<0,010	Latossolo Vermelho

Esse estudo revelou, a partir do mapeamento pedológico, que há uma predominância, em toda a região de estudo e sua área diretamente afetada, da classe dos latossolos vermelho-amarelos, com ocorrência de latossolos vermelhos, neossolos flúvicos e cambissolos subordinados, além de trechos com predominância de latossolos vermelho, cambissolos háplicos e argissolos. Isso sugere que o fator de erodibilidade do solo varia de muito baixo (área com predominância de latossolos vermelhos) a médio (área com predominância de latossolos vermelho-amarelos, argissolos e cambissolos), podendo chegar a extremamente alto, nas regiões em que os latossolos vermelho-amarelos ocorrem em conjunto com os neossolos flúvicos.

5.1.3 Geologia e Geotecnia

5.1.3.1 Metodologia

O estudo geológico e geotécnico foi elaborado, primeiramente, a partir de dados secundários, tendo como principal fonte de referência o Projeto Geodiversidade do Estado de Minas Gerais (CPRM, 2010), além de diversos trabalhos acadêmicos (monografias, dissertações de mestrado, teses de doutorado, etc.), artigos científicos e relatórios de órgãos do Estado de Minas Gerais (CODEMIG, etc.).

Após o levantamento de dados secundários preliminar, objetivando a caracterização geológica-geotécnica da Área de Estudo, foi realizada uma etapa de campo, onde foi percorrido todo o traçado da rodovia em estudo, onde se buscou uma confirmação do que foi levantado a partir dos dados já existentes da região.

A metodologia executada nos trabalhos de levantamento geológico começou com a aquisição de dados através de extensa pesquisa bibliográfica dos trabalhos existentes para a área de estudo, e, depois, de uma etapa de campo, onde foram realizadas descrição macroscópica dos afloramentos de rochas encontrados, levando-se em consideração sua mineralogia, estruturas (foliação, bandamento, lineação, etc.), bem como feições tectônicas e relações entre os diferentes tipos de rocha existentes com o solo e o relevo da região.

Em relação a geotecnia, foram avaliados parâmetros como declividade do terreno, grau de alteração das rochas, riscos potenciais ou que já ocorreram movimentos de massa (escorregamentos, desmoronamentos e rolamentos de blocos), além de áreas que possuam potenciais condições para a ocorrência de processos erosivos.

Como o mapeamento forneceu informações acerca dos maciços rochosos e terrosos e como não foi constatada a necessidade de se abrir túneis e demais obras de artes especiais, não foi realizado um mapeamento estrutural detalhando dos maciços rochosos. O que houve foi apenas uma medição padrão das principais estruturas encontradas nos afloramentos rochosos sãs e saprolitizados, objetivando o conhecimento de zonas de estabilidade e instabilidade geotécnica.

Por fim, as ocorrências minerais existentes na área de estudo, bem como informações acerca de processos minerários, foram caracterizados e serão apresentados neste item e, em mapas. Prováveis áreas de jazidas de empréstimo, bem como áreas de bota fora, também, serão indicadas nesse tópico.

5.1.3.2 Geologia

O estado de Minas Gerais apresenta uma geologia bastante heterogênea, apresentando diferentes ambientes geológicos de idade que variam desde o Pré-Cambriano (Arqueano) até o Fanerozóico (Quaternário). No trecho da rodovia em estudo, bem como sua Área Diretamente Afetada (ADA), está localizado entre as cidades de João Monlevade (MG) e Martins Soares (MG), onde as unidades geológicas presentes fazem parte do Cráton ou Província São Francisco (setor oeste da rodovia) e da Província da Mantiqueira (setor leste da rodovia).

O Cráton ou Província São Francisco trata-se de uma unidade geotectônica ou tectono-estrutural que ocupa grande parte do Estado de Minas Gerais (cerca de 80%) e que se consolidou no Paleoproterozóico (Almeida, 1977). Segundo CPRM (2010) as principais feições tectônicas do sul do Estado de Minas Gerais, relacionadas ao Cráton São Francisco, fazem parte do embasamento do Cráton e são divididas em: Quadrilátero Ferrífero e Cinturão Mineiro, que envolvem um complexo metamórfico basal (TTG), supracrustais do Supergrupo Rio das Velhas, Supergrupo Minas, Grupo Itacolomi e granitoides arqueanos e paleoproterozoicos. A área em estudo corta algumas rochas do Quadrilátero Ferrífero e do Supergrupo Rio das Velhas.

A Província Mantiqueira trata-se de uma unidade geotectônica ou tectono-estrutural que ocupa porção sudeste do Estado de Minas Gerais. Almeida e Hasui (1984) dividiram a Província Mantiqueira em três setores, referidos como setentrional, central e meridional. Porém, Hasui (2010), a partir de um incremento no conhecimento acerca da Província Mantiqueira, reorganizou a Província em três cinturões orogênicos: Araçuaí, Ribeira e Tijuca. A área em estudo encontra-se inserida dentro do cinturão orogênico Araçuaí.

Não menos importante é a presença de Depósitos Aluvionares, particularmente representadas por aluviões Quaternários que se distribuem ao longo das drenagens que cortam a Área em Estudo.

Como não é objetivo a caracterização da evolução geotectônica destas unidades este item apresentará uma descrição objetiva das unidades geológicas que ocorrem na Área de Estudo, bem como sua Área Diretamente Afetada (ADA). O QUADRO 5.5, a seguir, apresenta as Províncias Tectônicas e suas respectivas unidades litoestruturais, as quais são interceptadas pela área em estudo, bem como o Mapa Geológico da Área de Estudo é apresentado no (Volume I – Tomo I de Mapas Temáticos).

QUADRO 5.5 - DOMÍNIOS TECTONO-ESTRUTURAIS E UNIDADES LITOESTRUTURAIS INTERCEPTADAS PELA ÁREA EM ESTUDO.

FORMAÇÕES SUPERFICIAIS CENOZOICAS	
Quaternário	Depósitos Aluvionares
PROVÍNCIA MANTIQUEIRA	
CINTURÃO OROGÊNICO ARAÇUAÍ	
Proterozoico	Grupo Dom Silvério Tonalito Vermelho Novo Tonalito Bom Jesus do Galho Biotita Granito Açucena Complexo Piedade Complexo Procrane Complexo Paraíba do Sul Complexo Juiz de Fora Corpo de Rochas Metabásicas Complexo Mantiqueira
PROVÍNCIA SÃO FRANCISCO	
Arqueano	Supergrupo Minas Grupo Piracicaba Formação Cauê Supergrupo Rio das Velhas

5.1.3.2.1 Província ou Cráton São Francisco

5.1.3.2.1.1 Supergrupo Rio das Velhas

Definido por Dorr et al. (1957) como Série Rio das Velhas e, redefinida como Supergrupo Rio das Velhas por Lockzy e Ladeira (1976). O Supergrupo Rio das Velhas é definido como uma sequência do tipo *greenstone belt*, composto por rochas metavulcânicas (komatiitos, basaltos e rochas vulcanoclásticas), bem como metassedimentos e rochas metamórficas de natureza orto e para derivadas (xistos, filitos, metagrauvacas, aglomerados, metaconglomerados, metacherts e formações ferríferas bandadas - BIF'S), que foram depositados, de forma discordantes, sob o embasamento gnáissico.

Segundo Lobato (2005), as associações de litofácies e suas respectivas unidades litoestratigráficas correspondentes são, da base para o topo, as seguintes:

- Associação vulcânico-plutônica máfica-ultramáfica: Grupo Quebra Osso e unidade Ouro Fino do Grupo Nova Lima (GNL);
- Associação vulcanossedimentar química: unidade Morro Vermelho;
- Associação metassedimentar química-pelítica: unidade Santa Quitéria;
- Associação metavulcanoclástica: unidades Ribeirão Vermelho e Mestre Caetano;
- Associação ressedimentada: unidades Mindá, Córrego do Sítio, Catarina Mendes, Fazenda Velha, Córrego da Paina e Rio de Pedras, da Formação Palmital do Grupo Maquiné;
- Associação costeira (ou litorânea): unidades Pau D'Óleo e Andaimés;
- Associação não-marinha: unidades Chica Dona, Jaguará, Córrego do Engenho e Capanema, da Formação Casa Forte do Grupo Maquiné.

Na Área de Estudo, foram visualizados afloramentos dessa unidade entre os Km-176 e Km-182 (Pontos 92 e 93). Trata-se de afloramentos de Xistos (Figura 5.27), de cor cinza esbranquiçado, compostos por quartzo, micas (biotita) e granada (mineral metamórfico típico de paragneisse). Exibem planos de xistosidade, cujos veios de quartzo ricos em granada cortam ou preenchem esses planos (Figura 5.27 C). Os planos de xistosidade apresentam direção NW e mergulhos em torno de 20° az.

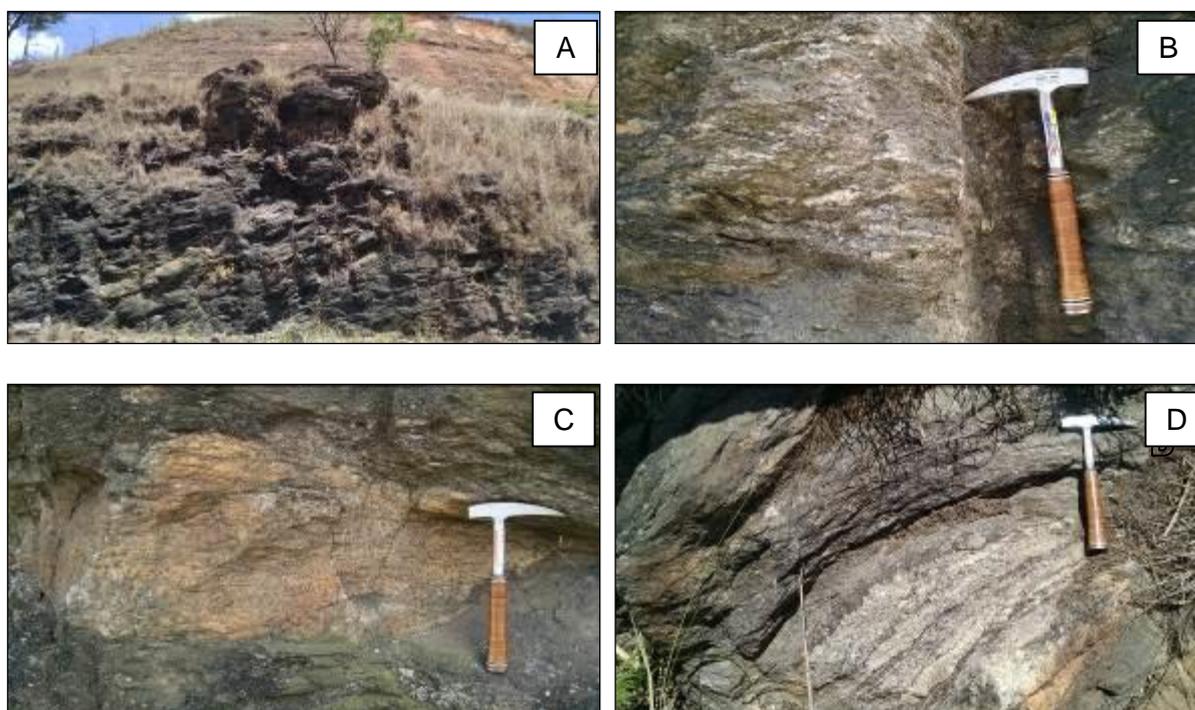


Figura 5.27 - Afloramento de xisto, ao longo da BR-262/MG, dentro da unidade geológica Supergrupo Rio das Velhas. Em A, B e D, afloramento de corte de estrada evidenciando seus planos de xistosidade; em C, veio de composição quartzosa, contendo muita granada, alojado alojado entre os planos de xistosidade. Coordenadas: -19° 55' 35,24800" e -42° 58' 57,89300".

Alkmim & Marshak (1998) encontraram idades de cristalização (U-Pb em zircão e monazita) de 2,78 e 2,86 Ga sugerindo que o Supergrupo Rio das Velhas, em conjunto com corpos graníticos de mesma idade que são encontrados na região dessa unidade, representa um típico terreno granito-*greenstone* do Arqueano.

5.1.3.2.1.2 Supergrupo Minas

Definido por Derby (1906) como Série Minas, atualmente a unidade é denominada de Supergrupo Minas, a qual é subdividida nos grupos Tamanduá, Caraça, Itabira e Piracicaba.

Na Área de Estudo, entre os Km-195 e Km-196, ocorrem rochas do Grupo Itabira (Formação Cauê), porém, não foram visualizados afloramentos dessa unidade. Dentro da Área Diretamente Afetada (ADA), ocorrem rochas do Grupo Piracicaba e do Grupo Caraça.

Dorr et al. (1957), definiram o Grupo Caraça como sendo constituído pelo quartzito Caraça e Xisto Batatal, porém, Maxwell (1958) definiu o Xisto Batatal por Formação Batatal enquanto que Wallace (1958), redenominou o Quartzito Caraça de Formação Moeda. CPRM (2010), voltam a utilizar a nomenclatura Grupo Caraça. Segundo Villaça (1981) e CPRM (2010), O Grupo Caraça é representado por conglomerados e quartzitos grosseiros de origem fluvial e quartzitos finos e filitos de origem transicional-marinha.

Dorr (1969) subdividiu o Grupo Itabira em duas formações:

- Formação Cauê: composta por Formação Ferrífera Bandada, itabiritos dolomíticos e anfibolíticos, bem como filitos, e sedimentos manganésíferos (CPRM 2010).
- Formação Gandarela: constituída por dolomitos, itabiritos, filitos dolomíticos e filitos.

Em relação ao Grupo Piracicaba, este foi definido por Dorr et al. (1957), os quais subdividiriam o Grupo Piracicaba em cinco formações: Formação Cercadinho, Formação Fecho do Funil, Formação Taboões, Formação Barreiro e Formação Sabará. CPRM (2010) afirmam que esse grupo é constituído por filitos, xistos, dolomitos e quartzitos.

5.1.3.2.2 Província Mantiqueira – Cinturão Orogênico Araçuaí

5.1.3.2.2.1 Complexo Mantiqueira

Definido por Brandalise (1991) para o conjunto de gnaisses bandados, por vezes migmatíticos, com intercalações de anfibolitos e hornblenda gnaisses. Nogueira (1999) e Nogueira & Choudhuri (2000) indicam que o Complexo Mantiqueira é composto por biotita-hornblenda gnaiss migmatítico, biotita-hornblenda gnaiss com intercalações máficas e félsicas, biotita-hornblenda gnaiss tonalítico e rochas máficas associadas, sendo os ortognaisses intermediários a ácidos, cálcio-alcalinos, enquanto que os metabasitos encontrados nessa unidade são toleióticos.

Na Área de Estudo, essas rochas ocorrem entre o Km-162 e o Km-172 (Pontos 86 ao 88 e o Km-182 e o Km-195 (Pontos 95 ao 103). Trata-se de um biotita gnaisse bandado (Figura 5.28), composto por biotita, quartzo, feldspatos e minerais opacos, exibem textura granoblástica e, localmente, ainda ocorrem mobilizados de composição quartzo-feldspáticas exibindo dobras. Veios quartzo-feldspáticos também são visualizados cortando a trama da rocha. Ocorre, localmente, intercalações de anfibolitos ou restitos nas bandas máficas dessas rochas, bem como sob a forma de xenólitos.



Figura 5.28: Afloramentos de biotita gnaisse, ao longo da BR-262/MG, dentro da unidade geológica Complexo Mantiqueira. Em A e B, afloramento de corte de estrada evidenciando o bandamento gnáissico da rocha. Em C e D, bandamento gnáissico, contendo bandas claras (félsicas) e bandas escuras (máficas), levemente dobradas, devido a tectônica dúctil a que essa rocha foi submetida. Coordenadas: A) -19° 57' 28,47000" e -42° 53' 44,40000"; B) -19° 54' 19,87200" e -43° 01' 44,39000"; C) -19° 54' 19,87200" e -43° 01' 44,39000"; D) -19° 53' 01,36200" e -43° 03' 39,60700".

Quimicamente, Figueiredo e Teixeira (1996) sugerem que as rochas que compõem o Complexo Mantiqueira, trata-se de uma sequência cálcio-alcalina de baixo K (TTG), enriquecida em Mg, Ca, Al e Cr, e uma sequência cálcio-alcalina enriquecida em LILE (elementos litófilos de grande raio iônico), álcalis, Ti e Fe.

Idades U-Pb SHIMP para a cristalização magmática dos gnaisses Mantiqueira variam entre 2180 e 2041 Ma (Silva et al, 2002; Noce et al., 2007), com assinaturas isotópicas de Sr-Nd indicando que os protólitos foram predominantemente gerados por fusão parcial de material crustal arqueano em ambiente de arco magmático continental (Figueiredo & Teixeira, 1996; Fischel et al., 1998; Duarte et al., 2004; Noce et al., 2007). Segundo Silva et al. (2002, 2005) e Noce et al. (2007) o magmatismo de arco ocorreu até 2100 Ma, seguido por estágios colisionais a pós colisionais até 2050 Ma.

5.1.3.2.2.2 Corpo de Rochas Metabásicas

Esta unidade é representada por metabasaltos, de origem vulcânica, possivelmente pertencentes a uma sequência metavulcano-sedimentar.

Segundo CPRM (2010), esses metabasaltos são constituídos por anfibólios, plagioclásio e quartzo, apresentam foliação e lineação de cristais de anfibólios. Em vários pontos são visualizados veios milimétricos de quartzo e, mais raramente, de epidoto, que em geral acompanham a foliação principal. Essas rochas apresentam texturas relativamente homogêneas, variando entre inequigranular, equigranular (mais comuns) e granular. Ainda segundo esse autor, nas áreas em que afloram essa unidade, poucas feições texturais e estruturais podem ser reconhecidas, em função da granulação fina das rochas e do avançado grau de alteração intempérica destas.

Embora, segundo o Mapa Geológico da Área de Estudo, essa unidade ocorra cortando a rodovia em estudo, não foram visualizados afloramentos dessa unidade. Segundo CPRM (2010), essas rochas apresentam idade Paleoproterozoica.

5.1.3.2.2.3 Complexo Juiz de Fora

Definido por Ebert (1955, 1957) como Série Juiz de Fora para um conjunto de gnaisses metamorfisados na fácies granulito que ocorrem na região entre os estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro. Machado Filho et al. (1983) redefiniram a unidade para Complexo Juiz de Fora.

Na Área de Estudo, essa unidade apresenta rochas que variam, em relação a sua composição, de norítica a charnockítica, passando por enderbítica e charnoenderbítica. Os enderbitos são os litotipos predominantes e ocorrem, comumente, intercalados com granulitos de composição charnoenderbítica a charnockítica. Bandas lenticulares de rocha norítica ocorrem associadas aos enderbitos e, mais raramente, aos charnoenderbitos e charnockitos. Injeções e/ou bandas de rochas charnockíticas rosadas, de granulação média a grossa, ocorrem associadas ao conjunto.

Na Área de Estudo, foram visualizados afloramentos dessa unidade entre os Km-33 e Km-68 (Pontos 23 ao 41), Km-76 e Km-81 (Pontos 43 ao 45), Km-84 e Km-87 (Ponto 47), Km-99 e Km-106 (Pontos 53 ao 58). Trata-se de afloramentos de gnaisses de composição enderbítica (Figura 5.29), com bandamento gnáissico típico (bandas claras e bandas escuras), granulação fanerítica média, pouco fraturado (direção das fraturas N-S), localmente, dobrado (Figura 5.29 D) e com veios de quartzo ora cortando o bandamento ora concordantes com o bandamento do mesmo. Localmente, ainda ocorrem mobilizados de composição quartzo-feldspáticas, dobrados.

Fischel et al. (1998) obtiveram idades-modelo Sm-Nd_(TDM) para rochas do Complexo Juiz de Fora, na região de Abre Campo-Manhuaçu (MG), variando de 2,22 e 2,13 Ga e de 1,5 - 1,4 Ga, sendo a primeira interpretada como idades de cristalização da rocha e a segunda como a idade de metamorfismo da mesma. Porém, Noce et al. (2007), através de datações U-Pb SHRIMP, obtiveram idades de 2134-2084 Ma, mostram que estas rochas foram

submetidas a metamorfismo de alto grau, idades essas contemporâneas à cristalização magmática, ou seja, metamorfismo, também, de idade paleoproterozóica.

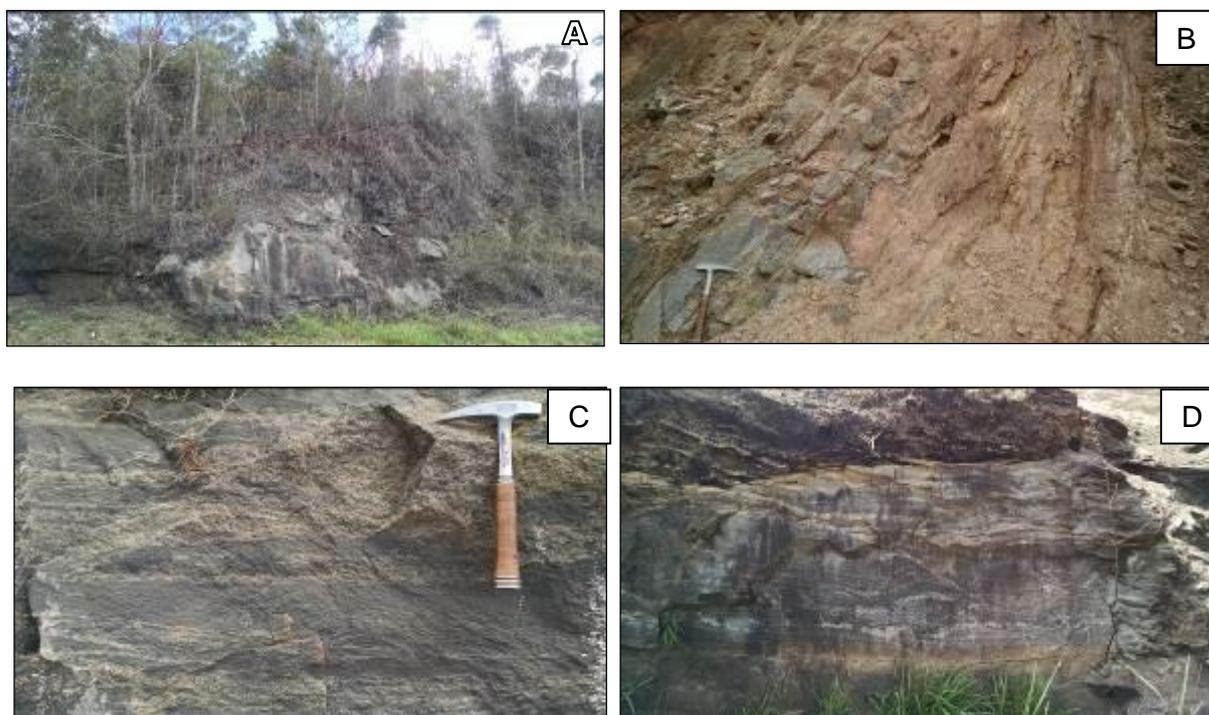


Figura 5.29: Afloramentos de gnaissse de composição enderbítica, ao longo da BR-262/MG, dentro da unidade geológica Complexo Juiz de Fora. Em A, afloramento de corte de estrada; em B, afloramento de corte de estrada evidenciando a direção da foliação da rocha. Em C e D, bandamento gnáissico, contendo bandas claras (félsicas) e bandas escuras (máficas), levemente dobradas em D, devido a tectônica dúctil a que essa rocha foi submetida Coordenadas: A) -20° 14' 43,69800" e -42° 08' 25,20800"; B) -20° 17' 34,23300" e -42° 13' 39,67900"; C) -20° 19' 41,25900" e -42° 20' 48,26300"; D) -20° 17' 13,46900" e -42° 32' 19,95100".

5.1.3.2.2.4 Complexo Paraíba do Sul

Definido por Moraes Rego (1933) como *gneiss* do Paraíba, sendo redefinido como Complexo Paraíba por Rosier (1957) para um conjunto de gnaisses injetados por veios pegmatíticos. Heilbron et al. (2000), divide o Complexo Paraíba do Sul em Grupo Paraíba do Sul e Grupo Itálva. Ambos os grupos são constituídos por paragneisses com intercalações de mármore e quartzitos, mudando apenas o local onde ocorrem. Segundo CPRM (2010), essa unidade é composta por uma unidade terrígena com intercalações carbonáticas, sendo constituída por charnockitos, gnaisses, kinzigitos, mármore, rochas calcissilicáticas, xistos, quartzitos, metacalcários, metacalcários dolomíticos, metacalcários calcíticos e metagrauvacas.

Na Área de Estudo, essa unidade corta o traçado da rodovia entre o Km-26 e Km-33 (Pontos 20 ao 22), no Km-42 (Ponto 26) e entre o Km-81 e Km-84 (Ponto 46), onde foram visualizados afloramentos de um gnaissse bandado (Figura 5.30), textura granoblástica fina, composto por anfibólio, biotita, quartzo e feldspatos. Apresentam níveis de leucossoma granatífero, de espessuras centimétricas. Nesses afloramentos foi possível visualizar que essas rochas apresentam-se pouco fraturadas e, que, em geral, essas fraturas acompanham

os planos de foliação. Idades U-Pb em zircão para rochas dessa unidade foram obtidas por Machado et al. (1996), no intervalo entre 2185 e 2169 Ma, relacionando à evolução dessas rochas com o ciclo Transamazônico.

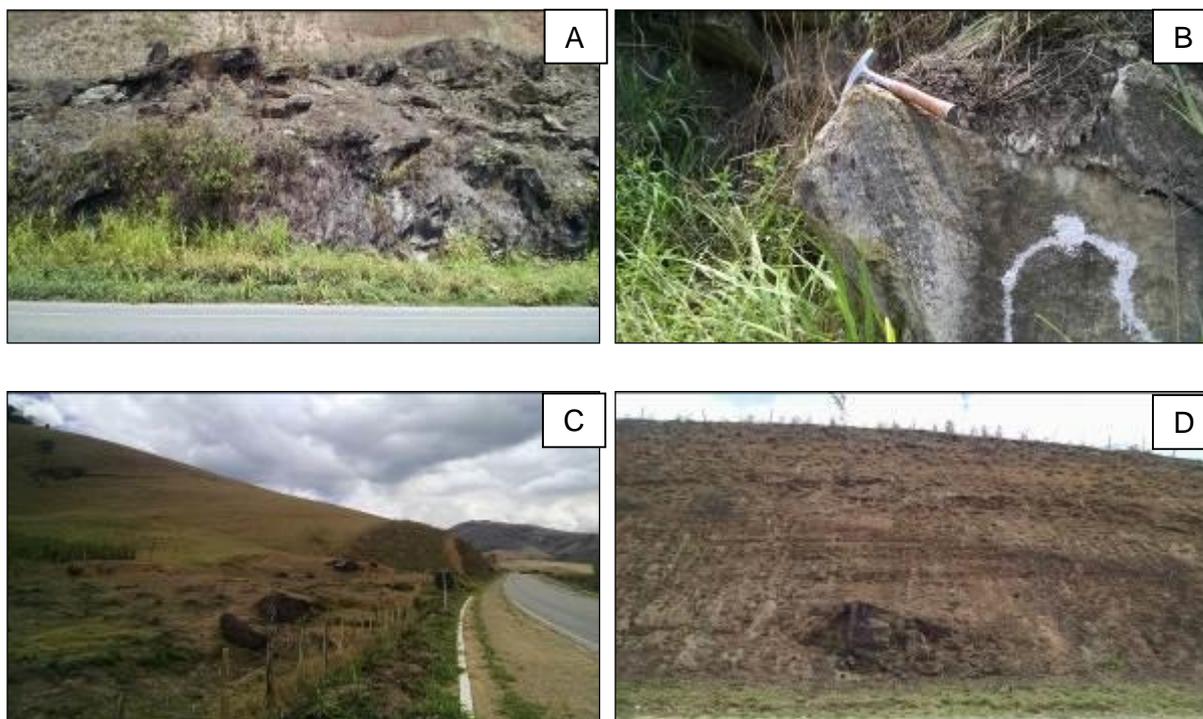


Figura 5.30: Afloramentos de gnaissse bandado, ao longo da BR-262/MG, dentro da unidade geológica Complexo Paraíba do Sul. Em A e D, afloramentos de corte de estrada; em B, afloramento de corte de estrada evidenciando a direção da foliação da rocha; em C, blocos rolados de rochas dessa unidade. Coordenadas: A e B) -20° 14' 24,01400" e -41° 58' 05,80900"; C e D) -20° 20' 09,66300" e -42° 22' 33,69400".

5.1.3.2.2.5 Complexo Procrane

Essa unidade foi definida por Silva et al. (1987), numa tentativa de diferenciar dois conjuntos de rochas gnáissico-migmatíticas. Essa unidade é constituída por biotita-hornblenda gnaissse, com lentes de anfibolito, além de rochas metassedimentares e rochas metaultramáficas.

Na Área de Estudo, essa unidade ocorre entre o Km-0 e o Km-26 (Pontos 1 ao 19), onde afloramentos mapeados mostram um gnaissse cinza esverdeado (Figura 5.31), composto por biotita, quartzo e feldspatos, levemente bandados, textura granoblástica fina a média, com bandas félsicas e bandas máficas, dobrados e com mobilizados dobrados. Veios quartzo-feldspáticos cortam a trama da rocha segundo a direção do bandamento, bem como cortando a mesma. As direções preferenciais desses veios, bem como a direção do bandamento é SW-NE (221° Az), enquanto que mergulham para NW (60 a 80° Az, subverticais).

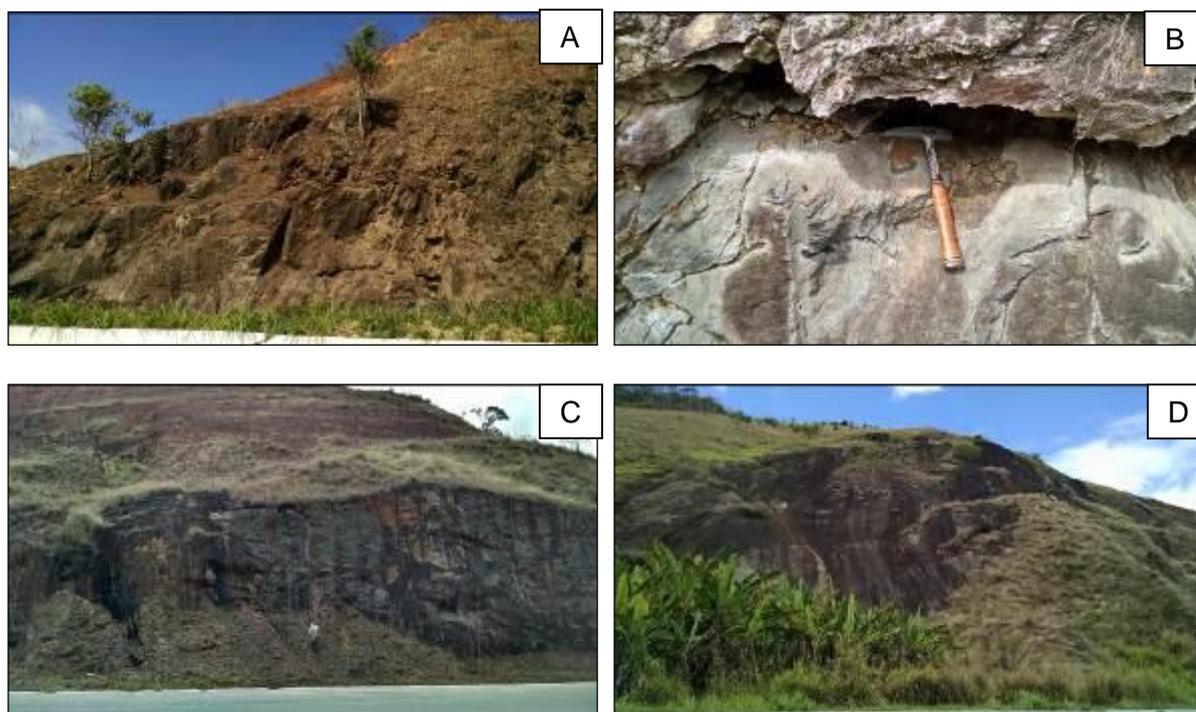


Figura 5.31: Afloramentos de gnaiss, ao longo da BR-262/MG, dentro da unidade geológica Complexo Procrane. Em A, C e D, afloramentos de corte de estrada; em B, afloramento de corte de estrada evidenciando a direção da foliação da rocha. Coordenadas: A) -20° 15' 50,73300" e -41° 46' 34,88900"; B) -20° 15' 26,69400" e -41° 46' 46,43100"; C) -20° 15' 18,51900" e -41° 48' 21,53700"; D) -20° 14' 50,94800" e -41° 55' 36,58200".

Idades Rb-Sr obtidas por Silva et al. (1987) e Padilha (1993) é atribuída ao Arqueano/Paleoproterozóico, embora apenas indiquem uma rehomogenização isotópica total ou parcial durante a Orogenia Brasiliana. Porém, Silva et al. (2002) datou um anfibolito concordante em um gnaiss bandado dessa unidade e obteve idade de 1560 Ma, que, em conjunto com dados obtidos em trabalhos de campo sugerem que o Complexo Procrane representa, de fato, uma sequência supracrustal associada à evolução do Orógeno Araçuai, ainda que fragmentos do embasamento estejam também presentes. Também, foram encontradas idades de cristalização do protólito, pelo método U-Pb em Zircão, entre 2086 e 2184 Ma (Novo, 2013).

5.1.3.2.2.6 Complexo Piedade

Essa unidade foi definida Ebert (1956) como Gnaiss Piedade e foi redenida como Complexo Piedade por Silva et al. (2002). Essa unidade é composta por hornblenda-biotita gnaiss ortoderivado e anfibolito.

Na Área de Estudo, foram visualizados afloramentos dessa unidade entre o Km-106 e Km-159 (Pontos 59 ao 84), os quais consistem em gnaisses bandados (Figura 5.32), com bandas félsicas constituídas por quartzo e K-feldspatos, alternadas com bandas máficas, constituídas por biotita, hornblenda e minerais opacos. A alternância entre as bandas félsicas e máficas, apresenta espessura variando de centimétrica a decimétrica, e metamorfismo de fácies anfibolito. Estruturas migmatíticas do tipo *schlieren*, dobradas (Figura 5.32 B, C e D) e surreítica são visualizados em diversos pontos, bem como corpos de anfibolito ou restitos, geralmente, concordantes com o bandamento gnáissico, atingindo espessura métrica. Silva

et al. (2002) obtiveram idade de cristalização de 2079 Ma para os ortognaisses que constituem o Complexo Piedade e idades-modelo Sm-Nd_(TDM) arqueanas, obtidas por Fischel (1998), sugerindo fonte crustal para o protólito destes gnaisses.

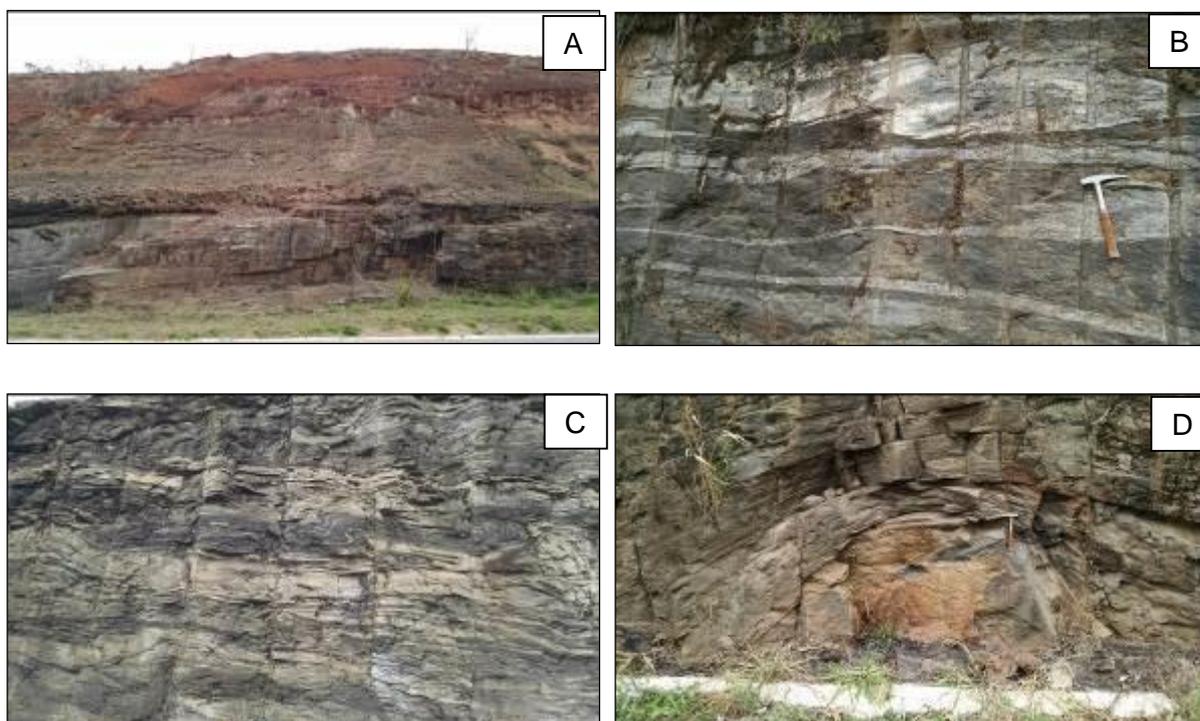


Figura 5.32: Afloramentos de gnaissado, ao longo da BR-262/MG, dentro da unidade geológica Complexo Piedade. Em A, afloramento de corte de estrada; em B, afloramento de corte de estrada evidenciando a direção da foliação da rocha, bem como as bandas félsicas e máficas, bem definidas; em C, bandamento gnáissico, contendo bandas claras (félsicas) e bandas escuras (máficas) dobradas, devido a tectônica dúctil a que essa rocha foi submetida; em D, dobra no gnaissado, devido a tectônica dúctil a que essa rocha foi submetida. Coordenadas: A) -20° 12' 35,62900" e -42° 39' 40,67000"; B) -20° 11' 56,03000" e -42° 40' 50,47200"; C) -20° 03' 54,20600" e -42° 43' 05,98200"; D) -20° 03' 04,53300" e -42° 43' 21,40500".

5.1.3.2.2.7 Biotita Granito Açucena

Essa unidade trata-se de um granito deformado, composto por quartzo, feldspatos, biotita, anfibólios e minerais opacos, metamorfoisado sob a fácies anfíbolito, apresentando textura granular hipidiomórfica e foliação. Quimicamente, essas rochas apresentam composição típica de granitos e caráter metaluminoso e peraluminoso e com características típicas de granitos anorogênicos.

Na Área de Estudo, essas rochas ocorrem entre o Km-172 e o Km-176 (Pontos 89 ao 91), porém, não foram visualizados afloramentos dessa unidade. O que se viu foi apenas afloramentos de rochas saprolitizadas.

Idades de cristalização Pb-Pb e U-Pb em zircão foram obtidas, as quais se revelaram entre 1,78 e 1,67 Ga (Dossin et al., 1993; Chemale Jr. et al., 1997).

5.1.3.2.2.8 Tonalito Bom Jesus do Galho

Essa unidade é constituída por rochas de composição, predominantemente, tonalítica e, subordinadamente, granítica. Segundo CPRM (2010), essa unidade é composta por metatonalitos. Segundo Queiroga et al. (2012), essa unidade trata-se de um gnaiss rico em plagioclásio e granada, sendo um litotipo paraderivado relacionado a contribuição sedimentar de um arco magmático vinculado ao Orógeno Araçuaí em uma bacia de ante arco (Belém et al., 2011; Pedrosa-Soares et al., 2011; Gradim, 2012).

Na Área de Estudo, essas rochas ocorrem entre o Km-87 e o Km-99 (Pontos 48 ao 52), onde foi visualizado um gnaiss de cor cinza (Figura 5.34), textura granoblastica fina a média, com bandamento incipiente, composição tonalítica, localmente, exibindo dobramento e com veios de composição quartzosa acompanhando a trama da rocha. Segundo o trabalho de CPRM (2010), essa unidade apresenta idade vinculada ao Neoproterozóico.

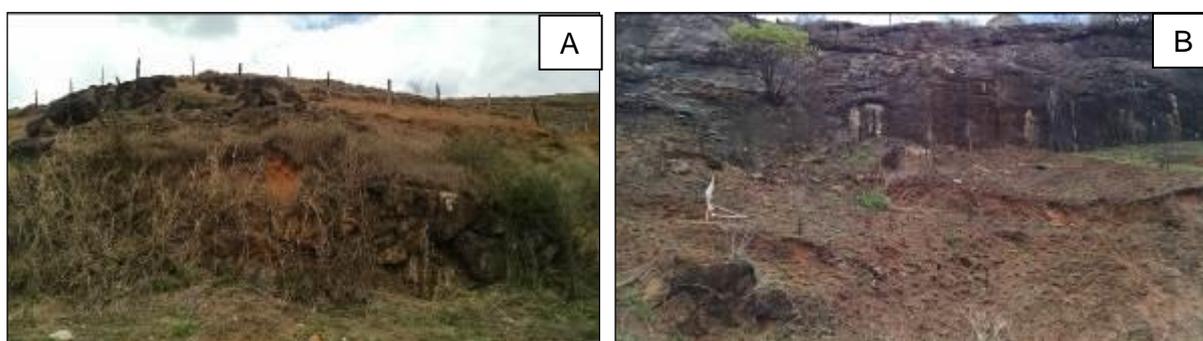


Figura 5.33: Afloramentos de gnaiss bandado, ao longo da BR-262/MG, dentro da unidade geológica Tonalito Bom Jesus do Galho. Coordenadas: A e B) -20° 19' 59,54600" e -42° 26' 21,85300"

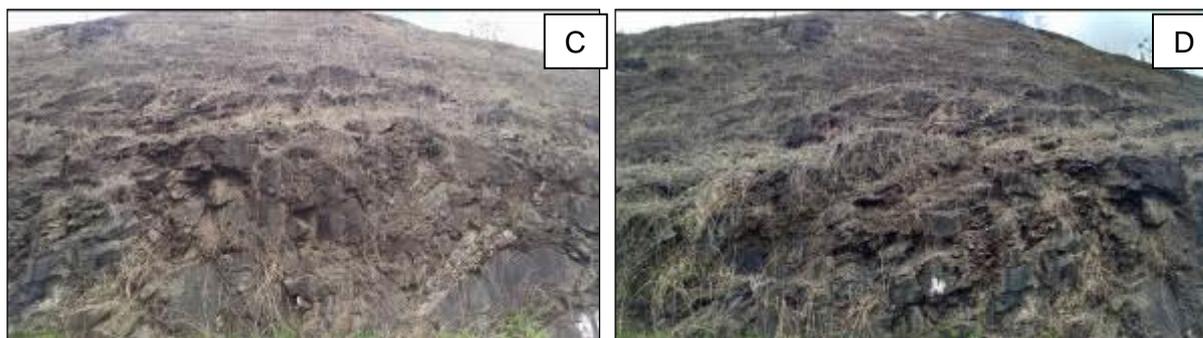


Figura 5.34: Afloramentos de gnaiss bandado, ao longo da BR-262/MG, dentro da unidade geológica Tonalito Bom Jesus do Galho. Coordenadas: C e D) -20° 17' 25,35600" e -42° 29' 37,90700".

5.1.3.2.2.9 Tonalito Vermelho Novo

Essa unidade é constituída, predominantemente, por rochas de composição tonalítica, seguidas de composições granodioríticas e graníticas. Segundo CPRM (2010), essa unidade é composta por metatonalitos.

Na Área de Estudo, essas rochas ocorrem entre o Km-68 e o Km-76 (Ponto 42), porém, não foram visualizados afloramentos dessa unidade. O que se viu foi apenas afloramentos de rochas saprolitizadas.

Segundo o trabalho de CPRM (2010), essa unidade apresenta idade vinculada ao Neoproterozóico.

5.1.3.2.2.10 Grupo Dom Silvério

Esta unidade é composta, essencialmente, por xistos, com raras intercalações de quartzito, sendo representante de uma associação metavulcano-sedimentar. Segundo Peres (2000), rochas vulcânicas máficas são os protólitos desses xistos. Segundo CPRM (2010), o Grupo Dom Silvério é composto por xistos, quartzitos, anfíbolitos e gonditos, representantes de uma sequência vulcanosedimentar proterozoica dobrada.

Na Área de Estudo, essas rochas ocorrem entre o Km-159 e o Km-162 (Ponto 85), porém, não foram visualizados afloramentos dessa unidade. O que se viu foi apenas afloramentos de rochas saprolitizadas. Esses afloramentos mostram um xisto saprolitizado, preservando seus planos de xistosidade, granulação média a grossa e encontra-se intensamente foliada.

Idades de cristalização U-Pb em zircão foram obtidas para essa unidade, indicando uma idade de 627 Ma para o protólito máfico deste xisto.

5.1.3.2.3 Formações Superficiais Cenozóicas

5.1.3.2.3.1 Depósitos Aluvionares

Nas principais drenagens que cortam a BR-262/MG (trecho em estudo) são visualizados depósitos aluvionares. Em geral são constituídos por sedimentos arenosos finos no topo, que gradam para sedimentos areno-argilosos e cascalhos na base. Em algumas dessas planícies aluvionares formaram-se extensos depósitos de várzea, favorecidos pelos cursos sinuosos dos rios que compõem a região.

Sedimentos colúvio-eluvionares residuais de granulometria média a grossa e cor amarelo avermelhado, por vezes esbranquiçados, também são visualizados em todo o traçado da Área em Estudo. Esses afloramentos mostram que esse material sedimentar é composto por areia, argila e cascalhos, por vezes impregnados com material ferruginoso formando crostas ou perfis lateríticos.

5.1.3.3 Geologia Estrutural

A geologia estrutural da Área de Estudo e sua Área Diretamente Afetada (ADA), está condicionada a evolução tectono-estrutural do Orogeno Araçuaí, Província Mantiqueira. Nesse sentido, são visualizados na Área de Estudo diversas zonas ou sistemas de zonas de cisalhamento, de direção preferencial NNE-SSW.

A partir de estudos com uso de diversas imagens de satélite e SRTM, objetivando um detalhamento da geologia estrutural da Área de Estudo, bem como com os dados e relações

de campo, podemos visualizar que essas zonas de cisalhamento apresentam traços que isolam vários blocos alongados, sendo visualizados na região sob a forma de serras e vales alongados, com diversas falhas encaixadas nesses vales.

Em escala de afloramento, embora haja heterogeneidade de litologias, visualizadas através de diferentes unidades geológicas, estruturas como foliação, planos de xistosidade, bandamento gnáissico, lineação, direção de veios, etc., medidos na etapa de campo, mostram uma direção preferencial NE-SW, com mergulhos variando de suaves até subverticais, principalmente para SE, revelando a natureza dúctil dessas zonas de cisalhamento regionais, embora não foram mapeados nenhum milonito ou protomilonito na Área de Estudo. Porém, feições de cristais amendoados, boudinados, são visualizados em diversos afloramentos, bem como mobilizados dobrados, que definem a natureza dúctil dessas zonas de cisalhamento.

Essas zonas de cisalhamento, que cortam a Área de Estudo, apresentam, preferencialmente, natureza compressional, apresentando falhas reversas e, localmente estruturas em flor positiva. Ainda, segundo dados indiretos e de campo, sugere-se que a evolução estrutural dessas zonas de cisalhamento, presentes na Área de Estudo, está relacionada a quatro fases de deformação, dispostas abaixo:

- A mais antiga é constituída por zonas de cisalhamento reversas e dobras assimétricas, associadas a uma foliação penetrativa e lineação de estiramento na direção de mergulho da foliação. Essa fase se desenvolveu nas condições metamórficas nas condições da fácies anfíbolito a granulito;
- A segunda fase de deformação é constituída pela formação de zonas de cisalhamento dúcteis transcorrentes, encontradas na região de contato entre o Grupo Dom Silvério e o Complexo Mantiqueira, e pela rotação e reativação das zonas de cisalhamento preexistentes, também como zonas transcorrentes dextrais. Essa fase se desenvolveu nas condições metamórficas da fácies xisto verde a anfíbolito;
- A terceira fase de deformação é constituída por zonas de cisalhamento normais, originadas, principalmente, por reativação de zonas mais antigas;
- A quarta fase é de natureza rúptil e foi responsável pela formação de estruturas com as orientações preferenciais NNE-SSW, preenchidas por pegmatitos e veios quartzo-feldspáticos.

O Mapa Geológico da Área de Estudo (Volume I – Tomo I de Mapas Temáticos), mostra todas essas estruturas principais presentes na Área de Estudo e sua Área Diretamente Afetada (ADA).

5.1.3.4 Características Geotécnicas

Os estudos geológico-geomorfológicos são importantes ferramentas condicionantes das características e da problemática de uma estrada ao longo de todo o seu trajeto, porém, não são determinantes na definição de alguns pontos de passagem e de pontos extremos de uma estrada. Sendo assim, as características geotécnicas se tornam importante ferramenta, que, em conjunto com a geologia, geomorfologia, pedologia, clima, etc., gera informações que

ajudam, diretamente, na estabilidade e na manutenção de rodovias, levando-se em consideração os diferentes riscos geológico-geomorfológicos que ocorrem nas mais diversas regiões.

Sendo assim, a metodologia para a elaboração do estudo de riscos geológicos-geotécnicos da Área de Estudo e sua Área Diretamente Afetada (ADA), fundamenta-se na análise conjunta de diversos parâmetros: estabilidade geotécnica, composição mineralógica e estrutural das rochas, nível de intemperismo, padrão de relevo, declividade do terreno, densidade da rede de drenagem, aspectos da pedologia, etc.

5.1.3.4.1 Relevo

O estudo do relevo é uma importante ferramenta na elaboração de projetos de construção de rodovias. Sendo assim, podemos dividir a Área de Estudo, em relação ao relevo, em três faixas distintas: uma faixa predominante em todo o traçado, onde há a predominância de serras, morros e colinas, com relevo moderado a alto, fortemente ondulado, representado pelas unidades geomorfológicas Domínio Montanhoso e Domínio de Morros Baixos e Serras Baixas; uma faixa composta por morros e colinas com relevo moderado, ondulado, representado pela unidade geomorfológica Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos; e, uma pequena faixa onde há predominância de relevo plano a suave, com declividade plana, representada pela unidade geomorfológica Planícies Fluviais ou Flúvio-lacustres.

A faixa predominante presente na rodovia BR-262/MG, na Área de Estudo, apresenta em toda sua extensão um relevo sinuoso, com curvas fechadas e retas curtas. Como são regiões de serras, o trajeto é feito a partir do contorno de diversas serras, morros e colinas, fato esse que torna a rodovia cheia de curvas fechadas e perigosas, além de cruzar diversos vales com rampas mais íngremes. Foi visualizado, ainda, diversos problemas de instabilidade de taludes, erosão, movimentos de massa em diversos cortes de estrada, bem como em alguns flancos de algumas serras.

A segunda faixa ocorre entre o Km-110 e o Km-123, na área de Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos. Nessa porção, percebe-se a ocorrência de alguns trechos com retas mais longas, com rampas suaves e curvas mais abertas. Foi visualizado, ainda, alguns problemas de instabilidade de taludes, erosão, movimentos de massa em diversos cortes de estrada, porém em menor quantidade em relação a primeira faixa.

A última faixa ocorre entre o Km-148 e o Km-151, na área de Domínio das Planícies Fluviais ou Flúvio-lacustres. Nessa área, percebe-se a ocorrência de alguns trechos com retas mais longas, com rampas planas e curvas mais abertas. Nesse caso, percebe-se que a planície de inundação pode extravasar por sob a rodovia, causando problemas de alagamento, bem como problemas de falta de continuidade, tendo que se utilizar pontes para a continuação do traçado. Logo, nesse trecho haverá a necessidade de se construir o leito da estrada, com a necessidade de se obter material terroso em pontos definidos, nas chamadas jazidas de empréstimo, que serão indicadas nesse trabalho.

5.1.3.4.2 Tipos de Terrenos

Os tipos de terrenos são determinados pelas unidades geológicas, bem como pela cobertura pedológica, os quais condicionam o comportamento da estrada em termos de processos de dinâmica superficial. Esses condicionantes estão dispostos a seguir.

5.1.3.4.2.1 Erosão / Propensão À Erosão

A erosão é definida como o conjunto de processos (físicos, químicos ou biológicos) que desagregam e transportam rochas e solos para áreas mais baixas topograficamente, sendo ali depositadas.

A Área de Estudo, em toda sua extensão é caracterizada pela ocorrência de rochas cristalinas (granitos, gnaisses, anfíbolitos, etc.), dispostas sob a forma de afloramentos frescos ou são e alterados ou saprolitizados (solos saprolíticos ou horizonte C).

Em geral, os afloramentos contendo rochas saprolitizadas mostram uma granulometria que varia de areia fina a argila, sendo caracterizada como um pacote areno-argiloso. Esse tipo de sedimento propicia intensos processos erosivos nesses afloramentos, como a formação de sulcos, ravinamentos e voçorocas, bem como o deslizamento de terras, que podem alcançar as áreas do traçado da rodovia, acarretando em uma série de problemas, como o desmoronamento da mesma, etc.

Por fim, é importante ressaltar que, ao longo do trecho da rodovia BR-262/MG, em estudo, foram visualizados e mapeados diversos pontos erosivos, bem como pontos suscetíveis a erosão, os quais estão indicados no item 5.1.4.3.5, referente aos processos erosivos na área em estudo.

5.1.3.4.2.2 Empastilhamento

O empastilhamento é definido como a evolução do processo de inchaço e retração do solo, a partir de significativas variações volumétricas, que torna o solo desestruturado e desagregado, suscetível à erosão, colapsado por compactação e instabilização em taludes, podendo movimentar grandes massas de material, mesmo em áreas aplainadas.

Nas vias, o processo de empastilhamento pode acarretar no aterramento de obras de drenagem, bem como descalçar blocos de rocha de outras camadas mais resistentes, fazendo com que esses blocos rolem para a via, causando uma série de problemas como acidentes ou a interrupção da via.

Ao longo do trecho da rodovia BR-262/MG em estudo, diversos pontos que possam se tornar problemas relacionados ao empastilhamento foram mapeados, principalmente os relacionados a blocos rolados na pista. Todos esses pontos estão indicados no item 5.1.4.3.5, referente aos processos erosivos na área em estudo.

5.1.3.4.2.3 Instabilidade de Taludes

Segundo ABGE (1998), a execução de cortes em maciços (rochosos ou terrosos) em projetos de abertura de rodovias, pode condicionar movimentos de massa ou, mais especificamente, escorregamento de taludes, desde que as tensões cisalhantes ultrapassem a resistência ao cisalhamento dos materiais, ao longo de determinadas superfícies de ruptura. É notório que taludes de aterros mal executados podem levar ao movimento de massas de sedimentos e blocos de rochas.

Sendo assim, a deflagração das instabilizações de taludes e encostas é controlada por uma cadeia de eventos, muitas vezes de caráter cíclico, que tem sua origem com a formação da própria rocha e toda sua história geológica e geomorfológica subsequente, como movimentos tectônicos, intemperismo, erosão, ação antrópica, clima, etc. Nesse caso, é importante definir o tipo de maciço (terroso, rochoso ou a combinação dos dois), pois a partir daí pode-se implementar um tipo específico de ângulo de estabilização de talude, que será construído quando da abertura do traçado da rodovia, levando-se em consideração suas tensões e a resistência ao cisalhamento do material ali encontrado.

A Área de Estudo, bem como sua Área Diretamente Afetada (ADA), em toda sua extensão é caracterizada pela ocorrência de rochas metamorizadas, dispostas sob a forma de afloramentos frescos ou sãs e alterados ou saprolitizados e, alguns afloramentos em que há a combinação de blocos de rochas imersos em um pacote sedimentar. Essas rochas metamorizadas geram grandes riscos de instabilizações dos cortes devido à baixa resistência ao cisalhamento nos planos de xistosidade e/ou foliação das mesmas, marcados pela presença de minerais micáceos, dependendo das direções e mergulhos dos planos, em relação aos taludes. Problemas com blocos soltos imersos em sedimentos, também, são visualizados na Área de Estudo.

Sabe-se, a partir da análise estrutural da Área em estudo, que as duas principais direções estruturais são NE-SW e NW-SE (subordinadamente). Essa informação se faz necessária, devido os cortes que afloram essas rochas, sãs e saprolitizadas, apresentarem diversas estruturas, como bandamento, foliação, lineação, dobramento, etc. e, devido a importância de se conhecer as direções dessas estruturas, objetivando a prevenção de possíveis ocorrências de escorregamentos ou quedas de blocos.

Ao longo do trecho da rodovia BR-262/MG em estudo, alguns pontos de instabilidade de taludes foram mapeados, os quais estão indicados no item 5.1.4.3.5, referente aos processos erosivos na área em estudo.

5.1.3.4.3 Principais Problemas Geológico-Geotécnicos

Os principais problemas geológico-geotécnicos que podem ocorrer em taludes e aterros ao longo do trecho da BR-262/MG em estudo estão apresentados no QUADRO 5.6.

QUADRO 5.6 - TIPOS DE PROBLEMAS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS.

TIPO DE PROBLEMA	FORMA DE OCORRÊNCIA	PRINCIPAIS CAUSAS
Erosão	<ul style="list-style-type: none"> Em talude de corte e aterro; Longitudinal ao longo da plataforma; Localizada e associada a obras de drenagem (ravinas e voçorocas); Internas em aterros (piping). 	<ul style="list-style-type: none"> Deficiência de drenagem; Deficiência de proteção superficial; Concentração de água superficial e/ou interceptação do lençol freático; Deficiência ou inexistência de drenagem interna;
Desagregação superficial	<ul style="list-style-type: none"> Empastilhamento superficial em taludes de corte; Superficial; Profundo; Formas e dimensões variadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Secagem ou umedecimento do material; Presença de argilomineral expansivo ou desconfinamento do material; Inclinação acentuada do talude; Relevo energético; Descontinuidades do solo e da rocha.
Escorregamento em corte	<ul style="list-style-type: none"> Superficial em corte ou encostas naturais; Profundo em cortes; Formas de dimensões variadas; Movimentação de grandes dimensões e generalizada em corpo de tálus; Atingindo a borda do aterro; Atingindo o corpo do aterro. 	<ul style="list-style-type: none"> Saturação do solo; Evolução por erosão; Corte de corpo de tálus; Alteração da drenagem; Compactação inadequada da borda.
Escorregamento em aterro	<ul style="list-style-type: none"> Atingindo o corpo do aterro. 	<ul style="list-style-type: none"> Deficiência de fundação; Deficiência de drenagem; Deficiência de proteção superficial; Má qualidade do material; Compactação inadequada; Inclinação inadequada do talude.
Recalque em aterro	<ul style="list-style-type: none"> Deformação vertical da plataforma. 	<ul style="list-style-type: none"> Deficiência de fundação; Deficiência de drenagem; Rompimento do bueiro; Compactação inadequada.
Queda de blocos	<ul style="list-style-type: none"> Geralmente em queda livre. 	<ul style="list-style-type: none"> Ação da água e de raízes na descontinuidade do maciço rochoso.
Rolamento de blocos	<ul style="list-style-type: none"> Movimento de bloco por rolamento em cortes ou encostas naturais. 	<ul style="list-style-type: none"> Descalçamento da base por erosão.

5.1.3.5 Jazidas de Material de Empréstimo

A Área de Estudo apresenta algumas áreas potenciais que podem servir como jazidas, indicadas no QUADRO 5.7.

QUADRO 5.7 - POSSÍVEIS ÁREAS DE JAZIDAS DE MATERIAL DE EMPRÉSTIMO.

PONTOS	LATITUDE	LONGITUDE	UNIDADES GEOLÓGICAS / GEOMORFOLÓGICAS / PEDOLÓGICAS	MATERIAL DE EMPRÉSTIMO	FASE DE REQ*.	TITULAR
Ponto 7	-20 15' 18,51900"	-41 48' 21,53700"	Complexo Procane Domínio Montanhoso CX3	Argila, areia, cascalho, rocha		
Ponto 8	-20 15' 05,90000"	-41 49' 49,63100"	Complexo Procane Domínio de Serras e Morros Baixos CX3	Argila, areia, cascalho		
Ponto 10	-20 15' 19,54400"	-41 51' 24,98700"	Complexo Procane Domínio de Serras e Morros Baixos LVa9	Argila, areia, cascalho		

PONTOS	LATITUDE	LONGITUDE	UNIDADES GEOLÓGICAS / GEOMORFOLÓGICAS / PEDOLÓGICAS	MATERIAL DE EMPRÉSTIMO	FASE DE REQ*.	TITULAR
Ponto 14	-20 14' 57,02400"	-41 54' 22,39100"	Complexo Procane Domínio Montanhoso LVa9	Argila, areia, cascalho		
Ponto 19	-20 14' 44,44900"	-41 57' 20,47200"	Complexo Procane Domínio Montanhoso LVa9	Argila, areia, cascalho		
Ponto 21	-20 15' 11,82300"	-41 59' 31,31300"	Complexo Paraíba do Sul Domínio Montanhoso LVa9	Argila, areia, cascalho		
Ponto 25	-20 16' 12,67100"	-42 04' 04,72100"	Complexo Juiz de Fora Domínio Montanhoso LVa9	Argila, areia, cascalho	Requerimento de Lavra	Mineração Zona da Mata LTDA
Ponto 30	-20 14' 55,44000"	-42 07' 46,23800"	Complexo Juiz de Fora Domínio Montanhoso LVa9	Argila, areia, cascalho	Requerimento de Lavra	Manoel Barbosa Junqueira
Ponto 32	-20 14' 48,12100"	-42 09' 18,06200"	Complexo Juiz de Fora Domínio Montanhoso LVa9	Argila, areia, cascalho	Requerimento de Lavra	Manoel Barbosa Junqueira
Ponto 38	-20 17' 34,23300"	-42 13' 39,67900"	Complexo Juiz de Fora Domínio Montanhoso LVa9	Rocha para brita (lastro)		
Ponto 44	-20 20' 16,55800"	-42 20' 56,38300"	Complexo Juiz de Fora Domínio Serras e Morros Baixos LVA23	Argila, areia, cascalho	Autorização de Pesquisa	GRANASA - Granitos Nacionais LTDA
Ponto 51	-20 18' 04,74500"	-42 28' 17,11100"	Tonalito Bom Jesus do Galho Domínio Serras e Morros Baixos LVA23	Argila, areia, cascalho		
Ponto 62	-20 15' 19,69800"	-42 35' 58,36200"	Complexo Piedade Domínio Colinas Dissecadas e Morros Baixos LV25	Argila, areia, cascalho	Autorização de Pesquisa	GRANASA - Granitos Nacionais LTDA
Ponto 64	-20 14' 30,27800"	-42 36' 49,29200"	Complexo Piedade Domínio Colinas Dissecadas e Morros Baixos LVA26	Argila, areia, cascalho		
Ponto 65	-20 13' 49,69300"	-42 37' 53,61700"	Complexo Piedade Domínio Colinas Dissecadas e Morros Baixos LVA26	Argila, areia, cascalho		
Ponto 66	-20 13' 43,54400"	-42 38' 21,22600"	Complexo Piedade Domínio Colinas Dissecadas e Morros Baixos LVA26	Argila, areia, cascalho		
Ponto 69	-20 12' 28,40100"	-42 40' 22,79400"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos PV20	Argila, areia, cascalho		
Ponto 71	-20 11' 12,03500"	-42 41' 34,99900"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos PV20	Argila, areia, cascalho		

PONTOS	LATITUDE	LONGITUDE	UNIDADES GEOLÓGICAS / GEOMORFOLÓGICAS / PEDOLÓGICAS	MATERIAL DE EMPRÉSTIMO	FASE DE REQ*.	TITULAR
Ponto 74	-20 09' 03,67900"	-42 41' 42,62000"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos PV20	Argila, areia, cascalho		
Ponto 76	-20 06' 33,69900"	-42 41' 35,55500"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos PV20	Argila, areia, cascalho		
Ponto 78	-20 03' 54,20600"	-42 43' 05,98200"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos PV20	Argila, areia, cascalho	Autorizaçã o de Pesquisa	Expogranito Extração e Exportação de Granitos LTDA
Ponto 79	-20 03' 04,53300"	-42 43' 21,40500"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos PV20	Rocha para brita (lastro)		
Ponto 80	-20 02' 21,48200"	-42 43' 53,45200"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos PV20	Rocha para brita (lastro)		
Ponto 81	-20 01' 30,00300"	-42 44' 29,76200"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos PV20	Argila, areia, cascalho		
Ponto 88	-19 57' 40,09700"	-42 55' 16,38000"	Complexo Mantiqueira Domínio Serras e Morros Baixos LVA19	Argila, areia, cascalho		
Ponto 89	-19 56' 33,12700"	-42 56' 17,59300"	Biotita granito Açucena Domínio Serras e Morros Baixos LVA19	Argila, areia, cascalho		
Ponto 92	-19 55' 42,58200"	-42 58' 20,00000"	Supergrupo Rio das Velhas Domínio Serras e Morros Baixos LVA19		Autorizaçã o de Pesquisa	Expogranito Extração e Exportação de Granitos LTDA
Ponto 94	-19 55' 21,70500"	-43 00' 03,99300"	Complexo Mantiqueira Domínio Serras e Morros Baixos LVA19	Argila, areia, cascalho		
Ponto 98	-19 53' 14,66000"	-43 02' 31,48800"	Complexo Mantiqueira Domínio Serras e Morros Baixos LVA19	Argila, areia, cascalho		
Ponto 99	-19 52' 56,21500"	-43 02' 50,18500"	Complexo Mantiqueira Domínio Serras e Morros Baixos LVA19	Argila, areia, cascalho		
Ponto 100	-19 53' 01,36200"	-43 03' 39,60700"	Complexo Mantiqueira Domínio Serras e Morros Baixos LVA19	Argila, areia, cascalho		

*Fase de Requerimento

5.1.3.6 Áreas de Bota Fora

A Área em Estudo apresenta algumas áreas que podem servir como áreas de bota fora foram visualizadas e estão dispostas na QUADRO 5.8.

QUADRO 5.8 - POSSÍVEIS ÁREAS DE BOTA FORA

PONTOS	LATITUDE	LONGITUDE	UNIDADES GEOLÓGICAS / GEOMORFOLÓGICAS / PEDOLÓGICAS	FASE DE REQUERIMENTO	TITULAR
Ponto 8	-20 15' 05,90000"	-41 49' 49,63100"	Complexo Procane Domínio de Serras e Morros Baixos CX3		
Ponto 10	-20 15' 19,54400"	-41 51' 24,98700"	Complexo Procane Domínio de Serras e Morros Baixos LVa9		
Ponto 19	-20 14' 44,44900"	-41 57' 20,47200"	Complexo Procane Domínio Montanhoso LVa9		
Ponto 21	-20 15' 11,82300"	-41 59' 31,31300"	Complexo Paraíba do Sul Domínio Montanhoso LVa9		
Ponto 25	-20 16' 12,67100"	-42 04' 04,72100"	Complexo Juiz de Fora Domínio Montanhoso LVa9	Requerimento de Lavra	Mineração Zona da Mata LTDA
Ponto 32	-20 14' 48,12100"	-42 09' 18,06200"	Complexo Juiz de Fora Domínio Montanhoso LVa9	Requerimento de Lavra	Manoel Barbosa Junqueira
Ponto 44	-20 20' 16,55800"	-42 20' 56,38300"	Complexo Juiz de Fora Domínio Serras e Morros Baixos LVa23	Autorização de Pesquisa	GRANASA - Granitos NacionaisLTDA
Ponto 51	-20 18' 04,74500"	-42 28' 17,11100"	Tonalito Bom Jesus do Galho Domínio Serras e Morros Baixos LVa23		
Ponto 62	-20 15' 19,69800"	-42 35' 58,36200"	Complexo Piedade Domínio Colinas Dissecadas e Morros Baixos LV25	Autorização de Pesquisa	GRANASA - Granitos NacionaisLTDA
Ponto 65	-20 13' 49,69300"	-42 37' 53,61700"	Complexo Piedade Domínio Colinas Dissecadas e Morros Baixos LVA26		
Ponto 66	-20 13' 43,54400"	-42 38' 21,22600"	Complexo Piedade Domínio Colinas Dissecadas e Morros Baixos LVA26		
Ponto 69	-20 12' 28,40100"	-42 40' 22,79400"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos PV20		
Ponto 71	-20 11' 12,03500"	-42 41' 34,99900"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos PV20		

PONTOS	LATITUDE	LONGITUDE	UNIDADES GEOLÓGICAS / GEOMORFOLÓGICAS / PEDOLÓGICAS	FASE DE REQUERIMENTO	TITULAR
Ponto 74	-20 09' 03,67900"	-42 41' 42,62000"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos PV20		
Ponto 76	-20 06' 33,69900"	-42 41' 35,55500"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos PV20		
Ponto 78	-20 03' 54,20600"	-42 43' 05,98200"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos PV20	Autorização de Pesquisa	Expogranito Extração e Exportação de Granitos LTDA
Ponto 81	-20 01' 30,00300"	-42 44' 29,76200"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos PV20		
Ponto 88	-19 57' 40,09700"	-42 55' 16,38000"	Complexo Mantiqueira Domínio Serras e Morros Baixos LVA19		
Ponto 92	-19 55' 42,58200"	-42 58' 20,00000"	Supergrupo Rio das Velhas Domínio Serras e Morros Baixos LVA19	Autorização de Pesquisa	Expogranito Extração e Exportação de Granitos LTDA
Ponto 94	-19 55' 21,70500"	-43 00' 03,99300"	Complexo Mantiqueira Domínio Serras e Morros Baixos LVA19		
Ponto 100	-19 53' 01,36200"	-43 03' 39,60700"	Complexo Mantiqueira Domínio Serras e Morros Baixos LVA19		

5.1.3.7 Áreas com Direito de Lavra ou Pesquisa Mineral

No Brasil o órgão responsável pela gestão dos recursos minerais é o DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, o qual por meio do Código de Mineração - Decreto-Lei Nº 227, de 27/02/1967, DOU de 27/02/1967 (Brasil, 1967) define as seguintes condições para o processo de uma jazida mineral:

- Requerimento de pesquisa;
- Autorização de pesquisa;
- Requerimento de licenciamento;
- Licenciamento;
- Disponibilidade;
- Requerimento de lavra;
- Concessão de lavra.

Para analisar as interferências do empreendimento com os recursos minerais foi feito um cruzamento entre a base geográfica digital de dados vetoriais do DNPM de outubro de 2014 com o traçado da rodovia em estudo.

Os Regimes de Autorização e Concessão, segundo o Artigo 2º do Código de Mineração vigente (Brasil, 1967) são outorgados pelo DNPM, que disciplinará as condições específicas quando essas atividades se desenvolverem em faixa de fronteira ou terras indígenas, para todas as substâncias minerais.

Cabe ressaltar que em áreas de unidades de conservação ambiental (SNUC), reguladas por lei, a qual estabelece diversas restrições ao exercício de atividades de qualquer natureza em áreas definidas como de preservação e conservação permanentes, todos os empreendedores, inclusive os que pretenderem executar trabalhos de pesquisa mineral, devem se ajustar às leis ambientais, bem como promover a adequação da atividade pretendida aos licenciamentos próprios nos órgãos ambientais.

Sendo assim, a Área de Estudo, bem como sua Área Diretamente Afetada (ADA), corta 1 áreas de concessão de lavra, 5 áreas de requerimentos de lavra, 3 áreas de requerimentos de pesquisa e 21 áreas de autorizações de pesquisa, conforme visualizado no Mapa de Processos Minerários (DNPM), (Volume I – Tomo I de Mapas Temáticos).

O processo em fase de Concessão de lavra existente no traçado da rodovia em estudo, pertence a Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais, dá qual explora caulim e é localizada segundo o número do Processo DNPM 806.981/1975. O Mapa de Processos Minerários (DNPM), (Volume I – Tomo I de Mapas Temáticos) localiza essa provável mina dentro da Área de Estudo, bem como todas as ocorrências de substâncias que possam vir a ter valor econômico.

É importante salientar que, dentro da Área de Estudo não observa-se a existência de minas (processo de concessão de lavra) cortando a rodovia.

Em relação a Requerimento de lavra, cinco áreas cortam o traçado da rodovia em estudo, sendo os Processos DNPM 830.245/1982, 830.246/1982 e 830.248/1982, ambos de propriedade da Mineração Zona da Mata LTDA, cuja substância requerida é bauxita; Processo DNPM 833.726/1995, de propriedade de Manoel Barbosa Junqueira, cuja substância requerida é minério de alumínio; e, Processo DNPM 830.249/1982, de propriedade da Mineração Curimbaba LTDA, cuja substância requerida é alumínio.

Por fim, com relação à interferência desses processos no projeto em estudo, trata-se de uma questão fundiária, ou seja, o empreendedor deverá chegar a um acordo com o proprietário das áreas onde existem processos do DNPM, pois segundo a legislação vigente, áreas próximas a rodovias são propriedade do DNIT, que é instituição detentora da faixa de domínio da rodovia.

5.1.4 Solos

O solo é definido como um recurso natural composto por fragmentos de rocha, argilominerais formados pela alteração química dos minerais da rocha matriz e pela matéria orgânica produzida por organismos que nele vivem. Logo, o solo é um componente fundamental do ecossistema terrestre, pois além de ser o principal substrato utilizado pelas plantas para o seu crescimento e disseminação, fornecendo água, ar e nutrientes, exerce também, multiplicidade de funções como regulação da distribuição, escoamento e infiltração da água da chuva e de irrigação, armazenamento e ciclagem de nutrientes para as plantas e outros elementos, ação filtrante e protetora da qualidade da água e do ar.

O solo é um recurso natural dinâmico, sendo esse passível de degradação em função do seu uso inadequado, condição em que o desempenho de suas funções básicas fica severamente prejudicado, o que acarreta em interferências negativas no equilíbrio ambiental, diminuindo drasticamente a qualidade vida nos ecossistemas.

5.1.4.1 Metodologia

O estudo da pedologia nas áreas de influência da BR-262/MG teve como objetivo principal a identificação e espacialização das unidades ou associações de solos presentes na área. A caracterização geral dos solos existentes nas áreas de influência da BR-262/MG atenderá a caracterização da Área de Estudo e Área Diretamente Afetada (ADA).

Para tal foram realizadas pesquisas, através de dados secundários, sobre os solos da Área de Estudo, além de uma etapa de campo, onde foram caracterizados os solos que compõe a Área de Estudo e sua Área Diretamente Afetada (ADA).

O sistema taxonômico adotado neste estudo apresenta como modelo conceitual a avaliação da evolução pedogenética dos diferentes tipos de solos identificados em campo, pela descrição dos respectivos perfis modais. A partir deste, derivou-se, por meio de técnicas de geoprocessamento, a classificação técnica ou aplicada.

5.1.4.2 Classificação dos Solos

O diagnóstico dos recursos de solos existentes na área do empreendimento foi elaborado por levantamentos pedológicos existentes, publicados em escalas regionais (1:250.000 ou menor), em especial os trabalhos executados pela Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM, 2010), pelo IBGE (2010) e pela EMBRAPA (2013).

Atualmente, o sistema oficial utilizado para levantamentos pedológicos é o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (EMBRAPA, 2013), o qual foi utilizado para a caracterização das unidades de solo da Área de Estudo. O Mapa Pedológico Atualizado do Brasil (EMBRAPA, 2011) também foi utilizado.

5.1.4.3 Resultados

5.1.4.3.1 Pedologia

Os solos da Área de Estudo, bem como sua Área Diretamente Afetada (ADA), são representados, predominantemente, por latossolos, argissolos, cambissolos e neossolos (subordinados), sendo que os três primeiros são encontrados dentro do buffer de 1 km e estão, a seguir, descritos.

As unidades de mapeamento podem ser visualizadas no Mapa Pedológico da Área de Estudo (Volume I – Tomo I de Mapas Temáticos).

5.1.4.3.1.1 Latossolos

Na Área de Estudo ocorrem três tipos de latossolos: latossolos vermelho-amarelo distróficos, latossolos vermelho distróficos e latossolos vermelho-amarelo distroféricos, ambos, geralmente, associados aos cambissolos, Argissolos e neossolos.

Os latossolos vermelho-amarelo distróficos (Figura 5.35 e Figura 5.36) mapeados ao longo da BR-262/MG (trecho em estudo) apresentam, em geral, horizontes A-B-BA-Bw. O horizonte A apresenta 7 cm de espessura, cor vermelho-amarelado, textura areno-argilosa, é um horizonte pouco poroso, solto, não plástico e não pegajoso, fraca cerosidade e de transição plana e gradual com o horizonte B.

O horizonte B apresenta 7 cm de espessura, cor vermelho-amarelado, textura areno-argilosa, é um horizonte pouco poroso, solto, não plástico e não pegajoso, fraca cerosidade e de transição plana e gradual com o horizonte BA.

O horizonte BA possui cerca de 35 cm de espessura, cor vermelha, textura argilosa, é um horizonte não plástico e não pegajoso e de transição plana e gradual com o horizonte Bw. O horizonte Bw apresenta cerca de 80 cm de espessura, cor vermelho-amarelado, granulometria argila, é um horizonte plástico e pegajoso.

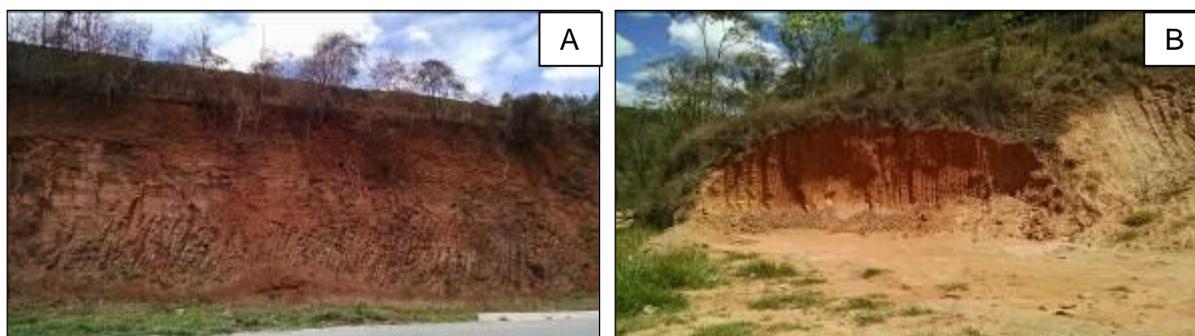


Figura 5.35 - Perfis de latossolos vermelho-amarelo distróficos mapeados ao longo da BR-262/MG, trecho em estudo. Em A e B, perfil de latossolo do tipo LVA9. Coordenadas: A) -20° 15' 00,11600" e -41° 54' 43,88000"; B) -20° 14' 44,44900" e -41° 57' 20,47200"

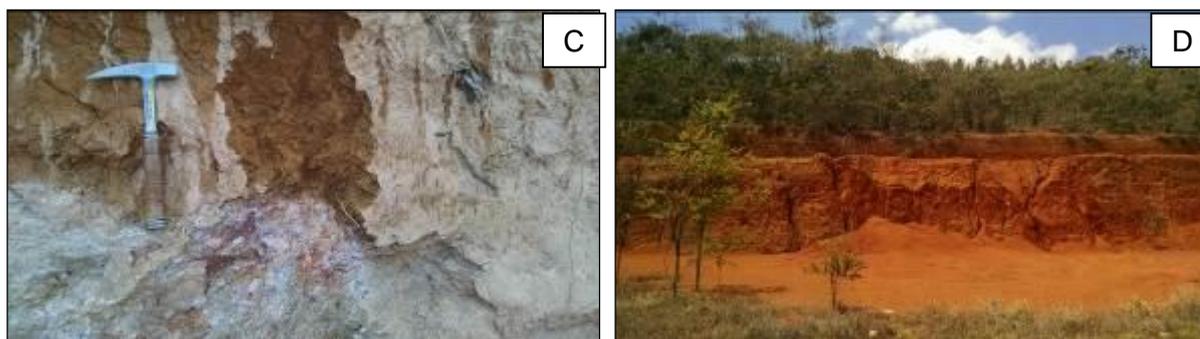


Figura 5.36 - Perfis de latossolos vermelho-amarelo distróficos mapeados ao longo da BR-262/MG, trecho em estudo. Em C, perfil de latossolo do tipo LVA9; em D, perfil de latossolo do tipo LVA19. Coordenadas: C) -20° 14' 55,44000" e -42° 07' 46,23800"; D) -19° 57' 40,09700" e -42° 55' 16,38000".

Os latossolos vermelho distróficos (Figura 5.37) mapeados ao longo da BR-262/MG (trecho em estudo) apresentam, em geral, horizontes A-B-BA. O horizonte A apresenta 30 cm de espessura, cor vermelho escuro, textura areno-argilosa, é um horizonte pouco poroso, solto a muito friável, não plástico e não pegajoso, fraca cerosidade e de transição ondulada e clara com o horizonte B.

O horizonte B apresenta 30 cm de espessura cor vermelho-amarelado escuro, textura areno-argilosa, é um horizonte pouco poroso, solto, não plástico e não pegajoso, fraca cerosidade e de transição plana e difusa com o horizonte BA.

O horizonte BA possui cerca de 90 cm de espessura, cor vermelho-amarelado escuro, textura argilosa, e é um horizonte firme, não plástico e não pegajoso e transição plana e difusa para o horizonte saprolítico.

Os latossolos vermelho-amarelo distroféricos mapeados ao longo da BR-262/MG (trecho em estudo), estão associados aos latossolos vermelho-amarelo distróficos.

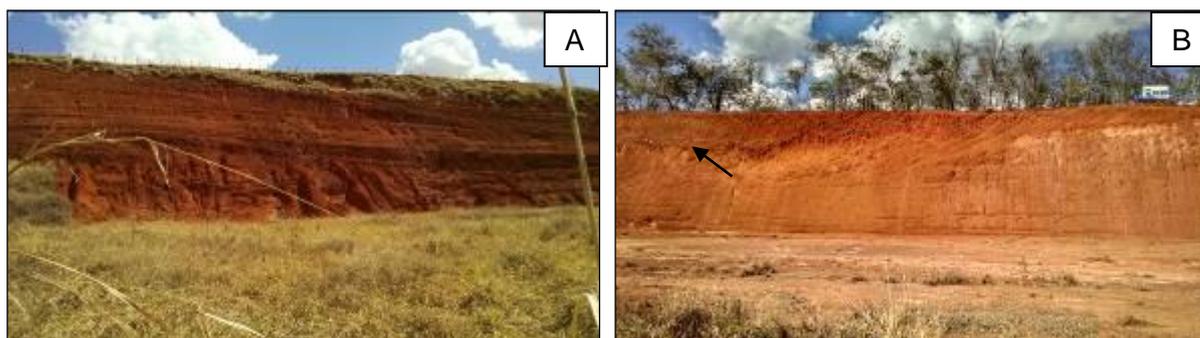


Figura 5.37: Perfis de latossolos vermelho distróficos mapeados ao longo da BR-262/MG, trecho em estudo. Em A e B, perfil de latossolo do tipo LV25, onde pode-se ver, no perfil B, a linha de pedra que divide os horizontes A e B (seta). Coordenadas: A) -20° 15' 55,22600" e -42° 35' 28,30900"; B) -20° 15' 19,69800" e -42° 35' 58,36200".

5.1.4.3.1.2 Argissolos

Na Área de Estudo ocorrem três tipos de argissolos: argissolos vermelho eutróficos e argissolos vermelho-amarelo eutróficos e argissolos vermelho-amarelo distróficos sendo os dois primeiros associados entre si, enquanto que o último ocorre associado aos latossolos.

Os argissolos vermelho eutróficos (Figura 5.38), nos perfis visualizados, apresentam, em geral, horizontes bem formados, em geral do tipo A-B-C, além de transição plana e gradual entre si. A descrição dos horizontes mostra que o horizonte A apresenta 16 cm de espessura, cor vermelho médio, textura argilosa, é um horizonte de pouca porosidade, solto, não plástico e não pegajoso e de fraca cerosidade. O horizonte B apresenta 18 cm, cor vermelho forte, textura argilo-arenosa, é um horizonte de pouca porosidade, solto, não plástico e não pegajoso e de fraca cerosidade. O horizonte C apresenta cor vermelho bruno, textura argilosa e trata-se do horizonte saprolítico.

Os argissolos vermelho-amarelo eutróficos, nos perfis visualizados, ocorrem associados aos argissolos vermelho eutróficos enquanto que os argissolos vermelho-amarelo distróficos estão associados aos latossolos vermelho distróficos.

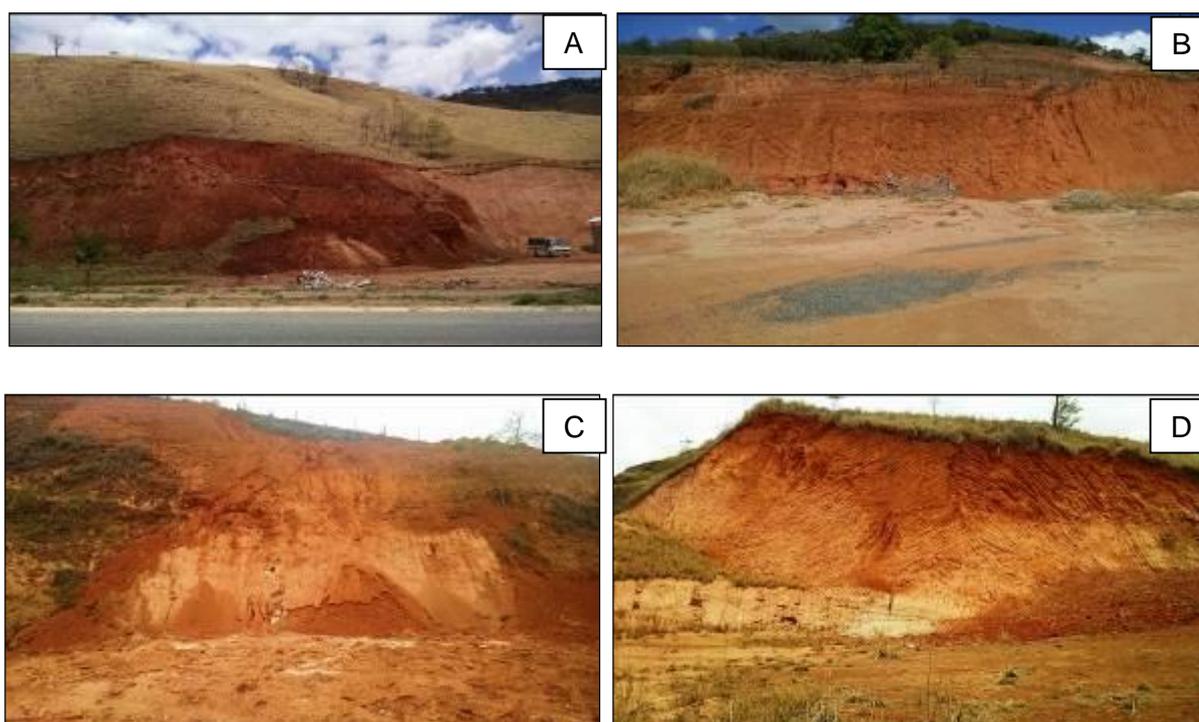


Figura 5.38 - Perfis de argissolos vermelho eutróficos mapeados ao longo da BR-262/MG, trecho em estudo. Em A, B, C e D, perfil de argissolo do tipo PV20, onde pode-se ver, nos perfis B, C e D a associação dos argissolos vermelho eutróficos com os argissolos vermelho-amarelo eutróficos, marcado pela coloração vermelho-amarelada do solo. Coordenadas: A) -20° 17' 28,71100" e -42° 30' 39,25400"; B) -20° 16' 51,96100" e -42° 33' 49,07500"; C) -20° 09' 03,67900" e -42° 41' 42,62000"; D) -20° 03' 54,20600" e -42° 43' 05,98200".

5.1.4.3.1.3 Cambissolos

Na Área de Estudo ocorre cambissolos háplicos argila de atividades baixas distróficos, ambos geralmente associados aos latossolos. Os os cambissolos háplicos argila de atividades baixas distróficos (Figura 5.39), nos perfis visualizados, apresentam, em geral, horizontes bem formados, em geral do tipo A-B-C, além de transição plana e gradual entre si.

A descrição dos horizontes mostra que o horizonte A apresenta 17 cm de espessura, cor amarelado pálido, textura areno-argilosasa, é um horizonte de pouca porosidade, firme a ligeiramente duro, não plástico e não pegajoso e de moderada cerosidade.

O horizonte B apresenta 18 cm, cor vermelho amarelado pálido, textura areno-argilosa, é um horizonte de pouca porosidade, firme a ligeiramente duro, não plástico e não pegajoso e de moderada cerosidade. O horizonte C apresenta trata-se do horizonte saprolítico.

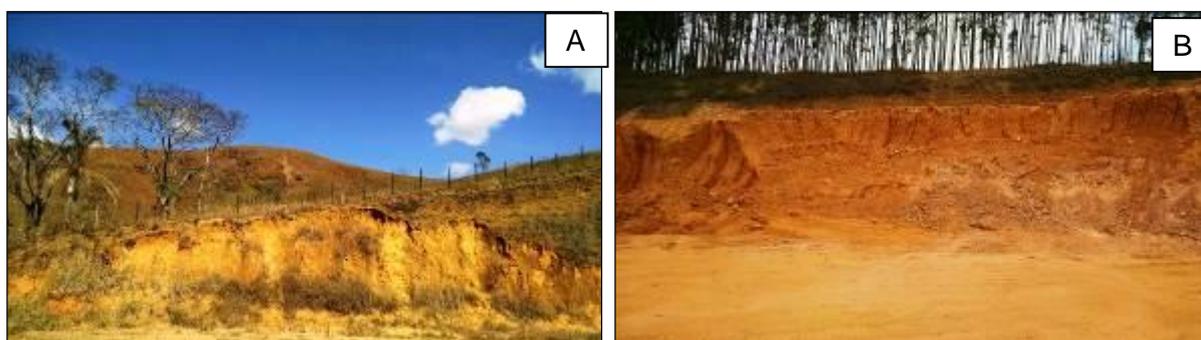


Figura 5.39 - Perfis de cambissolos háplicos argila de atividades baixas distróficos mapeados ao longo da BR-262/MG, trecho em estudo. Em A e B, perfil de cambissolo do tipo CX3. Coordenadas: A) -20° 15' 50,73300" e -41° 46' 34,88900"; B) -20° 15' 05,90000" e -41° 49' 49,63100".

5.1.4.3.2 Classificação Pedológica

As unidades taxonômicas encontradas no levantamento de solos estão apresentadas a seguir, segundo IBGE (2010):

Latossolos:

- LV25 - Latossolos Vermelho Distróficos + Argissolos Vermelho-Amarelo Distróficos
- LV37 - Latossolos Vermelho Distróficos + Latossolos Vermelho-Amarelo Distróficos + Cambissolo Háptico Argila de Atividade Baixa Distrófico
- LVa9 - Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos + Cambissolo Háptico Argila de Atividade Baixa Distrófico
- LVa19 - Latossolos Vermelho-Amarelo Distróficos + Latossolos Vermelho Distróficos + Neossolos Quartzarênicos Órticos
- LVa23 - Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos + Latossolos Vermelho-Amarelos Distroféricos + Cambissolo Háptico Argila de Atividade Baixa Distrófico

- LVa26 - Latossolos Vermelho-Amarelo Distróficos + Argissolos Vermelho Distróficos + Latossolos Vermelho Distróficos
- LVa30 - Latossolos Vermelho-Amarelo Distróficos + Argissolos Vermelho-Amarelo Distróficos + Cambissolo Háplico Argila de Atividade Baixa Distrófico

Argissolos:

- PV20 - Argissolos Vermelho Eutróficos + Argissolos Vermelho-Amarelo Eutróficos

Cambissolos:

- CX3 - Cambissolo Háplico Argila de Atividade Baixa Distrófico + Latossolos Vermelho-Amarelo Distróficos

A análise dos solos, visando sua interpretação em termos de seu provável comportamento frente aos impactos ambientais causados pelo empreendimento, utilizou como referência algumas das propriedades do solo.

Numa primeira aproximação foram segmentadas as classes de solos com relação à drenagem: solos hidromórficos (com restrição de drenagem) e não-hidromórficos (sem restrição). O primeiro grupo não englobou nenhuma das unidades mapeadas. O segundo grupo engloba os solos mapeados.

A segunda abordagem utilizou como parâmetro principal a textura dos solos. A textura (proporção relativa de partículas de diferentes tamanhos) afeta a maior parte das propriedades químicas e físicas dos solos, pois determina a área superficial específica (ASE) do material. Desta maneira, características como a troca iônica, retenção de água, erodibilidade do solo, infiltração de água, entre outras, são condicionadas pela textura.

A partir do mapeamento podemos perceber que as classes de solo mapeadas estão localizadas em uma região em que o relevo apresenta-se ondulado a fortemente ondulado, sob diversos tipos de rochas metamorfozadas, condicionantes importantes para a caracterização de possíveis zonas suscetibilidade de erosão, movimentos de massa, etc.

5.1.4.3.3 Suscetibilidade à Erosão

A classe dos latossolos abrange a maior parte da Área de Estudo e ocorre associada às unidades geomorfológicas Domínio Montanhoso, Domínio de Morros Baixos e Serras Baixas e Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos. Essa classe de solos apresenta como principal característica, com relação à suscetibilidade à erosão, o gradiente textural (relação de argila entre os horizontes superficial e subsuperficial). Quanto maior o gradiente textural, maior será sua suscetibilidade à erosão, determinada pelas diferenças de condutividade hidráulica entre os horizontes.

Sendo assim e, conforme já descrito no subitem 5.1.4.3.1.1, referente à pedologia dos latossolos, os mesmos, dentro da área de estudo, são caracterizados como solos bem drenados, com baixo teor de areia e de materiais facilmente intemperizáveis. É um solo homogêneo, apresentando estrutura granular, sempre ácidos, nunca hidromórficos.

A baixa atividade das argilas dos Latossolos confere-lhes diminuta expansibilidade e contratibilidade, qualificando os de textura argilosa como excelente material para piso de estradas. Na Área de Estudo, os latossolos mapeados apresentam texturas areno-argilosa, por vezes argilosa, o que lhe confere como sendo um excelente material para ser utilizado como piso para a duplicação da rodovia, cujas áreas prováveis de jazidas de materiais de empréstimo são indicadas no item 5.1.3.5.

Em relação a classe dos Argissolos, esta abrange uma pequena parte da Área de Estudo, na região central. Em geral, os cambissolos são solos pouco férteis e ocorrem principalmente associados ao Domínio de Morros Baixos e Serras Baixas e Planícies Fluviais ou Flúvio-Lacustres, além de possuírem áreas inseridas dentro do Domínio Colinas Dissecadas e Morros Baixos e Domínio Montanhoso.

Sua principal característica, com relação à suscetibilidade à erosão, é o gradiente textural, onde se pode visualizar uma moderada suscetibilidade à erosão laminar. Quando ocorre o enriquecimento em argila nos horizontes A e B, acarreta menor capacidade de infiltração e, em consequência, maior intensidade de fluxo superficial e subsuperficial, o que torna mais fácil o início de processos erosivos, principalmente através do arraste de partículas, acarretando em problemas de movimentos de massa, fato esse visualizado em diversos pontos onde afloram solos dessa classe pedológica.

5.1.4.3.4 Capacidade de Uso das Terras

A determinação da capacidade de uso dos solos encontrados na Área de Estudo, bem como em sua Área Diretamente Afetada (ADA), foi baseada a partir de dados secundários, bem como a partir do mapeamento geológico-geomorfológico-pedológico executado na etapa de campo.

Sendo assim, a maior parte do uso do solo da Área de Estudo está relacionada a agropecuária, onde são visualizadas várias áreas de pastagens, bem como áreas de agricultura de subsistência. Também, pode-se afirmar que, localmente, a região apresenta grande potencial mineral, como a extração de areia, argila, rochas para confecção de britas, etc. Áreas de florestas, também, são visualizadas na Área de Estudo, principalmente, nos trechos de serras, onde a vegetação é bastante densa.

5.1.4.3.5 Processos Erosivos na Área de Estudo

Ao longo de toda a BR-262/MG (trecho em estudo) diversas feições relacionadas a processos erosivos foram visualizadas, como ravinamentos (Figura 5.40 e Figura 5.41), movimentos de massa, desmoronamento de blocos e solos, etc.

O processo de ravinamento é definido, por vários autores, como sendo um canal profundo numa vertente, geralmente, entalhado pelo escoamento e, frequentemente, sem fluxo permanente. Os sulcos são definidos como ravinhas apresentando canais com entalhes menores, geralmente rasos, dispostos em superfície plana ou suave ondulada.

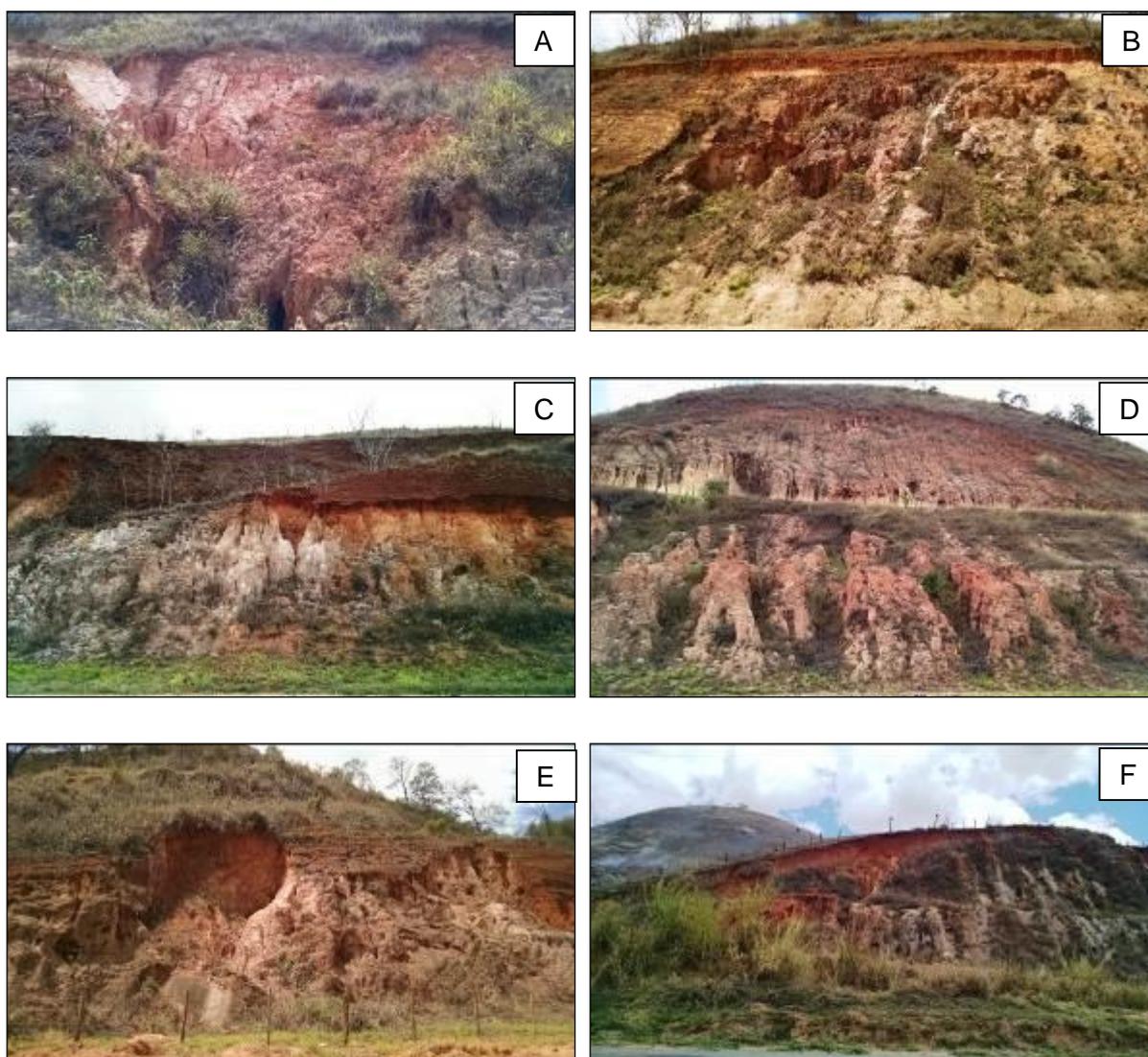


Figura 5.40: Processos de erosão por ravinamento em vários cortes dentro da Área de Estudo, englobando diversas unidades geológicas, pedológicas e os três domínios geomorfológicos. Coordenadas: A) -20° 15' 27,40200" e -42° 00' 46,98100"; B) -20° 15' 47,39900" e -42° 10' 42,82000"; C) -20° 16' 58,73500" e -42° 12' 13,03000"; D) -20° 17' 34,23300" e -42° 13' 39,67900"; E) -20° 18' 04,74500" e -42° 28' 17,11100"; F) -20° 17' 28,71100" e -42° 30' 39,25400"

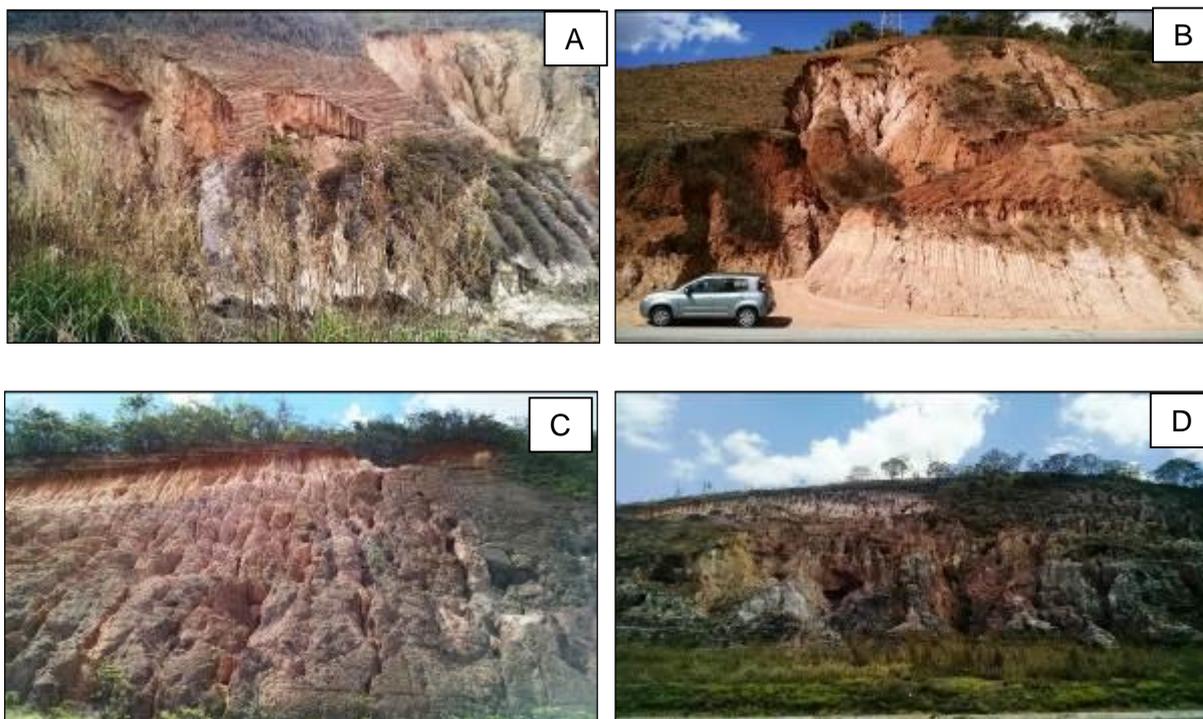


Figura 5.41: Processos de erosão por ravinamento em vários cortes dentro da Área de Estudo, englobando diversas unidades geológicas, pedológicas e os três domínios geomorfológicos. Coordenadas: G) -20° 17' 06,98300" e -42° 31' 47,88000"; H) -20° 16' 51,96100" e -42° 33' 49,07500"; I) -20° 16' 09,57700" e -42° 34' 18,70300"; J) -19° 56' 27,91000" e -42° 57' 00,72400".

Ao longo da Área de Estudo foram visualizados diversos pontos de movimentação de massa, principalmente áreas de cortes de estrada contendo sedimentos e/ou solos (Figura 5.42 e Figura 5.43). Os pontos propícios a esse tipo de movimentação, principalmente em zonas de grandes desfiladeiros (encostas), estão relacionados as três unidades geomorfológicas mapeadas ao longo da Área de Estudo (Domínio Montanhoso, Domínio de Morros Baixos e Serras Baixas e Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos). Lajedos, mapeados na Área de Estudo, podem servir como rampas para o deslizamento do material coluvionar que estão sob essas lajes.

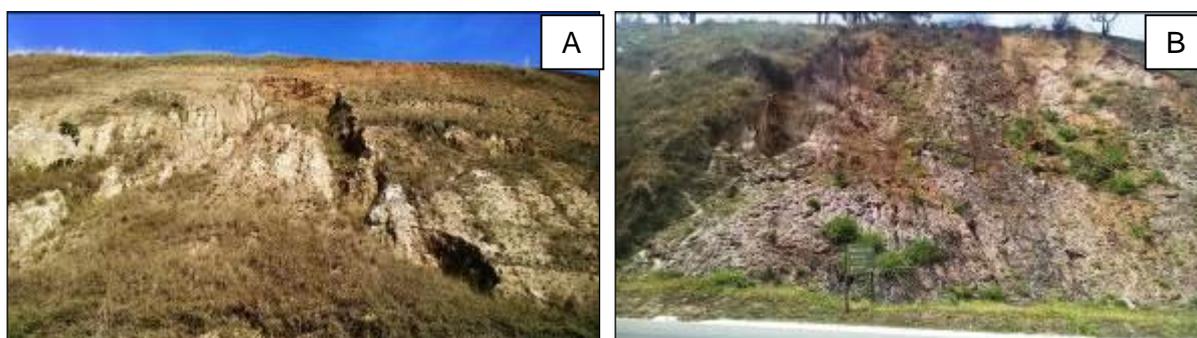


Figura 5.42: Processos erosivos do tipo movimentos de massa em perfis de corte de estrada ao longo da Área de Estudo, englobando diversas unidades geológicas, pedológicas e os quatro domínios geomorfológicos. Coordenadas: A) -20° 16' 09,82200" e -41° 46' 39,21000"; B) -20° 15' 38,72000" e -41° 52' 42,34200".

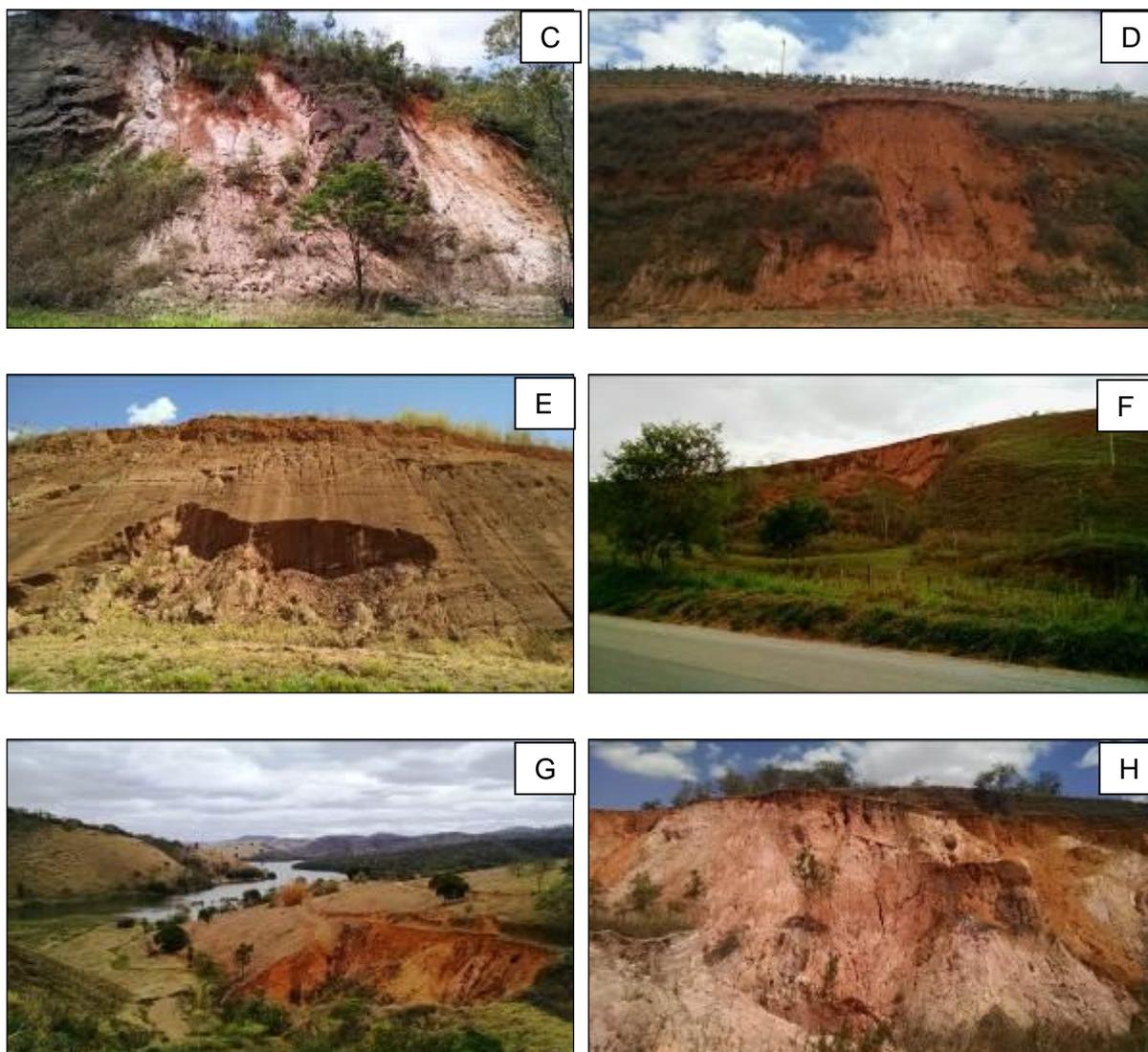


Figura 5.43: Processos erosivos do tipo movimentos de massa em perfis de corte de estrada ao longo da Área de Estudo, englobando diversas unidades geológicas, pedológicas e os quatro domínios geomorfológicos. Coordenadas: C) -20° 15' 00,11600" e -41° 54' 43,88000"; D) -20° 19' 43,16900" e -42° 28' 22,07200"; E) -20° 14' 32,97000" e -42° 36' 27,83300"; F) -20° 07' 58,57800" e -42° 41' 37,37000"; G) -20° 03' 54,20600" e -42° 43' 05,98200"; H) -19° 55' 42,58200" e -42° 58' 20,00000".

Em relação à movimentação de massa em material consolidado (movimento de blocos de rochas), ao longo da Área de Estudo foram visualizados diversos pontos de movimentação de massa (Figura 5.44). Essa movimentação de massa ocorre, principalmente, em áreas de cortes de estrada contendo rochas de várias unidades geológicas, geralmente fraturadas, relacionadas as três unidades geomorfológicas mapeadas ao longo da Área de Estudo (Domínio Montanhoso, Domínio de Morros Baixos e Serras Baixas e Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos).



Figura 5.44: Processos erosivos do tipo movimentos de massa e de blocos em perfis de corte de estrada ao longo da Área em Estudo, englobando diversas unidades geológicas, pedológicas e os quatro domínios geomorfológicos. Coordenadas: A) -20° 15' 18,51900" e -41° 48' 21,53700"; B) -20° 14' 44,44900" e -41° 57' 20,47200"; C) -20° 17' 34,23300" e -42° 13' 39,67900"; D) -20° 19' 41,25900" e -42° 20' 48,26300"; E) -20° 03' 54,20600" e -42° 43' 05,98200"; F) -20° 02' 21,48200" e -42° 43' 53,45200".

Cabe ressaltar que os sulcos e ravinamentos em maciços terrosos e rochosos provocam um grande desequilíbrio na estabilidade de taludes, fato esse que pode acarretar em deslocamentos de massas, dependendo do grau de erosão por esses processos. Os movimentos de massa, também, estão, intimamente, ligados aos processos de erosão e instabilidade de taludes, onde, dependendo do ângulo de talude ou dos processos erosivos atuantes, este entra em desequilíbrio e gera movimentação de massa. Isso ocorre tanto em áreas que tenham maciços terrosos, como em áreas que os maciços rochosos são visualizados, ou quando ocorre a combinação dos dois maciços na área.

Sendo assim, conforme dito anteriormente, o processo de formação de ravinamento e sulcos, bem como de movimentação de massa, foram visualizados ao longo de toda a Área de Estudo e sua Área Diretamente Afetada (ADA), acontecendo em todos os domínios geomorfológicos e unidades geológicas e, por sua vez, em todas as unidades de solo mapeadas.

Logo, ao longo do trecho da BR-262/MG em estudo, os pontos mapeados contendo esses tipos de processos de erosão, são pontos potenciais ou que já ocorrem algum tipo de movimentação de massa e, como consequência, podem influenciar diretamente ou já influenciam na instabilidade de taludes nesses cortes.

O QUADRO 5.9 mostra os principais pontos de movimentação de massa, formação de ravinamento e sulcos, bem como problemas erosivos e de empastilhamento, os quais geram problemas de instabilidade de taludes.

O Mapa de Movimento de Massa e Áreas de Risco Geotécnicos, contendo as zonas propícias a erosão e movimentos de massa, é apresentado no (Volume I – Tomo I de Mapas Temáticos).

QUADRO 5.9: TIPOS DE PROBLEMAS ENCONTRADOS NA ÁREA DE ESTUDO.

PONTOS	LATITUDE	LONGITUDE	UNIDADES GEOLÓGICAS / GEOMORFOLÓGICAS / PEDOLÓGICAS	MOVIMENTO DE MASSA	RAVINAMENTO & SULCOS	SUSCETIBILIDADE A EROSÃO	EMPASTILHAMENTO	Descrição de Campo
Ponto 1	-20 16' 34,89900"	-41 46' 44,65400"	Complexo Procane Domínio Montanhoso CX3	X	X	X		Divisa dos Estados de MG e ES. Afloramento do tipo Corte de Estrada evidenciando problemas de erosão. Perfil de Solo. Provável contato geológico. Problemas de movimentos de massa.
Ponto 2	-20 16' 09,82200"	-41 46' 39,21000"	Complexo Procane Domínio Montanhoso CX3	X	X	X	X	Ponto evidenciando problemas de erosão. Afloramento de rocha com problemas de movimentos de massa (rolamento de blocos).
Ponto 3	-20 15' 50,73300"	-41 46' 34,88900"	Complexo Procane Domínio Montanhoso CX3	X	X	X	X	Afloramento de rocha com problemas de movimentos de massa (rolamento de blocos). Solo Argilo-arenoso amarelo pálido. Paragnaisse rico em micas com veios de quartzo inseridos nos planos de foliação do mesmo. Direção dos veios 221º Az. Mergulho 60-80º Az.
Ponto 4	-20 15' 26,69400"	-41 46' 46,43100"	Complexo Procane Domínio Montanhoso CX3	X	X	X	X	Afloramento de rocha com problemas de erosão. Blocos de rocha sob a forma de lajedos. Trata-se do mesmo paragnaisse do ponto anterior.
Ponto 5	-20 15' 06,35000"	-41 47' 14,50400"	Complexo Procane Domínio Montanhoso CX3	X	X	X		Ponto com problemas de movimentos de massa, bem como problemas de erosão.
Ponto 6	-20 15' 12,02100"	-41 47' 38,06300"	Complexo Procane Domínio Montanhoso CX3	X		X	X	Afloramento sob a forma de blocos de rochas, provavelmente trata-se de um charnokito ou ortognaisse. Riscos de movimento de blocos.
Ponto 7	-20 15' 18,51900"	-41 48' 21,53700"	Complexo Procane Domínio Montanhoso CX3	X	X	X	X	Afloramento de rocha, provavelmente trata-se da mesma rocha encontrada no ponto anterior. Riscos de movimentos de blocos, bem como erosão em sedimentos. Trata-se de um gnaisse que está sendo cortado por mobilizados quartzo-feldspáticos. Provável área para empréstimo de materiais.
Ponto 8	-20 15' 05,90000"	-41 49' 49,63100"	Complexo Procane Domínio de Serras e Morros Baixos CX3			X		Provável área para empréstimo de materiais. Perfil de solo: solo argiloso amarelo a vermelho rosado.

PONTOS	LATITUDE	LONGITUDE	UNIDADES GEOLÓGICAS / GEOMORFOLÓGICAS / PEDOLÓGICAS	MOVIMENTO DE MASSA	RAVINAMENTO & SULCOS	SUSCETIBILIDADE A EROSÃO	EMPASTILHAMENTO	Descrição de Campo
Ponto 9	-20 14' 45,49900"	-41 50' 46,26000"	Complexo Procane Domínio de Serras e Morros Baixos LVa9	X	X	X		Afloramento sob a forma de corte de estrada, com riscos de erosão e movimentos de massa.
Ponto 10	-20 15' 19,54400"	-41 51' 24,98700"	Complexo Procane Domínio de Serras e Morros Baixos LVa9			X		Perfil de solo.
Ponto 11	-20 15' 47,04500"	-41 52' 25,10200"	Complexo Procane Domínio de Serras e Morros Baixos LVa9	X	X	X		Provável área para empréstimo de materiais. Área com riscos de movimentação de massa e erosão de sedimentos.
Ponto 12	-20 15' 38,72000"	-41 52' 42,34200"	Complexo Procane Domínio de Serras e Morros Baixos LVa9	X	X	X		Afloramento localizado na entrada da cidade de Martins Soares. Área com riscos de movimentação de massa, bem como problemas relacionados a erosão (ravinações).
Ponto 13	-20 15' 19,49400"	-41 53' 15,11100"	Complexo Procane Domínio Montanhoso LVa9	X	X	X		Ponto com problemas de erosão (ravinação).
Ponto 14	-20 14' 57,02400"	-41 54' 22,39100"	Complexo Procane Domínio Montanhoso LVa9	X	X	X	X	Área com riscos de movimentação de massa. Modelo utilizado para a estabilidade de taludes. Riscos de movimentação de blocos rochosos. Provável área para empréstimo de material. Perfil de solo: solo argilo-arenoso vermelho amarelo pálido em contato com um solo argiloso vermelho escuro.
Ponto 15	-20 15' 00,11600"	-41 54' 43,88000"	Complexo Procane Domínio Montanhoso LVa9	X		X	X	Área com riscos de movimentação de massa, bem como movimentação de blocos e erosão sedimentar. Trata-se de um gnaiss alterado.
Ponto 16	-20 14' 50,94800"	-41 55' 36,58200"	Complexo Procane Domínio Montanhoso LVa9	X		X		Serra com riscos de movimentação de massas, onde o gnaiss, em forma de lajedo, serve como uma esteira para os sedimentos. Perfil de solo: solo argilo-arenoso vermelho escuro. Provavelmente trata-se de um ortognaiss.

PONTOS	LATITUDE	LONGITUDE	UNIDADES GEOLÓGICAS / GEOMORFOLÓGICAS / PEDOLÓGICAS	MOVIMENTO DE MASSA	RAVINAMENTO & SULCOS	SUSCETIBILIDADE A EROSÃO	EMPASTILHAMENTO	Descrição de Campo
Ponto 17	-20 14' 48,83700"	-41 56' 10,62000"	Complexo Procane Domínio Montanhoso LVa9	X		X		Área com riscos de movimentação de massa.
Ponto 18	-20 14' 53,19500"	-41 56' 50,22400"	Complexo Procane Domínio Montanhoso LVa9	X	X	X		Área com riscos de movimentação de massa, bem como erosão sedimentar (ravinamento).
Ponto 19	-20 14' 44,44900"	-41 57' 20,47200"	Complexo Procane Domínio Montanhoso LVa9	X		X	X	Área com riscos de movimentação de massa, bem como riscos de movimentação de blocos rochosos. Provável área para empréstimo de material. Provavelmente trata-se de um gnaisse foliado.
Ponto 20	-20 14' 24,01400"	-41 58' 05,80900"	Complexo Paraíba do Sul Domínio Montanhoso LVa9	X	X	X	X	Área com riscos de movimentação de massa, bem como riscos de movimentação de blocos rochosos e erosão no pacote sedimentar. Provavelmente trata-se de um charnockito ou um gnaisse charnokítico.
Ponto 21	-20 15' 11,82300"	-41 59' 31,31300"	Complexo Paraíba do Sul Domínio Montanhoso LVa9			X		Provável área para empréstimo de material. Dique de provável composição félsica, cortando o solo argilo-arenoso de cor amarelo escuro.
Ponto 22	-20 15' 27,40200"	-42 00' 46,98100"	Complexo Paraíba do Sul Domínio Montanhoso LVa9	X	X	X		Área com riscos de movimentação de massa, bem como erosão sedimentar.
Ponto 23	-20 16' 05,66000"	-42 02' 19,59700"	Complexo Juiz de Fora Domínio Montanhoso LVa9	X	X	X		Área com riscos de movimentos de massa.
Ponto 25	-20 16' 12,67100"	-42 04' 04,72100"	Complexo Juiz de Fora Domínio Montanhoso LVa9	X		X	X	Blocos de rocha contendo um gnaisse pertencente ao Complexo Juiz de Fora. Riscos de Movimentação de massa e queda de blocos. Área de Jazidas de Empréstimo e/ou bota fora.
Ponto 26	-20 15' 42,37200"	-42 05' 02,03300"	Complexo Juiz de Fora Domínio Montanhoso LVa9	X		X	X	Blocos de rocha contendo um gnaisse pertencente ao Complexo Juiz de Fora. Riscos de Movimentação de massa e queda de blocos. Processos de ravinamento nas encostas.

PONTOS	LATITUDE	LONGITUDE	UNIDADES GEOLÓGICAS / GEOMORFOLÓGICAS / PEDOLÓGICAS	MOVIMENTO DE MASSA	RAVINAMENTO & SULCOS	SUSCETIBILIDADE A EROSÃO	EMPASTILHAMENTO	Descrição de Campo
Ponto 27	-20 15' 20,99762"	-42 05' 44,57245"	Complexo Juiz de Fora Domínio Montanhoso LVa9	X		X	X	Serra com potencial para movimentos de massa e queda de blocos.
Ponto 28	-20 15' 22,20700"	-42 06' 50,67200"	Complexo Juiz de Fora Domínio Montanhoso LVa9	X		X	X	Afloramento de rocha contendo um gnaíse pertencente ao Complexo Juiz de Fora. Riscos de Movimentação de massa e queda de blocos.
Ponto 29	-20 15' 13,36200"	-42 07' 22,33800"	Complexo Juiz de Fora Domínio Montanhoso LVa9	X		X	X	Afloramento de rocha contendo um gnaíse pertencente ao Complexo Juiz de Fora. Riscos de Movimentação de massa e queda de blocos.
Ponto 30	-20 14' 55,44000"	-42 07' 46,23800"	Complexo Juiz de Fora Domínio Montanhoso LVa9			X		Afloramento de rocha contendo um gnaíse pertencente ao Complexo Juiz de Fora. Perfil de solo, textura areno-argilosa, amarelo escuro a claro, em contato com horizonte C saprolitizado. Fraturas N-S. Área de Jazidas de Empréstimo e/ou bota fora.
Ponto 31	-20 14' 43,69800"	-42 08' 25,20800"	Complexo Juiz de Fora Domínio Montanhoso LVa9	X		X	X	Afloramento de rocha contendo um gnaíse pertencente ao Complexo Juiz de Fora. Riscos de Movimentação de massa e queda de blocos.
Ponto 32	-20 14' 48,12100"	-42 09' 18,06200"	Complexo Juiz de Fora Domínio Montanhoso LVa9	X		X	X	Afloramento de rocha contendo um gnaíse pertencente ao Complexo Juiz de Fora. Riscos de Movimentação de massa e queda de blocos. Área de Jazidas de Empréstimo e/ou bota fora.
Ponto 33	-20 15' 45,10800"	-42 10' 08,97800"	Complexo Juiz de Fora Domínio Serras e Morros Baixos LVa9	X		X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa.
Ponto 34	-20 15' 47,39900"	-42 10' 42,82000"	Complexo Juiz de Fora Domínio Serras e Morros Baixos LVa9	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinação).
Ponto 35	-20 17' 21,59400"	-42 12' 46,22500"	Complexo Juiz de Fora Domínio Montanhoso LVa9	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinação).

PONTOS	LATITUDE	LONGITUDE	UNIDADES GEOLÓGICAS / GEOMORFOLÓGICAS / PEDOLÓGICAS	MOVIMENTO DE MASSA	RAVINAMENTO & SULCOS	SUSCETIBILIDADE A EROSÃO	EMPASTILHAMENTO	Descrição de Campo
Ponto 36	-20 16' 58,73500"	-42 12' 13,03000"	Complexo Juiz de Fora Domínio Montanhoso LVa9	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinamento).
Ponto 37	-20 17' 30,38400"	-42 13' 24,28600"	Complexo Juiz de Fora Domínio Montanhoso LVa9	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinamento).
Ponto 38	-20 17' 34,23300"	-42 13' 39,67900"	Complexo Juiz de Fora Domínio Montanhoso LVa9	X		X	X	Afloramento de rocha contendo um gnaiss pertencente ao Complexo Juiz de Fora. Nesse ponto, percebe-se lentes de quartzito cortando o gnaiss. Riscos de Movimentação de massa e queda de blocos. Área de Jazidas de Empréstimo e/ou bota fora.
Ponto 40	-20 18' 13,95300"	-42 15' 42,26100"	Complexo Juiz de Fora Domínio Serras e Morros Baixos LVa23	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinamento).
Ponto 41	-20 18' 25,03200"	-42 16' 41,90200"	Complexo Juiz de Fora Domínio Serras e Morros Baixos LVa23	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão.
Ponto 42	-20 18' 53,39300"	-42 19' 35,11100"	Tonalito Vermelho Novo Domínio Serras e Morros Baixos LVa23	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinamento).
Ponto 43	-20 19' 41,25900"	-42 20' 48,26300"	Complexo Juiz de Fora Domínio Serras e Morros Baixos LVa23	X	X	X		Afloramento de rocha contendo um gnaiss pertencente ao Complexo Juiz de Fora. Riscos de Movimentação de massa e queda de blocos. Paisagem.
Ponto 44	-20 20' 16,55800"	-42 20' 56,38300"	Complexo Juiz de Fora Domínio Serras e Morros Baixos LVa23			X		Corte de estrada com potencial para problemas de erosão. Área de Jazidas de Empréstimo e/ou bota fora.
Ponto 45	-20 20' 10,96100"	-42 21' 55,73600"	Complexo Juiz de Fora Domínio Serras e Morros Baixos LVa23	X		X	X	Afloramento de rocha contendo um gnaiss pertencente ao Complexo Juiz de Fora. Riscos de Movimentação de massa e queda de blocos.
Ponto 46	-20 20' 09,66300"	-42 22' 33,69400"	Complexo Paraíba do Sul Domínio Serras e Morros Baixos LVa23	X		X	X	Blocos de rocha contendo um gnaiss pertencente ao Complexo Paraíba do Sul. Riscos de Movimentação de massa e queda de blocos.

PONTOS	LATITUDE	LONGITUDE	UNIDADES GEOLÓGICAS / GEOMORFOLÓGICAS / PEDOLÓGICAS	MOVIMENTO DE MASSA	RAVINAMENTO & SULCOS	SUSCETIBILIDADE A EROSÃO	EMPASTILHAMENTO	Descrição de Campo
Ponto 47	-20 20' 16,10100"	-42 24' 03,48600"	Complexo Juiz de Fora Domínio Montanhoso LVa23	X		X	X	Afloramento de rocha contendo um gnaisse pertencente ao Complexo Juiz de Fora. Veios de quartzo cortando o gnaisse. Riscos de Movimentação de massa e queda de blocos.
Ponto 48	-20 19' 59,54600"	-42 26' 21,85300"	Tonalito Bom Jesus do Galho Domínio Montanhoso LVa23	X		X	X	Afloramento de rocha contendo blocos de um metatonalito pertencente ao Tonalito Bom Jesus do Galho. Riscos de Movimentação de massa e queda de blocos. Área de Jazidas de Empréstimo (Brita) e/ou bota fora.
Ponto 49	-20 20' 00,66000"	-42 27' 28,10200"	Tonalito Bom Jesus do Galho Domínio Montanhoso LVa23	X		X	X	Afloramento de rocha contendo blocos de um metatonalito pertencente ao Tonalito Bom Jesus do Galho. Riscos de Movimentação de massa e queda de blocos. Paisagem
Ponto 50	-20 19' 43,16900"	-42 28' 22,07200"	Tonalito Bom Jesus do Galho Domínio Serras e Morros Baixos LVa23	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinamento).
Ponto 51	-20 18' 04,74500"	-42 28' 17,11100"	Tonalito Bom Jesus do Galho Domínio Serras e Morros Baixos LVa23	X		X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinamento). Área de Jazidas de Empréstimo e/ou bota fora.
Ponto 52	-20 17' 25,35600"	-42 29' 37,90700"	Tonalito Bom Jesus do Galho Domínio Serras e Morros Baixos LVa23	X		X	X	Afloramento de rocha contendo blocos de um metatonalito pertencente ao Tonalito Bom Jesus do Galho. Riscos de Movimentação de massa e queda de blocos.
Ponto 53	-20 17' 28,71100"	-42 30' 39,25400"	Complexo Juiz de Fora Domínio Serras e Morros Baixos PV20	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinamento).
Ponto 54	-20 17' 35,89500"	-42 30' 59,52000"	Complexo Juiz de Fora Domínio Serras e Morros Baixos PV20	X		X	X	Afloramento de rocha contendo um gnaisse pertencente ao Complexo Juiz de Fora. Muitas dobras são visualizadas nesse ponto. Lajedo serve de rampa para sedimentos. Veios de quartzo cortando e concordando com a foliação. Riscos de Movimentação de massa e queda de blocos.

PONTOS	LATITUDE	LONGITUDE	UNIDADES GEOLÓGICAS / GEOMORFOLÓGICAS / PEDOLÓGICAS	MOVIMENTO DE MASSA	RAVINAMENTO & SULCOS	SUSCETIBILIDADE A EROSÃO	EMPASTILHAMENTO	Descrição de Campo
Ponto 55	-20 17' 06,98300"	-42 31' 47,88000"	Complexo Juiz de Fora Domínio Serras e Morros Baixos PV20	X		X	X	Afloramento de rocha contendo um gnaiss pertencente ao Complexo Juiz de Fora. Muitas dobras são visualizadas nesse ponto. Lajedo serve de rampa para sedimentos. Veios de quartzo cortando e concordando com a foliação. Riscos de Movimentação de massa e queda de blocos.
Ponto 56	-20 17' 13,46900"	-42 32' 19,95100"	Complexo Juiz de Fora Domínio Serras e Morros Baixos PV20	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinamento).
Ponto 57	-20 17' 28,29000"	-42 32' 41,83600"	Complexo Juiz de Fora Domínio Serras e Morros Baixos PV20	X	X	X		Afloramento de rocha contendo gnaiss saprolitizado pertencente ao Complexo Juiz de Fora. Veios de quartzo concordando com a foliação. Riscos de Movimentação de massa e problemas de erosão (ravinamentos).
Ponto 58	-20 17' 08,14500"	-42 33' 28,82100"	Complexo Juiz de Fora Domínio Serras e Morros Baixos PV20	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinamento).
Ponto 59	-20 16' 51,96100"	-42 33' 49,07500"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos PV20	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinamento). Área de Jazidas de Empréstimo e/ou bota fora. Paisagem.
Ponto 60	-20 16' 09,57700"	-42 34' 18,70300"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos PV20	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinamento). Área de Jazidas de Empréstimo e/ou bota fora. Paisagem.
Ponto 61	-20 15' 55,22600"	-42 35' 28,30900"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos LV25	X	X	X	X	Afloramento de rocha contendo gnaiss pertencente ao Complexo Piedade. Riscos de Movimentação de massa e queda de blocos. Área de Jazidas de Empréstimo e/ou bota fora. Paisagem.
Ponto 62	-20 15' 19,69800"	-42 35' 58,36200"	Complexo Piedade Domínio Colinas Dissecadas e Morros Baixos LV25	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinamento). Área de Jazidas de Empréstimo e/ou bota fora.

PONTOS	LATITUDE	LONGITUDE	UNIDADES GEOLÓGICAS / GEOMORFOLÓGICAS / PEDOLÓGICAS	MOVIMENTO DE MASSA	RAVINAMENTO & SULCOS	SUSCETIBILIDADE A EROSÃO	EMPASTILHAMENTO	Descrição de Campo
Ponto 63	-20 14' 32,97000"	-42 36' 27,83300"	Complexo Piedade Domínio Colinas Dissecadas e Morros Baixos LVA26	X	X	X		Afloramento de rocha contendo gnaiss saprolitizado pertencente ao Complexo Piedade. Veios de quartzo concordando com a foliação. Riscos de Movimentação de massa e problemas de erosão (ravinamentos).
Ponto 64	-20 14' 30,27800"	-42 36' 49,29200"	Complexo Piedade Domínio Colinas Dissecadas e Morros Baixos LVA26	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinamento). Área de Jazidas de Empréstimo e/ou bota fora.
Ponto 65	-20 13' 49,69300"	-42 37' 53,61700"	Complexo Piedade Domínio Colinas Dissecadas e Morros Baixos LVA26	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinamento). Área de Jazidas de Empréstimo e/ou bota fora.
Ponto 66	-20 13' 43,54400"	-42 38' 21,22600"	Complexo Piedade Domínio Colinas Dissecadas e Morros Baixos LVA26	X	X	X		Afloramento de rocha contendo gnaiss saprolitizado pertencente ao Complexo Piedade. Veios de quartzo concordando com a foliação. Riscos de Movimentação de massa e problemas de erosão (ravinamentos). Área de Jazidas de Empréstimo e/ou bota fora.
Ponto 67	-20 13' 11,34900"	-42 39' 01,52300"	Complexo Piedade Domínio Colinas Dissecadas e Morros Baixos LVA26	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinamento).
Ponto 68	-20 12' 35,62900"	-42 39' 40,67000"	Complexo Piedade Domínio Colinas Dissecadas e Morros Baixos PV20	X	X	X		Afloramento de rocha contendo gnaiss são e saprolitizado pertencente ao Complexo Piedade. Direção da foliação 302º Az. Riscos de Movimentação de massa e problemas de erosão (ravinamentos).
Ponto 69	-20 12' 28,40100"	-42 40' 22,79400"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos PV20	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinamento). Área de Jazidas de Empréstimo e/ou bota fora.
Ponto 70	-20 11' 56,03000"	-42 40' 50,47200"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos PV20	X	X	X	X	Afloramento de rocha contendo gnaiss pertencente ao Complexo Piedade. Ocorrência de restitos (?). Riscos de

PONTOS	LATITUDE	LONGITUDE	UNIDADES GEOLÓGICAS / GEOMORFOLÓGICAS / PEDOLÓGICAS	MOVIMENTO DE MASSA	RAVINAMENTO & SULCOS	SUSCETIBILIDADE A EROSÃO	EMPASTILHAMENTO	Descrição de Campo
								Movimentação de massa, queda de blocos e problemas de erosão.
Ponto 71	-20 11' 12,03500"	-42 41' 34,99900"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos PV20	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinamento). Área de Jazidas de Empréstimo e/ou bota fora.
Ponto 72	-20 10' 44,75000"	-42 41' 52,45200"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos PV20	X	X	X		Afloramento de rocha contendo gnaiss saprolitizado pertencente ao Complexo Piedade. Riscos de Movimentação de massa e problemas de erosão (ravinamentos).
Ponto 73	-20 09' 46,56700"	-42 41' 49,12300"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos PV20	X	X	X	X	Afloramento de rocha contendo gnaiss pertencente ao Complexo Piedade. Ocorrência de restitos (?). Riscos de Movimentação de massa, queda de blocos e problemas de erosão.
Ponto 74	-20 09' 03,67900"	-42 41' 42,62000"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos PV20	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinamento). Área de Jazidas de Empréstimo e/ou bota fora.
Ponto 75	-20 07' 58,57800"	-42 41' 37,37000"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos PV20	X	X	X	X	Afloramento de rocha contendo gnaiss pertencente ao Complexo Piedade. Riscos de Movimentação de massa, queda de blocos e problemas de erosão.
Ponto 76	-20 06' 33,69900"	-42 41' 35,55500"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos PV20	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinamento). Área de Jazidas de Empréstimo e/ou bota fora.
Ponto 77	-20 05' 04,42500"	-42 42' 41,95000"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos PV20	X	X	X		Afloramento de rocha contendo gnaiss saprolitizado pertencente ao Complexo Piedade. Ocorrência de dobras. Riscos de Movimentação de massa e problemas de erosão (ravinamentos).
Ponto 78	-20 03' 54,20600"	-42 43' 05,98200"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos PV20	X	X	X	X	Afloramento de rocha contendo gnaiss pertencente ao Complexo Piedade. Ocorrência de dobras e restitos (?). Riscos de Movimentação de massa, queda de blocos e problemas de erosão. Área de Jazidas de Empréstimo e/ou bota fora.

PONTOS	LATITUDE	LONGITUDE	UNIDADES GEOLÓGICAS / GEOMORFOLÓGICAS / PEDOLÓGICAS	MOVIMENTO DE MASSA	RAVINAMENTO & SULCOS	SUSCETIBILIDADE A EROSÃO	EMPASTILHAMENTO	Descrição de Campo
Ponto 79	-20 03' 04,53300"	-42 43' 21,40500"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos PV20	X		X	X	Afloramento de rocha contendo gnaiss pertencente ao Complexo Piedade. Ocorrência de dobras e restito (?). Riscos de queda de blocos. Área de Jazidas de Empréstimo (brita) e/ou bota fora.
Ponto 80	-20 02' 21,48200"	-42 43' 53,45200"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos PV20	X	X	X	X	Afloramento de rocha contendo gnaiss pertencente ao Complexo Piedade. Ocorrência de dobras e restito (?). Riscos de movimento de massa, queda de blocos e processos de erosão (ravinamento). Área de Jazidas de Empréstimo (brita) e/ou bota fora.
Ponto 81	-20 01' 30,00300"	-42 44' 29,76200"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos PV20	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinamento). Área de Jazidas de Empréstimo e/ou bota fora.
Ponto 82	-19 59' 59,18300"	-42 46' 46,71700"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos PV20	X	X	X	X	Afloramento de rocha contendo gnaiss pertencente ao Complexo Piedade. Ocorrência de dobras e restito (?). Riscos de movimento de massa, queda de blocos e processos de erosão (ravinamento).
Ponto 83	-19 59' 14,34200"	-42 47' 31,46900"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos PV20	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinamento).
Ponto 84	-19 58' 18,45400"	-42 48' 08,08900"	Complexo Piedade Domínio Serras e Morros Baixos LVA30	X		X	X	Afloramento de rocha contendo gnaiss pertencente ao Complexo Piedade. Ocorrência de dobras e restito (?). Riscos de movimento de massa e queda de blocos.
Ponto 85	-19 57' 47,41700"	-42 50' 28,83100"	Grupo Dom Silvério Domínio Montanhoso LVA30	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinamento).
Ponto 86	-19 57' 16,94500"	-42 52' 46,30700"	Complexo Mantiqueira Domínio Serras e Morros Baixos LVA19	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinamento).
Ponto 87	-19 57' 28,47000"	-42 53' 44,40000"	Complexo Mantiqueira Domínio Serras e Morros Baixos LVA19	X	X	X		Afloramento de rocha contendo gnaiss pertencente ao Complexo Mantiqueira. Riscos de movimento de massa, queda de blocos e problemas de erosão (ravinamento).

PONTOS	LATITUDE	LONGITUDE	UNIDADES GEOLÓGICAS / GEOMORFOLÓGICAS / PEDOLÓGICAS	MOVIMENTO DE MASSA	RAVINAMENTO & SULCOS	SUSCETIBILIDADE A EROÇÃO	EMPASTILHAMENTO	Descrição de Campo
Ponto 88	-19 57' 40,09700"	-42 55' 16,38000"	Complexo Mantiqueira Domínio Serras e Morros Baixos LVA19	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinação). Área de Jazidas de Empréstimo e/ou bota fora.
Ponto 89	-19 56' 33,12700"	-42 56' 17,59300"	Biotita granito Açucena Domínio Serras e Morros Baixos LVA19	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinação). Área de Jazidas de Empréstimo e/ou bota fora.
Ponto 90	-19 56' 27,91000"	-42 57' 00,72400"	Biotita granito Açucena Domínio Serras e Morros Baixos LVA19	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinação).
Ponto 91	-19 55' 51,00100"	-42 57' 21,11700"	Biotita granito Açucena Domínio Serras e Morros Baixos LVA19	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinação).
Ponto 92	-19 55' 42,58200"	-42 58' 20,00000"	Supergrupo Rio das Velhas Domínio Serras e Morros Baixos LVA19	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinação). Área de Jazidas de Empréstimo e/ou bota fora.
Ponto 93	-19 55' 35,24800"	-42 58' 57,89300"	Supergrupo Rio das Velhas Domínio Serras e Morros Baixos LVA19	X	X	X	X	Afloramento de xisto rico em granada do Supergrupo Rio das Velhas. Veios de quartzo ricos em granada concordantes com o plano de foliação. Riscos de movimento de massa, queda de blocos e problemas de erosão (ravinação).
Ponto 94	-19 55' 21,70500"	-43 00' 03,99300"	Complexo Mantiqueira Domínio Serras e Morros Baixos LVA19	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinação). Área de Jazidas de Empréstimo (brita) e/ou bota fora.
Ponto 95	-19 55' 00,41100"	-43 00' 39,25500"	Complexo Mantiqueira Domínio Serras e Morros Baixos LVA19	X	X	X	X	Afloramento de rocha contendo gnaíse pertencente ao Complexo Mantiqueira. Riscos de movimento de massa, queda de blocos e problemas de erosão (ravinação).
Ponto 96	-19 54' 19,87200"	-43 01' 44,39000"	Complexo Mantiqueira Domínio Serras e Morros Baixos LVA19	X	X	X	X	Afloramento de rocha contendo gnaíse pertencente ao Complexo Mantiqueira. Riscos de movimento de massa, queda de blocos e problemas de erosão (ravinação).

PONTOS	LATITUDE	LONGITUDE	UNIDADES GEOLÓGICAS / GEOMORFOLÓGICAS / PEDOLÓGICAS	MOVIMENTO DE MASSA	RAVINAMENTO & SULCOS	SUSCETIBILIDADE A EROSÃO	EMPASTILHAMENTO	Descrição de Campo
Ponto 97	-19 53' 51,95300"	-43 02' 25,32000"	Complexo Mantiqueira Domínio Serras e Morros Baixos LVA19	X	X	X	X	Afloramento de rocha contendo gnaiss pertencente ao Complexo Mantiqueira. Riscos de movimento de massa, queda de blocos e problemas de erosão (ravinamento).
Ponto 98	-19 53' 14,66000"	-43 02' 31,48800"	Complexo Mantiqueira Domínio Serras e Morros Baixos LVA19	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinamento). Área de Jazidas de Empréstimo e/ou bota fora.
Ponto 99	-19 52' 56,21500"	-43 02' 50,18500"	Complexo Mantiqueira Domínio Serras e Morros Baixos LVA19	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinamento). Área de Jazidas de Empréstimo e/ou bota fora.
Ponto 100	-19 53' 01,36200"	-43 03' 39,60700"	Complexo Mantiqueira Domínio Serras e Morros Baixos LVA19	X	X	X	X	Afloramento de rocha contendo gnaiss pertencente ao Complexo Mantiqueira. Riscos de movimento de massa, queda de blocos e problemas de erosão (ravinamento). Área de Jazidas de Empréstimo e/ou bota fora. Paisagem.
Ponto 101	-19 52' 31,95300"	-43 04' 28,89800"	Complexo Mantiqueira Domínio Serras e Morros Baixos LVA19	X	X	X		Corte de estrada com potencial para movimentos de massa e problemas de erosão (ravinamento).
Ponto 102	-19 52' 03,75900"	-43 05' 14,00600"	Complexo Mantiqueira Domínio Serras e Morros Baixos LVA19	X	X	X	X	Afloramento de rocha contendo gnaiss saprolitizado pertencente ao Complexo Mantiqueira. Riscos de movimento de massa, queda de blocos e problemas de erosão (ravinamento). Paisagem.
Ponto 103	-19 51' 39,99800"	-43 06' 20,18300"	Complexo Mantiqueira Domínio Serras e Morros Baixos LVA19	X	X	X	X	Afloramento de rocha contendo gnaiss pertencente ao Complexo Mantiqueira. Riscos de movimento de massa, queda de blocos e problemas de erosão (ravinamento). Paisagem.

5.1.5 Espeleologia

O Brasil possui, atualmente, mais de 13.800 cavernas registradas no Centro Nacional de Estudos, Proteção e Manejo de Cavernas – CECAV/ICMBio (BRASIL, 2014b). Compete a esta unidade especializada do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) a manutenção do Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE), banco de dados oficial de cavernas em território brasileiro.

Minas Gerais é a Unidade da Federação com o maior conhecimento espeleológico gerado, com 5.404 (dados de 30 de setembro de 2014) cavernas catalogadas na referida base de dados (BRASIL, 2014b), e possui 11 das maiores cavernas do país (SBE, 2014). Apesar dos números, este conhecimento é ainda considerado baixo.

Rodovias podem causar impactos relacionados à socioeconomia, alterações em sistemas naturais de drenagem e desequilíbrio aos ecossistemas locais (BRASIL, 2014a). A ampliação da capacidade rodoviária paralela a traçados pré-existentes, entretanto, resulta em impactos diminutos aos ambientes físico e biótico, uma vez que as principais modificações já ocorreram (BRASIL, 2009a).

Apesar do pequeno impacto direto sobre a fauna e flora, a duplicação rodoviária pode provocar impactos negativos sobre o patrimônio espeleológico, com possibilidade de distúrbios aos atributos 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 e 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).

5.1.5.1 *Objetivos*

O presente relatório tem por objetivo registrar os resultados do estudo espeleológico concernente ao subtrecho da rodovia BR-262/MG, localizado entre o entroncamento com a BR-381 (João Monlevade/MG) e a divisa estadual de Minas Gerais e Espírito Santo, com extensão total de 196,0 km, onde avaliou-se quanto a presença ou a ausência de cavidades naturais subterrâneas adjacentes ao empreendimento.

5.1.5.2 *Marco Legal*

O inciso X do art. 20 da Constituição Federal de 1988 estabelece que as cavidades naturais subterrâneas e os sítios arqueológicos e pré-históricos são bens da União (BRASIL, 1988). O parágrafo único do artigo 1º do Decreto nº 99.556, de 01 de outubro de 1990, modificado pelo Decreto nº 6.640 de 07 de novembro de 2008 (BRASIL, 1990b), dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no Território Nacional, assim as definindo:

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. O art. 216 da Constituição Federal de 1988 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, de 26 de julho de 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 de Lei nº 25, de 30 de novembro de 1937, § 2º do art. 1º, que constitui o patrimônio histórico e artístico nacional, inclui 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, 1990a).

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 (BRASIL, 1990b; BRASIL, 2008).

Sua regulamentação (Instrução Normativa MMA nº 002/2009, arts. 7º ao 10) pormenoriza a extensão dos atributos a serem observados para a classificação de relevância das cavernas (BRASIL, 2009c).

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

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

A Lei nº 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 e em seu parágrafo § 5º, dispõe 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 (MINAS GERAIS, 2002).

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

5.1.5.3 Área de prospecção espeleológica

No âmbito deste projeto, a área de estudo foi subdividida em Área Diretamente Afetada (ADA) e Área de Prospecção Espeleológica (APE), a saber:

- Área Diretamente Afetada (ADA): área onde as obras serão executadas, abrangendo integralmente a faixa de domínio da rodovia BR-262/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 ao distanciamento mínimo cautelar das obras em relação à projeção em superfície de galerias de possíveis cavidades naturais subterrâneas.

5.1.5.4 Metodologia

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.

5.1.5.4.1 Atividades em gabinete

Na etapa de gabinete são levantadas as principais informações em caráter regional pertinentes ao empreendimento. Foram avaliadas informações acerca da geologia, da forma do relevo, do comportamento hídrico superficial e da existência de cavernas próximas à área do empreendimento.

As principais fontes utilizadas nesta consulta foram 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) e pesquisa em publicações especializadas em espeleologia.

Para realização do levantamento espeleológico do projeto de duplicação da BR-262/MG, foram utilizadas informações geológicas provenientes da base de dados GeoBank do Serviço Geológico do Brasil, em bases vetoriais de Minas Gerais de escala 1:1.000.000 (BRASIL, 2007). A forma do relevo, estradas de acesso e locais para entrevistas 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 setembro de 2014 (BRASIL, 2014b).

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.

5.1.5.4.2 Atividades em Campo

Estas atividades 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 entre os dias 16 e 20 de setembro de 2014 com uma equipe de espeleólogos, realizando prospecções (de carro e a pé) e entrevistas ao longo de toda a extensão do trajeto (Figura 5.45A).

Para demarcação dos trajetos percorridos e localização geográfica dos pontos de interesse são utilizados GPS individuais, modelos Garmin® GPSMap60CSX em modo de registro contínuo. Pontos de interesse e entrevistas são documentados fotograficamente, georreferenciados 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 Caminhamento 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, é realizado o registro fotográfico durante a entrevista.

O mapeamento espeleológico é 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 $\pm 1,5$ mm. São utilizadas bases topográficas flutuantes, sendo a precisão topográfica aplicada aos mapas finais 2B UIS, melhorados com instrumentação. Cavernas identificadas recebem plaquetas de identificação cadastral em PVC.

Para uma investigação segura são 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, etc) (Figura 5.45/B).

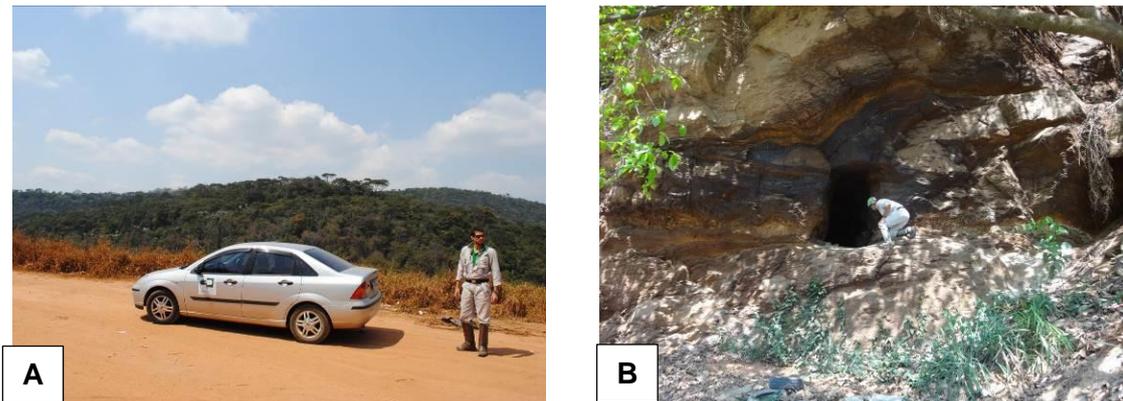


Figura 5.45: A) Veículo utilizado no deslocamento das equipes. B) Serviço de prospecção espeleológica.

5.1.5.4.3 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 - CECAV em 01/06/2012 (JANSEN *et. al.*, 2012).

Para a revisão e refinamento do Mapa de Potencialidade Espeleológica e seu enquadramento na realidade do empreendimento, foram atualizadas e 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 31/08/2014 –, 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 no Mapa de potencial espeleológico (Volume I – Tomo I de Mapas Temáticos), que serviu de referência para a alocação dos esforços de campo durante este estudo. Em função destes elementos, portanto, as áreas a serem inventariadas foram divididas em quatro diferentes potenciais:

- *Alto potencial espeleológico* - Quando tanto a geologia quanto a geomorfologia 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 geomorfologia não for propícia. Assim é 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 geomorfologia for propícia. Há registros de cavernas formadas em litologias não convenientes, associadas a relevos que proporcionam a erosão e manutenção de abrigos e cavernas;
- *Potencial espeleológico improvável* - Quando nem a geologia, nem a geomorfologia forem favoráveis.

5.1.5.5 Resultados

5.1.5.5.1 Avaliação do Potencial Espeleológico

5.1.5.5.1.1 Revisão Geológica Regional

Diversas unidades e formações geológicas são interceptadas pela BR-262/MG em seu percurso (Volume I – Tomo I de Mapas Temáticos, Geológico). Estes litotipos estão inseridos no contexto geotectônico do Orógeno Araçuaí, do Grupo Rio Doce, do Supergrupo Minas, do Supergrupo Rio das Velhas e pelas Coberturas Sedimentares Recentes. Além destas destacadas unidades, há ainda corpos intrusivos e terrenos antigos incorporados. A descrição dos principais litotipos identificados para a área de estudo segue abaixo.

Orógeno Araçuaí (Neoproterozoico)

No Orógeno Araçuaí têm sido reconhecidos quatro estágios orogênicos, assinalados como pré-colisional (ca. 630 - 580 Ma), sincolisional (ca. 580 – 560 Ma), tardicolisional (ca. 560 - 530 Ma) e pós-colisional (ca. 530 - 490 Ma) (VIEIRA, 2007). Destes estágios, apenas litotipos associados ao pré-colisional e sincolisional estão presentes na área do empreendimento.

No primeiro estágio, fase pré-colisional ou acrescionário, estão presentes as rochas interpretadas como formadoras do arco magmático do Orogéno Araçuaí, identificadas como Suíte G1. Constituída, na sua maioria, por tonalitos e granodioritos, essa suíte se apresenta como batólitos e *stocks* com foliação regional impressa pela deformação sincolisional. O único representante da suíte G1 na área do empreendimento é o Corpo Tonalito Bom Jesus do Galho (formado por metatonalito).

Na fase sincolisional, identificada pela Suíte G2, há a granitogênese tipo S originada em fase mais tardia. Essa suíte é constituída essencialmente de granitos peraluminosos (com granada e cordierita e/ou sillimanita), tendo de forma subordinada granitos a duas micas e

granodioritos. Essas rochas ocorrem, em geral, na forma de batólitos, corpos tabulares e *stocks*. Os representantes desta suíte na área do empreendimento são o Corpo Tonalito Vermelho Novo (formado por metatonalito) e a Suíte Intrusiva Suíte Muriaé (constituído de granitoides).

Grupo Rio Doce (Neoproterozoico)

O Grupo Rio Doce, de idade neoproterozoica, faz parte do Orógeno Araçuaí e foi, *a priori*, dividido em duas formações: São Tomé e Tumiritinga. Existem, entretanto, diversas discussões sobre diferentes correlações estratigráficas e outras divisões internas no grupo. Entre estas divisões, representando a base do grupo está a Formação Dom Silvério.

Formação Dom Silvério

Unidade formada essencialmente composta por paragneisses, xistos, anfibolitos, gnditos, quartzitos, talco-clorita-xisto e eventualmente mármore.

Complexo Paraíba do Sul (Neoproterozoico)

Descrito como um conjunto de rochas supracrustais composto por gnaisses e migmatitos bandados e muito deformados, o Complexo Paraíba do Sul apresenta ainda, intercalações de rochas graníticas charnockíticas, gnaisses kinziíticos e metabásicas. Regionalmente, foi dividido em duas grandes unidades: Unidade inferior – composta por ortogneisses tonalíticos a granodioríticos (formando um provável embasamento); Unidade Superior – composta por biotita-gnaisses e silimanita-granada-biotita gnaisses com intercalações de outras rochas crustais (MACHADO FILHO *et. al.*, 1983 e MACHADO, 2010). Esta unidade superior foi subdividida por Machado (1986) em dois grupos: um grupo basal (ou inferior) formado por biotitas gnaisses granatíferos e biotita gnaisses e um grupo de topo (ou superior) formado por mármore, quartzitos, calciossilicátias e gnditos. Os metacarbonatos deste grupo superior apresentam o maior potencial espeleológico deste trecho da rodovia, uma vez que representa os únicos litotipos com potencial para dissolução.

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 marinho imaturo do Grupo Sabará.

Grupo Caraça

Este grupo é a 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: Formações Cauê e Gandarela, apenas a unidade inferior está presente na área de estudo:

Formação Cauê: Esta é a unidade inferior do grupo sendo caracterizada pela presença predominante de itabiritos (formações ferríferas bandadas, deformadas e oxidadas).

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.

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 se destacam: Terrenos gnáissicos migmatíticos do Complexo Mantiqueira, Matagabros e Metadioritos (2,20 Ga); 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 Juiz de Fora

Recebe o nome Complexo Juiz de Fora a sequência de rochas da suíte charnockítica, predominantemente enderbítica. Este complexo é formado por litotipos magmáticos e metassedimentares, apresentando-se estruturalmente como migmatitos, gnaisses e cataclastos. 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 Borrachudos

Estes granitos fazem parte da Suíte Borrachudos, descrita regionalmente como monzogranitos e sienogranitos metamorfizados e augen gnaisses. O Augen-gnaisse granítico está representado pelo Biotita-granito Açucena e o Biotita-granito Senhora do Porto, que ocupa a porção ocidental da bacia, enquanto os demais granitóides estão associados ao Biotita-granito Bicas, de ocorrência mais restrita.

Rochas metabásicas.

Há, de forma descontínua e não hierarquizada, exposições de rochas metabásicas interpretadas como de idade paleoproterozoica aflorando na área de estudo. Estas rochas não apresentam potencial à formação e preservação de cavernas.

Complexo Pocrane (Arqueano – Paleoproterozoico)

Este complexo compõe o embasamento do sistema Araçuaí-Ribeira e regionalmente é descrito como constituído por um magmatismo ortoderivada, composta de hornblenda-biotita gnaiss, com porfiroclastos de plagioclásio e de agregados quartzo-feldspáticos.

Juntamente com o Complexo Juiz de Fora, este forma um ambiente de arco de ilhas com afinidade juvenil, onde os complexos, apesar de contemporâneos, representam seções crustais diferentes (NOVO, 2013).

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 apenas ao Grupo Nova Lima.

O Grupo Quebra Ossos, descrito como sendo composto por rochas ultramáficas de derrames e corpos intrusivos metamorfizados, e Grupo Maquiné, que é constituído principalmente de quartzitos, filitos e conglomerados, não afloram na área do empreendimento.

Grupo Nova Lima

Estratigraficamente acima do Grupo Quebra Ossos, ocorrem as rochas do Grupo Nova Lima. São descritas duas unidades: a Unidade Metassedimentar Química, na qual ocorrem cherts (ferríferos e carbonáticos) e FFB (Formações Ferríferas Bandadas - fácies carbonato, sulfeto, silicato e óxido) intercalados com filitos carbonosos e xistos tufáceos félsicos a intermediários (NOCE *et. al.*, 1992). Esta é recoberta pela sequência da Unidade Metassedimentar Clástica, composta por quartzo-mica xistos, xistos carbonáticos, metagrauvacas, quartzitos imaturos e metaconglomerados (NOCE *et. al.*, 1992).

Tonalito Córrego Taioba

Correlato às unidades do Supergrupo Rio das Velhas há os granitoides pré a sintectônicos da Província São Francisco. Constituindo o embasamento mesoarqueano desta província. Estes granitoides são formados essencialmente por tonalitos, granitos calcialcalinos e ortognaisses granulíticos. Como exemplar destes corpos, tem-se o Tonalito Córrego Taioba.

Coberturas Sedimentares Recentes

Sobre todas as unidades há diversas coberturas recentes que foram agrupadas e tratadas de uma mesma forma, uma vez que nenhuma destas apresenta potencial espeleológico.

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 detrito-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.

5.1.5.5.1.2 Revisão Geomorfológica Regional

O trecho estudado da BR-262/MG transpassa quatro grandes compartimentações geomorfológicas (BRASIL, 2002), a saber: Depressões do Vale do Rio Doce, Escarpas e Reversos da Serra da Mantiqueira, Planalto Centro-Sul Mineiro e Depressão de Belo Horizonte e Serras do Espinhaço/ Tabatinga/ Quadrilátero Ferrífero (Volume I – Tomo I de Mapas Temáticos, Mapa de Compartimentação Geomorfológico).

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

Escarpas e Reversos da Serra da Mantiqueira: Representa 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).

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 as formas de relevo predominantes guardam 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.

5.1.5.5.1.3 Patrimônio Espeleológico Regional

Atualmente, Minas Gerais detêm 38,8% de todo patrimônio espeleológico conhecido para o Brasil, representando a unidade federativa com maior quantidade de cavernas

registradas, contendo, em 30 de setembro de 2014, um total de 5.404 cavernas no cadastro oficial do CECAV (BRASIL, 2014b).

Analisando um raio de 40 km a partir da área de estudo, foram encontradas 109 cavernas no banco de dados geoespacializados do CECAV. A caverna conhecida mais próxima da área de estudo, localizada no município de Barra Longa/MG, dista 31 km da rodovia. Também foi verificado o Cadastro Nacional de Cavernas da Sociedade Brasileira de Espeleologia (CNC/SBE), sem novas ocorrências.

Considerando tais informações, não há cavernas registradas em nenhum dos municípios transpassados pela rodovia no subtrecho da área de interesse. Durante os serviços de prospecção espeleológica, foram verificadas três indicações de possíveis cavernamentos vizinhos à rodovia BR-262/MG.

A primeira delas constitui uma mina abandonada localizada no município de João Monlevade/MG, sob a coordenada UTM 23K 696760 E 7802912 S. Está disposta em um paredão adjacente a uma pista vicinal que cruza de forma perpendicular a BR-262/MG. Dista 263m desta rodovia federal, 42m da margem direita do Rio Piracicaba e 21m da Estrada de Ferro Vitória a Minas (Figura 5.46). Esta mina é formada por uma única galeria escavada, de secção retangular, com entrada de 1,3m de largura por 2,1m de altura, disposta a 2,5m de altura em relação ao solo.

Foram encontradas ferramentas rudimentares, ossos de animais e lixo em seu interior. Segundo o entrevistado que a indicou (Entrevista 1), a mina é muito antiga e não está mais em atividade. Devido a sua gênese antrópica, a referida mina não é considerada caverna.

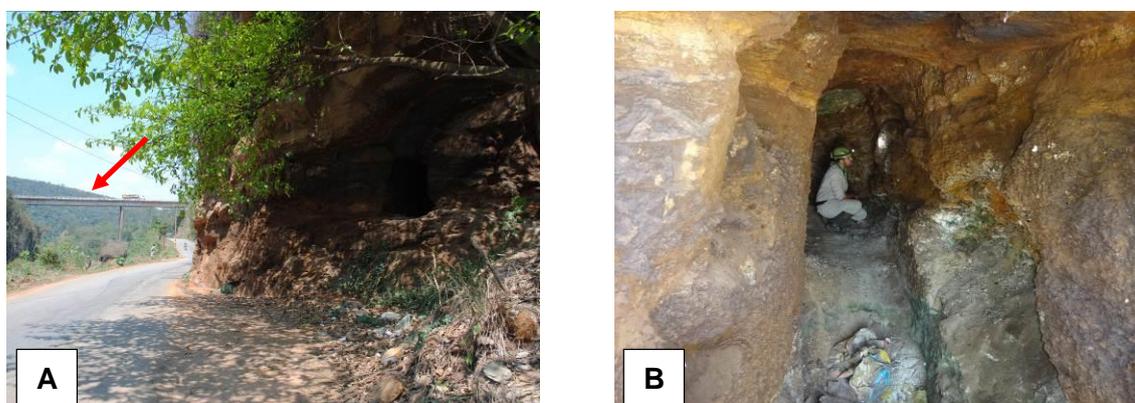


Figura 5.46: Mina abandonada em João Monlevade. A) Disposição da entrada da mina próxima a uma estrada vicinal à BR-262/MG. Ao fundo, em destaque, ponte da BR-262/MG. B) Vista interna de seu único conduto.

A segunda indicação verificada, decorrente da Entrevista 11, encontra-se no município de Santo Antônio do Gramma/MG, na coordenada UTM 23K 751064 E 7752788 S, a 4.130m de distância da rodovia. Apresenta-se em litologia metabásica e é formada por um bloco abatido de grandes dimensões, localizado no sopé de uma cachoeira, cujo nome não foi identificado.

O desprendimento do bloco formou um espaço único de aproximadamente 15m de comprimento, por 12m de largura e 8m de altura, com amplas aberturas em ambas as

extremidades. Apesar de relativamente contido, este espaço não restringe significativamente o ambiente, não sendo caracterizando, portanto, o ambiente cavernícola.



Figura 5.47: A) Aspecto externo da feição rochosa. B) Vista do espaço formado entre o paredão rochoso e o bloco abatido, na base da cachoeira.

O terceiro ponto verificado é de informação proveniente do sítio eletrônico <<http://www.biologiasubterranea.com.br/pt/area-de-atuacao/>>, onde se apresenta a área de atuação da equipe do Centro de Estudos em Biologia Subterrânea da Universidade Federal de Lavras.

Esta feição se encontra no município de Bela Vista de Minas/MG, sob a coordenada UTM 23K 699154 E 7805886 S, aproximadamente 200m a sudoeste dos limites da cidade homônima. Dista 3.011m da rodovia em estudo. A feição rochosa indicada, formada em minério de ferro, constitui-se por um abrigo sobre rocha de diminutas dimensões, localizado na borda da escarpa erosiva de um dos morros que circundam a cidade.

Este abrigo apresenta-se no contato entre a face rochosa no topo do morro e a rampa de colúvio e possui aproximadamente 2,0m de largura, 0,8m de altura 1,5m de profundidade, sem possibilidades de continuação. Assim como a feição anterior, por não apresentar um ambiente subterrâneo isolado do meio externo, esta feição também não se configura como caverna.

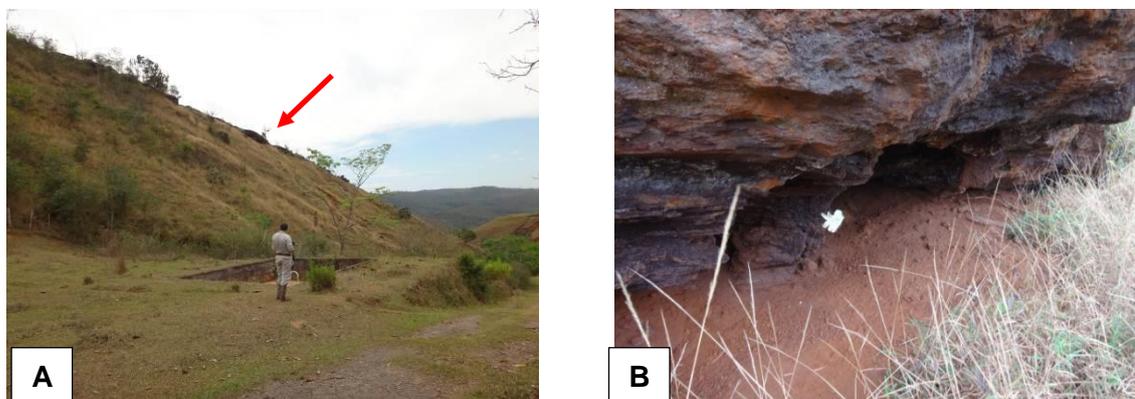


Figura 5.48: A) Em destaque, exposição rochosa no topo do morro, onde se encontra o abrigo. B) Vista das reentrâncias do referido abrigo. Luva utilizada como escala.

5.1.5.5.1.4 Revisão do Potencial Espeleológico

Tomando por base o mapa de potencialidade espeleológica elaborado pelo Centro Nacional de Estudos, Proteção e Manejo de Cavernas – CECAV – e os dados obtidos no levantamento secundário das informações de geologia, geomorfologia/hidrologia e de cavernas próximas ao empreendimento, foi confeccionado o mapa de potencial espeleológico da área de interesse da BR-262/MG.

Para compatibilização com a escala da área de estudo e melhor representação gráfica dos dados, esta análise se limitou a uma faixa de proximidade determinada em um raio de 5 km do atual eixo da rodovia.

Devido à presença de terrenos ondulados com exposições rochosas e pequenas escarpas ao longo de toda a área de estudo, as áreas são classificadas como de baixo ou alto potencial espeleológico, conforme apresentado em metodologia.

Como são descritas rochas solúveis (dolomitos e calcários) para as unidades geológicas Grupo Piracicaba e Complexo Paraíba do Sul, mesmo que de forma subordinada, todas as exposições dessas unidades foram preventivamente classificadas com de alto potencial espeleológico.

Outros litotipos menos solúveis como mármore ou que são reconhecidos regionalmente como detentoras de cavernas, como itabiritos e quartzitos ferruginosos, foram classificadas como de médio potencial. São os casos das unidades: Formação Dom Silvério, Formação Cauê e alguns litotipos do Supergrupo Rio das Velhas indiviso.

Não houve incremento de potencial devido à presença de cavidades naturais subterrâneas associadas em nenhum trecho da rodovia.

5.1.5.5.2 Esforço Prospectivo

Durante os Estudos Espeleológicos, considerando os dados primários e secundários, não foi identificada nenhuma caverna na Área de Prospecção Espeleológica (ADA acrescida de um entrono de 250 m) da BR-262/MG, Subtrecho Div. ES/MG – Entr. BR-381.

Os 196,0 km de rodovia alvo deste estudo foram previamente classificados em gabinete segundo seu potencial para ocorrência de cavernamentos, sendo: 10,1 km considerados de alto potencial espeleológico; 8,4 km como de médio potencial; e 177,5 km de baixo potencial espeleológico. Contudo, durante os serviços de campo, não foram observadas cavernas, nem tão pouco, litologias solúveis ao longo do subtrecho em 250m de cada lado da rodovia.

Deste modo, a principal estratégia prospectiva utilizada foi a realização de entrevistas aos moradores locais, sendo que todas as indicações de possíveis cavernamentos, na área de estudo, foram verificadas.

A equipe percorreu um total de 698 km, sendo que destes, 6 km foram realizados por caminhamentos a pé. Não foram encontradas novas cavernas e o esforço prospectivo segue ilustrado no Mapa de Caminhamento Prospectivo (Volume I – Tomo I de Mapas Temáticos)

Foram realizadas 21 entrevistas com moradores locais, distribuídas ao longo de todo o trecho de interesse (Volume I – Tomo I de Mapas Temáticos), nas quais:

- 16 indicaram “não haver conhecimento de cavernas na região” ou “não haver cavernas na região” (entrevistas 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18 e 20);
- Indicaram conhecimento de cavernas e 1 indicou uma pedreira, mas, devido a certeza de que estas indicações se encontram fora da área de estudo, não foram verificadas (entrevistas 12, 21 e 19, respectivamente);
- 1 indicou uma mina, sendo verificada e, confirmado seu caráter antrópico, não se configurando como caverna (entrevista 1);
- 1 indicou conhecer uma caverna que, após verificação, foi descaracterizada como tal (entrevista 11).

Esta indicação de cavernamento (indicação mais próxima observada), representa o abrigo descrito, distante mais de 3 km da BR-262/MG e não considerado como caverna.

5.1.5.6 Conclusões

No que tange o patrimônio espeleológico, após os trabalhos investigativos, não foram localizadas cavidades naturais subterrâneas na Área de Prospecção Espeleológica (ADA – Área Diretamente Afetada – acrescida de 250 m) do projeto de duplicação da BR-262/MG, subtrecho localizado entre o entroncamento da rodovia com a BR-381 (em João Monlevade) até a divisa de Minas Gerais com o Espírito Santo (total 196,4 km). De acordo com as entrevista realizadas, foram levantados 3 pontos de possível ocorrência de cavernas, porém diante de suas características, estes não podem ser considerados como cavernas.

QUADRO 5.10– CAVIDADES VERIFICADAS NO ESFORÇO PROSPECTIVOS

MUNICÍPIO	CARACTERÍSTICA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS UTM 23K		DISTÂNCIA DA RODOVIA
João Monlevade	Mina Abandonada	696760 E	7802912 S	263 metros
Santo Antônio do Grama	Bloco abatido de grandes dimensões, localizado no sopé de uma cachoeira	751064 E	7752788 S	4.130 metros
Bela Vista de Minas	Abrigo sobre rocha de diminutas dimensões	699154 E	7805886 S	3.011 metros

5.1.6 Recursos Hídricos

5.1.6.1 Regime Hidrológico da Bacia

5.1.6.1.1 Rede Hidrográfica

Para caracterização do regime hidrológico das bacias hidrográficas na área de estudo é necessária a identificação destas bacias e de sua hidrografia, e que esta identificação esteja topologicamente consistente com os cursos d'águas existentes. Deste modo, na identificação das bacias e da rede hidrográfica da área do estudo será utilizada a Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO) da Agência Nacional de Águas (ANA).

A Base Hidrográfica Ottocodificada - BHO adota a representação de bacias sob a forma de Ottobacias, com seu código atribuído pela metodologia de Otto Pfafstetter, uma metodologia para classificação de bacias e definição de rios principais, que captura em um código numérico curto a informação de importância relativa das bacias (baseada em sua área de drenagem) e de topologia. O código de uma bacia (que é sempre um número par) é atribuído ao seu rio principal.

A classificação empregada é a que divide o território de toda a América do Sul. A codificação de bacias de Otto Pfafstetter permite a hierarquização das bacias hidrográficas, ou seja, a definição da posição relativa e o ordenamento entre as bacias e interbacias. A Ottocodificação foi referendada e adotada por diversas entidades ligadas ao estudo e gestão de recursos hídricos, como a ANA e o United States Geological Survey - USGS. No Brasil, a Resolução 30, de 11 de dezembro de 2002 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH adota essa codificação como metodologia padrão.

De posse do código de Otto Pfafstetter pode-se identificar a posição relativa de uma bacia ou interbacia com relação às demais, sejam estas subdivisões ou localizadas a montante ou a jusante. As principais vantagens da codificação de Otto compreendem o seu caráter hierárquico, a aplicabilidade em diferentes escalas, a topologia da rede de drenagem incorporada nos códigos, a fácil implementação por programação, a aplicabilidade global e a fácil integração com Sistemas de Informações Geográficas.

Ao todo foram identificados 631 trechos de curso d'água na base considerando as três UPGRHs que constituem a área de estudo da rodovia. No Volume de Mapeamento Temático está o detalhamento da rede hidrografia da AE.

Na UPGRH do rio Piracicaba foram identificados 151 trechos de curso d'água. Observa-se para esta UPGRH que o rio Piracicaba é o principal curso d'água da região. Suas nascentes localizam-se no município de Ouro Preto, a 1.680m de altitude. O rio Piracicaba percorre 241 km até encontrar o rio Doce, na divisa dos municípios de Ipatinga e Timóteo. Ao longo deste percurso, passa por cidades como Rio Piracicaba, Nova Era, Antônio Dias e pela Região Metropolitana do Vale do Aço, formada por Coronel Fabriciano e Ipatinga, na margem esquerda e Timóteo, na margem direita. A bacia hidrográfica do rio Piracicaba é composta pelas sub-bacias do rio do Peixe e do rio Santa Bárbara, pela margem esquerda, e pela sub-bacia do rio da Prata, pela margem direita. O rio Santa Bárbara tem como afluentes principais

os rios Conceição e Una. As cidades de Barão de Cocais, Santa Bárbara e São Gonçalo do Rio Abaixo localizam-se às margens do rio Santa Bárbara, e São Domingos do Prata é cortada pelo rio da Prata. Além dos rios mais significativos, ao longo do seu curso o rio Piracicaba recebe a descarga de quase uma centena de córregos e ribeirões, os quais compõem sua rede de drenagem.

Na UPGRH do rio Piranga foram identificados 321 trechos de curso d'água. Observa-se para esta UPGRH que ela estende-se desde as nascentes do rio Piranga até as proximidades do Parque Estadual do Rio Doce (PAQE). É composta pelas bacias hidrográficas do rio Piranga propriamente dita, que ocupa uma área de 6.606 km², pela bacia hidrográfica do rio do Carmo, com área de 2.278 km², pela bacia do rio Casca, com área de 2.510 km² e pela bacia hidrográfica do rio Matipó, com 2.550 km². As áreas destas bacias hidrográficas são ainda acrescidas das áreas de drenagem de outros córregos de contribuição hídrica menos representativa, que drenam diretamente para o rio Doce, por ambas as margens, chamada área incremental Piranga (DO1), a qual ocupa 3.626 km².

Na UPGRH do rio Manhuaçu foram identificados 159 trechos de curso d'água. Esta UPGRH é composta pela bacia hidrográfica do rio Manhuaçu, que ocupa uma área de 8.826,37 km², e por uma pequena área incremental (362,68 km²) que inclui um trecho com pequenos córregos (Barroso, Barrosinho, Sossego, Natividade, Santana, da Barata e Lorena), os quais drenam diretamente para o rio Doce.

5.1.6.1.2 Recursos Hídricos Superficiais

A definição do regime hidrológico superficial na área de estudo será realizada inicialmente a partir dos resultados obtidos nos estudos de disponibilidade hídrica apresentados no PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE (2010), como também dos estudos hidrológicos desenvolvidos no âmbito do ATLAS DIGITAL DAS ÁGUAS DE MINAS (ver em <http://www.atlasdasaguas.ufv.br/home.html>).

Posteriormente, para melhor caracterizar o regime hidrológico representativo da área de influência direta deste estudo, serão selecionadas estações fluviométricas representativas de alguns trechos considerados importantes e serão calculadas as principais estatísticas de vazões destas estações. Serão consideradas nestas estatísticas as vazões médias mensais, as vazões médias anuais e as curvas de permanência total e sazonal.

As disponibilidades hídricas representam as parcelas dos recursos de água que podem ser aplicadas nas diversas utilizações das atividades de consumo, geralmente associadas aos indicadores de valores mínimos. De fato, considerando a variabilidade dos estoques de água na natureza, ora com ocorrências em excesso, ora em regimes de escassez, o confronto com as demandas deve ser feito para as condições de eventos extremos mínimos, como forma de assegurar um atendimento pleno no restante do tempo. As disponibilidades hídricas superficiais consideradas no estudo foram associadas às seguintes vazões ou variáveis características do regime dos cursos de água:

- **Vazão média de longo termo(QMLT)**, representando o limite superior de disponibilidade de um curso de água, teoricamente calculada como o valor de vazão

que, se ocorresse de forma constante no tempo, produziria o mesmo volume que o regime fluvial variável escoou em um longo intervalo de tempo;

- **Vazão mínima com 7 dias de duração e 10 anos de período de retorno (Q7,10)**, sendo uma referência do regime de estiagem do curso de água, utilizada como índice do limite inferior da disponibilidade;
- **Vazão mínima com 95% de permanência no tempo(Q95)**, também uma referência do regime de estiagem, indicando o valor que é excedido na curva de permanência em 95% do tempo;

Os estudos hidrológicos obtidos no âmbito do PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE - PIRHD (2010) para caracterizar a disponibilidade hídrica superficial na bacia, seguiram as seguintes etapas metodológicas: Levantamento dos dados disponíveis no banco de dados da Agência Nacional de Águas (ANA): foram utilizados os dados de vazão média mensal; Montagem do histograma de disponibilidade de dados; Preenchimento de falhas e extensão temporal dos dados do monitoramento fluviométrico, visando obter um período homogêneo de dados: foi obtido o período de 35 anos de duração, entre 1972 e 2006; Análise de frequência de vazões médias e mínimas; curvas de permanência, aplicada às sub bacias hidrográficas estudadas.

As principais informações de disponibilidade hídrica, conforme apontado acima, foram retiradas dos registros das estações fluviométricas constantes no banco HIDRO da ANA. A Figura 5.49 ilustra as principais estações fluviométricas existentes na área do estudo.

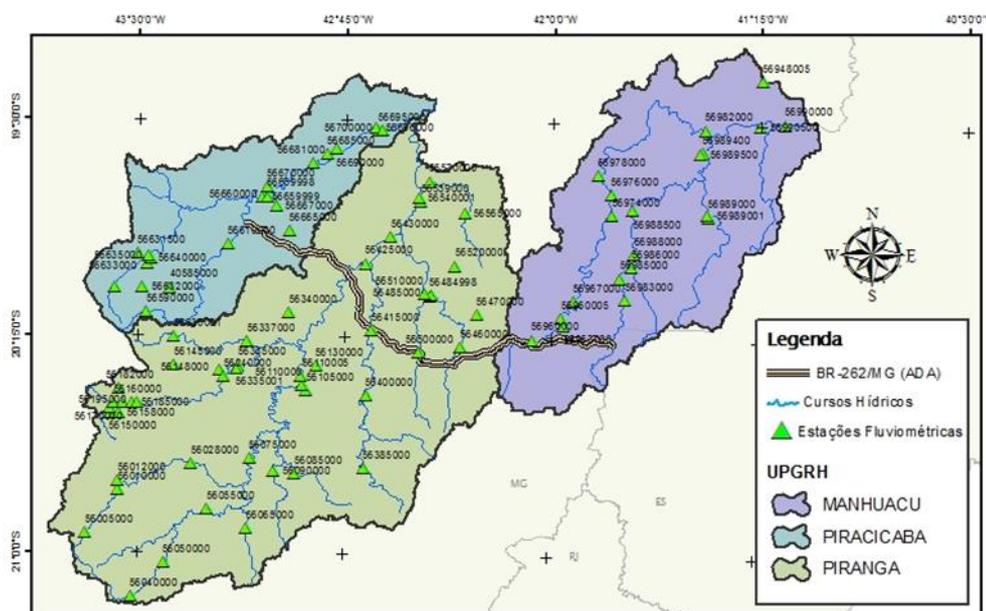


Figura 5.49: Localização das estações Fluviométricas na área do estudo.

Na bacia do rio Doce, de acordo com o PIRHD, comparando-se os valores da Q7,10 com a Qmlt, estes percentuais variam de valores da ordem de 10% no Baixo Doce a valores superiores a 30% nas sub-bacias localizadas nas cabeceiras, mais próximas da rodovia BR262. Este fato mostra a diversidade da disponibilidade hídrica na bacia.

As Figura 5.50, Figura 5.51 e Figura 5.52, ilustram as disponibilidades hídricas em termos de vazões específicas médias (Q_{mlt}), de estiagem Q₉₅ e de Q_{7,10} em L/s.km². A vazão específica indica as regiões mais e menos produtoras de água. Observa-se que de um modo geral a UPGRH Manhauçu apresenta disponibilidades hídricas menores, para esta mesma região verificou-se que há uma variação considerável entre a Q_{mlt} e a Q_{7,10}, da ordem de 400%. Isto significa uma oscilação razoável entre as vazões mínimas e as médias, indicando a possibilidade de ocorrência de períodos com menor disponibilidade hídrica e recrudescimento de conflitos, tanto qualitativos como quantitativos.

Com relação a UPGRH Piranga observa-se que o rio do Carmo apresenta a menor variação entre a Q_{7,10} e a Q₉₅, assim como apresenta a menor variação entre os valores referenciais mínimos e a vazão média de longo período. O rio Matipó apresenta a maior variação entre a Q_{MLT} e a Q₉₅, bem como entre a Q_{7,10} e a Q₉₅. Na Figura 5.52 observa-se que na área de estudo da rodovia, no trecho dentro da UPGRH Piranga, existem 3 faixas de Q_{7,10} diferentes, com crescimento gradual no sentido oeste da rodovia.

Com relação a UPGRH Piracicaba, observa-se nas figuras que para a vazão média o valor oscila entre 17 e 20 L/s.km², que para a Q₉₅ o valor oscila entre 5 e 7 L/s.km², que para a Q_{7,10} o valor fica entre 3,2 e 5,4 L/s.km². Considerando apenas a área diretamente afetada da rodovia este trecho corresponde a que apresenta as maiores taxas de produtividade hídrica.

De acordo com o PIRHD, na bacia do Doce, a sub-bacia do Rio Piranga corresponde a segunda maior região, em termos de disponibilidade hídrica, com 108 m³/s (11%) do total, seguida pela sub-bacia do rio Suaçuí Grande (10,9%), Piracicaba e sub-bacia do rio Manhauçu, estas duas últimas áreas do estudo.

Cabe ressaltar, que as maiores vazões específicas não estão associadas às maiores áreas de drenagem e sim a um conjunto de características relacionadas, entre outras coisas, ao tipo de solo da bacia e ao regime de chuvas. Em geral, as bacias hidrográficas localizadas sob formações sedimentares com maiores áreas de drenagem e/ou com regularidade das chuvas, apresentam vazões de estiagem entre 15 e 20% da vazão média. Por outro lado, as bacias localizadas em terrenos cristalinos, com regime de chuva irregular possuem vazões de estiagem muito baixas, em geral, inferiores a 10% da vazão média.

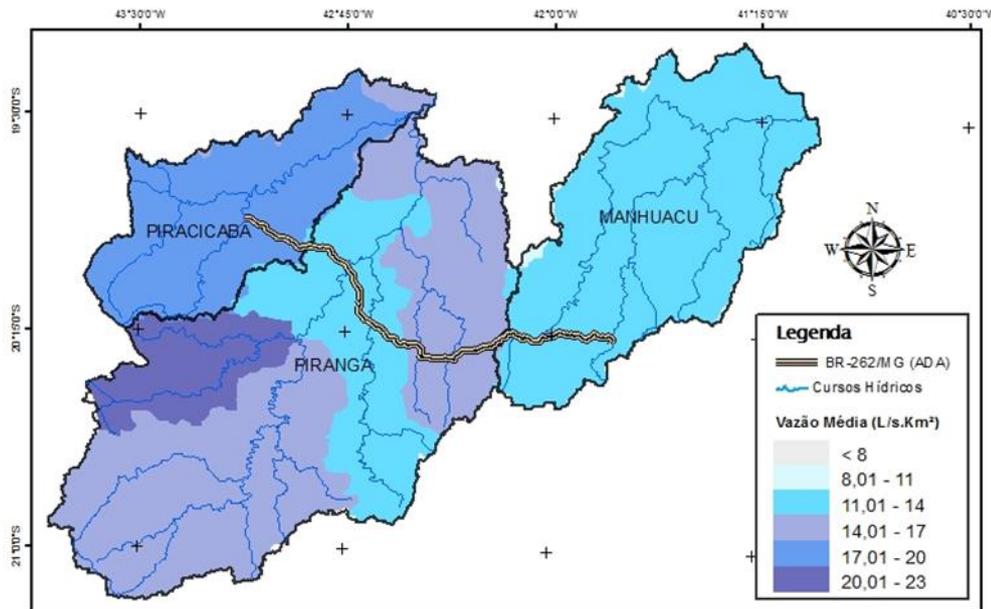


Figura 5.50: Vazão Específica Média de Longo Termo na área de estudo.

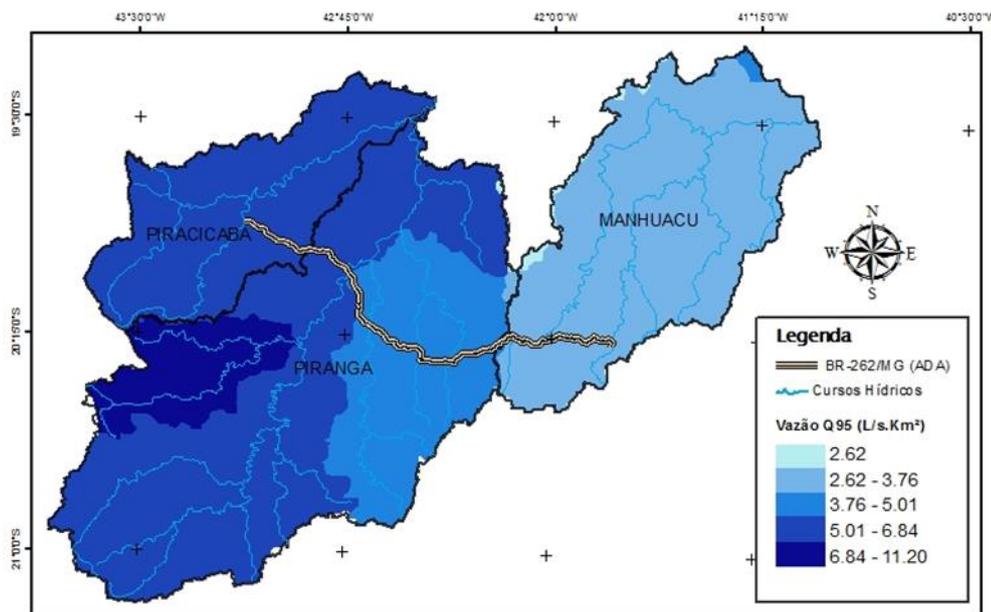


Figura 5.51: Vazão Específica Relativa a Q95 na área de estudo.

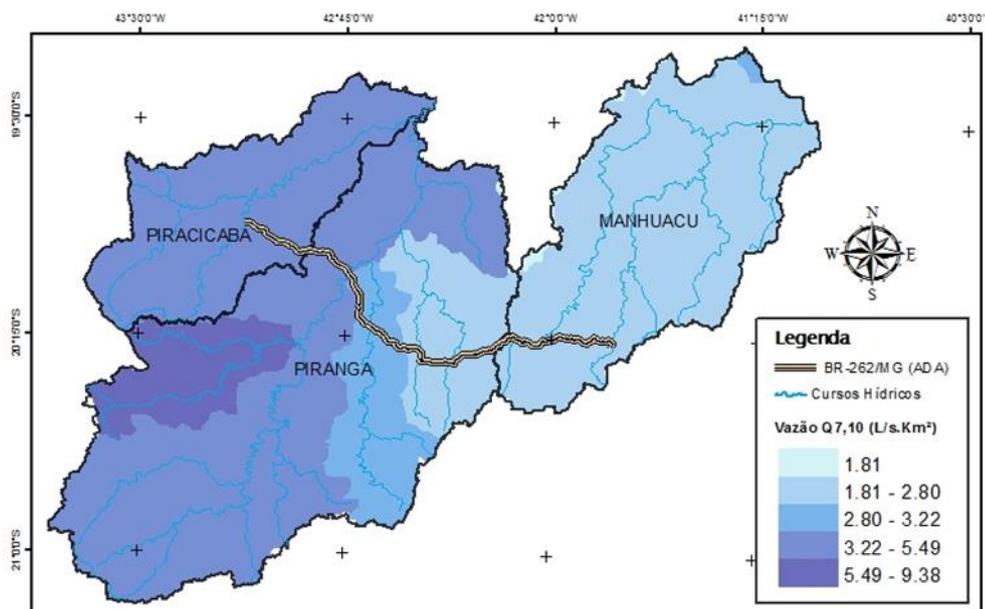


Figura 5.52: Vazão Específica Relativa a Q7,10 na área de estudo.

Considerando a ADA da rodovia BR-262/MG foram levantados a partir da base hidrográfica utilizada e por meio de imagens de satélites do Google Earth todos os pontos de interseção de cursos d'água com o trecho da rodovia considerado, num total de 76 pontos, conforme o quadro abaixo. Para realizar este levantamento foi necessário atribuir uma referência espacial para a rodovia, este procedimento foi realizado a partir do estaqueamento de 1 km ao longo de todo trecho da rodovia de interesse. O "km 0" adotado foi o extremo leste da rodovia, localizado no município de Martin Soares, já na divisa com o estado do Espírito Santo.

QUADRO 5.11 - CURSOS D'ÁGUA INTERCEPTADOS PELA RODOVIA

Rios Interceptados pela BR-262 MG			Rios Interceptados pela BR-262 MG		
Nº	Nome	Km	Nº	Nome	Km
1	Sem Nome 1	0,7	39	Rio Santana	91,8
2	Sem Nome 2	2,6	40	Sem Nome 16	94,5
3	Sem Nome 3	6,4	41	Rio Santana	96,2
4	Córrego Água Limpa	8,2	42	Sem Nome 17	100,1
5	Sem Nome 4	11,3	43	Sem Nome 18	100,8
6	Córrego dos Teixeira	12,4	44	Sem Nome 18	101,4
7	Sem Nome 5	13,2	45	Sem Nome 19	114,9
8	Ribeirão Pouso Alegre	15,4	46	Sem Nome 19	117,5
9	Sem Nome 6	16	47	Sem Nome 19	119,2
10	Sem Nome 7	20	48	Rio Casca	120,1
11	Córrego Guarani	25,1	49	Sem Nome 20	121,7
12	Ribeirão Jequitibá	26,2	50	Ribeirão Fubá	125,5
13	Sem Nome 8	28,3	51	Sem Nome 21	126,9
14	Sem Nome 8	29,2	52	Sem Nome 22	131,4
15	Córrego da Sinceridade	31,8	53	Sem Nome 23	137,9
16	Sem Nome 9	33,6	54	Sem Nome 24	139,6
17	Ribeirão São Luís	38,8	55	Córrego do Serrote	143,4
18	Sem Nome 10	41,2	56	Rio Doce	147,3
19	Rio Manhuaçu	43,9	57	Ribeirão Santa Rita	150,5
20	Rio Manhuaçu	45,8	58	Ribeirão Santa Rita	153,8
21	Rio Manhuaçu	46,2	59	Sem Nome 25	162,6
22	Sem Nome 11	49,8	60	Ribeirão Santa Rita	164,6
23	Sem Nome 12	51,3	61	Sem Nome 26	168
24	Sem Nome 12	51,4	62	Sem Nome 27	169,2
25	Sem Nome 12	51,8	63	Sem Nome 28	172,4
26	Sem Nome 12	52,8	64	Rio da Prata	172,5
27	Sem Nome 12	55	65	Sem Nome 29	173,8
28	Ribeirão da Cabeluda	58,7	66	Sem Nome 30	176
29	Córrego Boa Vista	61,1	67	Córrego do Cerco	179,8
30	Sem Nome 13	62,8	68	Sem Nome 31	181,5
31	Sem Nome 14	67,7	69	Córrego São Nicolau	184
32	Córrego Gambá	69,5	70	Córrego Quaresma	185,9
33	Rio Santa Margarida	73,3	71	Sem Nome 32	188,8
34	Rio Matipó	79,8	72	Sem Nome 33	190,6
35	Córrego Quintão ou São Vicente	81,3	73	Sem Nome 33	191,3
36	Sem Nome 15	91,1	74	Córrego do Barroso	193,1
37	Rio Santana	91,2	75	Córrego do Barroso	195,8
38	Rio Santana	91,5	76	Córrego do Barroso	196,2

Conforme enquadramento definido no PIRHD, todos os rios interceptados pela rodovia são de Classe 2 e suas localizações podem ser observadas no Mapa de Hidrografia, folhas 01 a 03, Volume III – Mapeamento Temático, Tomo I.

O QUADRO 5.12 apresenta algumas informações referentes às vazões dos principais recursos hídricos que interceptam a rodovia. Em alguns casos, ocorre por mais de uma vez a interceptação pelo mesmo rio (entre o km 38 e 39 da rodovia e o km 44 e 45 o rio Manhuaçu intercepta a rodovia, já na faixa entre o km 150 a 165 o ribeirão Santa Rita intercepta a rodovia em 3 pontos).

A terceira e quarta coluna apresentam o intervalo - em km - adotado como referência para o ponto onde a rodovia intercepta o curso d'água. A quinta coluna aponta o município no qual o trecho da rodovia interceptado está contido. A sexta coluna apresenta a área de drenagem da cabeceira do trecho de curso d'água que intercepta a rodovia. A sétima coluna indica o domínio legal do rio. A partir da oitava coluna foram calculadas algumas vazões características dos locais interceptados, conforme demonstrado a seguir.

QUADRO 5.12: VAZÕES DOS PRINCIPAIS TRECHOS DE CURSOS D'ÁGUA INTERCEPTADOS PELA RODOVIA.

Curso d'água	Km	Município	Ad (km ²)	Qmlt (m ³ /s)	Q710 (m ³ /s)	Q95 (m ³ /s)	Q90 (m ³ /s)	QMAX10 (m ³ /s)	QMAX20 (m ³ /s)	QMAX50 (m ³ /s)	QMAX100 (m ³ /s)	QMAX500 (m ³ /s)
Rio José Pedro	1	Martin Soares	132	1,74	0,21	0,28	0,41	38,78	45,16	53,44	59,82	74,24
Córrego Água Limpa	8	Martin Soares	6	0,09	0,01	0,01	0,01	3,32	3,87	4,58	5,12	6,36
Córrego dos Teixeiras	12	Martin Soares	11	0,15	0,01	0,02	0,03	5,38	6,26	7,41	8,30	10,30
Ribeirão Pouso Alegre	16	Martin Soares	182	2,39	0,30	0,40	0,57	50,06	58,30	68,98	77,22	95,84
Córrego Guarani	25	Reduto	5	0,07	0,01	0,01	0,01	2,87	3,35	3,96	4,43	5,50
Ribeirão Jequitibá	27	Reduto	385	4,96	0,68	0,92	1,28	90,81	105,77	125,15	140,10	173,88
Córrego da Sinceridade	32	Reduto	9	0,13	0,01	0,01	0,02	4,58	5,34	6,32	7,07	8,78
Ribeirão São Luís	39	Manhuaçu	247	3,22	0,42	0,56	0,79	63,81	74,32	87,94	98,44	122,18
Rio Manhuaçu	39	Manhuaçu	655	8,34	1,21	1,65	2,25	138,55	161,37	190,94	213,75	265,29
Rio Manhuaçu	45	Manhuaçu	207	2,71	0,35	0,46	0,66	55,45	64,58	76,42	85,55	106,17
Ribeirão da Cabeluda	57	Manhuaçu	130	2,22	0,53	0,69	0,84	45,34	53,61	64,01	72,01	90,68
Córrego Boa Vista	61	Matipó	5	0,09	0,02	0,03	0,03	3,59	4,24	5,07	5,70	7,18
Córrego Gambá	70	Matipó	90	1,54	0,36	0,48	0,58	34,05	40,26	48,08	54,08	68,11
Rio Santa Margarida	74	Matipó	320	5,42	1,31	1,70	2,08	91,41	108,08	129,05	145,18	182,82
Rio Matipó	80	Matipó	231	3,92	0,94	1,22	1,50	70,93	83,86	100,13	112,65	141,85
Córrego Quintão	82	Matipó	49	0,85	0,20	0,26	0,32	21,21	25,08	29,95	33,69	42,43
Rio Santana	97	Abre Campo	490	8,26	2,02	2,60	3,18	127,36	150,58	179,80	202,28	254,72
Rio Casca	121	Rio Casca	2079	34,51	8,72	11,01	13,50	392,28	463,81	553,80	623,03	784,56
Ribeirão Fubá	126	Rio Casca	55	0,95	0,22	0,29	0,36	23,21	27,44	32,77	36,86	46,42
Córrego Serrote	143	Rio Casca	16	0,28	0,06	0,08	0,10	8,88	10,50	12,53	14,10	17,75
Rio Doce	148	São Domingos do Prata	10209	166,63	43,70	54,06	66,30	1353,85	1600,70	1911,31	2150,24	2707,70
Ribeirão Santa Rita	151	São Domingos do Prata	126	2,15	0,51	0,67	0,82	44,25	52,32	62,47	70,28	88,50
Ribeirão Santa Rita	154	São Domingos do Prata	126	2,15	0,51	0,67	0,82	44,25	52,32	62,47	70,28	88,50
Ribeirão Santa Rita	165	São Domingos do Prata	126	2,15	0,51	0,67	0,82	44,25	52,32	62,47	70,28	88,50
Rio da Prata	173	São Domingos do Prata	154	2,63	0,62	0,82	1,00	51,73	61,16	73,03	82,16	103,46
Córrego do Cervo	180	São Domingos do Prata	37	0,64	0,15	0,20	0,24	17,05	20,16	24,07	27,08	34,10

Curso d'água	Km	Município	Ad (km ²)	Qmlt (m ³ /s)	Q7,10 (m ³ /s)	Q95 (m ³ /s)	Q90 (m ³ /s)	QMAX10 (m ³ /s)	QMAX20 (m ³ /s)	QMAX50 (m ³ /s)	QMAX100 (m ³ /s)	QMAX500 (m ³ /s)
Córrego São Nicolau	185	São Domingos do Prata	35	0,61	0,14	0,19	0,23	16,33	19,30	23,05	25,93	32,65
Córrego Quaresma	186	São Domingos do Prata	28	0,49	0,11	0,15	0,18	13,72	16,23	19,37	21,80	27,45
Córrego do Barroso	195	Rio Piracicaba	45	0,78	0,18	0,24	0,29	19,85	23,47	28,03	31,53	39,71
Rio Piracicaba	197	João Molevade	1432	23,87	5,98	7,58	9,30	293,47	346,98	414,31	466,10	586,94

LEGENDA: Qmlt - Vazão média de longo termo; Q7,10 - Vazão mínima com 7 dias de duração e 10 anos de tempo de retorno; Q95 - Vazão com 95% de permanência; Q90 - Vazão com 90% de permanência; QMAX10 - Vazão máxima com 10 anos de tempo de retorno; QMAX20 - Vazão máxima com 20 anos de tempo de retorno; QMAX50 - Vazão máxima com 50 anos de tempo de retorno; QMAX100 - Vazão máxima com 100 anos de tempo de retorno; QMAX500 - Vazão máxima com 500 anos de tempo de retorno.

Os valores das vazões características foram calculados a partir dos modelos de regionalização disponibilizados no Atlas Digital das Águas de Minas (disponível em: <http://www.atlasdasaguas.ufv.br/apresentacao.html>). O QUADRO 5.13 apresenta as equações de regionalização adotadas.

QUADRO 5.13: EQUAÇÕES DE REGIONALIZAÇÃO DAS PRINCIPAIS VAZÕES CARACTERÍSTICAS DAS UPGRH MANHUAÇU, PIRANGA E PIRACICABA

Intervalo válido	UPGRH MANHUAÇU	UPGRH PIRACICABA E PIRANGA
	301 a 78.456 mk ²	272 a 24.204 km ²
Q _{mip}	0,0148 . A ^{0,9768}	0,0180 . A ^{0,9894}
Q _{7,10}	0,0011 . A ^{1,0803}	0,0038 . A ^{1,0129}
Q ₉₅	0,0013 . A ^{1,1021}	0,0053 . A ^{0,9999}
Q ₉₀	0,0022 . A ^{1,0690}	0,0065 . A ^{0,9999}
Q _{max 10}	0,7993 . A ^{0,7950}	1,0256 . A ^{0,7784}
Q _{max 20}	0,9309 . A ^{0,7950}	1,2126 . A ^{0,7784}
Q _{max 50}	1,1015 . A ^{0,7950}	1,4479 . A ^{0,7784}
Q _{max 100}	1,2331 . A ^{0,7950}	1,6289 . A ^{0,7784}
Q _{max 500}	1,5304 . A ^{0,7950}	2,0512 . A ^{0,7784}

FONTE: [HTTP://WWW.ATLASDASAGUAS.UFV.BR/APRESENTACAO.HTML](http://www.atlasdasaguas.ufv.br/apresentacao.html) O TERMO "A" NAS EQUAÇÕES CORRESPONDE A ÁREA DE DRENAGEM DA BACIA NO LOCAL DESEJADO

O Atlas Digital das Águas de Minas é um mapeamento completo e atualizado sobre os recursos hídricos superficiais do Estado de Minas Gerais. É um recurso inédito no Brasil e se encontra alicerçado na tecnologia dos sistemas de informações geográficas, o que permite um grande avanço na maneira de produzir e transferir conhecimentos através da internet.

As figuras a seguir ilustram alguns dos pontos de interceptação de cada curso d'água na rodovia. As imagens de satélite foram retiradas da ferramenta Google Earth



Figura 5.53: Cruzamento do Rio José Pedro entre o km 0 e o km 1 da BR262 do estudo dentro do município de Martin Soares.



Figura 5.54: Cruzamento do Ribeirão Pouso Alegre entre o km 15 e o km 16 da BR262 do estudo dentro do município de Martin Soares.

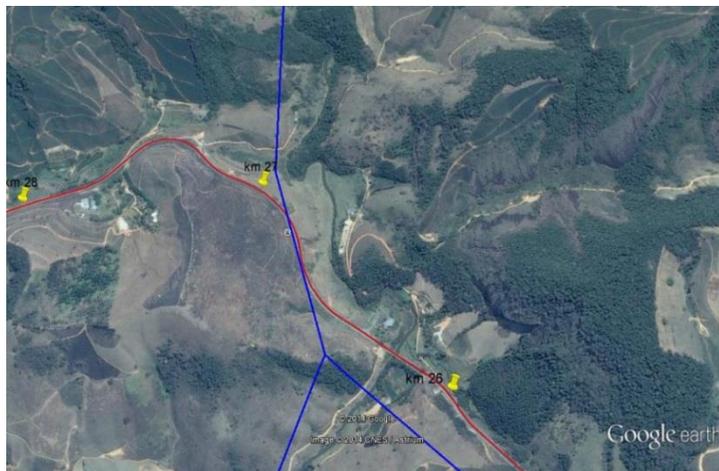


Figura 5.55: Cruzamento do Ribeirão Jequitibá entre o km 26 e o km 27 da BR262 no estudo dentro do município de Reduto.



Figura 5.56: Cruzamento do Rio Manhuaçu entre o km 38 e o km 39 da BR262 no estudo dentro do município de Manhuaçu.



Figura 5.57: Cruzamento do Rio Manhuaçu entre o km 44 e o km 45 da BR262 no estudo dentro do município de Manhuaçu.



Figura 5.58: Cruzamento do Ribeirão da Cabeluda entre o km 56 e o km 57 da BR262 no estudo dentro do município de Manhuaçu.



Figura 5.59: Cruzamento do Córrego Gambá entre o km 69 e o km 70 da BR262 no estudo dentro do município de Matipó.



Figura 5.60: Cruzamento do Rio Santa Margarida entre o km 73 e o km 74 da BR262 no estudo dentro do município de Matipó.



Figura 5.61: Cruzamento do Rio Matipó entre o km 79 e o km 80 da BR262 no estudo dentro do município de Matipó.

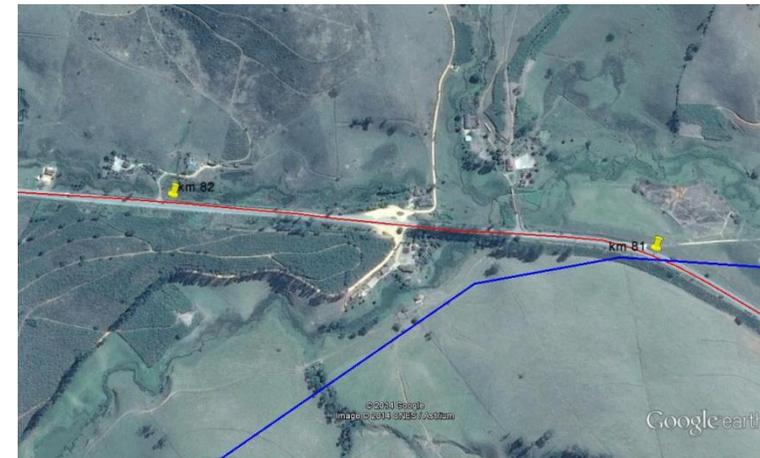


Figura 5.62: Cruzamento do Córrego Quintão entre o km 81 e o km 82 da BR262 no estudo dentro do município de Matipó.

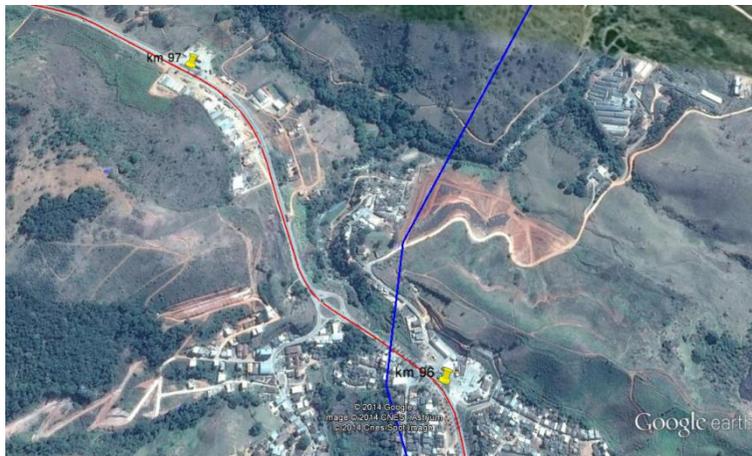


Figura 5.63: Cruzamento do Rio Santana entre o km 96 e o km 97 da BR262 no estudo dentro do município de Abre Campo.



Figura 5.64: Cruzamento do Rio Casca entre o km 120 e o km 121 da BR262 no estudo dentro do município de Rio Casca.



Figura 5.65: Cruzamento do Córrego do Serrote entre o km 142 e o km 143 da BR262 no estudo dentro do município de Rio Casca.



Figura 5.66: Cruzamento do Rio Doce entre o km 147 e o km 148 da BR262 no estudo dentro do município de São Domingos do Prata.



Figura 5.67: Cruzamento do Ribeirão Santa Rita entre o km 150 e o km 151 da BR262 no estudo dentro do município de São Domingos do Prata.

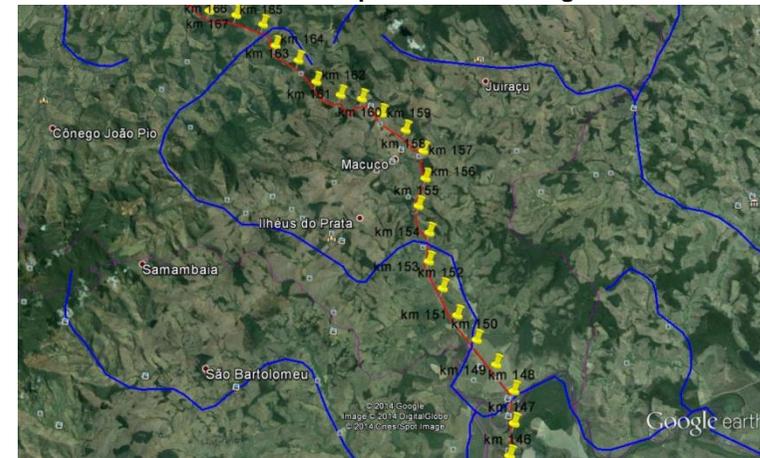


Figura 5.68: Cruzamento do Ribeirão Santa Rita entre o km 150 e o km 165 da BR262 no estudo dentro do município de São Domingos do Prata.

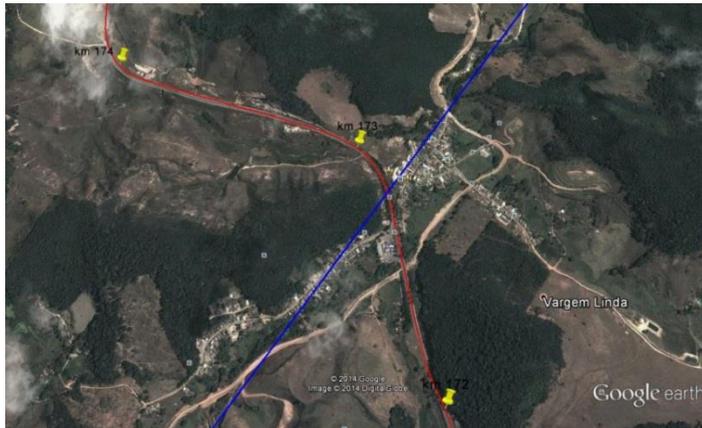


Figura 5.69: Cruzamento do Rio da Prata entre o km 172 e o km 173 da BR262 no estudo dentro do município de São Domingos do Prata.



Figura 5.70: Cruzamento do Córrego São Nicolau e do Córrego Quaresma entre o km 184 e o km 186 da BR262 no estudo dentro do município de São Domingos do Prata.



Figura 5.71: Cruzamento do Rio Piracicaba entre o km 196 e o km 197 da BR262 no estudo dentro do município de João Monlevade.

Para a caracterização do comportamento hidrológico mais próximo da rodovia, foram selecionadas algumas estações fluviométricas consideradas representativas e realizado um conjunto de análises de modo que se possa ter um refinamento mais acurado da hidrologia na região do empreendimento. Ao todo foram selecionadas 6 estações fluviométricas, no qual o critério de proximidade e disponibilidade de dados foram os definidores desse conjunto de estações. O QUADRO 5.14 apresenta as principais Informações das 6 estações fluviométricas selecionadas, ver Figura 5.49: Localização das estações Fluviométricas na área do estudo.

QUADRO 5.14: INFORMAÇÕES DAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS SELECIONADAS COMO REPRESENTATIVAS PARA O COMPORTAMENTO HIDROLÓGICO DA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA.

CÓDIGO	NOME DA ESTAÇÃO	RIO	MUNICÍPIO	LAT.	LONG.	ÁREA DE DRENAGEM	DATA INICIAL	DATA FINAL
56610000	Rio Piracicaba	Rio Piracicaba	Rio Piracicaba	-19,9317	-43,1731	1160	01/12/1925	31/03/2014
56425000	Fazenda Cachoeira d'Antas	Rio Doce	São José do Goiabal	-19,9944	-42,6744	10100	01/11/1981	31/03/2014
56415000	Rio Casca	Rio Casca	Rio Casca	-20,2261	-42,65	2030	01/06/1930	28/02/2014
56500000	Abre Campo	Rio Santana	Abre Campo	-20,2989	-42,4781	273	01/12/1939	31/12/2013
56460000	Matipó	Rio Matipó	Matipó	-20,2772	-42,3256	616	01/10/1965	31/03/2014
56960005	Fazenda Vargem Alegre	Rio Manhuaçu	Manhuaçu	-20,1731	-41,9611	1070	01/06/1983	31/03/2014

O Gráfico 5.10 ilustra as vazões médias mensais das estações fluviométricas selecionadas, observa-se que o comportamento sazonal é o mesmo para todas as estações, diferindo apenas em termos de magnitude (que está associado a área de contribuição de cada uma destas estações). Existe uma sazonalidade bastante marcante entre o período de inverno (menos chuvoso) e verão (mais chuvoso), o que se reflete nas vazões observadas. Observa-se na figura que o período úmido e seco das vazões é o mesmo que o verificado para as chuvas. O período de águas altas na AID inicia-se em outubro e se estende até março. Já o período seco vai de abril a setembro.

O Gráfico 5.11 ao Gráfico 5.16 ilustram a série de vazões médias anuais das estações fluviométricas selecionadas. A partir das análises destas figuras é possível realizar inferências, por exemplo, dos períodos úmidos ou secos ao longo do histórico (vazões médias anuais). A vazão média de longo termo, representada pela linha preta, é a vazão de referência para diversos estudos hidrológicos. Nas figuras também são apresentadas linhas tracejadas, que indicam os limites que definem determinado valor como outliers. E a linha de cor magenta indica a tendência das vazões médias anuais no período total da série.

A análise desses gráficos possibilita identificar alguns anos muito úmidos ou anos muito secos. Por exemplo, o ano de 1979 (destacado com círculo azul) registrou picos de vazão que superaram em 100% as vazões médias registradas em quase todas as estações. Usualmente, estes picos estão associados à ocorrência de cheias. Já o ano de 1990 (destacado com círculo vermelho) registrou vazão muito abaixo da vazão média, com valores próximos da vazão mínima. Situação semelhante pode ser observada nos anos de 1995 e

2001, porém com vazões um pouco mais altas. Pela proximidade das estações esses comportamentos interanuais são semelhantes para todas as estações.

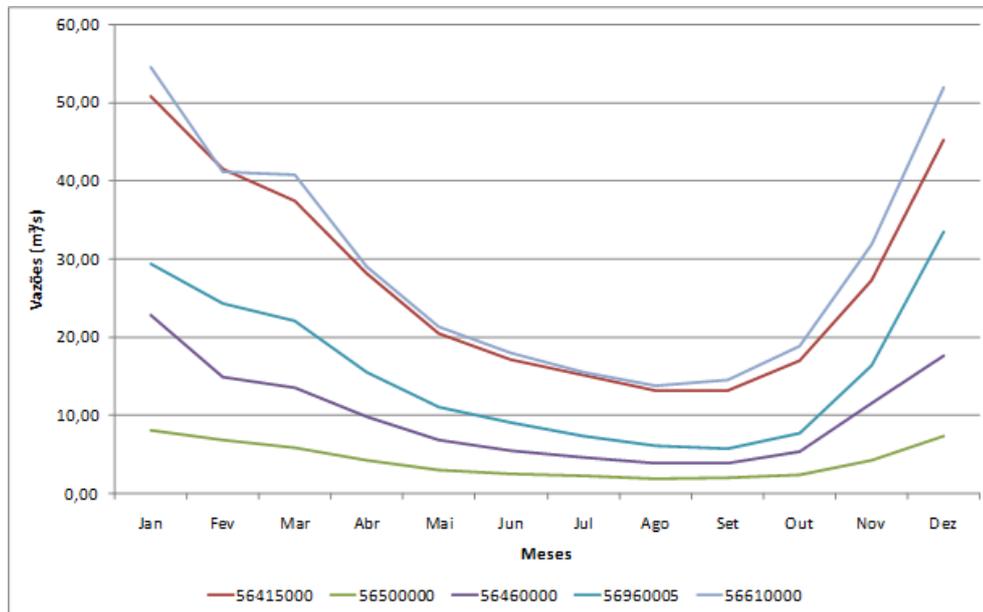


Gráfico 5.10: Vazões médias mensais das estações fluviométricas selecionadas.

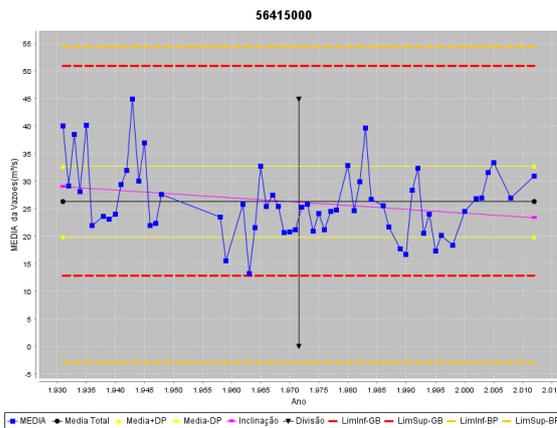


Gráfico 5.11: Vazões médias anuais da estação 56415000.

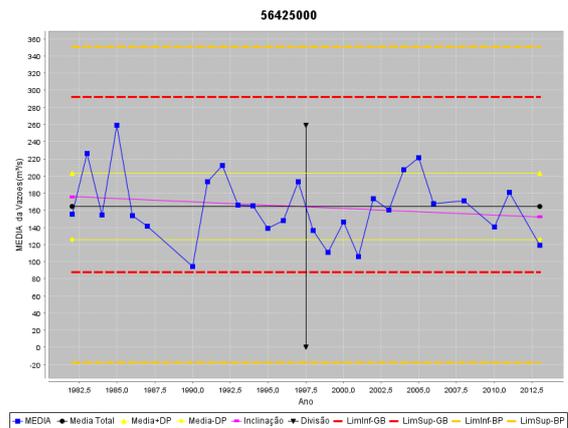


Gráfico 5.12: Vazões médias anuais da estação 56425000.

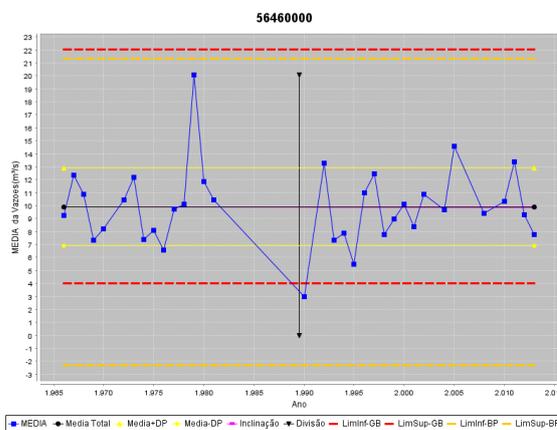


Gráfico 5.13: Vazões médias anuais da estação 56460000.

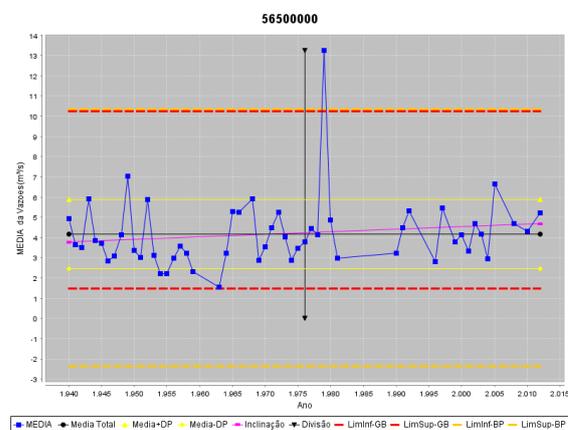


Gráfico 5.14: Vazões médias anuais da estação 56500000.

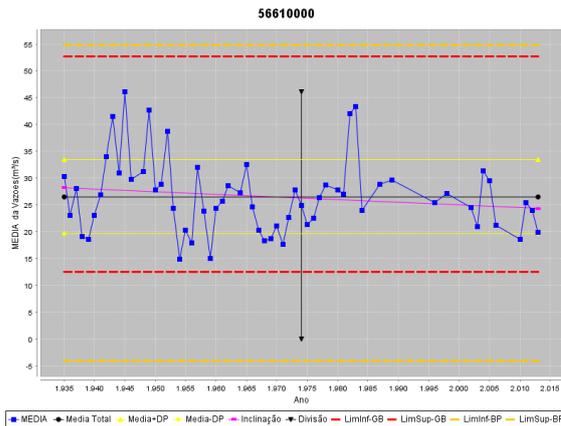


Gráfico 5.15: Vazões médias anuais da estação 56610000.

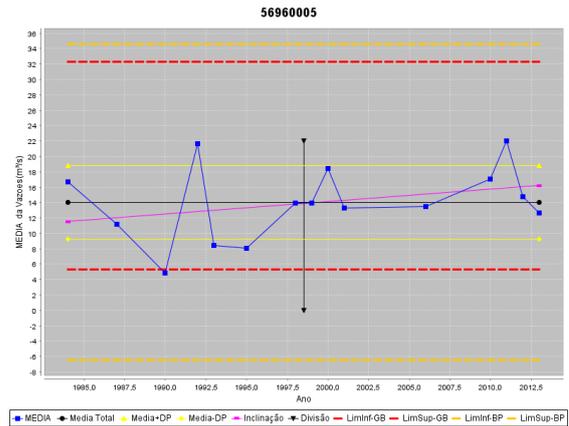


Gráfico 5.16: Vazões médias anuais da estação 56960005.

Os Gráfico 5.17 ao Gráfico 5.22 ilustram as curvas de permanência totais e sazonais das estações fluviométricas selecionadas. A curva de permanência preta representa a curva de permanência total, calculada com todos os dados. As demais curvas representam os meses. Quando a curva de permanência de determinado mês estiver acima da curva de permanência total, significa que os valores de vazões para a mesma permanência são superiores em relação ao valor obtido na curva total, o inverso, curva de permanência de determinado mês estiver abaixo da curva de permanência total, os valores são menores.

Observa-se nas figuras que as curvas de permanência de outubro a março para todas as estações estão acima da curva de permanência total (curva preta). Observa-se que os meses de dezembro a janeiro descolam-se das demais curvas na faixa de permanências baixas (abaixo de 10%), sugerindo como apontado anteriormente que esses meses são os que ocorrem os maiores riscos de cheias.

Observa-se nas curvas mais baixas, abril a setembro, uma maior regularização das vazões, tendo em vista uma menor amplitude entre a faixa de vazão com permanência baixas e altas.

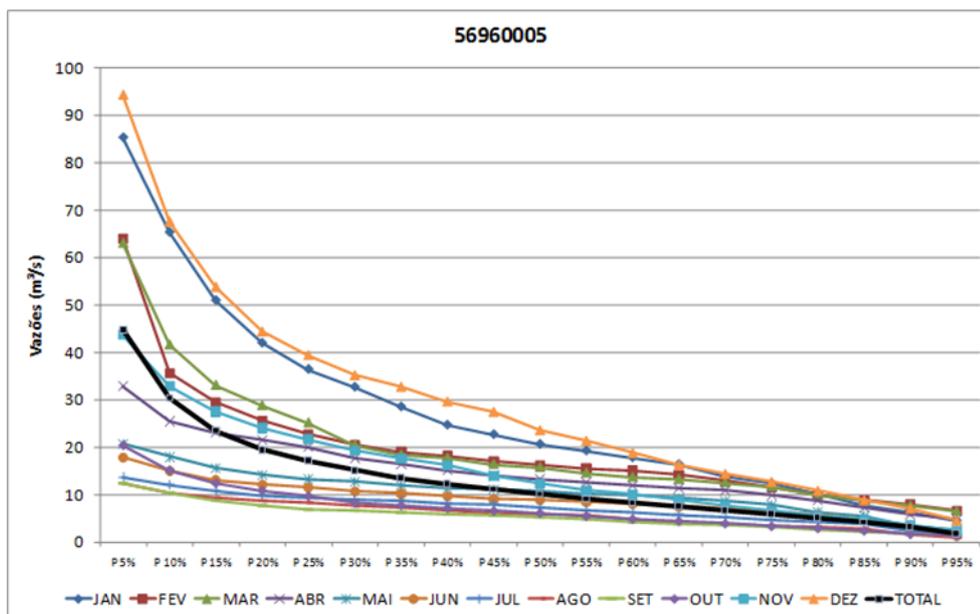


Gráfico 5.17: Curvas de permanência totais e sazonais da estação 56960005.

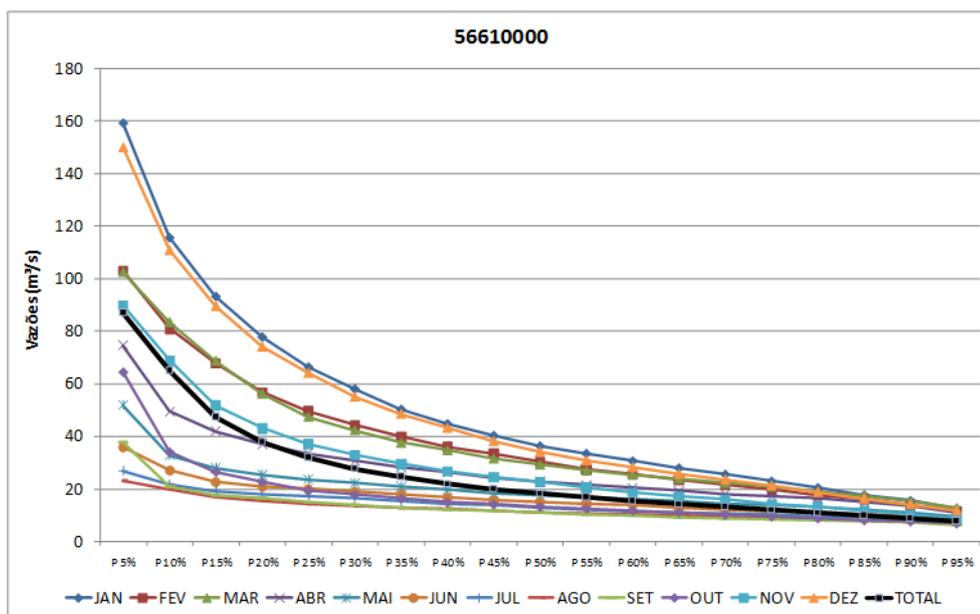


Gráfico 5.18: Curvas de permanência totais e sazonais da estação 56610000.

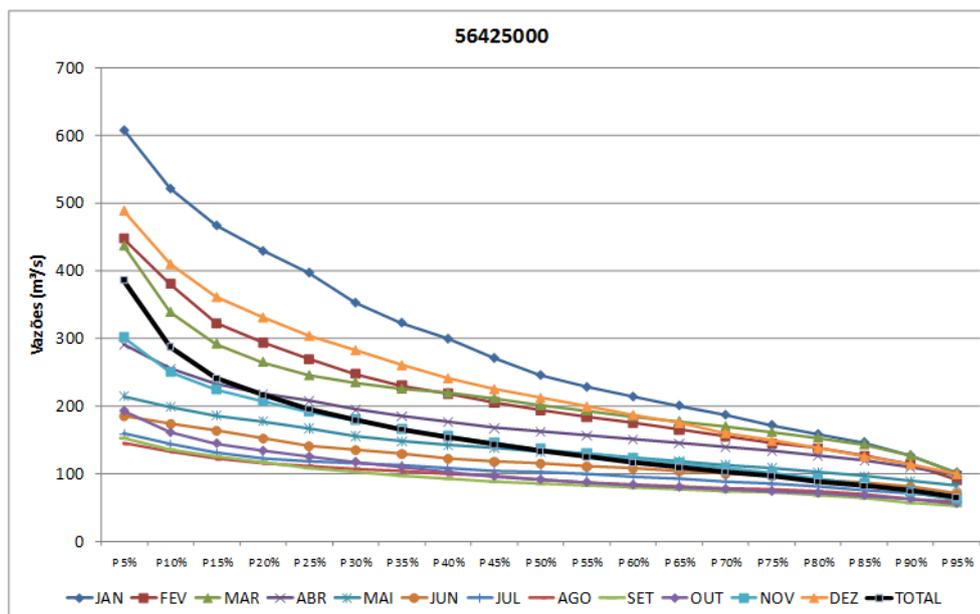


Gráfico 5.19: Curvas de permanência totais e sazonais da estação 56425000.

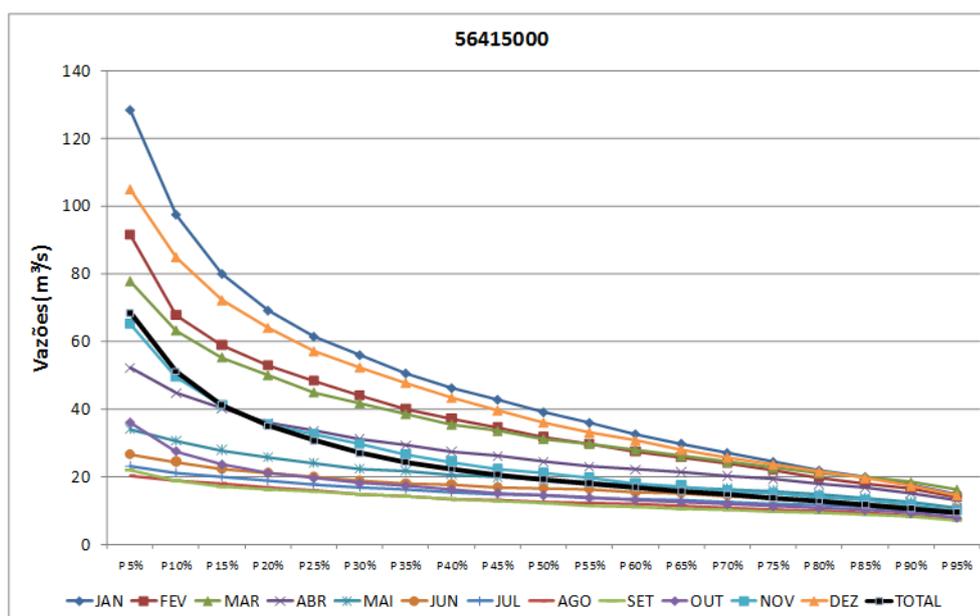


Gráfico 5.20: Curvas de permanência totais e sazonais da estação 56500000.

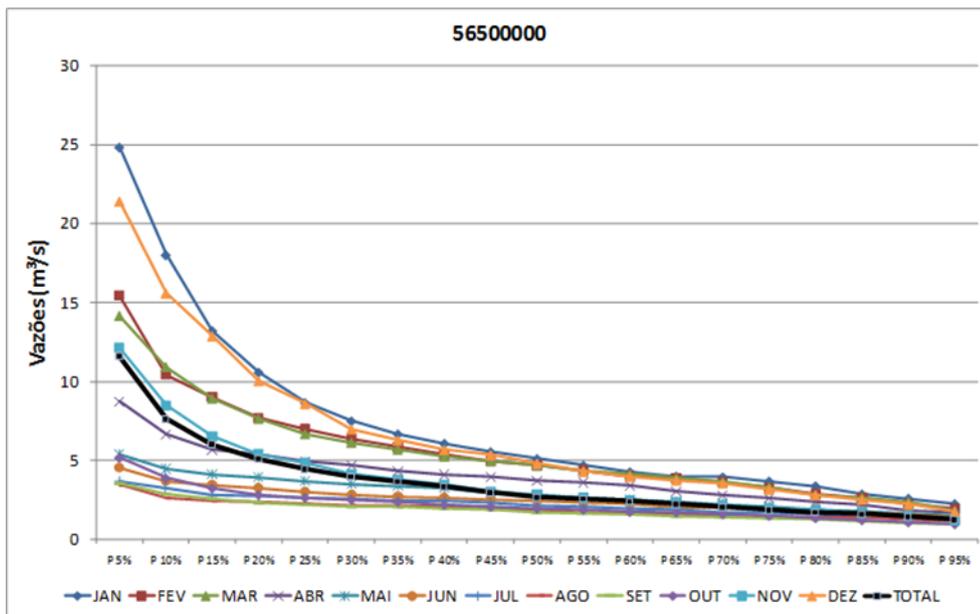


Gráfico 5.21: Curvas de permanência totais e sazonais da estação 56415000.

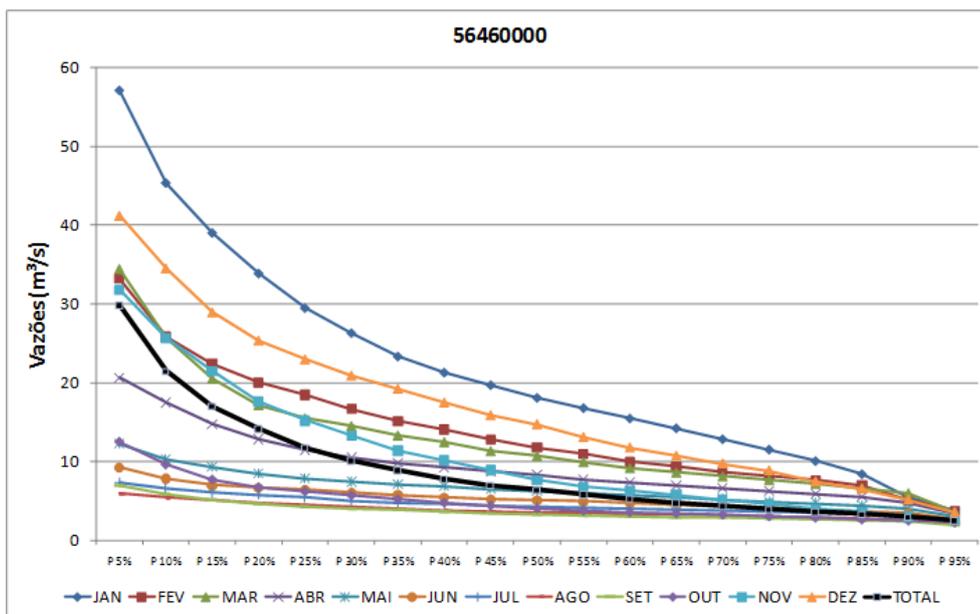


Gráfico 5.22: Curvas de permanência totais e sazonais da estação 56460000.

5.1.6.1.3 Recursos Hídricos Subterrâneos

Os estudos da hidrologia subterrânea têm por objetivo avaliar os aproveitamentos das águas subterrâneas, como também efetuar um diagnóstico do potencial e as disponibilidades hídricas subterrâneas.

O potencial e as disponibilidades hídricas subterrâneas expostas neste relatório têm por base a capacidade de produção dos poços, analisada pelos parâmetros vazão específica e a capacidade de armazenamento. A análise foi realizada na área de estudo tomando como

base os dados levantados no âmbito do PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE - PIRHD (2010).

No PIRHD a estimativa do potencial e das disponibilidades hídricas subterrâneas utilizou-se da seguinte metodologia: tratamento estatístico dos dados de produção dos poços, parâmetro que mantém uma íntima relação com os parâmetros hidráulicos dos sistemas aquíferos, ou seja permeabilidade, transmissividade e porosidade efetiva; determinação da capacidade de armazenamento subterrâneo a partir da análise dos hidrogramas de vazões diárias, compiladas no banco de dados da ANA, referentes a postos fluviométricos representativos de cada uma das nove unidades de análise consideradas neste trabalho.

Com a determinação dos volumes de escoamento subterrâneo anuais, foram feitas estimativas das reservas renováveis e dos recursos hídricos subterrâneos exploráveis; definição das áreas mais favoráveis à captação com base nas informações referentes à vazão dos poços inventariados e qualidade das águas subterrâneas. Para tal, definiram-se as áreas mais favoráveis à captação de águas subterrâneas por meio de poços tubulares, deixando claro que essas estimativas são de caráter probabilístico, que a localização de poços tubulares deve ser precedida de um estudo de detalhe.

O Mapa Hidrogeológico (Volume I – Tomo I de Mapas Temáticos), ilustra a hidrogeologia a partir dos sistemas aquíferos identificados na área do estudo. Um sistema aquífero é um conjunto de unidades aquíferas contínuas e ligadas hidráulicamente. Os sistemas aquíferos podem ser análogos aos grupos de rochas. Os sistemas aquíferos, por possuírem uma abrangência regional, podem ser usados na gestão de águas subterrâneas, definindo limites de exploração de água e planos de recarga, uma vez que possuem similaridade hidráulica.

Analisando a figura verifica-se que a maior parte da UPGRH MANHUAÇU (96%) situa-se sobre os sistemas aquíferos fissurados, restando apenas 4% da unidade sobre sistemas aquíferos granulares. Os sistemas aquíferos fissurados na UPGRH MANHUAÇU distribuem-se conforme as litologias subjacentes: 81% sobre os sistemas aquíferos em rochas cristalinas, composto de rochas granitóides de composições diversas; 3% sobre os sistemas aquíferos fissurados xistosos; 12% sobre sistemas aquíferos fissurados em quartzitos.

Os aquíferos fissurados em rochas cristalinas são heterogêneos, descontínuos e de pequena extensão. De acordo com o PIRHD, na região os poços possuem uma profundidade variando de 30 m a 150 m. A vazão específica média, que é a vazão extraída para cada metro de rebaixamento do nível de água, é de 4,26 m³/h/m. Ressalta-se que este parâmetro é o que melhor reflete a eficiência de um poço

Os aquíferos fissurados xistosos apresentam porosidade desenvolvida por efeito de eventos tectônicos que traduz em aquíferos descontínuos, aleatórios e de pequena extensão. Os xistos geram aquíferos de baixa favorabilidade hidrogeológica, com vazão específica variando de 0,03 a 2,94 m³/h/m.

Os aquíferos fissurados quartzíticos possuem maior favorabilidade hidrogeológica em relação aos aquíferos desenvolvidos em rochas cristalinas e xistosas e, portanto, podem ser utilizados para exploração de água para usos consultivos. Os aquíferos granulares ou porosos são bons produtores de água subterrânea. No entanto, este uso torna-se bastante restrito em

face da pequena ocorrência deste tipo de aquífero na UPGRH MANHUAÇU (apenas 4% da área da unidade).

Com relação a UPGRH PIRANGA observa-se que cerca de 70% situa-se sobre os sistemas aquíferos das rochas cristalinas, cujo substrato são rochas granitóides de composições diversas. Outros 23% da superfície da UGPRH assenta-se sobre aquíferos xistosos, 3% sobre aquíferos quartzíticos e 4%, apenas, sobre aquíferos porosos ou granulares. Os aquíferos granulares ou porosos são bons produtores de água subterrânea.

Com relação a UPGRH PIRACICABA observa-se que a maior parte da UPGRH situa-se sobre os sistemas aquíferos fissurados, enquanto que em uma pequena parte da unidade são encontrados sistemas aquíferos granulares. Os sistemas aquíferos fissurados são encontrados em 96% da área da UPGRH, sendo assim distribuídos: 44% sobre os sistemas aquíferos em rochas cristalinas, composto de rochas granitóides de composições diversas; 36% sobre os sistemas aquíferos fissurados xistosos; 16% sobre sistemas aquíferos fissurados em quartzitos. Os aquíferos fissurados em rochas cristalinas são heterogêneos, descontínuos e de pequena extensão.

Na UPGRH PIRACICABA os aquíferos são descontínuos, heterogêneos e condicionados pelo fraturamento. De acordo com o PIRHD, os poços perfurados na região têm uma profundidade que varia entre 60 e 250 metros e as vazões específica ficam entre 0,08 e 2,24 m³/h/m. Estes números mostram uma baixa produtividade das captações no sistema aquífero fissurado em quartzitos. O principal sistema aquífero da UGPRH está presente nas rochas da Formação Cauê do Grupo Itabira, constituídas de itabiritos. Este aquífero apresenta elevada capacidade de armazenamento. A porosidade fissural da rocha proporciona uma elevada condutividade hidráulica ao meio e a sua espessura saturada média chega a 400 metros.

Na área restante da UPGRH PIRACICABA (4%), encontram-se os aquíferos granulares ou porosos. A presença deste aquífero na região justifica a maior concentração de poços escavados manualmente ou cisternas, principalmente nos municípios de Ipatinga, Coronel Fabriciano e Timóteo, que captam águas dos aluviões do rio Piracicaba. As vazões desses poços variam entre 0,3 e 26 m³/h, com uma vazão média de 6,2 m³/h. A profundidade dos poços escavados (manuais) varia entre 5 a 20 metros. A sua importância geral como fonte de água, no entanto, torna-se bastante restrita em face da pequena ocorrência deste tipo de aquífero na UPGRH PIRACICABA.

Na Figura 5.72 podemos averiguar a localização dos poços cadastrados na área de estudo. Os pontos d'água levantados são procedentes basicamente do levantamento nos bancos de dados SIAGAS/CPRM. Complementam as informações os dados obtidos do banco de dados do IGAM/MG referente ao cadastro das captações, classificadas com de uso insignificante e alguns poucos dados retirados do trabalho Disponibilidades Hídricas Subterrâneas no Estado de Minas Gerais. Ressalta-se que os dados de poços outorgados pelo IGAM/MG são periodicamente incorporados ao SIAGAS/CPRM, portanto, compõem a base de dados utilizada.

No total, foram identificados do SIAGAS/CPRM, 162 dos 935 pontos de captações de água subterrâneas aproveitados no PIRHD. Importante afirmar que nesse trabalho não foi

efetuada qualquer pesquisa de campo no sentido de se atualizar os dados existentes ou de coletar dados adicionais. Ainda, ressalta-se que um grande número de poços não possui informações completas, principalmente no que se refere aos dados de ensaios de bombeamento e construtivos. Na Figura 5.72 são apresentados os poços conforme o aquífero. Na Figura 5.73 é apresentado o mapa das vazões específicas interpoladas utilizando os dados dos poços.

A partir da análise realizada nos dados disponíveis, observou-se um número de poços com a informação de vazão específica que permite a análise de produtividade, com base nesse parâmetro. Portanto, a abordagem da produtividade tem a vazão específica como principal elemento de análise. Complementam este estudo os dados de vazão e rebaixamento. Esta metodologia é válida, pois, a vazão específica é o parâmetro que melhor representa a produtividade de um poço.

Analisando a Figura 5.73 e a Figura 5.74, nas proximidades da BR-262/MG, onde predominam os aquíferos fissurados, no geral a produtividade dos poços é muito baixa, a grande maioria das captações apresentam vazão específica menor do que 1 m³/h.m. Esta baixa produtividade deve ser vista com ressalva para não inviabilizar, de forma generalizada, a opção de abastecimento com águas do aquífero fissurado. A análise desta situação fica prejudicada, pois não existem informações indicando os critérios utilizados para dos poços tubulares, fator este que é fundamental para obter sucesso na captação de águas subterrâneas, principalmente no sistema aquífero fissurado.

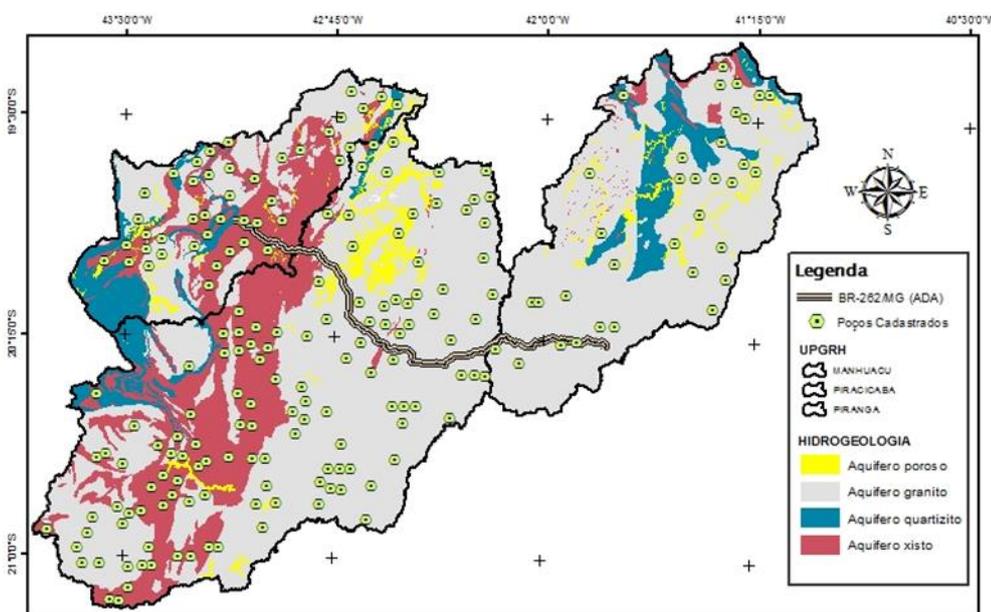


Figura 5.72: Poços cadastrados no SIAGAS/IGAM da área do estudo e visualizados por tipo de aquífero.

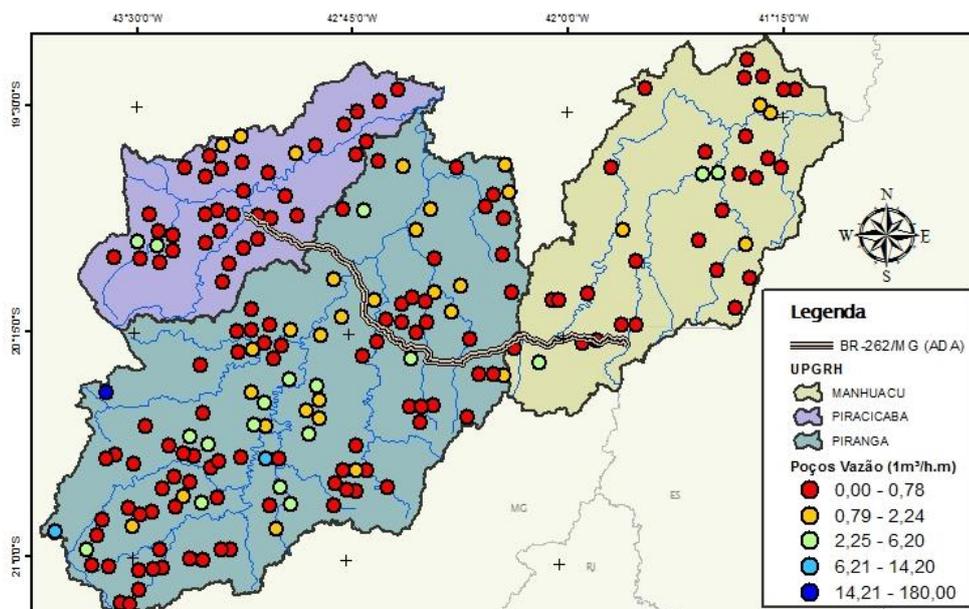


Figura 5.73: Poços cadastrados no SIAGAS/IGAM da área do estudo e categorizados pela vazão específica.

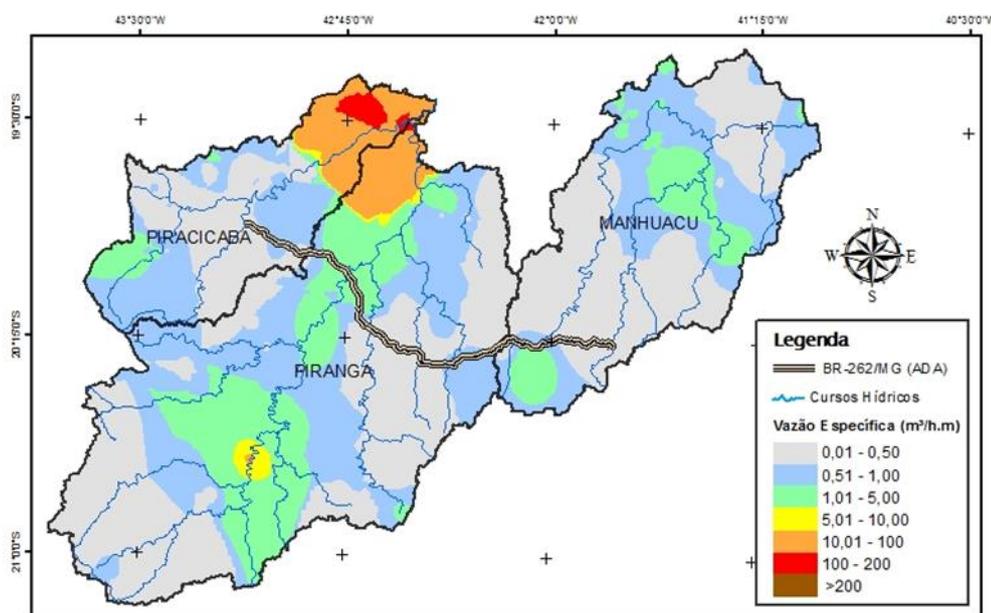


Figura 5.74: Vazões Específicas da área do estudo

5.1.6.2 Nascentes e Vulnerabilidades

5.1.6.2.1 Nascentes

Apesar da incomensurável importância ambiental que as nascentes possuem, são raros os estudos que as têm como foco principal e, por isso, não é conhecido um conceito satisfatório na literatura científica. Ainda assim, diversos estudos relatam a imprescindível necessidade de manutenção das funções ambientais das nascentes para a dinâmica hidrológica das bacias.

Essa preocupação é refletida na legislação brasileira que, desde 1965, determina a obrigatoriedade de uma Área de Preservação Permanente nas imediações de nascentes. Em campo, a complexidade das nascentes fica nítida. Existe um vasto rol de variáveis que condicionam sua existência, promovendo uma multiplicidade de características que as nascentes podem possuir. Destarte, são identificadas várias possibilidades de tipologias, embasadas em determinados aspectos, que contribuem para a compreensão das nascentes. Conceitualmente, entretanto, há uma necessidade imediata de clarificação e ampliação, para permitir que toda essa diversidade seja abarcada.

No estudo foi considerado como nascente a identificação dos pontos iniciais dos canais de drenagem mapeados na Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO). Esta concepção pode ser justificada em virtude desses pontos iniciais refletirem regiões de cabeceiras das bacias, no qual essas cabeceiras de drenagem, geralmente, em formas côncavas à semelhança de anfiteatros erosivos que concentram fluxos pluviais e sedimentos. Porém, nem sempre possuem esta forma tão característica, podendo apresentar morfologia suavizada e mal demarcada na superfície. Originam-se de processos de intemperismo e erosão superficial e sub-superficial de caráter químico (dissolução/remoção) e/ou físico (erosão mecânica), onde as águas pluviais e subterrâneas são os agentes principais. Ao determinarem o rearranjo dos fluxos em superfície, funcionando como pequenas bacias de captação de água e sedimentos, as cabeceiras possuem destacada importância na proteção e conservação das nascentes. Tais características fazem com que as cabeceiras sejam áreas ótimas à existência de nascentes (Guerra, 1993). Em Guerra (1993), por exemplo, afirma que nascente “é o mesmo que cabeceira de um rio”.

No Mapa de Recursos Hídricos, verifica-se uma quantidade considerável de regiões que podem ser consideradas como regiões de nascentes ou com potencial para tal. Esta quantidade de regiões está associada à localização da área do estudo, situado mais na parte alta da bacia do rio Doce, no qual encontra-se inúmeros formadores hidrológicos que compõe a hidrografia da bacia.

5.1.6.2.2 Susceptibilidade Erosiva

Entende-se como susceptibilidade erosiva dos terrenos a sensibilidade natural frente à erosão. Esta sensibilidade é resultante, de modo geral, de um conjunto de fatores, como as características da chuva, a topografia, e a ocorrência de solos mais vulneráveis ao processo erosivo. Outros termos são utilizados para exprimir essa fragilidade, como potencialidade erosiva. Na literatura especializada (ROSS, 2004) a susceptibilidade erosiva é um indicador da fragilidade ambiental de uma bacia hidrográfica ou de um sistema natural.

Qualquer alteração nos diferentes componentes da natureza (relevo, solo, clima e recursos hídricos) acarreta o comprometimento da funcionalidade do sistema, quebrando o seu estado de equilíbrio dinâmico. A identificação dos ambientes naturais, e suas fragilidades potenciais e emergentes proporcionam uma melhor definição das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço físico-territorial, servindo de base para o zoneamento e fornecendo subsídios a gestão da bacia. A análise do processo erosivo na área da bacia foi baseada nos estudos do CETEC (1989) relativo à susceptibilidade à erosão; e nos trabalhos de

Comportamento sedimentológico da Bacia na Avaliação Ambiental Integrada editado por EPE (2007) e apresentado no PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE - PIRHD (2010).

De acordo com os dados apontados no PIRHD, a maioria da bacia do rio Doce encontra-se na classe de susceptibilidade erosiva forte – 58% da área, ocupando principalmente a Depressão do rio Doce e várias sub-bacias. Na classe de susceptibilidade muito forte, 7% da área da bacia se inserem nesta categoria. As bacias atingidas são a bacia do alto curso do Piracicaba, mais precisamente na cabeceira do rio Santa Bárbara, e a sub-bacia do Suaçuí Grande, que estão associadas ou não às estiagens prolongadas, às chuvas torrenciais, aos solos susceptíveis, aos extensos depósitos superficiais friáveis que ocorrem em terraços fluviais. A susceptibilidade também é alta nas baixas vertentes e ainda em pequenos trechos de sub-bacias, distribuídos esparsamente na bacia, como pode ser observado no mapa de susceptibilidade erosiva.

A Figura 5.75 ilustra o mapa de susceptibilidade erosiva na área do estudo. Este mapa sintetiza as informações obtidas dos mapas de solo, geomorfologia e de precipitação, considerados como “fatores condicionantes” quanto à fragilidade da área relativa à ocorrência de processos erosivos.

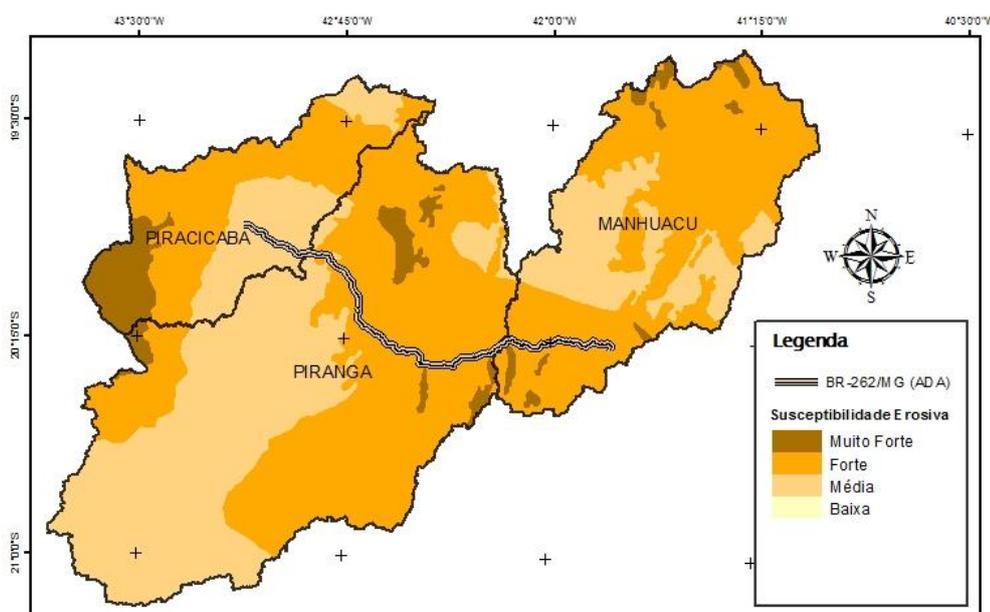


Figura 5.75: Susceptibilidade erosiva na área do estudo.

Analisando a Figura 5.75 na UPGRH Manhuaçu observa-se a predominância da susceptibilidade erosiva forte, ocupando 69% da área. Os condicionantes que favorecem a ocorrência de erosão são os altos índices de precipitação na região (1250 -1200 mm/ano) associados ou não a trechos com relevo acidentado e solos sensíveis à erosão. No médio e baixos cursos, os condicionantes são os longos períodos de estiagem seguidos de chuvas fortes, além dos depósitos superficiais friáveis que ocorrem nos topos dos interflúvios tabulares, nos terraços e nas baixas vertentes. A presença de espessa cobertura coluvial de

texturas argilosas e areno-argilosas derivada da alteração de gnaisses e granitos contribuem para essa instabilidade.

De acordo com PIRHD, existe uma concentração de áreas mais preservadas próximas das nascentes dos principais rios da UPGRH Manhauçu, denotada pela presença de alguns fragmentos florestais relevantes. Apesar da ocorrência de sistemas naturais ao longo da unidade, o PIRHD apontou que os sistemas antropizados ocupam a maior área, correspondendo a 68% da UPGRH. O PIRHD afirma ainda que esses sistemas antropizados predominam em todas as classes de suscetibilidade à erosão, sendo que na classe de suscetibilidade muito forte atinge 60%, e na classe de forte suscetibilidade chega a 70%. Tal fato, ressalta o PIRHD, reforça a necessidade de implantação de mecanismos de controle de erosão aliados à preservação dos fragmentos florestais ali ocorrentes, como forma de estancar e/ou ao menos minimizar o processo de degradação ambiental nesta porção da unidade.

Na área diretamente afetada verifica-se na porção mais ao leste da BR-262/MG áreas classificadas como susceptibilidade erosiva forte e muito forte, diretamente associado aos fatores apontados para a UPGRH Manhauçu.

Analisando a Figura 5.75 na UPGRH Piranga, observa-se que há predominância de susceptibilidade média na bacia do rio Piranga, e forte e muito forte nas bacias do rio Casca, rio Matipó, e do Carmo, afluentes do rio Doce. No contexto da unidade de planejamento, os percentuais por classe de susceptibilidade estão distribuídos da seguinte maneira: forte com 53%, média com 44% e muito forte com 3% relativos a área total da unidade. Na bacia do rio Piranga predominam tipos de erosão laminar, sulcos e voçorocas. As colinas convexo-côncavas com vertentes ravinadas e escoamento concentrado favorecem o surgimento de sulcos e erosão laminar.

Na bacia do rio Carmo há ocorrência de solos muito susceptíveis à erosão, além de relevo acidentado e chuvas intensas (1400mm/ano) que caem na serra do Espinhaço, divisor de águas da região. Nas bacias dos rios Casca e Matipó, a susceptibilidade forte está condicionada também pela precipitação (1250-1300mm/ano), pelo relevo acidentado no médio e altos cursos e pelos solos sensíveis à erosão.

De acordo com o PIRHD, a UPGRH Piranga é uma das áreas mais problemáticas da bacia do rio Doce com relação à erodibilidade dos solos e produção de sedimentos. Mais de 50% da unidade apresenta classe de suscetibilidade à erosão forte devido à associação ou não de estiagens prolongadas, às chuvas torrenciais, aos solos susceptíveis e aos extensos depósitos superficiais friáveis que ocorrem em terraços e nas baixas vertentes.

A forte suscetibilidade à erosão verificada na UPGRH Piranga, segundo o PIRHD, aliada ao tipo de uso e cobertura dos solos são os grandes responsáveis pela alta taxa de produção de sedimentos verificada nas partes altas da Unidade (50 a 100 ton/km²/ano), especificamente junto às nascentes dos rios Piranga e do Carmo. Uma quantidade de sedimento considerável impacta principalmente as áreas dos municípios que compõem a área diretamente afetada do estudo.

O PIRHD destaca que, entre outros fatores, as altas taxas de geração de sedimentos na UPGRH Piranga estão associadas às características de usos dos solos, sendo que

aproximadamente 69% da área é antropizadas. Na área correspondente ao trecho da BR262 inserido na UPGRH Piranga, as áreas classificadas como susceptibilidade erosiva forte predominam.

Na UPGRH Piracicaba predomina a erosão em sulcos, seguida da laminar, condicionada pelo intenso escoamento superficial distribuído nas vertentes das colinas côncavo-convexas. Os principais condicionantes são as chuvas pesadas (1400 – 1300 mm/ano) que afetam quase toda a unidade, e os solos susceptíveis à erosão, como os Argissolos. A susceptibilidade nesta unidade é predominantemente forte (52%) e média para o trecho drenado pelos afluentes da margem direita do rio Piracicaba, ocupando 34% da área. Verificou-se a partir do mapa de uso de solos uma concentração de áreas mais preservadas nas partes altas da UPGRH Piracicaba, próximo as nascentes dos rios Piracicaba, Conceição e Santa Bárbara, que apresenta fragmentos florestais significativos.

De acordo com o PIRHD, pelo menos 60% da área da UPGRH Piracicaba é ocupada com sistemas antrópicos. As áreas mais antropizadas estão concentradas nas classes de maior suscetibilidade à erosão, sendo que a classe de suscetibilidade muito forte está em 80% sobre áreas antropizadas. Na área diretamente afetada, correspondente ao trecho da BR262 inserido na UPGRH Piracicaba, predominam as áreas classificadas como susceptibilidade erosiva média.

5.1.6.2.3 Vulnerabilidades a Inundações

A questão das enchentes no rio Doce tem sido comumente associada a um problema recorrente na região da calha principal do rio Doce, atingindo mais fortemente, portanto, as cidades ali situadas. A bacia do rio Doce tem registros de grandes cheias nos anos de 1979, 1997, 2003, 2004 e 2008. Na cheia de 1979 o município da UPGRH Manhuaçu mais atingido foi Aimorés, localizado próximo a calha do rio Doce, e o município de Manhuaçu, próximo ao rio Manhuaçu. Todas essas regiões nas proximidades da BR262.

Em janeiro de 2003 a formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul, gerou chuvas convectivas, caracterizadas por precipitações intensas de curta duração, que provocaram grandes inundações em pequenas bacias. Os municípios mais atingidos na UPGRH Manhuaçu foram Manhuaçu e Resplendor. Em janeiro de 2004 as chuvas convectivas se repetiram e, em Manhuaçu, 685 pessoas ficaram desalojadas e 298 desabrigadas.

Na UPGRH Piranga, tais períodos de grandes chuvas são refletidos no rio Piranga, causando diversos estragos nos municípios por ele banhados, a exemplo de Ponte Nova. A cheia ocorrida em fevereiro de 1979 foi mais fortemente sentida no rio do Carmo, afetando principalmente o município de Mariana. Já a cheia de 2003 atingiu fortemente o município de Ponte Nova, em razão da subida do nível do rio Piranga.

A cheia de 2008 ocorreu no mês de dezembro e foi a máxima registrada na cidade de Ponte Nova, onde o nível do rio Piranga subiu mais de 6 metros. Na cidade de Piranga, o rio subiu mais de 8 metros.

Na UPGRH Piracicaba, os municípios mais atingidos com cheias são Rio Piracicaba, Nova Era, Coronel Fabriciano e Timóteo, localizados ao longo do rio Piracicaba.

A fonte oficial de dados sobre a incidência de eventos extremos no Brasil são os registros da Secretaria Nacional de Defesa Civil (Sedec), vinculada ao Ministério da Integração Nacional (MI). Eles são baseados nos decretos de declaração de Situação de Emergência (SE) e de Estado de Calamidade Pública (ECP) expedidos pelos municípios, que são posteriormente homologados pelos estados e reconhecidos pela União.

Os registros de declarações de SE e ECP devido a enchentes, inundações, enxurradas, alagamentos, secas e estiagens, de janeiro de 2003 a dezembro de 2013, foram obtidos no sítio eletrônico da Sedec. Na data da consulta, não se encontravam disponíveis dados anteriores a 2003, além disso os dados dos últimos meses do ano podem não estar completos, pois o reconhecimento dos decretos municipais pelo Governo Federal pode levar alguns meses.

A Figura 5.76 mostra os municípios e as respectivas frequências de ocorrência de enchentes, inundações, enxurradas e alagamento na área do estudo. Observa-se na Figura 5.76 que quase a totalidade dos municípios na área de estudo já decretaram pelo menos uma vez situação de enchentes. Na área diretamente afetada, apenas 2 municípios, João Monlevade e Martin Soares, não decretaram situação de enchentes, os restantes decretaram em média 2 vezes entre 2003 e 2013.

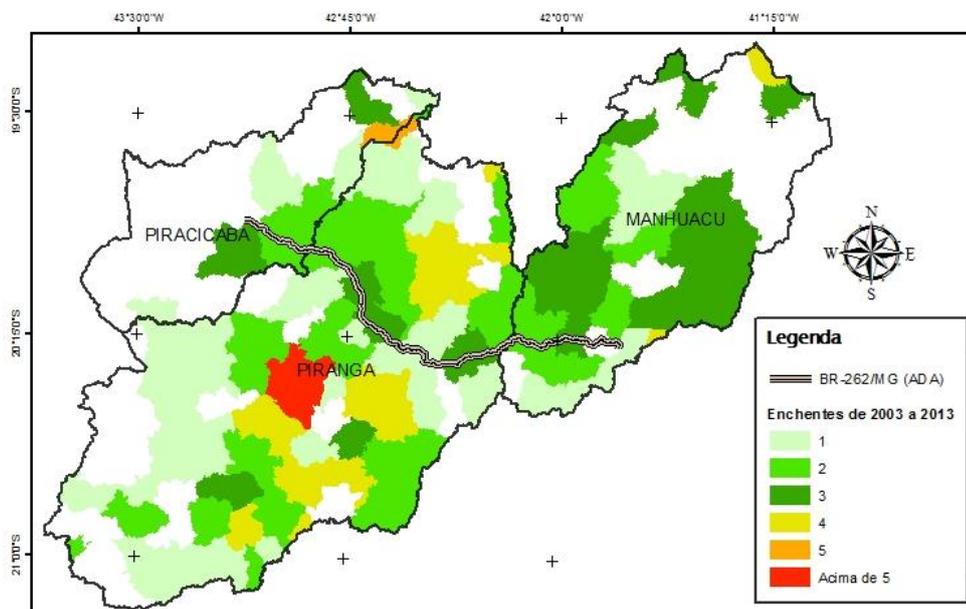


Figura 5.76: Frequência de ocorrência de eventos críticos de cheia entre 2003 e 2013 na área do estudo

O Projeto Atlas de Vulnerabilidade a Inundações foi concebido como uma ferramenta de diagnóstico da ocorrência e dos impactos das inundações graduais nos principais rios das bacias hidrográficas brasileiras. A sua elaboração propiciará a construção de um sistema de informações de abrangência nacional, agrupando e consolidando, em um único padrão, as informações dos estados e da União, o que permitirá a formulação de ações e políticas públicas para a prevenção e minimização dos impactos negativos desses fenômenos.

O Atlas foca nos eventos de inundações graduais ou de planície, os quais possuem por característica principal a subida e a descida paulatinas dos níveis dos rios. São, em quase todo o País, sazonais, com o início das cheias variando em função do período chuvoso em cada região.

As informações sobre as inundações são levantadas em cada estado do Brasil, por meio de reuniões conduzidas pelo respectivo órgão gestor de recursos hídricos, com a participação da ANA, cabendo ressaltar também o envolvimento da Defesa Civil Estadual e de outras instituições identificadas com atuação relevante no tema. Em cada estado, há uma composição diferente dos participantes, considerando o seu envolvimento no tema e a estrutura organizacional local. Participa também das reuniões o Serviço Geológico do Brasil - CPRM.

O Atlas está sendo desenvolvido nas etapas abaixo relacionadas, as quais apresentam metodologia e produtos próprios:

- Trechos Inundáveis;
- Vulnerabilidade dos Trechos Inundáveis;
- Áreas Críticas.

A representação espacial dos resultados segue a hidrografia (BHO) em uso pela ANA. Neste critério a vulnerabilidade considera o grau de impacto e a frequência de exposição. A Figura 5.77 apresenta os critérios de impacto e as chaves para determinação da vulnerabilidade a inundações.



Figura 5.77: Classes de grau dos impactos das inundações para um trecho de rio (esquerda) e Chave para determinação da vulnerabilidade a inundações em um trecho de rio (direita).

A Figura 5.78 ilustra para a área do estudo os trechos de rio segundo o critério de vulnerabilidade adotado no atlas. Observa-se na figura que a área do estudo apresenta inúmeros trechos com alta vulnerabilidade a inundações. Na área diretamente afetada verifica-se que entre o km 20 até o km 85 apresentam trechos considerados de alta vulnerabilidade a inundações. Regiões com essas características são região com alto grau de saturação e com rápida ascensão do lençol freático, sendo necessário em algumas situações o rebaixamento do mesmo para fins construtivos.

Estes trechos de maiores vulnerabilidades possuem maior probabilidade de atingirem o estado de saturação do solo além de apresentar forte relação com a dinâmica do lençol freático, devido à expansão e contração durante eventos pluviométricos, deste modo podem ser caracterizados como áreas hidrologicamente sensíveis.

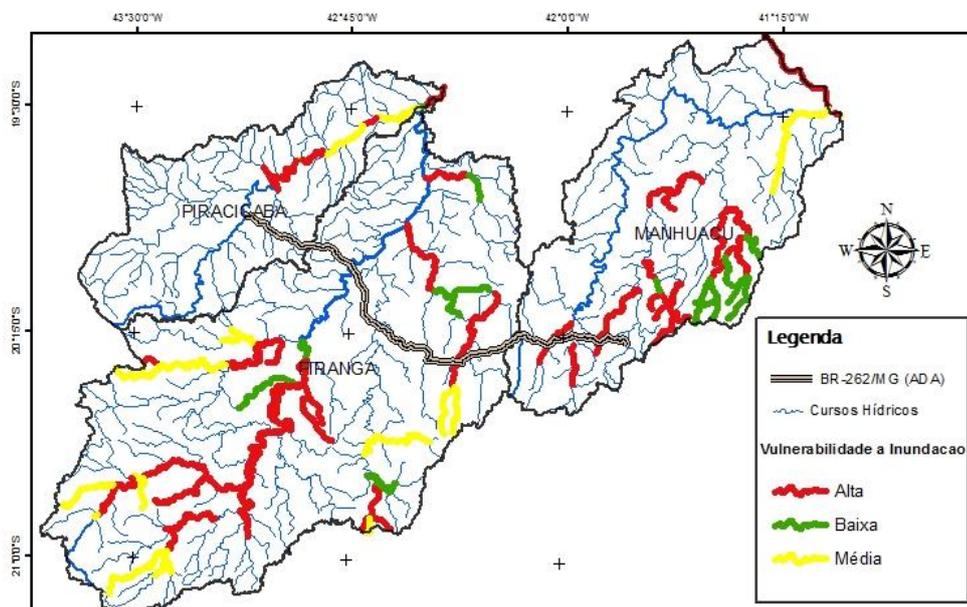


Figura 5.78: Vulnerabilidade a inundações na área do estudo.

5.1.6.3 Qualidade da Água

O objetivo da campanha de amostragem de qualidade da água é caracterizar as águas superficiais que poderão ter influência no momento das obras, representando a “base line” do monitoramento. A coleta das amostras ocorreu em 04/11/2014, e os dados obtidos com esta campanha são discutidos e analisados neste item.

Os resultados obtidos foram comparados com os padrões de qualidade da resolução CONAMA 357/2005 e da resolução COPAM 01/2008, conforme o enquadramento dos cursos d’água.

5.1.6.3.1 Pontos de Monitoramento

A campanha de amostragem de qualidade de água foi realizada em pontos pré-determinados e selecionados em vistoria de campo. Os critérios adotados para determinação dos pontos basearam-se na localização e importância dos cursos d’água. Desse modo, foram selecionados oito cursos d’água interceptados pela rodovia, abrangendo as três sub-bacias da área de estudo: do rio Manhuaçu, do rio Piracicaba e do rio Piranga. As coletas foram realizadas imediatamente à jusante do ponto de interceptação desses cursos d’água com a rodovia.

Durante as vistorias de campo, foi possível observar que os rios atravessados e margeados pelo trecho da rodovia em estudo já se encontram em estado de degradação

bastante avançado, apresentando-se, em sua maioria, erodidos e assoreados, sem proteção de mata ciliar e/ou poluídos por efluentes urbanos.

Na sub-bacia do rio Manhuaçu, atravessada pelo trecho inicial da rodovia em estudo, foram selecionados para amostragem os rios Jequitibá, no município de Reduto, e rio Manhuaçu, no mesmo município. Nota-se que a rodovia BR-262/MG foi implantada paralelamente ao rio Manhuaçu, de modo que se optou por selecionar um ponto próximo de sua travessia, à montante da área urbana do município de Manhuaçu.

A sub-bacia do rio Piranga, atravessada pelo trecho central e mais longo da rodovia em estudo, é aquela em que o potencial de impactos das obras é maior. Deste modo, foram selecionados quatro pontos de amostragem, sendo eles nos rios Doce e Casca, ambos no Município de Rio Casca; no rio Matipó (Município de Matipó) e no ribeirão Santa Rita (em sua primeira travessia pela rodovia), no Município de São Domingos do Prata.

Na sub-bacia do rio Piracicaba, porção final da rodovia, foram realizadas coletas em dois córregos que são interceptados pela rodovia, localizados nos municípios de São Domingos do Prata e Rio Piracicaba.

Os parâmetros que foram analisados são: temperatura, turbidez, sólidos suspensos totais, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, DBO (5 dias), DQO, pH, nitrogênio total, amônia, nitrato, nitrogênio total Kjeldahl, fósforo total, coliformes termotolerantes e óleos e graxas. Os laudos analíticos seguem em anexo.

Os pontos de coleta de água estão descritos no quadro a seguir e podem ser visualizados no Mapa Hidrografia: Pontos de Coleta da Qualidade da Água, Volume III – Mapeamento Temático, Tomo I.

QUADRO 5.15: CAMPANHA DE AMOSTRAGEM DE QUALIDADE DE ÁGUA.

Nº	Corpo d'água	Sub-bacia	Município	Coordenadas Planas (UTM)
1	Rio Jequitibá	Rio Manhuaçu	Reduto	24 K 190765 L; 7758730 S
2	Rio Manhuaçu		Manhuaçu	23 K 803300 L; 7757025 S
3	Rio Matipó	Rio Piranga	Matipó	23 K 774470 L; 7749100 S
4	Rio Casca		Rio Casca	23 K 745640 L; 7762250 S
5	Rio Doce		Rio Casca	23 K 735880 L; 7784800 S
6	Ribeirão Santa Rita		São Domingos da Prata	23 K 731070 L; 7788330 S
7	Córrego São Nicolau	Rio Piracicaba	São Domingos da Prata	23 K 706700E 7797630 S
8	Córrego Barroso		Rio Piracicaba	23 K 700380 E 7801950 S

5.1.6.3.2 Resultados Obtidos

5.1.6.3.2.1 Enquadramento

Para a correta avaliação dos resultados obtidos com as análises, primeiramente deve-se identificar a classificação/enquadramento dos cursos d'água monitorados.

As iniciativas de enquadramento dos cursos d'água mineiros iniciaram-se em 1986, quando o Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM - estabeleceu a Deliberação Normativa nº 010, que dispunha sobre a Classificação das Águas do Estado de Minas Gerais. Em 1994, a Deliberação Normativa COPAM nº 09, de 19 apresentou o enquadramento para a Bacia do Rio Piracicaba, sub-bacia do Rio Doce. Paralelamente, o monitoramento da qualidade das águas superficiais no Estado de MG, é realizado pelo IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas, desde 1997. Em 2008, o COPAM e o Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH através da Deliberação Normativa Conjunta nº 001/2008 estabeleceram nova classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, além das condições e padrões de lançamento de efluentes.

Em 2002, houve a instalação do Comitê de Bacia do Rio Doce e, dentre suas atribuições, passou a ser meta desta entidade o enquadramento dos principais Rios da Bacia, sendo que em 2009 o Comitê instituiu um Grupo de Trabalho de Enquadramento dos corpos de água em classes, através da DELIBERAÇÃO CBH-Doce nº 23.

Em 2010, o Comitê de Bacia do Rio Doce emitiu o Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, onde é apresentada uma proposta de enquadramento para os corpos d'água da bacia. De acordo com o enquadramento proposto, os corpos d'água interceptados pela rodovia BR-262/MG são de Classe 2.

TABELA 5.1: RESULTADOS DA CAMPANHA DE AMOSTRAGEM DE QUALIDADE DE ÁGUA

PARÂMETROS FÍSICO – QUÍMICOS	PONTO 01	PONTO 02	PONTO 03	PONTO 04	PONTO 05	PONTO 06	PONTO 07	PONTO 08	CONAMA (*)	COPAM (*)
Condutividade Elétrica (µS/cm)	47,4	43,7	37,9	370	40,1	37,9	51,1	95,6		
DBO5 (mg/L)	< 3,0	< 2,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	5,0	5,0
DQO (mg/L)	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0		
Fósforo Total (mg/L)	0,03	0,04	0,04	0,08	0,09	0,04	0,02	0,04		0,05
Nitrogênio Total (mg/L)	< 0,5	0,78	0,87	0,94	< 0,5	0,87	0,80	< 0,5		
Nitrogênio Total Kjeldahl (mg/L)	0,33	0,78	0,33	0,42	0,27	0,33	0,41	0,42		
Amônia (como NH3) (mg/L)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,120	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1		
Nitrato (como N) (mg/L)	< 0,3	0,89	0,54	0,52	0,37	0,54	0,39	< 0,3	10	10
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	7,1	6,9	6,8	5,0	6,3	6,8	6,8	5,7	>5,0	>5,0
Óleos e Graxas (mg/L)	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0		
pH	7,47	7,80	7,88	8,05	7,81	7,88	7,81	7,36	6 - 9	6 - 9
Turbidez (NTU)	25,2	6,60	5,97	17,1	37,9	5,97	13,2	33,0	100	100
Temperatura (° C)	23,7	23,7	23,1	26,1	23,1	23,1	20,2	20,9		
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	< 5,0	< 5	< 5,0	< 5,0	32	< 5,0	< 5,0	22		100
Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	2419	3310	263	2350	1733	263	96060	>242000	1000	1000
Enquadramento (PIRHD, 2010)	Classe 2									

LEGENDA: (*) VMP CONAMA 357/2005 – Art. 15 - Classe 2/VMP COPAM 01/2008 – Art.14 – Classe 2

5.1.6.3.2.2 Discussão dos Resultados Obtidos

Observa-se que os resultados das análises demonstraram conformidade com os parâmetros correspondentes estabelecidos para as águas de classe 2, com exceção dos parâmetros: fósforo total, em desconformidade nos pontos 04 e 05, e coliformes termotolerantes, que somente apresentou conformidade nos pontos 03 e 06.

Observando-se os resultados para os coliformes termotolerantes, verifica-se um índice bastante alto nos pontos 07 e 08, ambos inseridos na bacia hidrográfica do Rio Piracicaba. Estes resultados possivelmente estão associados ao despejo irregular de esgotos dos centros urbanos.

Ressalta-se que, durante as vistorias de campo e a realização da coleta, observou-se que, nos pontos de coleta, os cursos d'água já se encontram em estado de degradação bastante avançado, apresentando-se, em sua maioria, erodidos e assoreados, sem proteção de mata ciliar e/ou poluídos por efluentes urbanos.

Abaixo são apresentados os gráficos com os resultados obtidos na campanha de caracterização da qualidade da água. Ressalta-se que os gráficos referentes aos parâmetros DBO₅, DQO e Óleos e Graxas não são apresentados, pois os resultados encontrados foram nulos.

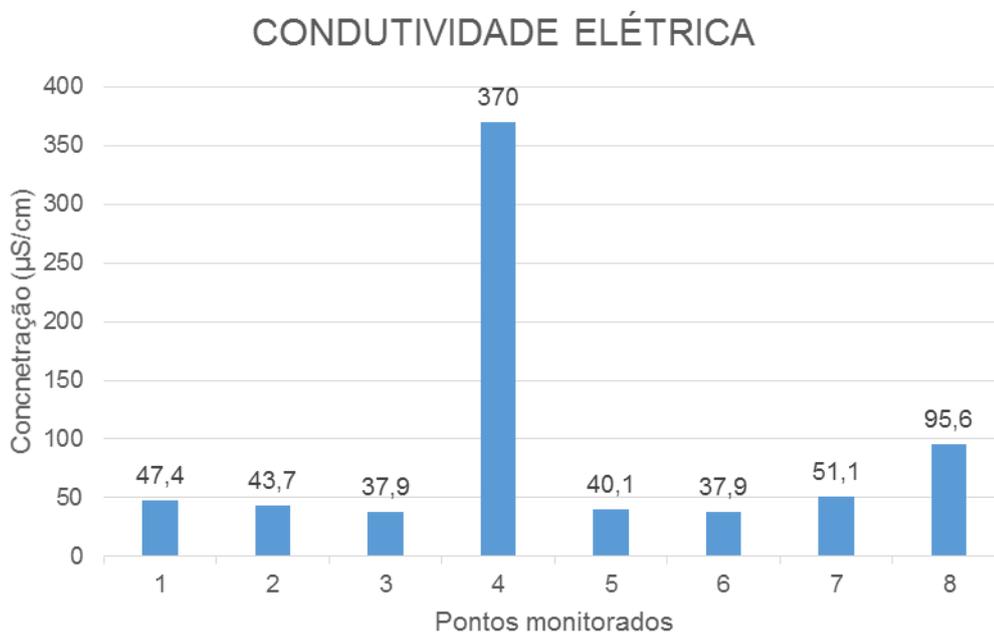


Gráfico 5.23 - Resultados da medição de Condutividade Elétrica.

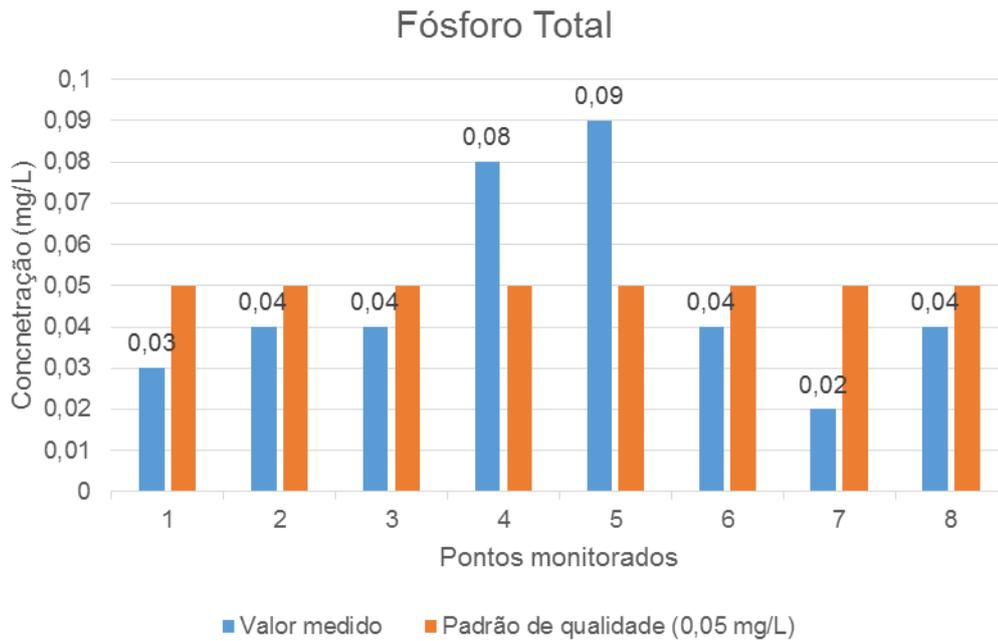


Gráfico 5.24 - Comparativo dos resultados da medição de Fósforo Total com Valores Máximos Permitidos pela legislação.

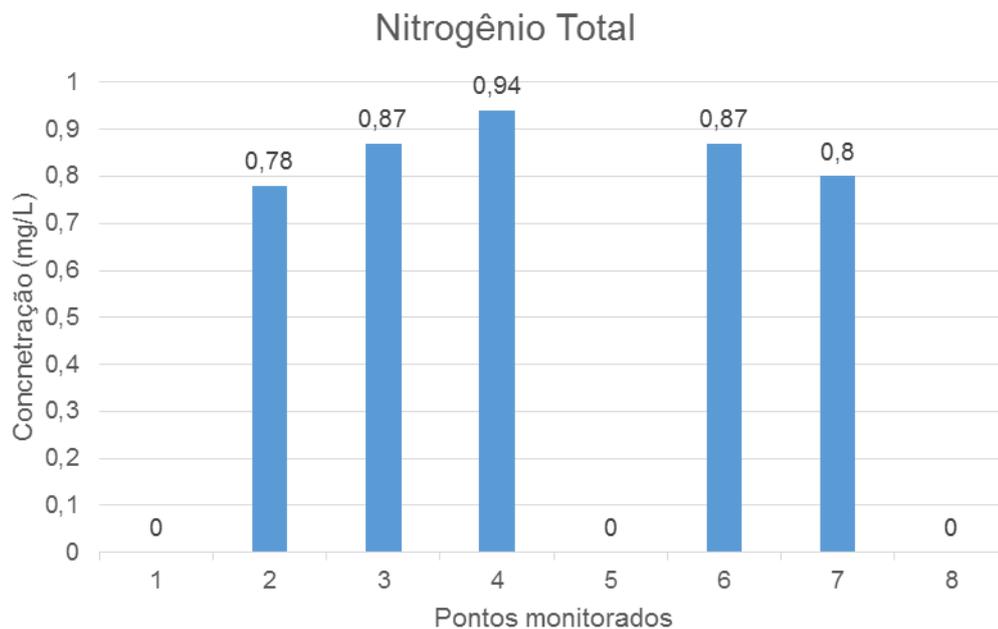


Gráfico 5.25 - Resultados da medição de Nitrogênio Total.

Nitrogênio Total Kjeldahl

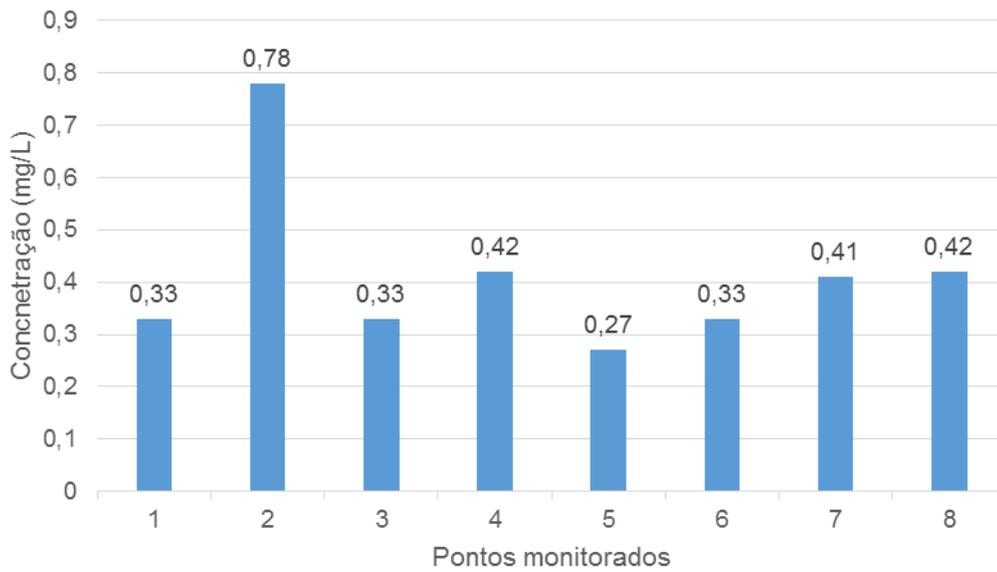


Gráfico 5.26 - Resultados da medição de Nitrogênio Total Kjeldahl.

Amônia

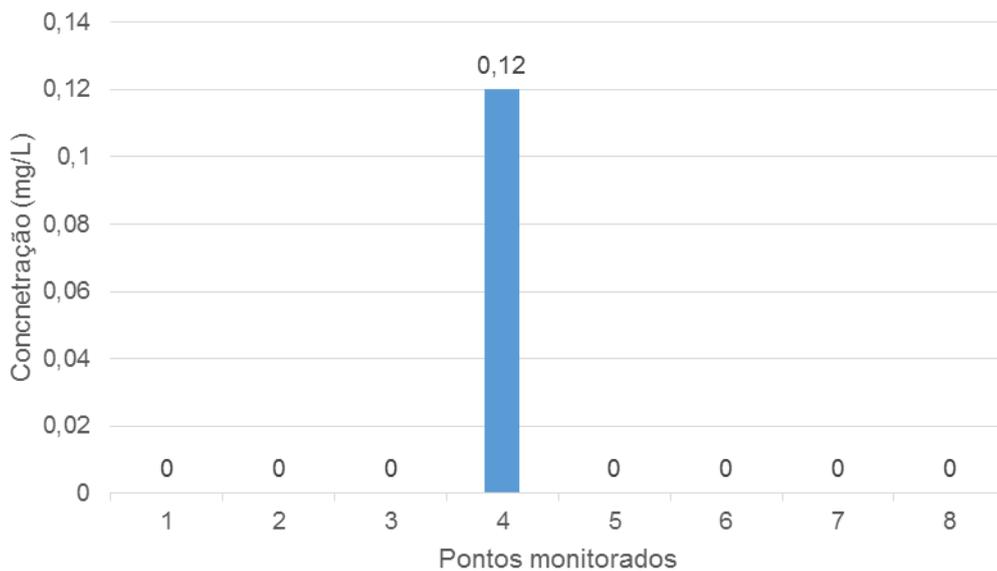


Gráfico 5.27 - Resultados da medição de Amônia

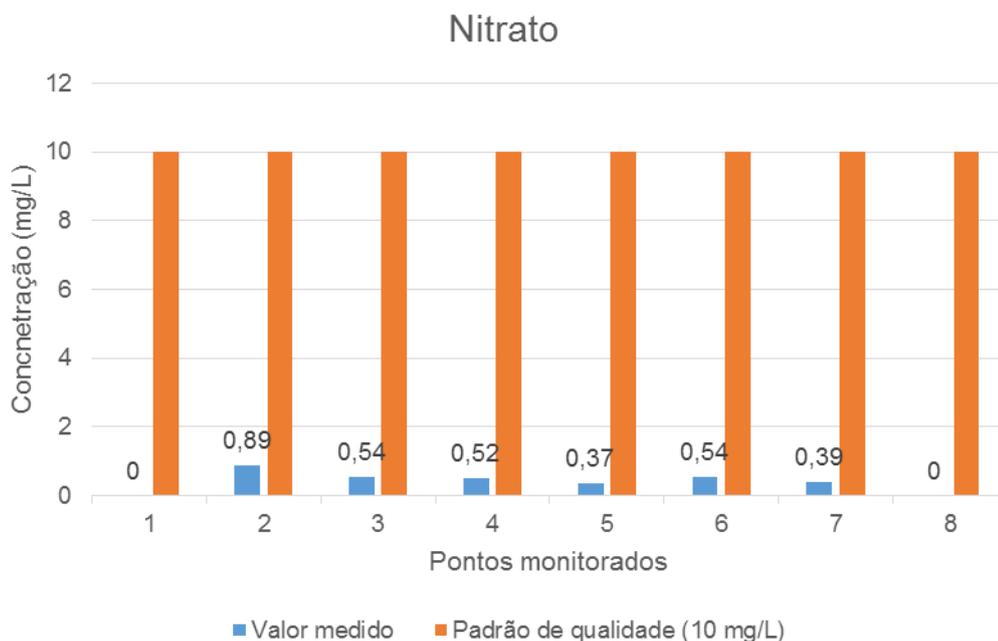


Gráfico 5.28 - Comparativo dos resultados da medição de Nitrato com Valores Máximos Permitidos pela legislação

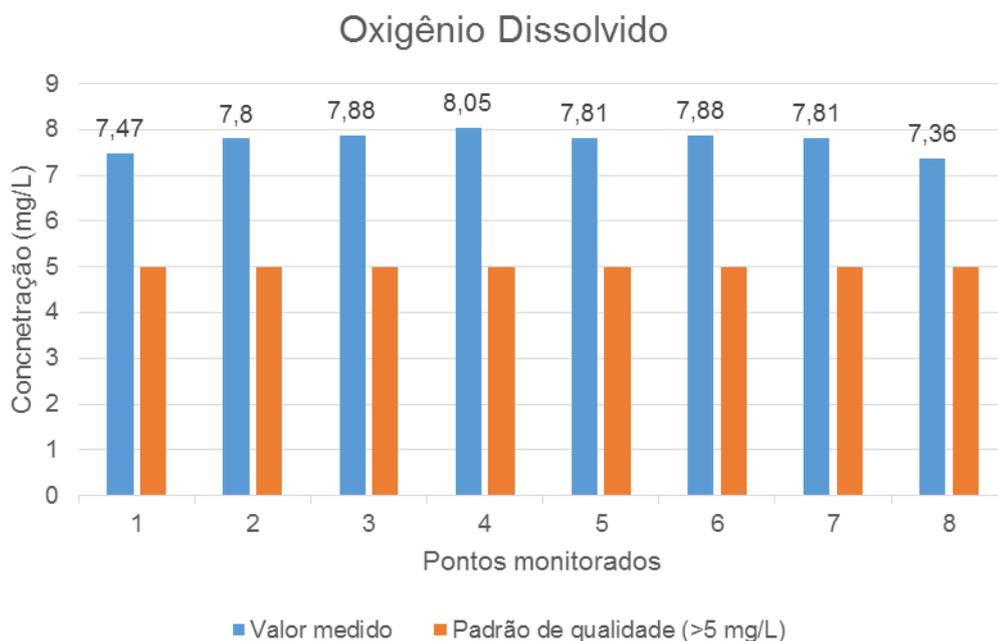


Gráfico 5.29: Comparativo dos resultados da medição de Oxigênio Dissolvido com Valores Máximos Permitidos pela legislação.

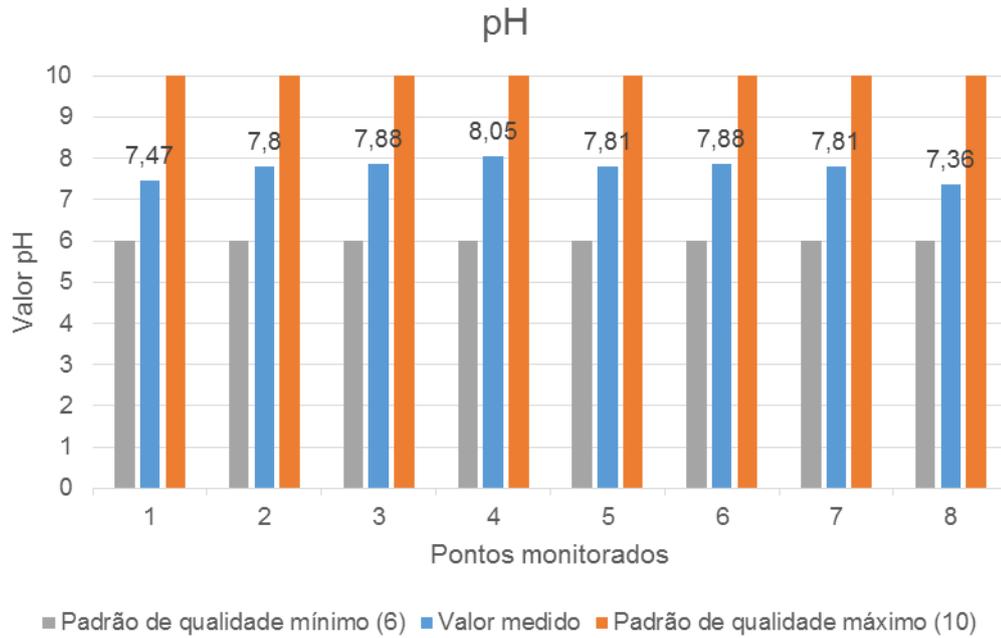


Gráfico 5.30: Comparativo dos resultados da medição de pH com Valores Máximos Permitidos pela legislação.

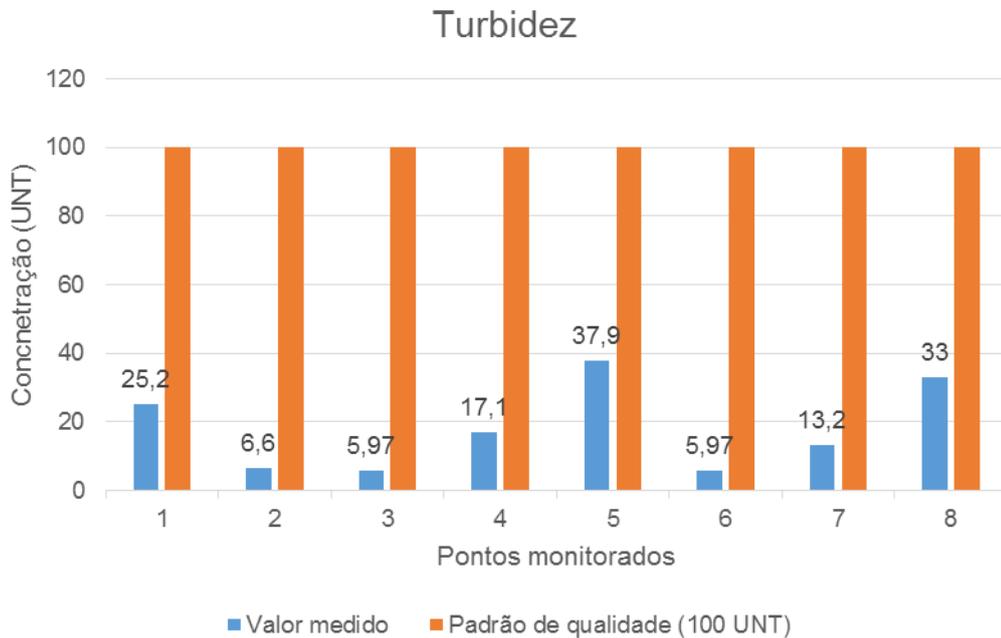


Gráfico 5.31: Comparativo dos resultados da medição de Turbidez com Valores Máximos Permitidos pela legislação.

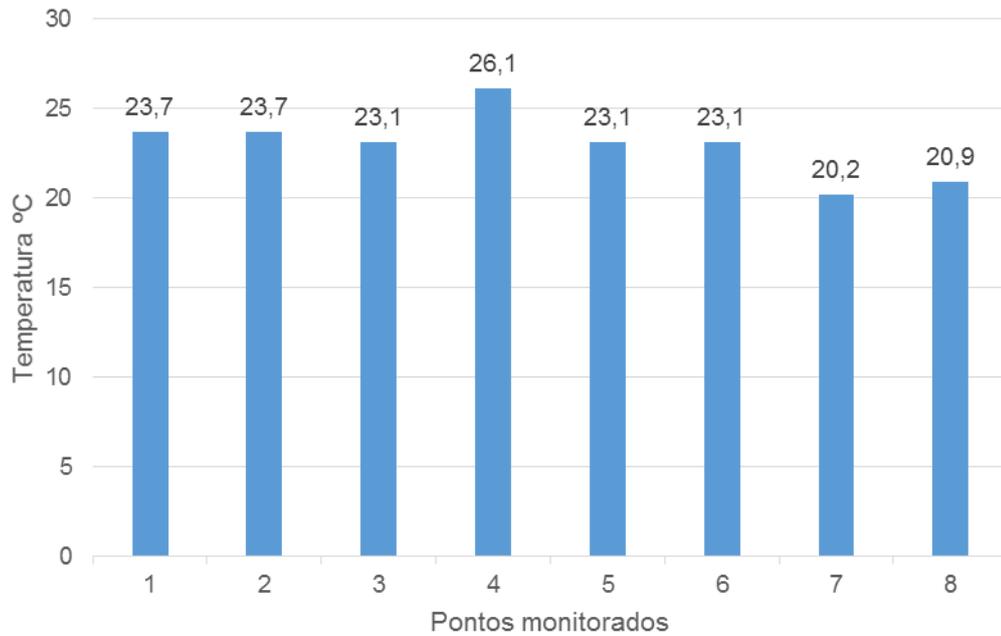


Gráfico 5.32 - Resultados da medição de Temperatura

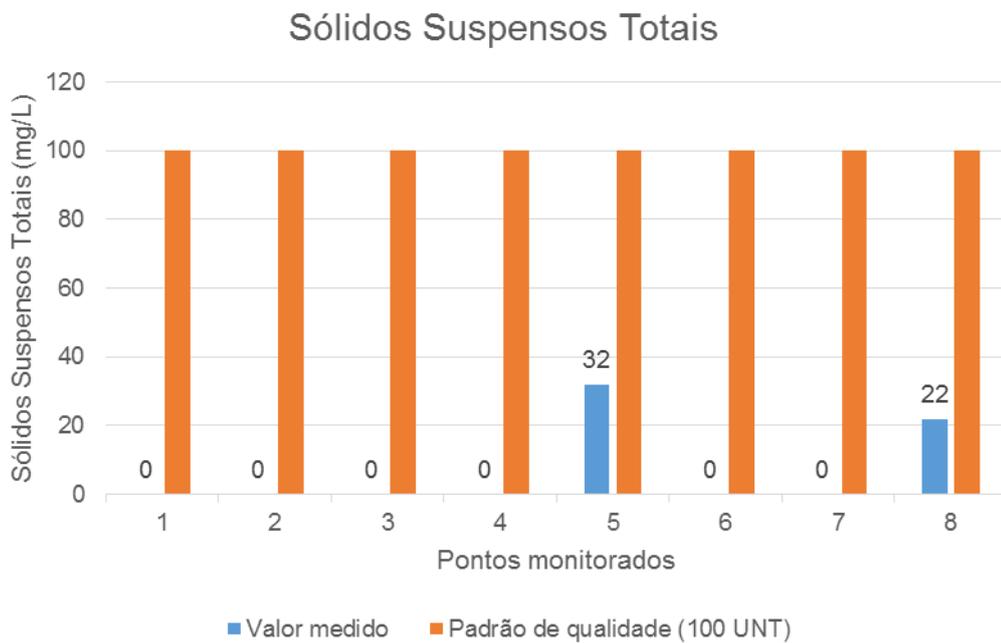


Gráfico 5.33: Comparativo dos resultados da medição de Sólidos Suspensos Totais com Valores Máximos Permitidos pela legislação.

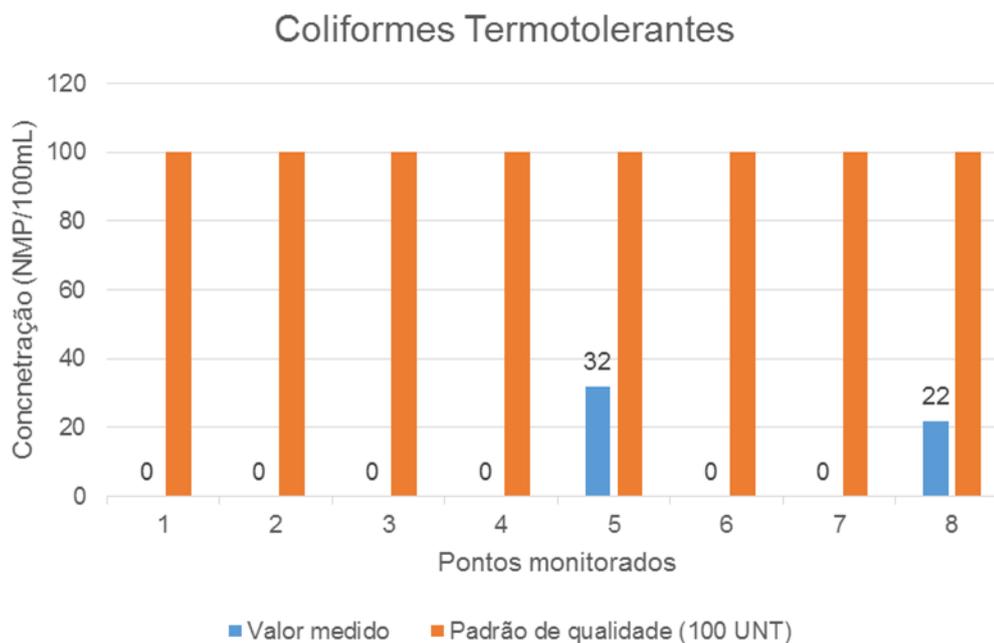


Gráfico 5.34: Comparativo dos resultados da medição de Coliformes Termotolerantes com Valores Máximos Permitidos pela legislação.

5.1.6.3.2.3 Cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA)

O principal objetivo do IQA é facilitar o entendimento a respeito das condições físico-químicas do estado do corpo d'água. O IQA é a combinação por meio de formulação matemática dos parâmetros de qualidade da água medidos.

A criação do IQA baseou-se numa pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade de águas, que indicaram as variáveis a serem avaliadas, o peso relativo e a condição com que se apresenta cada parâmetro, segundo uma escala de valores "rating". Das 35 variáveis indicadoras de qualidade de água inicialmente propostos, 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, são apresentadas na Figura 3, e os pesos relativos de cada parâmetro são apresentados na TABELA 5.2.

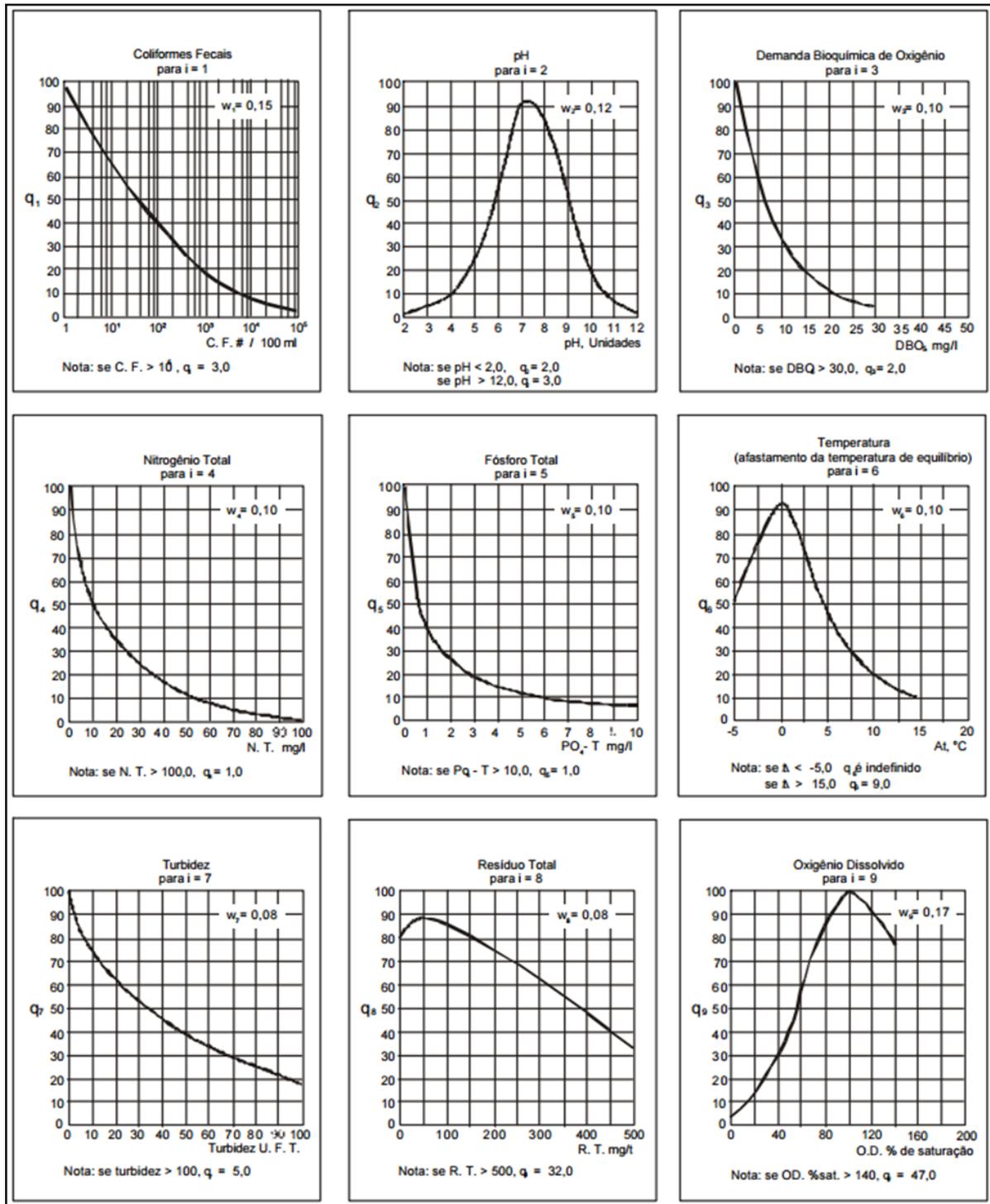


Figura 5.79: Curvas médias de variação de qualidade das águas.

TABELA 5.2: PESOS RELATIVOS PARA O CÁLCULO DO IQA.

Parâmetro	Peso Relativo
Oxigênio Dissolvido	0,17
Coliformes Termotolerantes	0,15
pH	0,12
DBO	0,1
Fosfato Total	0,1
Temperatura	0,1
Nitrogênio Total	0,1
Turbidez	0,08
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 seguinte fórmula:

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

Onde n é o número de parâmetros, q_i é o valor do índice na curva de qualidade para o parâmetro i , e w_i é o peso do parâmetro i .

O índice varia de 0 a 100, e a água é enquadrada em cinco classes distintas conforme a qualidade, segundo a classificação proposta por Ramech, apresentada na Tabela 6. 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.

TABELA 5.3: CLASSIFICAÇÃO DO IQA

	Ótima	91 a 100
	Boa	71 a 90
	Média	51 a 70
	Ruim	26 a 50
	Muito Ruim	0 a 25

Conforme metodologia apresentada, foi realizado o cálculo do índice de qualidade da água para os 8 pontos amostrados. Os resultados são apresentados na Tabela 20.

Ressalta-se que o índice na curva de qualidade para o parâmetro Oxigênio Dissolvido foi determinado considerando a concentração de saturação de 8,0 mg/L.

TABELA 5.4: ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA DOS PONTOS AMOSTRADOS

Amostra	Oxigênio Dissolvido (peso wi = 0,17)			Coliformes Termotolerantes (peso wi = 0,15)		pH (peso wi = 0,12)		DBO (peso wi = 0,1)		Fosfato Total (peso wi = 0,1)		Temperatura (peso wi = 0,1)		Nitrogênio Total (peso wi = 0,1)		Turbidez (peso wi = 0,08)		Sólidos Totais (peso wi = 0,08)		Índice de Qualidade da Água	Classificação
	C	%sat	qi	C	qi	C	qi	C	qi	C	qi	C	qi	C	qi	C	qi	C	qi		
Ponto 01	7,1	88,75	92	2419	15	7,47	91	< 3,0	100	0,03	98	23,7	93	< 0,5	100	25,2	57	< 5,0	81	78,95	Boa
Ponto 02	6,9	86,25	91	3310	13	7,8	89	< 2,0	100	0,04	97	23,7	93	0,78	93	6,6	80	< 5	81	79,28	Boa
Ponto 03	6,8	85	90	263	32	7,88	88	< 3,0	100	0,04	97	23,1	93	0,87	92	5,97	82	< 5,0	81	81,9	Boa
Ponto 04	5	62,5	60	2350	15	8,05	84	< 3,0	100	0,08	93	26,1	93	0,94	91	17,1	65	< 5,0	81	71,91	Boa
Ponto 05	6,3	78,75	82	1733	16	7,81	89	< 3,0	100	0,09	92	23,1	93	< 0,5	100	37,9	47	32	88	76,32	Boa
Ponto 06	6,8	85	90	263	32	7,88	88	< 3,0	100	0,04	97	23,1	93	0,87	92	5,97	82	< 5,0	81	81,9	Boa
Ponto 07	6,8	85	90	96060	4	7,81	89	< 3,0	100	0,02	98	20,2	93	0,8	93	13,2	70	< 5,0	81	77,06	Boa
Ponto 08	5,7	71,25	78	>242000	3	7,36	91	< 3,0	100	0,04	97	20,9	93	< 0,5	100	33	51	22	85	74,51	Boa

A partir dos resultados encontrados, observa-se que a qualidade das águas superficiais na região do empreendimento é boa, sendo que o melhor IQA foi obtido nos Pontos 03 e 06 (Rio Matipó e Ribeirão Santa Rita, respectivamente). Por outro lado, o pior IQA foi observado no Ponto 04, no Rio Casca.

5.1.6.3.3 Registro Fotográfico



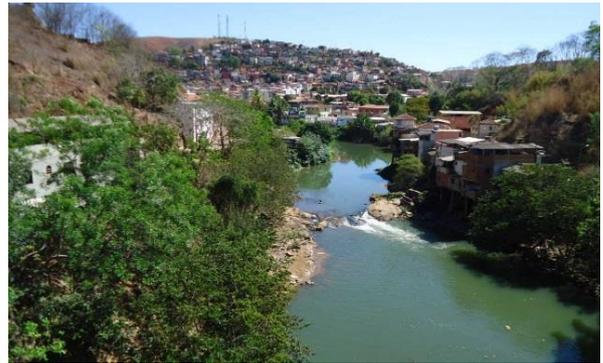
Figuras 5.80 e 5.81 – Rio Jequitibá, Jusante (E) e Montante (D), Km 26, UTM 24K 190765 L 7758730 S. O uso e ocupação do solo é composto na sua maioria por de pastagens, com uma pequena parcela próxima a ponte de plantio de bananas. As margens do rios encontram-se erodidas, contudo, o IQA de suas águas é Boa.



Figuras 5.82 e 5.83 – Rio Manhuaçu, Jusante (E) e Montante (D), Km 45, UTM 23K 803300 L 7757025 S. O uso e ocupação do solo é composto na sua montante por vegetação secundária de regeneração, Na sua jusante é composto por pastos e benfeitorias residenciais. Apesar das margens do rio encontrarem-se erodidas, o IQA de suas águas é Boa.



Figuras 5.84 e 5.85 – Rio Matipó, Jusante, Km 80, UTM 23K 774470L 7749100 S. O uso e ocupação do solo é composto em sua totalidade por pastos. Apesar das margens do rio encontrarem-se erodidas, o IQA de suas águas é Boa.



Figuras 5.86 e 5.87 – Rio Casca, Jusante (E) e Montante (D), Km 120, UTM 23K 745640 L 7762250 S. Perímetro urbano da cidade de Rio Casca. Montante com urbanização consolidada ao entorno do rio, jusante com alguns fragmentos em está médio a avançado de regeneração. Apesar dessa configuração o IQA de suas águas é Boa.



Figuras 5.88 e 5.89 – Rio Doce, Jusante (E) e Montante (D), Km 147, UTM 23K 735880 L 7784800 S. Foto retirada antes do Acidente de Mariana. Uso e cobertura do solo composto de pastagens com fragmentos em estágio médio a avançado de regeneração. Antes do acidente o IQA de suas águas era Boa.



Figuras 5.90 e 5.91 – Ribeirão Santa Rita, Jusante (E) e Montante (D), Km 165, UTM 23K 731070 L 7788330 S. Uso e cobertura do solo composto por pastagens e fragmento de vegetação inicial de regeneração. Suas margens encontram-se erodidas, contudo, o IQA de suas águas é Boa.



Figuras 5.92 e 5.93 – Córrego São Nicolau, Jusante (E) e Montante (D), Km 184, UTM 23K 706700 L 7797630 S. Uso e cobertura do solo composto por pastagens e sítios. Ausência de mata ciliar. O IQA de suas águas é Boa



Figuras 5.94 e 5.95 – Córrego Barroso, Jusante (E) e Montante (D), Km 195, UTM 23K 700380 L 7801950 S. Uso e cobertura do solo composto por extensos fragmentos em estágio avançado de regeneração. Local de amostragem com desabamento parcial da pista de rodagem da rodovia BR-262/MG. O IQA de suas águas é Boa

5.1.6.4 Principais Usos e Mananciais na Bacia

Para descrever, localizar e identificar os principais mananciais de abastecimento público, captações de água, e os outros usos relevantes dos corpos hídricos da Área de Estudo foram levantados os dados de outorga do órgão gestor dos recursos hídricos federal, ANA, e do órgão gestor dos recursos hídricos do estado de Minas Gerais, IGAM. Com relação as estimativas de demanda dos recursos hídricos na bacia como um todo foi consultado os valores estimados no PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE - PIRHD (2010).

Entende-se por uso do recurso hídrico qualquer atividade humana que, de qualquer modo, altere as condições naturais das águas superficiais ou subterrâneas. Normalmente, usa-se uma divisão entre usos consultivos (parte da água captada é consumida no processo produtivo, não retornando ao curso de água) e não consultivos, considerando a existência ou não de derivação das águas de seu curso natural para tornar possível o seu uso e o fato de que o retorno das águas é sempre com menor vazão ou com alteração na sua qualidade.

De acordo com o PIRHD, sobre os usos da água na UPGRH Manhauçu, há forte predominância do uso da água para irrigação, correspondendo a 59% do total de retiradas estimadas na unidade, o que confirma a vocação agrícola da região. O abastecimento humano responde por 28% das retiradas estimadas. O uso da água para dessedentação animal e abastecimento industrial são pouco expressivos na bacia.

Ampliando-se esta análise sobre o cadastro de outorgas do IGAM, verifica-se a existência de outras intervenções sobre os recursos hídricos, que podem não estar vinculados a usos da água. O cadastro de outorga analisado compõe-se de dois bancos de dados disponíveis, até 2008 e para os anos de 2009 a 2013.

Pelos dados do IGAM, as outorgas concentram-se em abastecimento público, consumo industrial e irrigação, sendo que os dois primeiros são usos de vazões normalmente mais baixas do que o último. O cadastro utilizado não permite analisar com precisão as vazões outorgadas.

Quanto às outorgas de água subterrânea, estas são dominadas por dois usos: consumo industrial e lavagem de veículos, coerente com baixas vazões específicas. Com relação à espacialização dos usos outorgados as outorgas na UPGRH Manhauçu indica o predomínio das outorgas para irrigação e abastecimento humano.

No que tange aos usos da água na UPGRH PIRANGA, considerando-se os 4 rios principais que a compõe e ainda as áreas incrementais, o consumo humano é responsável pela retirada de 33% da água. A irrigação retira 31%, as indústrias, 25% e a dessedentação animal, 11%.

O abastecimento público, o consumo industrial, a irrigação e a lavagem de veículos são os usos consultivos com maior número de outorgas. A extração mineral é a finalidade não relacionada ao consumo de água com mais processos de outorga. Entre os usos da água subterrânea, abastecimento humano, consumo industrial, consumo humano direto, dessedentação de animais e lavagem de veículo são os mais importantes, em relação à quantidade de processos de outorga.

A área irrigada é pouco significativa na UPGRH PIRANGA, com 6,5% dos estabelecimentos apresentando algum tipo de irrigação, mas ocupando apenas 1,3% da área rural total. O método com a maior área irrigada é a aspersão (65% da área), seguido de outros métodos de irrigação (22%). Cerca de 11% da área irrigada não foi identificada pelo Censo Agropecuário de 2006. O município com maior área irrigada é Urucânia (2.271 ha, ou 19% de toda área irrigada da UPGRH).

Sobre os usos da água na UPGRH PIRACICABA é predominante o abastecimento industrial, que corresponde a 51% do total de retiradas estimadas. Esta unidade corresponde a 50% da demanda total do abastecimento industrial estimada para a bacia do rio Doce, com retirada de 2,477 m³/s. O uso de irrigação e a dessedentação animal são pouco expressivos na bacia. A geração de energia, com os aproveitamentos hidrelétricos é um uso destacado na UPGRH em relação ao total da bacia do rio Doce.

No Mapa Hidrogeológico e Vazão dos Poços (Volume de Mapeamento Temático) os pontos de captações dos principais usos cadastrados foram obtidos pelo IGAM e pela ANA até o ano de 2013. Em toda a área do estudo verificou-se 336 usos outorgados até 2013.

Próximos a rodovia foram identificados dois pontos de captação, um no município de Abre Campo e o outro no município de Bela Vista de Minas. Em Abre Campo, a captação de água para o abastecimento público fica no rio Santana, através de um barramento realizado no curso hídrico. A captação e abastecimento é realizado pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAA, que abastece cerca de 6.000 pessoas no perímetro urbano do município. Ainda, o SAA não possui outra fonte de captação para abastecimento urbano, o que torna a situação crítica. O barramento fica a cerca de 65 metros da rodovia no Km 93+500, coordenadas UTM 23k 764.481E, 7.751.912N, em cota mais baixa e com uma área de drenagem que abrange desse ponto até o km 85, conforme a Figura 5.96.

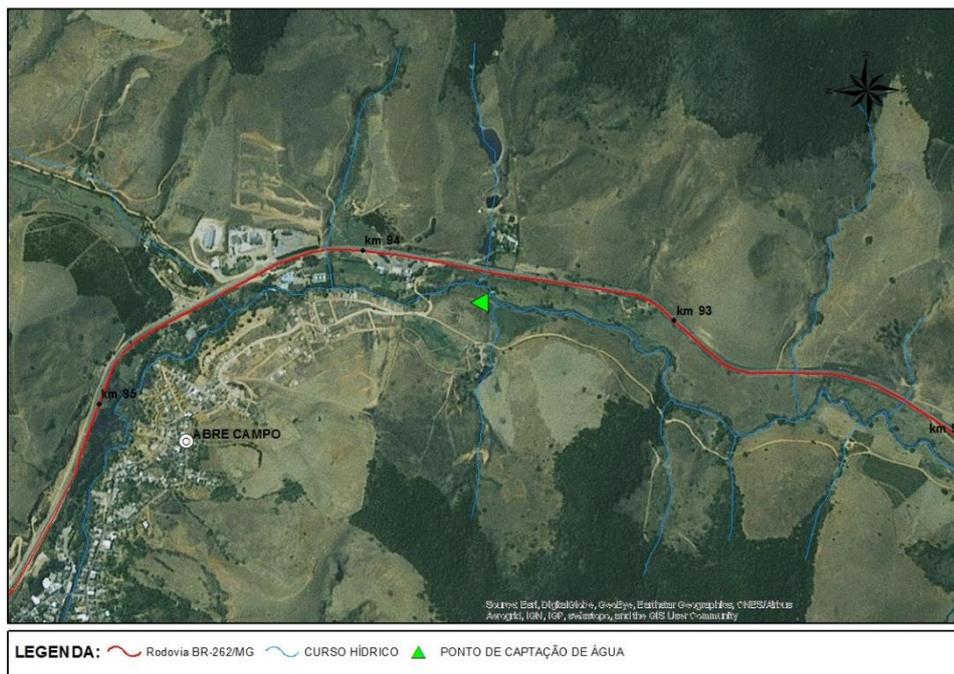


Figura 5.96 - Ponto de captação de água para abastecimento da cidade de Abre Campo.

Outro ponto de captação de água para abastecimento público identificado está nas proximidades do km 194+200, coordenadas UTM 23k 699.885E, 7.803.002N, no município de Bela Vista de Minas. A água é captada no Córrego Jambo, e abastece uma população de aproximadamente 10.000 pessoas da zona urbana do município. A captação e o abastecimento é de responsabilidade da Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA. A captação fica a cerca de 200 metros da rodovia, em cota mais baixa e com uma área de drenagem interceptada pela rodovia que se expande até as proximidades do km 190, sendo considerada toda essa área como crítica, conforme a Figura 5.97.

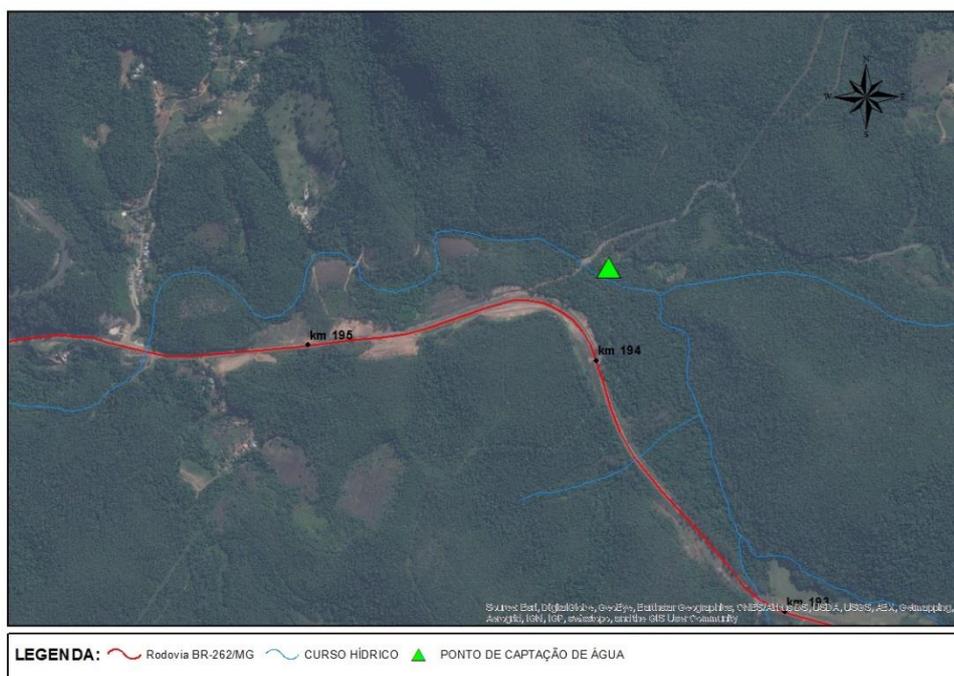


Figura 5.97 - Ponto de captação de água para abastecimento público da cidade de Bela Vista de Minas

5.1.7 Qualidade do Ar

A qualidade do ar pode variar em função das características das fontes de emissão de poluentes, do tipo e da quantidade de poluente emitida, bem como das condições climáticas. Os parâmetros meteorológicos de uma determinada região atuam, simultaneamente, no transporte, dispersão e/ou concentração dos níveis de poluição local.

As rodovias e estradas se caracterizam por serem fontes lineares, e não pontuais, de poluição atmosférica, representadas pela queima de combustíveis fósseis nos motores de veículos que transitam pela via. Minas Gerais possui a segunda maior frota de veículos do país e é o segundo Estado com maior número de indústrias. Dos 853 municípios, somente 7 possuem estações de monitoramento da qualidade do ar, os quais juntos, possuem 4.166.259 habitantes, uma frota de 2.327.683 veículos e 10.437 indústrias (Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2014).

O monitoramento da qualidade do ar em Minas Gerais teve início no ano de 2001, na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Atualmente, o monitoramento no Estado é realizado nas seguintes localidades: Belo Horizonte, Betim, Contagem, Ibité, Ipatinga, Itabira e Paracatu. Os parâmetros monitorados visam estabelecer as emissões relacionadas aos grandes centros urbanos, associadas, sobretudo, às emissões automotivas.

Cada uma das estações de monitoramento é composta por sensores meteorológicos e por analisadores contínuos, que geram informações sobre gases e partículas e. São medidas a quantidade de diferentes compostos químicos, além da temperatura, velocidade e direção do vento, umidade, radiação solar, pressão e chuva. Os parâmetros monitorados são: Dióxido de Enxofre (SO₂), Óxidos de Nitrogênio (NO+NO₂), Monóxido de Carbono (CO), Ozônio (O₃). Essas estações fixas compõem a Rede Automática de Monitoramento e operam

com analisadores que fazem a coleta e análise dos poluentes e fatores meteorológicos simultaneamente, obtendo-se as médias horárias dos poluentes.

Além das emissões veiculares, que são móveis, existem as fontes fixas de emissão de poluentes, que apesar do seu grande potencial de impacto ao meio ambiente, especialmente na qualidade do ar de uma área ou região, são de mais fácil controle, existindo atualmente uma gama de tecnologias de mitigação disponíveis, e que vem sendo aplicadas, em sua grande maioria, quando do licenciamento ambiental das atividades impactantes.

Considerando a predominância das indústrias de aço no entorno da BR-262/MG, nos municípios inseridos no corredor de estudo, de acordo com o Instituto Aço Brasil (2012), atualmente, atende-se ao padrão legal de qualidade do ar em todas as localidades onde há uma usina siderúrgica em operação. Cabe ressaltar que a qualidade do ar no entorno das plantas é muitas vezes melhor do que os resultados de qualidade do ar de grandes centros, tais como: Brasília, São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte.

5.1.7.1 Resultados do Monitoramento na RMBH de 2001 a 2011

Nove estações avaliam o ar da RMBH. São três em Belo Horizonte (Praça Rui Barbosa, Avenida Amazonas e Aeroporto Carlos Prates), três em Betim (bairros Jardim das Alterosas, Petrovale e Centro Administrativo), duas em Ibirité (bairros Cascata e Piratininga) e uma em Contagem (Praça Tancredo Neves).

Os registros das concentrações de poluentes do ar da RMBH, de 2001 a 2011 estão compilados no 1º diagnóstico da rede de monitoramento da qualidade do ar no Brasil, elaborado pelo Instituto de Energia e Meio Ambiente, em abril 2014. Os resultados, considerando a concentração dos poluentes, são brevemente apresentados a seguir:

5.1.7.1.1 Partículas inaláveis - MP10

Considerando as séries médias anuais, observa-se que, para o período de estudo, o material particulado ultrapassou o limite máximo estabelecido pelo CONAMA, de 50µg/m³, na estação SAFRAN/Centro Administrativo, em 2007, 2008, 2010 e 2011, bem como, na Praça Rui Barbosa (em 2011). Alcançando ainda, concentrações muito próximas ao limite no bairro Jardim das Alterosas.

5.1.7.1.2 Dióxido de Enxofre - SO₂

Na análise do SO₂, observou-se que, considerando as séries médias anuais esse poluente atendeu aos padrões primários e secundários previsto na legislação brasileira.

5.1.7.1.3 Dióxido de Nitrogênio – NO₂

Por meio das séries médias anuais do NO₂ apresentadas, observou-se que os níveis do dióxido de nitrogênio, permaneceram dentro do limite previsto pela Resolução CONAMA nº 03/1990.

5.1.7.1.4 Monóxido de Carbono - CO

Verificou-se que as concentrações máximas horárias de CO no período mensurado atendem aos padrões de qualidade do ar previsto na Resolução CONAMA nº 03/1990.

5.1.7.1.5 Ozônio - O₃

No que diz respeito ao o ozônio, observou-se que as concentrações máximas horárias ultrapassaram os padrões de qualidade do ar previstos na Resolução CONAMA nº 03/1990, e que desde 2004 a concentração de O₃ vem aumentando.

5.1.7.1.6 Resultados do monitoramento na RMBH em 2014

Quanto ao material particulado, que inclui fuligem, poeira, fumaça e detrito suspenso no ar, apenas uma estação registrou queda na média anual.

As estações localizadas no Aeroporto Carlos Prates e no Centro Administrativo de Betim foram as que registraram maior aumento de material particulado. Na primeira, o valor máximo alcançou a marca de 157,8 µg/m³ no último ano, quase o dobro do recorde de 2009, de 82,7. Na média anual, o aumento foi de 24,8 para 25,3 µg/m³. O limite diário estabelecido pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) é de 150 µg/m³ e de 50, na média anual. Já a OMS é ainda mais restritiva e estabelece um teto de 20 µg/m³ anualmente.

Em Betim, o índice máximo chegou a 155,7 µg/m³. O limite diário foi ultrapassado em 56 dias no ano, seis vezes a mais do que o permitido pela OMS. No local, a média anual de material particulado aumentou 106%, de 29,1 µg/m³, em 2009, para 60, no ano passado.

"O aumento da poluição é atribuído ao aumento da frota de veículos, à verticalização da cidade e à qualidade ruim de combustíveis", diz o presidente do Departamento de Pneumologia da Associação Médica de Minas Gerais, Maurício Góes.

Os dados chamam a atenção para o ozônio, um dos poluentes mais nocivos. Em 2010, as amostragens em todas as estações na RMBH superaram o limite de 160 µg/m³ diário (valor estabelecido pelo Conama), com exceção da cabine do Centro Administrativo de Betim.

Índices medidos pelas estações de monitoramento da prefeitura de Belo Horizonte mostram que a qualidade vem se mantendo insatisfatória. Classificado como regular e inadequado na maior parte do mês de outubro, o ar da capital pode trazer sérios riscos à saúde, sobretudo de crianças, idosos e de pessoas com problemas respiratórios e cardíacos

(<http://www.hojeemdia.com.br/horizontes/qualidade-do-ar-melhora-em-bh-mas-ainda-e-insatisfatoria-1.277390> noticiado em 24/10/2014, acesso em 08/12).

5.1.7.2 Duplicação da BR-262/MG e Implicações Sobre a Qualidade do AR nos Municípios

A BR-262/MG recebe um intenso fluxo de veículos, automotores e de carga. No entanto, por não haverem condições de suporte deste fluxo, o tráfego em diversos trechos é marcado por filas, pontos de congestionamento, trechos de baixa velocidade devida ao tráfego de veículos pesados e acidentes.

Verifica-se que as condições atuais do tráfego na rodovia podem refletir negativamente na qualidade do ar, especialmente nestes pontos, onde existe um maior número de veículos concentrados por maior tempo, queimando combustível, emitindo gases, à baixa velocidade, dificultando a dispersão dos poluentes.

A duplicação da rodovia propiciará uma maior fluidez do trânsito, com respectivo aumento da velocidade do tráfego, já que os veículos pesados poderão transitar pela pista da direita, permitindo a livre passagem dos veículos e a redução das filas e congestionamentos. Com isso, haverá maior possibilidade de dispersão dos gases emitidos, pela não concentração de um grande número de veículos em determinados pontos. A duplicação aumentará a capacidade de serviço da rodovia, por apresentar melhores condições de segurança e infraestrutura adequada com relação à sinalização, melhoramento na geometria e rampas, pavimentação, entre outros. Desta forma, o tráfego não exercerá qualquer influência na qualidade do ar, sendo que a dispersão dos gases e a não concentração da poluição serão favorecidos com as melhorias do novo leito estradal.

Assim, conclui-se que o tráfego de veículo atual na rodovia BR-262/MG tende a ter a emissão reduzida com sua duplicação, mas em termos das emissões das fontes citadas não exerce alteração do quadro geral atual. Portanto, toda e qualquer medição nas proximidades de João Monlevade apresentarão alterações, podendo-se afirmar que a qualidade do ar já foi prejudicada pelo polo siderúrgico, situação diferente do trecho em direção ao estado do Espírito Santo, onde não há fontes dessa monta.

Com base nos dados comentados, que são atuais e consistentes, pode-se constatar que a qualidade do ar na região de certa forma já está comprometida. A coleta de dados junto a região de João Monlevade só vai confirmar essa situação, uma vez que o histórico da problemática da qualidade do ar da região está calcado no polo siderúrgico, que vem travando debate e defesa constante com o Ministério Públicos Federal e Estadual, agências reguladoras e órgãos de fiscalização, procurando se adequar aos padrões legais brasileiros, mas muito longe dos padrões da OMS.

5.1.8 Ruído

O som é resultante da variação da pressão ou da velocidade de moléculas em um fluido e é uma forma de energia que é transmitida pela colisão dessas moléculas (GERGES, 1992). A diferença entre som e ruído está atrelada às características dos sons emitidos, em relação a seu receptor. Sons tornam-se ruídos quando são desagradáveis ou indesejáveis ao receptor, conferindo a essa propriedade um caráter bastante subjetivo, dependendo de cada indivíduo, sua formação sociocultural e seu estado emocional.

Os ruídos de uma forma geral podem ser classificados em três tipos:

- Ruídos Contínuos: são aqueles que apresentam uma pequena variação na intensidade sonora em função do tempo. São característicos de motores elétricos das geladeiras, ventiladores, compressores etc;
- Ruídos Impulsivos: são aqueles que apresentam alto nível de intensidade sonora em períodos curtos de tempo. São característicos de explosões e impactos, como rebiteadeiras, britadeiras, martelotes pneumáticos etc;
- Ruídos Flutuantes: são aqueles que apresentam grandes variações na intensidade sonora em função do tempo. São característicos do trânsito de veículos, obras, etc. São considerados os ruídos mais comuns nos sons diários das áreas urbanas.

Cabe ressaltar que a Resolução CONAMA 01/90 estabelece o seguinte:

Artº I – A emissão de ruídos, em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política, obedecerá, no interesse da saúde, do sossego público, aos padrões, critérios e diretrizes estabelecidos nesta Resolução;

Artº II – São prejudiciais à saúde e ao sossego público, para os fins do item anterior, os ruídos com níveis superiores aos considerados aceitáveis pela Norma NBR 10.151 – Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

Dessa forma, o empreendimento rodoviário em estudo apresenta uma fonte emissora de ruído sobre as comunidades, o tráfego de veículos. No intuito de mensurar os ruídos emitidos foram realizadas 26 medições em 17 pontos ao longo do trecho em questão. A seguir, apresenta-se a metodologia utilizada para a medição, a descrição dos pontos selecionados, os resultados obtidos e a consideração final da avaliação.

5.1.8.1 Metodologia Utilizada

O método utilizado para a medição de ruídos segue a Norma NBR 10.151 – Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

O método de avaliação utiliza as medições do nível de pressão sonora equivalente (L_{eq}), em decibéis ponderados em “A”, comumente chamado de dB(A). De acordo com a norma, o nível de pressão sonora equivalente é obtido a partir do valor médio quadrático da pressão sonora (com ponderação A), referente a todo intervalo de medição. Em outras palavras, o “ L_{eq} ” corresponde ao nível constante que possui a mesma quantidade de energia que o conjunto de níveis variáveis da fonte sonora medida (Figura 5.98). A sua determinação é realizada a partir da equação normalizada:

$$L_{eq} = 10. \log \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n 10^{L_i/10} \right)$$

Onde:

- T = tempo;
- L = nível de pressão sonora medido em dB(A), lido em resposta rápida (fast) a cada 5 s, durante o tempo de medição do ruído;
- n = número total de leituras.



Figura 5.98: Nível de som equivalente contínuo em relação ao nível flutuante de som. Fonte: Fernandes (2005).

Ainda, segundo a norma NBR, “as medições devem ser efetuadas em pontos afastados aproximadamente 1,2 m do piso e pelo menos 2 m de quaisquer outras superfícies refletoras, como muros, paredes etc. Na impossibilidade de atender alguma destas recomendações, a descrição da situação medida deve constar no relatório”.

O tempo de medição foi de 15 minutos para cada ponto selecionado. Os dados obtidos foram corrigidos e avaliados, quando necessários, conforme o item 5.4 – Correções para ruídos com características especiais, e o item 6 – Avaliação do ruído, Norma NBR 10.151.

O método de avaliação do ruído baseia-se em uma comparação entre o nível de pressão sonora medido em campo e o Nível de Critério de Avaliação (NCA), estabelecido conforme o quadro a seguir.

QUADRO 5.16: NÍVEL CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO (NCA) PARA AMBIENTES EXTERNOS, EM DB(A).

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: ABNT, NBR 10151.

5.1.8.2 Equipamentos Utilizados para Medição de Ruídos

Os equipamentos utilizados para o levantamento de ruídos foram um medidor de pressão sonora da marca Delta OHM, modelo HD2010UC e um calibrador, também da marca Delta OHM, modelo HD2020, conforme a Figura 5.99.



Figura 5.99 - Medidor de pressão sonora HD2010UC e calibrador HD2020.

Esses equipamentos atendem as seguintes normas:

- Sonómetro classe 1 segundo IEC 61672-1 de 2002 (Certificado de conformidade I.E.N. n. 37312-01C), IEC 60651 e IEC 60804 (apresenta o nível de pressão sonora ponderado em “A” Leq);
- Filtros de oitava e de terço de oitava classe 1 segundo IEC 61260;
- Microfone conforme IEC 61094-4;
- Calibrador acústico classe 1, IEC 61094-1 IEC 61094-4.

5.1.8.3 Pontos de Medição

Os pontos selecionados para avaliar e mensurar o impacto dos ruídos gerados pela rodovia sobre as comunidades seguiram a premissa de estarem localizados em áreas urbanizadas e que se desenvolveram ao entorno da rodovia. Ainda, os locais que apresentaram unidades de ensino (escolas, faculdades, etc.) e unidades de saúde (clínicas, postos de saúde, hospitais, etc.) foram observados e considerados como pontos críticos para a medição.

Locais que apresentaram somente comércios e/ou indústrias não foram considerados para o levantamento, uma vez que o foco de estudo foram as áreas que possuíam, algum uso domiciliar, unidades de ensino ou unidades de saúde. As medições ocorreram nos períodos matutino, vespertino e noturno.

Todos os pontos selecionados estão descritos no QUADRO 5.17, a seguir:

QUADRO 5.17: DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGENS COM AS SUAS RESPECTIVAS COORDENADAS UTM (SIRGAS2000).

Ponto	KM	Dia	Município/Distrito	Coordenadas UTM		Descrição do local
				X	Y	
01	0	15/10/14	Pequiá	24L 209793	7755454	Perímetro urbano de ocupação mista, predominantemente residencial, próximo à rodovia.
02	15+160	15/10/14	Martins Soares	24L 199523	7757079	Perímetro urbano de ocupação mista, predominantemente residencial, lindeiro a rodovia.
03	29+160	15/10/14	Reduto	24L 188340	7758313	Perímetro urbano de ocupação mista, predominantemente residencial.
04	34+670	15/10/14 e 14/10/14	Manhuaçu	23K 810235	7757318	Perímetro urbano do município, com ocupação mista e desordenada, contendo residências, comércio, o Colégio Tiradentes da Polícia Militar de Minas Gerais – CTPM, a Fundação Hemominas (Hemocentro), a Sociedade São Vicente de Paulo (Asilo) e a Unidade de Pronto Atendimento – UPA
05	34+860	15/10/14 e 14/10/14	Manhuaçu	23K 809269	7755658	Perímetro urbano de ocupação mista, predominantemente residencial, ao entorno da rodovia.
06	35+220	15/10/14 e 14/10/14	Manhuaçu	23K 809873	7756937	Perímetro urbano de ocupação mista, predominantemente residencial, ao entorno da rodovia.
07	36+290	15/10/14 e 14/10/14	Manhuaçu	23K 809512	7756702	Perímetro urbano de ocupação mista, predominantemente residencial, ao entorno da rodovia.
08	36+920	15/10/14 e 14/10/14	Manhuaçu	23K 809204	7755676	Perímetro urbano de ocupação mista, predominantemente residencial, ao entorno da rodovia.
09	38+420	15/10/14 e 14/10/14	Manhuaçu	23K 808258	7755521	Perímetro urbano de ocupação mista, comercial do lado esquerdo e residencial do lado direito da rodovia. A junção do local configura-se como de vocação comercial.
10	51+370	12/10/14	Realeza	23K 797759.	7758629	Perímetro urbano, predominantemente comercial as margens da rodovia BR-262/MG. Junção entre as rodovias BR-116 e BR-262/MG, na qual atravessam todo o perímetro urbano paralelamente
11	56+600	12/10/14	Santo Amaro de Minas	23K 793826	7755976	Perímetro urbano de ocupação mista, predominantemente residencial, ao entorno da rodovia.
12	56+800	12/10/14	Santo Amaro de Minas	23K 793652	7755972	Perímetro urbano de ocupação mista, predominantemente residencial, ao entorno da rodovia.

Ponto	KM	Dia	Município/Distrito	Coordenadas UTM		Descrição do local
				X	Y	
13	95+500	08/10/14	Abre Campo	23K 763485	7753612	Perímetro urbano de ocupação mista, predominantemente residencial e em cima dos taludes de corte da implantação do rodovia.
14	95+860	08/10/14 e 09/10/14	Abre Campo	23K 763169	7753768	Entrada principal do município com o Asilo Lar Sant'Anna ao lado esquerdo da rodovia.
15	116+510	08/10/14 e 09/10/14	Rio Casca	23K 748774	7761259	Perímetro urbano de ocupação mista, predominantemente residencial, ao entorno da rodovia.
16	119+000	08/10/14 e 09/10/14	Rio Casca	23K 746120	7762920	Perímetro urbano de ocupação mista, predominantemente comercial, ao entorno da rodovia e na rua aos fundos do comercio predominantemente residencial.
17	172+210	08/10/14	Vargem Linda	23K 715919	7793445	Perímetro urbano de ocupação mista, predominantemente residencial, entrada principal e próximo da rodovia.

5.1.8.4 Resultados Obtidos

Os resultados obtidos nas medições de ruídos sobre as comunidades estão descritos por município/ distritos, conforme os subitens a seguir.

5.1.8.4.1 Ponto 01 – Município de Pequiá/ES

O Ponto 01 está localizado próximo ao início do trecho, Km 0. O mesmo foi considerado por estar dentro da área de influência da rodovia. A localidade possui um núcleo urbanizado, em sua maioria residências, do lado direito da rodovia e separado pelo rio José Pedro, conforme visualizado na Figura 5.100.

A medição ocorreu no dia 15/10/14, no período vespertino, das 15h20min até às 15h35min. O tempo apresentou-se coberto, sem chuva e com ventos fracos, sem causar interferências na medição. As fontes de ruído perceptíveis no momento da medição foram uma revoada de pássaros e o tráfego de carros e caminhões pela rodovia, no qual se apresentou moderado. O medidor de pressão sonora foi posicionado a 60 metros do eixo rodoviário, 5 metros abaixo da pista e a 2 metros do muro de uma residência, de forma a possibilitar uma melhor avaliação dos ruídos sobre as comunidades impactadas.

O ruído medido, com as devidas correções, foi de 56 decibéis. Devido à conjuntura de ocupação urbana local, este ponto ficou definido como área mista, predominantemente residencial, com o NCA de 55 decibéis. Dessa forma, o ruído ficou 1 decibel acima do limite estabelecido para a localidade. Para um melhor entendimento, os dados obtidos estão descritos no quadro a seguir.

QUADRO 5.18: DADOS LEVANTADOS EM CAMPO PARA A AVALIAÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 01

Medição	Dia	KM	Horário de medição		Leq (A)	NCA	Dist. Eixo	Descrição das fontes de ruído
			Início	Final				
01	15/10	0	15:20	15:35	56dB	55dB	60m	Tráfego moderado de carros e caminhões e revoada de pássaros.



Figura 5.100: Vista da rodovia BR 262, próximo ao Km 0.



Figura 5.101: Medidor de pressão sonora posicionado próximo as residências.

5.1.8.4.2 Ponto 02 – Município de Martins Soares/MG

O Ponto 02 está localizado no Km 15+160, dentro do perímetro urbano do Município de Martins Soares. O seu desenvolvimento urbano aconteceu para áreas afastadas da rodovia, sendo uma pequena área - com ocupação predominantemente residencial - lindeira com a rodovia.

A medição ocorreu no dia 15/10/14, no período vespertino, das 13h00min até às 13h15min. O tempo apresentou-se coberto, sem chuva e com ventos fracos, sem causar interferências na medição. A fonte de ruído perceptível no momento da medição foi o tráfego de carros e caminhões pela rodovia, no qual se apresentou moderado. O medidor de pressão sonora foi posicionado a 30 metros do eixo rodoviário, 1,5 metro abaixo da pista e a 3 metros do muro de uma residência, de forma a possibilitar uma melhor avaliação dos ruídos sobre as comunidades impactadas.

O ruído medido, com as devidas correções, foi de 55 decibéis. Devido à conjuntura de ocupação urbana local, este ponto ficou definido como área mista, predominantemente residencial, com o NCA de 55 decibéis. Dessa forma, o ruído ficou dentro do limite estabelecido para a localidade.

Para um melhor entendimento, os dados obtidos estão descritos no quadro a seguir.

QUADRO 5.19: DADOS LEVANTADOS EM CAMPO PARA A AVALIAÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 02

Medição	Dia	KM	Horário de medição		Leq (A)	NCA	Dist. Eixo	Descrição das fontes de ruído
			Início	Final				
02	15/10/14	15+160	13:00	13:15	55 dB	55 dB	30 m	Tráfego moderado e carro e caminhões.



Figura 5.102: Vista da comunidade avaliada, medidor de pressão sonora posicionado para a medição dos impactos sonoros sobre a comunidade.



Figura 5.103: Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre a comunidade.

5.1.8.4.3 Ponto 03 – Município de Reduto/MG

O Ponto 03 está localizado no Km 29+160. Sua localidade está inserida no perímetro urbano do Município de Reduto, no qual vem se desenvolvendo para áreas afastadas da rodovia, sendo uma pequena área - com ocupação predominantemente residencial -, sobre a influência da mesma. Cabe mencionar, que a pista da rodovia passa sobre a área urbana do município, através de um viaduto, conforme visualizado na Figura 5.105.

A medição ocorreu no dia 15/10/14, no período matutino, das 10h20min até às 10h35min. O tempo apresentou-se aberto, sem chuva e sem ventos, sem causar interferências na medição. As fontes de ruído perceptíveis no momento da medição foram o tráfego local, as atividades comerciais e residenciais locais e o do tráfego de carros e caminhões pela rodovia, no qual se apresentou pouco a moderado. O medidor de pressão sonora foi posicionado a 30 metros do eixo rodoviário, 30 metro abaixo da pista e a 2 metros do muro de uma residência, de forma a possibilitar uma melhor avaliação dos ruídos sobre as comunidades impactadas.

O ruído medido, com as devidas correções, foi de 61 decibéis. Devido à conjuntura de ocupação urbana local, este ponto ficou definido como área mista, predominantemente residencial, com o NCA de 55 decibéis. Dessa forma, o ruído ficou 6 decibéis acima do limite estabelecido para a localidade, conforme o quadro a seguir.

QUADRO 5.20: DADOS LEVANTADOS EM CAMPO PARA A AVALIAÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 03

Medição	Dia	KM	Horário de medição		Leq (A)	NCA	Dist. eixo	Descrição das fontes de ruído
			Início	Final				
03	15/10/14	29+160	10:10	10:35	61 dB	55 dB	30 m	Tráfego pouco a moderado e carro e caminhões, tráfego local e atividades comerciais e residenciais locais.



Figura 5.104: Vista da comunidade avaliada, medidor de pressão sonora posicionado para a medição dos impactos sonoros sobre a comunidade.



Figura 5.105: Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre a comunidade.

5.1.8.4.4 Pontos 04, 05, 06, 07, 08 e 09 – Município de Manhuaçu/MG

O perímetro urbano do Município de Manhuaçu se desenvolveu ao entorno da rodovia em questão, perfazendo uma extensão aproximada de sete quilômetros. Dessa forma, percebeu-se a necessidade realizar medições em seis pontos distintos, no intuito de melhor representar os ruídos rodoviários sobre a comunidade local.

O Ponto 04 está localizado no Km 34+670, perímetro urbano do município, com ocupação mista e desordenada, contendo residências, comércio, o Colégio Tiradentes da Polícia Militar de Minas Gerais – CTPM, a Fundação Hemominas (Hemocentro), a Sociedade São Vicente de Paulo (Asilo) e a Unidade de Pronto Atendimento – UPA. Neste ponto ocorreram duas medições, a primeira no dia 14/10/14, das 16h05min até as 16h20min, e a segunda no dia 15/10/14, das 02h00min às 02h15min.

Na primeira medição (dia 14/10/14), o tempo apresentou-se ensolarado, sem chuva e sem ventos. Durante as medições foi percebido que, além dos ruídos emitidos pelo tráfego de carros e caminhões da rodovia, o tráfego local e as atividades comerciais também contribuíram para o ruído medido nesta localidade. O medidor de pressão sonora foi posicionado a 50 metros do eixo rodoviário, a 3 metros abaixo da pista e a 2 metros do muro do Colégio e a 4 metros da entrada da Hemominas, de forma a possibilitar uma melhor avaliação dos ruídos sobre as comunidades impactadas.

O ruído medido, com as devidas correções, foi de 61 decibéis. Devido à presença das unidades de ensino e de saúde, este ponto ficou definido como área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas, com o NCA de 50 decibéis. Dessa forma, o ruído ficou 11 decibéis acima do limite estabelecido para a localidade.

Na segunda medição (dia 15/10/14), o tempo apresentou-se sem chuva e sem ventos. A fonte de ruído perceptível no momento da medição foi somente o do tráfego de carros e caminhões pela rodovia, no qual apresentou pouco tráfego. O medidor de pressão sonora foi posicionado a 50 metros do eixo rodoviário, a 3 metros abaixo da pista e a 2 metros do muro do Colégio e a 4 metros da entrada da Hemominas, de forma a possibilitar uma melhor avaliação dos ruídos sobre as comunidades impactadas.

O ruído medido, com as devidas correções, foi de 53 decibéis. Devido à presença das unidades de ensino e de saúde, este ponto ficou definido como área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas, com o NCA (noturno) de 45 decibéis. Dessa forma, o ruído ficou 8 decibéis acima do limite estabelecido para a localidade.

QUADRO 5.21: DADOS LEVANTADOS EM CAMPO PARA A AVALIAÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 04.

Medição	Dia	KM	Horário de medição		Leq (A)	NCA	Dist. Eixo	Descrição das fontes de ruído
			Início	Final				
04	14/10/14	34+670	16:05	16:20	61 dB	50 dB	50 m	Tráfego moderado a intenso e carro e caminhões, tráfego local e atividades comerciais e residenciais locais.
05	15/10/14	34+670	02:00	02:15	53 dB	45 dB	50 m	Pouco tráfego e carro e caminhões.



Figura 5.106: Vista da comunidade avaliada, medidor de pressão sonora posicionado para a medição dos impactos sonoros sobre a comunidade.



Figura 5.107: Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre a comunidade.



Figura 5.108: Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários noturnos sobre a comunidade.

O Ponto 05 está localizado no Km 34+860, perímetro urbano com ocupação mista, com maior predominância de residências. Neste ponto ocorreram duas medições, a primeira no dia 14/10/14, das 15h30min até as 15h45min, e a segunda no dia 15/10/14, da 01h40min às 01h55min.

Na primeira medição (dia 14/10/14), o tempo apresentou-se ensolarado, sem chuva e sem ventos. Durante as medições foi percebido os ruídos emitidos pelo tráfego de carros e caminhões da rodovia, tráfego local e atividades comerciais. O medidor de pressão sonora foi posicionado a 15 metros do eixo rodoviário, a 2 metros a cima da pista e a 2 metros da garagem de um edifício residencial, de forma a possibilitar uma melhor avaliação dos ruídos sobre as comunidades impactadas.

O ruído medido, com as devidas correções, foi de 72 decibéis. Devido à conjuntura de ocupação urbana local, este ponto ficou definido como área mista, predominantemente residencial, com o NCA de 55 decibéis. Dessa forma, o ruído ficou 17 decibéis acima do limite estabelecido para a localidade.

Na segunda medição (dia 15/10/14), o tempo apresentou-se sem chuva e sem ventos. A fonte de ruído perceptível no momento da medição foi o tráfego de carros e caminhões pela rodovia, no qual apresentou pouco. O medidor de pressão sonora foi posicionado a 15 metros do eixo rodoviário, a 2 metros a cima da pista e a 2 metros da garagem de um edifício

residencial, de forma a possibilitar uma melhor avaliação dos ruídos sobre as comunidades impactadas.

O ruído medido, com as devidas correções, foi de 65 decibéis. Devido à conjuntura de ocupação urbana local, este ponto ficou definido como área mista, predominantemente residencial, com o NCA (noturno) de 50 decibéis. Dessa forma, o ruído ficou 15 decibéis acima do limite estabelecido para a localidade.

QUADRO 5.22: DADOS LEVANTADOS EM CAMPO PARA A AVALIAÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 05.

Medição	Dia	KM	Horário de medição		Leq (A)	NCA	Dist. Eixo	Descrição das fontes de ruído
			Início	Final				
06	14/10/14	34+670	15:30	15:45	72 dB	55 dB	15 m	Tráfego moderado a intenso e carro e caminhões, tráfego local e atividades comerciais e residenciais locais.
07	15/10/14	34+670	01:40	01:55	65 dB	50 dB	15 m	Pouco tráfego e carro e caminhões.



Figura 5.109: Vista da comunidade avaliada, medidor de pressão sonora posicionado para a medição dos impactos sonoros sobre a comunidade.



Figura 5.110: Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre a comunidade



Figura 5.111: Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários noturnos sobre a comunidade

O Ponto 06 está localizado no Km 35+220, perímetro urbano com ocupação mista, com maior predominância de residências. Neste ponto ocorreram duas medições, a primeira no dia 14/10/14, das 14h55min até as 15h10min, e a segunda no dia 15/10/14, das 01h20min às 01h35min.

Na primeira medição (dia 14/10/14), o tempo apresentou-se ensolarado, sem chuva e sem ventos. Durante as medições foi percebido os ruídos emitidos pelo tráfego de carros e caminhões da rodovia, tráfego local e atividades urbanas. O medidor de pressão sonora foi posicionado a 25 metros do eixo rodoviário, a 1,5 metro abaixo da pista e a 2 metros da garagem de uma residência, de forma a possibilitar uma melhor avaliação dos ruídos sobre as comunidades impactadas. O ruído medido, com as devidas correções, foi de 65 decibéis. Devido à conjuntura de ocupação urbana local, este ponto ficou definido como área mista, predominantemente residencial, com o NCA de 55 decibéis. Dessa forma, o ruído ficou 10 decibéis acima do limite estabelecido para a localidade.

Na segunda medição (dia 15/10/14), o tempo apresentou-se sem chuva e sem ventos. A fonte de ruído perceptível no momento da medição foi somente o tráfego de carros e caminhões pela rodovia, no qual apresentou pouco tráfego. O medidor de pressão sonora foi posicionado a 25 metros do eixo rodoviário, a 1,5 metro abaixo da pista e a 2 metros da garagem de uma residência, de forma a possibilitar uma melhor avaliação dos ruídos sobre as comunidades impactadas.

O ruído medido, com as devidas correções, foi de 59 decibéis. Devido à conjuntura de ocupação urbana local, este ponto ficou definido como área mista, predominantemente residencial, com o NCA (noturno) de 50 decibéis. Dessa forma, o ruído ficou 9 decibéis acima do limite estabelecido para a localidade.

QUADRO 5.23: DADOS LEVANTADOS EM CAMPO PARA A AVALIAÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 06.

Medição	Dia	KM	Horário de medição		Leq (A)	NCA	Dist. Eixo	Descrição das fontes de ruído
			Início	Final				
08	14/10/14	35+220	14:55	15:10	65 dB	55 dB	25 m	Tráfego moderado a intenso e carro e caminhões, tráfego local e atividades residenciais locais.
09	15/10/14	35+220	01:20	01:35	59 dB	50 dB	25 m	Pouco tráfego e carro e caminhões.



Figura 5.112: Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários noturnos sobre a comunidade.



Figura 5.113: Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre a comunidade.



Figura 5.114: Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários noturnos sobre a comunidade.

O Ponto 07 está localizado no Km 36+290, perímetro urbano com ocupação mista, predominantemente residencial. Neste ponto ocorreram duas medições, a primeira no dia 14/10/14, das 10h40min até as 10h55min, e a segunda no dia 15/10/14, da 01h00min às 01h15min.

Na primeira medição (dia 14/10/14), o tempo apresentou-se ensolarado, sem chuva e sem ventos. Durante as medições foi percebido os ruídos emitidos pelo tráfego de carros e caminhões da rodovia, do tráfego local e atividades urbanas. O medidor de pressão sonora foi posicionado a 10 metros do eixo rodoviário, a 8 a cima da pista e a 3 metros de uma residência, de forma a possibilitar uma melhor avaliação dos ruídos sobre as comunidades impactadas.

O ruído medido, com as devidas correções, foi de 67 decibéis. Devido à conjuntura de ocupação urbana local, este ponto ficou definido como área mista, predominantemente residencial, com o NCA de 55 decibéis. Dessa forma, o ruído ficou 12 decibéis acima do limite estabelecido para a localidade.

Na segunda medição (dia 15/10/14), o tempo apresentou-se sem chuva e sem ventos. A fonte de ruído perceptível no momento da medição foi somente o do tráfego de carros e caminhões pela rodovia, no qual apresentou pouco tráfego. O medidor de pressão sonora foi posicionado a 10 metros do eixo rodoviário, a 8 a cima da pista e a 3 metros de uma residência, de forma a possibilitar uma melhor avaliação dos ruídos sobre as comunidades impactadas.

O ruído medido, com as devidas correções, foi de 58 decibéis. Devido à conjuntura de ocupação urbana local, este ponto ficou definido como área mista, predominantemente residencial, com o NCA (noturno) de 50 decibéis. Dessa forma, o ruído ficou 8 decibéis acima do limite estabelecido para a localidade, conforme o QUADRO 5.24.

QUADRO 5.24: DADOS LEVANTADOS EM CAMPO PARA A AVALIAÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 07.

Medição	Dia	KM	Horário de medição		Leq (A)	NCA	Dist. Eixo	Descrição das fontes de ruído
			Início	Final				
10	14/10/14	36+290	10:40	10:55	67	55 dB	10 m	Tráfego intenso e carro e caminhões, tráfego local e atividades residenciais locais.
11	15/10/14	36+290	01:00	01:15	58	50 dB	10 m	Pouco tráfego e carro e caminhões.



Figura 5.115: Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre a comunidade.



Figura 5.116: Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre a comunidade.



Figura 5.117: Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários noturnos sobre a comunidade.

O Ponto 08 está localizado no Km 36+920, perímetro urbano com ocupação mista, predominantemente residencial. Neste ponto ocorreram duas medições, a primeira no dia 14/10/14, das 09h30min até as 09h45min, e a segunda no dia 15/10/14, da 0h40min às 0h55min.

Na primeira medição (dia 14/10/14), o tempo apresentou-se ensolarado, sem chuva e sem ventos. Durante as medições foi percebido os ruídos emitidos pelo tráfego de carros e caminhões da rodovia, do tráfego local e atividades urbanas. O medidor de pressão sonora foi posicionado a 60 metros do eixo rodoviário, a 1,8 abaixo da pista e a 4 metros de uma residência, de forma a possibilitar uma melhor avaliação dos ruídos sobre as comunidades impactadas. O ruído medido, com as devidas correções, foi de 61 decibéis. Devido à conjuntura de ocupação urbana local, este ponto ficou definido como área mista,

predominantemente residencial, com o NCA de 55 decibéis. Dessa forma, o ruído ficou 6 decibéis acima do limite estabelecido para a localidade.

Na segunda medição (dia 15/10/14), o tempo apresentou-se sem chuva e sem ventos. A fonte de ruído perceptível no momento da medição foi somente o do tráfego de carros e caminhões pela rodovia, no qual apresentou pouco tráfego. O medidor de pressão sonora foi posicionado a 60 metros do eixo rodoviário, a 2 abaixo da pista e a 4 metros de uma residência, de forma a possibilitar uma melhor avaliação dos ruídos sobre as comunidades impactadas. O ruído medido, com as devidas correções, foi de 54 decibéis. Devido à conjuntura de ocupação urbana local, este ponto ficou definido como área mista, predominantemente residencial, com o NCA (noturno) de 50 decibéis. Dessa forma, o ruído ficou 4 decibéis acima do limite estabelecido para a localidade.

QUADRO 5.25: DADOS LEVANTADOS EM CAMPO PARA A AVALIAÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 08.

Medição	Dia	KM	Horário de medição		Leq (A)	NCA	Dist. Eixo	Descrição das fontes de ruído
			Início	Final				
12	14/10/14	36+920	09:30	09:45	67	55 dB	60 m	Tráfego intenso e carro e caminhões, tráfego local e atividades residenciais locais.
13	15/10/14	36+920	0:40	0:55	58	50 dB	60 m	Pouco tráfego e carro e caminhões.



Figura 5.118: Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários noturnos sobre a comunidade.



Figura 5.119: Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre a comunidade.



Figura 5.120: Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários noturnos sobre a comunidade.

O Ponto 09 está localizado no Km 38+420, perímetro urbano com ocupação mista, predominantemente residencial. Neste ponto ocorreram duas medições, a primeira no dia 14/10/14, das 09h10min até as 09h15min, e a segunda no dia 15/10/14, das 0h20min às 0h35min.

Na primeira medição (dia 14/10/14), o tempo apresentou-se ensolarado, sem chuva e sem ventos. Durante as medições foi percebido os ruídos emitidos pelo tráfego de carros e caminhões da rodovia, do tráfego local e atividades urbanas. O medidor de pressão sonora foi posicionado 6,5 metros do eixo rodoviário e a 2 metros de uma residência, de forma a possibilitar uma melhor avaliação dos ruídos sobre as comunidades impactadas. O ruído medido, com as devidas correções, foi de 74 decibéis. Devido à conjuntura de ocupação urbana local, este ponto ficou definido área mista, com vocação comercial e administrativa, com o NCA de 60 decibéis. Dessa forma, o ruído ficou 14 decibéis acima do limite estabelecido para a localidade.

Na segunda medição (dia 15/10/14), o tempo apresentou-se sem chuva e sem ventos. A fonte de ruído perceptível no momento da medição foi somente o do tráfego de carros e caminhões pela rodovia, no qual apresentou pouco. O medidor de pressão sonora foi posicionado 6,5 metros do eixo rodoviário e a 2 metros de uma residência, de forma a possibilitar uma melhor avaliação dos ruídos sobre as comunidades impactadas. O ruído medido, com as devidas correções, foi de 70 decibéis. Devido à conjuntura de ocupação urbana local, este ponto ficou definido como área mista, predominantemente residencial, com o NCA (noturno) de 55 decibéis. Dessa forma, o ruído ficou 15 decibéis acima do limite estabelecido para a localidade.

QUADRO 5.26: DADOS LEVANTADOS EM CAMPO PARA A AVALIAÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 09.

Medição	Dia	KM	Horário de medição		Leq (A)	NCA	Dist. Eixo	Descrição das fontes de ruído
			Início	Final				
14	14/10/14	38+420	09:10	09:25	74	60 dB	60 m	Tráfego intenso e carro e caminhões, tráfego local e atividades residenciais locais.
15	15/10/14	38+420	0:20	0:35	70	55 dB	60 m	Pouco tráfego e carro e caminhões.



Figura 5.121 - Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários noturnos sobre a comunidade.



Figura 5.122 - Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre a comunidade.



Figura 5.123 - Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários noturnos sobre a comunidade.

5.1.8.4.5 Ponto 10 – Distrito de Realeza – Manhuaçu/MG

O Ponto 10 está localizado no Km 51+370. A localidade possui um perímetro urbano, sendo sua maioria comércio as margens da rodovia BR-262/MG. Ainda, a localidade apresenta a junção entre as rodovias BR-116/MG e BR-262/MG/MG, na qual atravessam todo o núcleo urbano paralelamente.

A medição ocorreu no dia 12/10/14, no período matutino, das 11h05min até às 11h20min. O tempo apresentou-se aberto, sem chuva e sem ventos. A fonte de ruído perceptível no momento da medição foi o tráfego local, o tráfego da rodovia BR-116, as atividades comerciais e o do tráfego de carros e caminhões pela rodovia BR-262/MG, no qual se apresentou pouco a moderado a intenso. O medidor de pressão sonora foi posicionado a 15 metros do eixo rodoviário e a 2 metros do muro de um edifício comercial/residencial, de forma a possibilitar uma melhor avaliação dos ruídos sobre as comunidades impactadas.

O ruído medido, com as devidas correções, foi de 66 decibéis. Devido à conjuntura de ocupação urbana local, este ponto ficou definido como área mista, com vocação comercial e administrativa, com o NCA de 60 decibéis. Dessa forma, o ruído ficou 6 decibéis acima do limite estabelecido para a localidade.

QUADRO 5.27: DADOS LEVANTADOS EM CAMPO PARA A AVALIAÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 10.

Medição	Dia	KM	Horário de medição		Leq (A)	NCA	Dist. eixo	Descrição das fontes de ruído
			Início	Final				
16	12/10/14	51+370	11:05	11:20	66 dB	60 dB	15 m	Tráfego moderado a intenso e carro e caminhões, tráfego BR-116, tráfego local e atividades comerciais e residenciais locais.



Figura 5.124 – Vista da comunidade avaliada, medidor de pressão sonora posicionado para a medição dos impactos sonoros sobre a comunidade.



Figura 5.125 - Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre a comunidade.

5.1.8.4.6 Ponto 11 e 12 – Distrito de Santo Amaro de Minas – Manhuaçu/MG

O perímetro urbano de Santo Amaro de Minas se desenvolveu ao entorno da rodovia em questão, perfazendo uma extensão aproximada de 730 metros. Dessa forma, percebeu-se a necessidade realizar medições em dois pontos distintos, no intuito de melhor representar os ruídos rodoviários sobre a comunidade local.

O Ponto 11 está localizado no Km 56+600, área urbanizada, predominantemente residencial, conforme a Figura 5.126.

A medição ocorreu no dia 12/10/14, no período matutino, das 17h30min até às 17h45min. O tempo apresentou-se aberto, sem chuva e sem ventos. A fonte de ruído perceptível no momento da medição foi o tráfego local, comércio local e o do tráfego de carros e caminhões pela rodovia, no qual se apresentou pouco a moderado. O medidor de pressão sonora foi posicionado a 15 metros do eixo rodoviário e a 10 metros das residências, de forma a possibilitar uma melhor avaliação dos ruídos sobre as comunidades impactadas.

O ruído medido, com as devidas correções, foi de 64 decibéis. Devido à conjuntura de ocupação urbana local, este ponto ficou definido como área mista, predominantemente residencial, com o NCA de 55 decibéis. Dessa forma, o ruído ficou 9 decibéis acima do limite estabelecido para a localidade.

QUADRO 5.28: DADOS LEVANTADOS EM CAMPO PARA A AVALIAÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 11.

Medição	Dia	KM	Horário de medição		Leq (A)	NCA	Dist. Eixo	Descrição das fontes de ruído
			Início	Final				
17	13/10/14	56+600	17:30	17:45	64 dB	55 dB	15 m	Tráfego pouco a moderado de carro e caminhões, tráfego local e atividades comerciais e residenciais locais.



Figura 5.126 – Vista da comunidade avaliada, medidor de pressão sonora posicionado para a medição dos impactos sonoros sobre a comunidade.



Figura 5.127 - Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre a comunidade.

O Ponto 12 está localizado no Km 56+800, área urbanizada, predominantemente residencial, conforme a Figura 5.128. A medição ocorreu no dia 12/10/14, das 17h50min até às 18h05min. O tempo apresentou-se aberto, sem chuva e sem ventos. A fonte de ruído perceptível no momento da medição foi o tráfego local, comércio local e o tráfego de carros e caminhões pela rodovia, no qual se apresentou pouco a moderado. O medidor de pressão sonora foi posicionado a 25 metros do eixo rodoviário e a 3 metros da garagem de uma residência, de forma a possibilitar uma melhor avaliação dos ruídos sobre as comunidades impactadas.

O ruído medido, com as devidas correções, foi de 68 decibéis. Devido à conjuntura de ocupação urbana local, este ponto ficou definido como área mista, predominantemente residencial, com o NCA de 55 decibéis. Dessa forma, o ruído ficou 13 decibéis acima do limite estabelecido para a localidade.

QUADRO 5.29: DADOS LEVANTADOS EM CAMPO PARA A AVALIAÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 12.

Medição	Dia	KM	Horário de medição		Leq (A)	NCA	Dist. Eixo	Descrição das fontes de ruído
			Início	Final				
18	12/10/14	56+880	17:50	18:05	68 dB	55 dB	25 m	Tráfego pouco a moderado de carro e caminhões, tráfego local e atividades comerciais e residenciais locais.



Figura 5.128 – Vista da comunidade avaliada, medidor de pressão sonora posicionado para a medição dos impactos sonoros sobre a comunidade.



Figura 5.129 - Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre a comunidade.

5.1.8.4.7 Ponto 13 e 14 – Município de Abre Campo/MG

O perímetro urbano de Abre Campo se desenvolveu, em parte, ao entorno da rodovia em questão, perfazendo uma extensão aproximada de 800 metros. Ainda, foi percebido as margens da rodovia o Asilo Lar Sant’Anna. Dessa forma, percebeu-se a necessidade realizar medições em dois pontos distintos, no intuito de melhor representar os ruídos rodoviários sobre a comunidade local.

O Ponto 13 está localizado no Km 95+500, perímetro urbano, onde as residências foram construídas em cima dos taludes de corte realizados para a implantação da rodovia.

A medição ocorreu no dia 08/10/14, no período vespertino, das 14h20 min até às 14h35min. O tempo apresentou-se aberto, sem chuva e com ventos fracos, sem causar interferências na medição. A fonte de ruído perceptível no momento da medição foi somente o tráfego de carros e caminhões da rodovia, no qual se apresentou moderado. O medidor de pressão sonora foi posicionado a 12 metros do eixo rodoviário e a 15 metros das residências, de forma a possibilitar uma melhor avaliação dos ruídos sobre as comunidades impactadas.

O ruído medido, com as devidas correções, foi de 72 decibéis. Devido à conjuntura de ocupação urbana local, este ponto ficou definido como área mista, predominantemente residencial, com o NCA de 55 decibéis. Dessa forma, o ruído ficou 17 decibéis acima do limite estabelecido para a localidade.

QUADRO 5.30: DADOS LEVANTADOS EM CAMPO PARA A AVALIAÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 13.

Medição	Dia	KM	Horário de medição		Leq (A)	NCA	Dist. Eixo	Descrição das fontes de ruído
			Início	Final				
19	08/10/14	95+500	14:20	14:35	72 dB	55 dB	15 m	Tráfego moderado de carro e caminhões.



Figura 5.130 – Vista da comunidade avaliada, medidor de pressão sonora posicionado para a medição dos impactos sonoros sobre a comunidade.



Figura 5.131 - Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre a comunidade.

O Ponto 14 está localizado no Km 95+860, perímetro urbano, em frente ao Asilo Lar Sant’Anna. Devido este ponto ser um receptor crítico foram realizadas duas medições, uma diurna e outra noturna.

A medição diurna ocorreu no dia 08/10/14, no período vespertino, das 13h55min até às 14h10min. O tempo apresentou-se aberto, sem chuva e com ventos fracos, sem causar interferências na medição. A fonte de ruído perceptível no momento da medição foi o tráfego de carros e caminhões da rodovia, no qual se apresentou moderado. O medidor de pressão sonora foi posicionado a 12 metros do eixo rodoviário e a 2 metros da cerca do asilo, de forma a possibilitar uma melhor avaliação dos ruídos sobre as comunidades impactadas.

O ruído medido, com as devidas correções, foi de 66 decibéis. Devido à conjuntura de ocupação urbana local, este ponto ficou definido como área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas, com o NCA de 50 decibéis. Dessa forma, o ruído ficou 16 decibéis acima do limite estabelecido para a localidade.

A medição noturna ocorreu no dia 09/10/14, das 23h20min até às 23h35min. O tempo apresentou-se sem chuva e com ventos fracos, sem causar interferências na medição. A fonte de ruído perceptível no momento da medição foi um show de música da cidade e o tráfego de carros e caminhões da rodovia, no qual se apresentou pouco. O medidor de pressão sonora foi posicionado a 12 metros do eixo rodoviário e a 2 metros da cerca do asilo, de forma a possibilitar uma melhor avaliação dos ruídos sobre as comunidades impactadas.

O ruído medido, com as devidas correções, foi de 64 decibéis. Devido à conjuntura de ocupação urbana local, este ponto ficou definido como área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas, com o NCA de 45 decibéis. Dessa forma, o ruído ficou 19 decibéis acima do limite estabelecido para a localidade.

QUADRO 5.31: DADOS LEVANTADOS EM CAMPO PARA A AVALIAÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 14.

Medição	Dia	KM	Horário de medição		Leq (A)	NCA	Dist. Eixo	Descrição das fontes de ruído
			Início	Final				
20	08/10/14	95+860	13:55	14:10	66 dB	50 dB	12 m	Tráfego moderado de carro e caminhões.
21	09/10/14	95+860	23:20	23:35	64 dB	45 dB	12 m	Show de música ao fundo e Pouco tráfego de carro e caminhões.



Figura 5.132 – Vista do asilo avaliado, medidor de pressão sonora posicionado para a medição dos impactos sonoros sobre o ponto crítico.



Figura 5.133 - Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre o asilo.



Figura 5.134 - Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários noturnos sobre o asilo.

5.1.8.4.8 Ponto 15 e 16 – Município de Rio Casca/MG

O perímetro urbano de Rio Casca se desenvolveu, em duas pequenas partes, ao entorno da rodovia em questão. Perfazendo ao total uma extensão aproximada de 1000 metros. Dessa forma, percebeu-se a necessidade realizar medições em dois pontos distintos, no intuito de melhor representar os ruídos rodoviários sobre a comunidade local.

O Ponto 15 está localizado no Km 116+510, perímetro urbano – bairro Santa Efigênia, predominantemente residencial. Para este ponto foram realizadas duas medições, uma diurna e outra noturna.

A medição diurna ocorreu no dia 08/10/14, no período vespertino, das 13h00min até às 13h35min. O tempo apresentou-se aberto, sem chuva e com ventos fracos, sem causar interferências na medição. A fonte de ruído perceptível no momento da medição foi somente o tráfego de carros e caminhões da rodovia, no qual se apresentou pouco. O medidor de pressão sonora foi posicionado a 18 metros do eixo rodoviário e a 5 metros das residências, de forma a possibilitar uma melhor avaliação dos ruídos sobre as comunidades impactadas.

O ruído medido, com as devidas correções, foi de 64 decibéis. Devido à conjuntura de ocupação urbana local, este ponto ficou definido como área mista, predominantemente residencial, com o NCA de 55 decibéis. Dessa forma, o ruído ficou 9 decibéis acima do limite estabelecido para a localidade.

A medição diurna ocorreu no dia 09/10/14, das 22h40min até às 22h45min. O tempo apresentou-se aberto, sem chuva e com ventos fracos, sem causar interferências na medição. A fonte de ruído perceptível no momento da medição foi somente o tráfego de carros e caminhões da rodovia, no qual se apresentou pouco. O medidor de pressão sonora foi posicionado a 18 metros do eixo rodoviário e a 5 metros das residências, de forma a possibilitar uma melhor avaliação dos ruídos sobre as comunidades impactadas.

O ruído medido, com as devidas correções, foi de 65 decibéis. Devido à conjuntura de ocupação urbana local, este ponto ficou definido como área mista, predominantemente residencial, com o NCA noturno de 50 decibéis. Dessa forma, o ruído ficou 15 decibéis acima do limite estabelecido para a localidade.

QUADRO 5.32: DADOS LEVANTADOS EM CAMPO PARA A AVALIAÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 15.

Medição	Dia	KM	Horário de medição		Leq (A)	NCA	Dist. Eixo	Descrição das fontes de ruído
			Início	Final				
22	08/10/14	116+510	13:00	13:15	64 dB	55 dB	18 m	Pouco tráfego de carro e caminhões.
23	09/10/14	116+510	23:20	23:35	65 dB	50 dB	18 m	Pouco tráfego de carro e caminhões.



Figura 5.135 – Vista da comunidade avaliada, medidor de pressão sonora posicionado para a medição dos impactos sonoros sobre a comunidade.



Figura 5.136 - Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre a comunidade.



Figura 5.137 - Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários noturnos sobre a comunidade.

O Ponto 16 está localizado no Km 119+000, perímetro urbano, predominantemente comercial, com residências na rua ao fundo. Neste ponto foram realizadas medições diurnas e noturnas.

A medição diurna ocorreu no dia 08/10/14, no período matutino, das 10h40min até às 10h55min. O tempo apresentou-se aberto, sem chuva e com ventos fracos, sem causar interferências na medição. A fonte de ruído perceptível no momento da medição foi o tráfego de carros e caminhões da rodovia, no qual se apresentou pouco a moderado. O medidor de pressão sonora foi posicionado a 6 metros do eixo rodoviário e a 50 metros das residências, de forma a possibilitar uma melhor avaliação dos ruídos sobre as comunidades impactadas.

O ruído medido, com as devidas correções, foi de 70 decibéis. Devido à conjuntura de ocupação urbana local, este ponto ficou definido como área mista, com vocação comercial e

administrativa, com o NCA de 60 decibéis. Dessa forma, o ruído ficou 10 decibéis acima do limite estabelecido para a localidade.

A medição noturna ocorreu no dia 09/10/14, das 23h20min até às 23h35min. O tempo apresentou-se sem chuva e com ventos fracos, sem causar interferências na medição. A fonte de ruído perceptível no momento da medição foi o tráfego de carros e caminhões da rodovia, no qual se apresentou pouco. O medidor de pressão sonora foi posicionado a 6 metros do eixo rodoviário e a 50 metros das residências, de forma a possibilitar uma melhor avaliação dos ruídos sobre as comunidades impactadas.

O ruído medido, com as devidas correções, foi de 68 decibéis. Devido à conjuntura de ocupação urbana local, este ponto ficou definido área mista, com vocação comercial e administrativa, com o NCA de 55 decibéis. Dessa forma, o ruído ficou 13 decibéis acima do limite estabelecido para a localidade.

QUADRO 5.33: DADOS LEVANTADOS EM CAMPO PARA A AVALIAÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 16.

Medição	Dia	KM	Horário de medição		Leq (A)	NCA	Dist. Eixo	Descrição das fontes de ruído
			Início	Final				
24	08/10/14	119+000	10:40	10:55	70 dB	60 dB	6 m	Tráfego pouco a moderado de carro e caminhões.
25	09/10/14	119+000	23:20	23:35	68 dB	55 dB	6 m	Pouco tráfego de carro e caminhões.



Figura 5.138 – Vista do asilo avaliado, medidor de pressão sonora posicionado para a medição dos impactos sonoros sobre o ponto crítico.



Figura 5.139 - Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre o asilo.



Figura 5.140 - Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários noturnos sobre o asilo.

5.1.8.4.9 Ponto 17 – Distrito de Vargem Linda – São Domingos do Prata/MG

O Ponto 17 está localizado no Km 172+210. A localidade possui um núcleo urbanizado, com ocupação mista, próximo à rodovia.

A medição ocorreu no dia 08/10/14, no período matutino, das 09h30min até às 09h35min. O tempo apresentou-se aberto, sem chuva e sem ventos. A fonte de ruído perceptível no momento da medição foi o tráfego local, as atividades comerciais e o do tráfego de carros e caminhões pela rodovia, no qual se apresentou pouco. O medidor de pressão sonora foi posicionado a 20 metros do eixo rodoviário e a 25 metros das residências, de forma a possibilitar uma melhor avaliação dos ruídos sobre as comunidades impactadas.

O ruído medido, com as devidas correções, foi de 62 decibéis. Devido à conjuntura de ocupação urbana local, este ponto ficou definido como área mista, predominantemente residencial, com o NCA de 55 decibéis. Dessa forma, o ruído ficou 7 decibéis acima do limite estabelecido para a localidade.

QUADRO 5.34: DADOS LEVANTADOS EM CAMPO PARA A AVALIAÇÃO DE RUÍDO NO PONTO 17.

Medição	Dia	KM	Horário de medição		Leq (A)	NCA	Dist. Eixo	Descrição das fontes de ruído
			Início	Final				
26	08/10/14	172+210	09:30	09:45	62 dB	55 dB	25 m	Pouco tráfego de carro e caminhões.



Figura 5.141 – Vista da comunidade avaliada, medidor de pressão sonora posicionado para a medição dos impactos sonoros sobre a comunidade.



Figura 5.142 - Medidor de pressão sonora posicionado para avaliar os ruídos rodoviários sobre a comunidade.

5.1.8.5 Resumo das Medições Realizadas

Para uma melhor compreensão dos resultados obtidos foi elaborado um quadro resumo com todos os dados levantados, conforme descritos a seguir

QUADRO 5.35: RESUMO DAS MEDIÇÕES REALIZADAS E A SUA COMPARAÇÃO COM O NCA TABELADO.

Medição	KM	Ponto	Município/Distrito	Horário de medição		Leq (A)	NCA	Distância do eixo	Descrição das fontes de ruído
				Início	Final				
01	0	01	Pequiá	15:20	15:35	56dB	55dB	60 m	Tráfego moderado de carros e caminhões e revoadas de pássaros.
02	15+160	02	Martins Soares	13:00	13:15	55 dB	55 dB	30 m	Tráfego moderado e carro e caminhões.
03	29+160	03	Reduto	10:10	10:35	61 dB	55 dB	30 m	Tráfego pouco a moderado e carro e caminhões, tráfego local e atividades comerciais e residenciais locais.
04	34+670	04	Manhuaçu	16:05	16:20	61 dB	50 dB	50 m	Tráfego moderado a intenso e carro e caminhões, tráfego local e atividades comerciais e residenciais locais.
05	34+670	04	Manhuaçu	02:00	02:15	53 dB	45 dB	50 m	Pouco tráfego e carro e caminhões.
06	34+670	05	Manhuaçu	15:30	15:45	72 dB	55 dB	15 m	Tráfego moderado a intenso e carro e caminhões, tráfego local e atividades comerciais e residenciais locais.
07	34+670	05	Manhuaçu	01:40	01:55	65 dB	50 dB	15 m	Pouco tráfego e carro e caminhões.
08	35+220	06	Manhuaçu	14:55	15:10	65 dB	55 dB	25 m	Tráfego moderado a intenso e carro e caminhões, tráfego local e atividades residenciais locais.
09	35+220	06	Manhuaçu	01:20	01:35	59 dB	50 dB	25 m	Pouco tráfego e carro e caminhões.
10	36+290	07	Manhuaçu	10:40	10:55	67 dB	55 dB	10 m	Tráfego intenso e carro e caminhões, tráfego local e atividades residenciais locais.
11	36+290	07	Manhuaçu	01:00	01:15	58 dB	50 dB	10 m	Pouco tráfego e carro e caminhões.
12	36+920	08	Manhuaçu	09:30	09:45	67 dB	55 dB	60 m	Tráfego intenso e carro e caminhões, tráfego local e atividades residenciais locais.
13	36+920	08	Manhuaçu	0:40	0:55	58 dB	50 dB	60 m	Pouco tráfego e carro e caminhões.
14	38+420	09	Manhuaçu	09:10	09:25	74 dB	60 dB	60 m	Tráfego intenso e carro e caminhões, tráfego local e atividades residenciais locais.
15	38+420	09	Manhuaçu	0:20	0:35	70 dB	55 dB	60 m	Pouco tráfego e carro e caminhões.

Medição	KM	Ponto	Município/Distrito	Horário de medição		Leq (A)	NCA	Distância do eixo	Descrição das fontes de ruído
				Início	Final				
16	51+370	10	Realeza	11:05	11:20	66 dB	60 dB	15 m	Tráfego moderado a intenso e carro e caminhões, tráfego BR-116, tráfego local e atividades comerciais e residenciais locais.
17	56+600	11	Santo Amaro de Minas	17:30	17:45	64 dB	55 dB	15 m	Tráfego pouco a moderado de carro e caminhões, tráfego local e atividades comerciais e residenciais locais.
18	56+880	12	Santo Amaro de Minas	17:50	18:05	68 dB	55 dB	25 m	Tráfego pouco a moderado de carro e caminhões, tráfego local e atividades comerciais e residenciais locais.
19	95+500	13	Abre Campo	14:20	14:35	72 dB	55 dB	15 m	Tráfego moderado de carro e caminhões.
20	95+860	14	Abre Campo	13:55	14:10	66 dB	50 dB	12 m	Tráfego moderado de carro e caminhões.
21	95+860	14	Abre Campo	23:20	23:35	64 dB	45 dB	12 m	Show de música ao fundo e Pouco tráfego de carro e caminhões.
22	116+510	15	Rio Casca	13:00	13:15	64 dB	55 dB	18 m	Pouco tráfego de carro e caminhões.
23	116+510	15	Rio Casca	23:20	23:35	65 dB	50 dB	18 m	Pouco tráfego de carro e caminhões.
24	119+000	16	Rio Casca	10:40	10:55	70 dB	60 dB	6	Tráfego pouco a moderado de carro e caminhões.
25	119+000	16	Rio Casca	23:20	23:35	68 dB	55 dB	6	Pouco tráfego de carro e caminhões.
26	172+210	17	Vargem Linda	09:30	09:45	62 dB	55 dB	25	Pouco tráfego de carro e caminhões.

5.1.8.6 Possíveis Interferências do Projeto Sobre as Comunidades

Durante a fase de obras de duplicação de uma rodovia, as atenções sobre a geração de ruídos devem estar focadas, basicamente, para as ações realizadas durante o desmonte de rocha, nas caixas de empréstimo e nas pedreiras – utilizadas para o empréstimo do material – além das frentes de terraplenagem, de pavimentação e de abertura de caminhos de serviço.

Neste item serão descritas as atividades a serem desenvolvidas na fase de construção do trecho de duplicação da rodovia.

5.1.8.6.1 Atividades Realizadas na Abertura de Caminhos de Serviço

Caminhos de serviço são vias temporárias implantadas com objetivo de permitir o tráfego mais eficiente de equipamentos e maquinário ao local das obras, seja para otimizar as atividades construtivas ou para garantir o acesso a área de exploração de materiais e insumos necessárias à atividade (BELLIA, 1992). Dentre as atividades necessárias para a implantação desses acessos temporários, estão incluídas a supressão de vegetação e conformação do solo.

Para tanto, há a necessidade de emprego de maquinário (motosserra, motoniveladora, trator etc.), os quais são considerados fontes de geração de ruídos.

5.1.8.6.2 Atividades Realizadas nos Desmontes de Rocha, Caixas de Empréstimo e Pedreiras

As principais fontes geradoras de ruídos durante a fase de obras estão relacionadas ao emprego de explosivos, britadores, martelotes e compressores de ar, além da movimentação de maquinário pesado (caminhões, escavadeiras, retro escavadeiras, entre outros).

São utilizados explosivos quando da necessidade de desmonte de rocha para a implantação do corpo estradal e obtenção de material de construção, bem como nas frentes de lavras das pedreiras. Equipamentos como britadores e martelotes são usualmente utilizados para conferir as dimensões necessárias às rochas extraídas. Em ambos os processos é necessária a utilização de caminhões e retro escavadeiras durante o manejo do material.

Esses equipamentos citados anteriormente são potenciais fontes emissoras de ruídos.

5.1.8.6.3 Atividades Realizadas nas Operações de Terraplenagem

As atividades envolvidas nas obras de terraplenagem e conformação de taludes, exigem normalmente, a movimentação de grandes volumes de solo. Necessitam o emprego de maquinário pesado, os quais contribuem para a geração de ruído excessivo. As principais

emissões de ruídos são resultantes da operação dos veículos e equipamentos de construção, como caminhões e tratores.

5.1.8.6.4 Equipamentos

Nesse item é apresentado no QUADRO 5.36 com uma estimativa de equipamentos necessários, para a execução de obras. As potências e capacidades indicadas referem-se a sugestões, admitindo, portanto, variações.

QUADRO 5.36 - ESTIMATIVA DE MAQUINÁRIO EMPREGADO PARA A EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES CONSTRUTIVAS

EQUIPAMENTOS	POTÊNCIA/CAPACIDADE
Trator de esteiras com lâmina	165 HP
Trator de esteiras com lâmina	80 HP
Carregadeira de pneus	170 HP
Motoniveladora	135 HP
Escavadeira hidráulica sobre esteira	128HP
Rolo pé de carneiro autopropelido	9,5 ton
Grade de disco 24 x 24	-
Trator de pneus	80 HP
Retroescavadeira	70 HP
Caminhão tanque	10.000 l
Rolo liso vibratório autopropelido	11 ton
Rolo liso vibratório autopropelido tipo tandem	12 ton
Rolo compactador de pneus autopropelido	21 ton
Caminhão distribuidor de asfalto	6.000 l
Caminhão basculante	10 m ³
Caminhão basculante	6 m ³
Vibroacabadora de asfalto	-
Conjunto de perfuração de rocha	-
Betoneira a diesel	320 l
Caminhão de lubrificação e abastecimento	8 ton
Usina de solo	-
Usina de asfalto	60 a 70 ton/h
Grupo gerador	180 HP
Caminhão tanque com moto-bomba e barra irrigadora	5000 l
Soquete mecânico (tipo SAPO)	-

5.1.8.7 Considerações Finais

O empreendimento rodoviário é significativamente impactante no que diz respeito à emissão de ruídos. A magnitude e a intensidade de seu impacto são diretamente influenciadas pelo tipo e volume de tráfego num determinado trecho. Contudo, existe outro fator determinante nesses dois quesitos, que não está ligado diretamente ao empreendimento rodoviário, mas que influencia diretamente sobre a comunidade impactada; o planejamento de ocupação territorial.

Das 26 medições realizadas, somente a medição 02 apresentou um valor dentro do limite aceitável. Todas as outras medições obtiveram ruídos superiores aos limites estabelecidos pela norma da ABNT NBR 10.151. E de fato, o tráfego de veículos pela rodovia BR 262 foi a principal fonte de emissão de ruídos. Entretanto, medições que ocorreram no horário comercial apresentaram outras fontes contribuintes, pertencentes às atividades urbanas locais. Em suma, os resultados demonstraram que o tráfego de veículos pela rodovia BR 262 é a principal fonte de ruídos impactantes sobre as comunidades lindeiras.

Em relação as possíveis fontes geradoras de ruídos, durante a fase de duplicação, a construção rodoviária envolve diversos maquinários, dos quais, são emissores de altos níveis de pressão sonora. Dessa forma, entende-se que durante as obras de duplicação, as atividades de construção irão aumentar, significativamente, os ruídos gerados nos locais de frente de serviço.