

Linha de Transmissão 500kV Fernão Dias – Terminal Rio

Capítulo 6
Diagnóstico Ambiental
6.2 - Meio Físico



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS E ENGENHARIA LTDA

Maio / 2018

Sumário

6.2.	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL – MEIO FÍSICO.....	12
6.2.1.	INTRODUÇÃO	13
6.2.2.	METEOROLOGIA E CLIMATOLOGIA	15
6.2.2.1.	Sistemas meteorológicos de escala sinótica	20
6.2.2.2.	Sistemas convectivos de mesoescala.....	21
6.2.2.3.	Precipitação.....	22
6.2.2.4.	Temperatura do ar.....	23
6.2.2.5.	Umidade relativa do ar	25
6.2.2.6.	Pressão atmosférica.....	26
6.2.2.7.	Ventos	27
6.2.2.8.	Nível Ceraúnico.....	28
6.2.3.	RECURSOS HÍDRICOS	30
6.2.3.1.	Contextualização da Área de Estudo	31
6.2.3.2.	Identificação e delimitação das bacias hidrográficas	33
6.2.3.3.	Caracterização das otobacias da AE	39
6.2.4.	ESTUDOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS.....	60
6.2.4.1.	Geologia	60
6.2.4.2.	Geomorfologia.....	91
6.2.4.3.	Solos.....	109
6.2.4.4.	Sismicidade.....	120
6.2.4.5.	Vulnerabilidade geotécnica.....	122
6.2.5.	RECURSOS MINERÁRIOS	133
6.2.5.1.	Levantamento de dados.....	134
6.2.5.2.	Análise e discussões.....	143
6.2.6.	PALEONTOLOGIA.....	145
6.2.6.1.	Procedimentos e métodos	146
6.2.6.2.	Contexto Geológico Regional	147
6.2.6.3.	Indicadores.....	149
6.2.6.4.	Dados de campo	150

6.2.6.5. Potencial paleontológico do empreendimento.....	169
6.2.6.6. Síntese conclusiva e recomendações.....	174
6.2.7. ESPELEOLOGIA	178
6.2.7.1. Objetivo.....	181
6.2.7.2. Procedimentos e métodos	181
6.2.7.3. Contexto geológico regional.....	185
6.2.7.4. Contexto geomorfológico regional	185
6.2.7.5. Legislação pertinente – espeleologia.....	190
6.2.7.6. Espeleologia regional	193
6.2.7.7. Resultados	195
6.2.7.8. Considerações finais	217
6.2.8. NÍVEL DE RUÍDO	218
6.2.8.1. Identificação de receptores sensíveis ao ruído	219
6.2.9. SÍNTESE	222
6.2.10. ANEXOS.....	225

Lista de Figuras

Figura 6.2.1. Localização das estações meteorológicas utilizadas na caracterização de clima e condições meteorológicas.....	16
Figura 6.2.2. Classificação climática da AE do empreendimento.	19
Figura 6.2.3. Precipitação média mensal acumulada para as estações meteorológicas da AE.	22
Figura 6.2.4. Temperatura média mensal para as estações meteorológicas da AE.	23
Figura 6.2.5. Temperatura máxima mensal para as estações meteorológicas da AE.	24
Figura 6.2.6. Temperatura mínima mensal para as estações meteorológicas da AE.	25
Figura 6.2.7. Umidade relativa do ar média compensada para as estações meteorológicas da AE.	26
Figura 6.2.8. Pressão atmosférica para as estações meteorológicas da AE.....	27
Figura 6.2.9. Densidade de Descargas Atmosféricas na AE (km ² /ano).....	30
Figura 6.2.10 Regiões Hidrográficas Brasileiras segundo o PNRH de 2006. Fonte: ANA, 2005.	32
Figura 6.2.11 Posicionamento da AE e distribuição de sua malha hídrica.....	35
Figura 6.2.12 Divisões estaduais de sub-bacias hidrográficas.....	38
Figura 6.2.13 Principais cursos-d'água abrangidos da AE nas RH do Paraná e Atlântico Sudeste. (1) Rio Atibaia, após confluência dos rios Atibainha e da Cachoeira; (2) Rio Paraíba do Sul na Depressão do Médio Paraíba, porção central da AE.....	40
Figura 6.2.14 Principais cursos-d'água de algumas bacias hidrográficas da AE, apresentando escoamento superficial perene. (1) Rio Atibainha, próximo do cruzamento com a LT; (2) Rio do Peixe, a jusante do ponto de cruzamento com a LT; (3) Rio Buquirinha, próximo à confluência com o rio Buquirá e ponto de cruzamento com a LT; (4) Rio Pirai, próximo ao cruzamento com a LT.....	44
Figura 6.2.15 Alguns dos reservatórios associados à hidrografia da AE. (1) Represa Jaguari-Jacareí; (2) Represa Cachoeira; (3) Represa Atibainha; (4) Represa do Funil.	49
Figura 6.2.16 Eutrofização verificada no reservatório do Funil.....	50
Figura 6.2.17 (1) Trecho de curso-d'água sem nome próximo da cabeceira, município de Atibaia/SP; (2) Ponto de exfiltração (nascente) de curso-d'água sem nome em vertente de morro no Planalto de Campos do Jordão, município de Monteiro Lobato/SP.	54
Figura 6.2.18 Matriz de vulnerabilidade utilizada para a confecção do Atlas de Vulnerabilidade a Inundações. Elaboração: CARUSO JR., 2018 a partir de ANA, 2014.	55

Figura 6.2.19 Trechos com vulnerabilidade à inundação na AE. Fonte: a partir de ANA, 2014.	58
Figura 6.2.20. Províncias Estruturais Brasileiras.	62
Figura 6.2.21. Contexto geológico regional do Rift Continental do Sudeste do Brasil. Fonte: RICCOMINI et al., 2004.	63
Figura 6.2.22. Unidades geológicas da AE.	65
Figura 6.2.23. Coluna estratigráfica identificada para AE de geologia da LT. Fonte: Modificado de CPRM, 2004.	66
Figura 6.2.24. �rea com exposi�o de gnaisse máfico com folia�o relativamente homogênea, em ponto localizado no município de Piraí/RJ.	68
Figura 6.2.25. � esquerda, detalhe de rocha granítica exposta � sul do traçado da LT e � direita, campos de boulders com exposi�o dos matacões, ponto localizado no município de Piracaia/SP.	69
Figura 6.2.26. � esquerda, rocha exposta da unidade terrígena localizada à margem de estrada, no município de Bananal/RJ e � direita, nível de conglomerado matriz suportado (linha pontilhada), com predomínio de clastos de quartzo (em detalhe), em ponto localizado no município de Barra Mansa/RJ.	70
Figura 6.2.27. Amostra de rocha da unidade paragn�ssica em alto grau de intemperismo e de compacta�o do material litológico, localizada na área de estudo, no município de Monteiro Lobato/SP.	71
Figura 6.2.28. Campo de matacões, com rocha exposta, localizado � sul da LT, no município de Silveiras/SP. .	72
Figura 6.2.29. Amostra em matacão de granito localizado � norte do município de Pindamonhangaba/SP.	73
Figura 6.2.30. Paragnaisse com megacristais de K-feldspato e forte xistosidade. Fonte: CPRM, 2008.	74
Figura 6.2.31. Hornblenda-biotita ortognaisse bandado com intercala�es de corpo aparentemente tabular de anfíbolito, da Unidade Ortogn�ssica Migmatítica Intermediária. Fonte: CPRM, 2008.	75
Figura 6.2.32. Granito Rio do Turvo, em ponto localizado � nordeste do município de São José do Barreiro/SP.	78
Figura 6.2.33. Rocha exposta, granitóide, em ponto localizado ao norte do município de Silveiras/SP, no eixo do traçado proposto para a LT.	79
Figura 6.2.34. Perfil de rocha da S�ite Serra das Araras, com a aparência de maciço foliado, característico desta unidade, exposto à margem da rodovia BR-116, município de Paracambi/RJ.	80
Figura 6.2.35. Afloramento rochoso no município de Igaratá/SP, caracterizado por alto grau de intemperismo.	82
Figura 6.2.36. Campo de matacões de granitóides, localizado no município de São José dos Campos/SP.	84

Figura 6.2.37. Arenito conglomerático associado à Formação São Paulo, ponto aferido em Cachoeira Paulista/SP.	88
Figura 6.2.38. Congloemerados e arenitos conglomeráticos com bolas de argila da Formação Pindamonhangaba. Fonte: MANCINI, 1995.	90
Figura 6.2.39. Depósitos aluvionares, indicado em linha pontilhada, associados à calha do rio Piagui, no município Guaratinguetá/SP.	91
Figura 6.2.40. Coluna com a estrutura geomorfológica da AE.	93
Figura 6.2.41. Unidades geomorfológicas identificadas na AE.	94
Figura 6.2.42. Variação altimétrica identificada na AE.	96
Figura 6.2.43. Variação da declividade identificada na AE.	97
Figura 6.2.44. Planalto São Roque – Jundiáí, com vista a partir de ponto localizado a norte da LT, em Atibaia/SP. Ao fundo os modelados de relevo dissecado, com topos de morros em forma convexa.	98
Figura 6.2.45. Vista do modelado de dissecação (D1) com topos em forma convexa, a partir do município de Piracaia/SP.	100
Figura 6.2.46. Modelado de Acumulação – Terraço fluvial, apresentando-se em forma mais plana, no município de Guaratinguetá/SP. Ao fundo tem-se a transição da Unidade Médio Paraíba do Sul com a do Planalto do Campos do Jordão.	101
Figura 6.2.47. Vista aérea da paisagem de “mares de morros” da Depressão do Médio Paraíba do Sul, apresentando relevo dissecado.	102
Figura 6.2.48. Relevo com escarpa estrutural presente na unidade Planalto da Bocaina, em ponto localizado ao sul da LT (vista lateral), em Rio Claro/RJ, que faz divisa com o município de Piraí/RJ.	103
Figura 6.2.49. Vista da unidade geomorfológica Alinhamento de Cristas do Paraíba do Sul, ilustrando o relevo de colinas em formas convexo-côncavas, a partir da vista de ponto localizado no município de Piraí/RJ.	104
Figura 6.2.50. Vista da Serra do Órgão, com vales em formato de V, a partir do município de Piraí/RJ.	105
Figura 6.2.51. À esquerda colinas de topos convexos, com localização à sul da LT, e à direita, conjunto de maciços litorâneos (ao fundo), à nordeste da LT, ambos localizados no município de Paracambi/RJ.	106
Figura 6.2.52. Avançado nível de erosão (voçoroca) em modelado de disseção da Depressão do Médio Paraíba do Sul, com localização próxima ao eixo da LT, no município de Cachoeira Paulista/SP.	107
Figura 6.2.53. Escorregamento ocorrente na AE. À esquerda, deslizamento de solo associado a unidade Depressão do Médio Paraíba do Sul, em relevo de dissecação fluvial, município de Silveiras/SP, a sul da LT e, à	

direita, deslizamento de solo ao sul da AE, no município de São José do Campo/SP, em relevo de dissecação marcada pelo controle estrutural, na unidade Planalto de Campos do Jordão.....	108
Figura 6.2.54. Classes de solos identificadas para AE.....	111
Figura 6.2.55. Perfis exemplificativos da classe dos Cambissolos, representando sua textura média/argilosa com a presença de alguns fragmentos de rochas ao longo do perfil. Fonte: EMBRAPA, 2010.....	112
Figura 6.2.56. Perfil de um Latossolo Vermelho-Amarelo registrado em barranco localizado no município de Monteiro Lobato/SP, à norte do traçado da LT.....	114
Figura 6.2.57. Perfil pedológico da subordem Latossolo Amarelo, um solo intemperizado, de coloração amarelada apresentando textura média/arenosa, registrado no município de Atibaia/SP.....	115
Figura 6.2.58. Perfis pedológicos da classe de Argissolos, onde se observa a coloração vermelha-amarelada dos perfis, sua textura argilosa, bem como a transição gradual entre os horizontes. Fonte: Prado (2008).....	116
Figura 6.2.59. Área típica de ocorrência dos Gleissolos, às margens do curso d'água Ribeirão da Posse ou dos Macacos, contribuinte do rio Paraíba do Sul, no município de Lorena/SP.....	117
Figura 6.2.60. Exemplos de processos erosivos instalados em vias de acesso ao longo da AE. (1) Deslizamento de solo em São José dos Campos/SP; (2) Processo erosivo em estágio avançado (voçoroca) em Barra Mansa/RJ.	120
Figura 6.2.61. Localização dos pontos de sismicidade em relação a AE.....	122
Figura 6.2.62. Espacialização das classes de Vulnerabilidade Geotécnica na AE.....	131
Figura 6.2.63. Exemplos de movimentos de massa encontrados ao longo da AE.....	133
Figura 6.2.64. Espacialização dos processos minerários identificados na AE.....	140
Figura 6.2.65. Distribuição dos processos minerários mapeados na AE, identificados por fase de avanço.....	143
Figura 6.2.66. Distribuição dos processos minerários mapeados na ADA, identificados por fase de avanço. ..	144
Figura 6.2.67. Área de pastagem com relevo plano do ponto 01, localizado no município de Guaratinguetá/SP.	151
Figura 6.2.68. Solo arenoso presente no ponto 01.....	151
Figura 6.2.69. Área de pastagem no município de Guaratinguetá/SP, onde foi descrito o ponto 02.....	152
Figura 6.2.70. Solo arenoso característico do ponto 02.....	152
Figura 6.2.71. Área do ponto 03 no município de Guaratinguetá/SP.....	153
Figura 6.2.72. Solo arenoso do ponto 03.....	153

Figura 6.2.73. Área de pastagem no município de Guaratinguetá/SP onde foi descrito o ponto 04.	154
Figura 6.2.74. Solo arenoso a granuloso observado no ponto 04.	154
Figura 6.2.75. Área do ponto 05 no município de Guaratinguetá/SP.	155
Figura 6.2.76. Detalhe de solo característico do ponto 05.	155
Figura 6.2.77. Área do ponto 06 no município de Guaratinguetá/SP.	156
Figura 6.2.78. Detalhe de solo presente no ponto 06.	156
Figura 6.2.79. Afloramento de arenito em estrada vicinal no ponto 07.	157
Figura 6.2.80. Arenito alterado característico do ponto 07.	157
Figura 6.2.81. Afloramento em talude da SP-459 no município de Lorena/SP descrito no ponto 08.	158
Figura 6.2.82. Detalhe de arenito característico do ponto 08.	158
Figura 6.2.83. Afloramento do Ponto 09 em corte de estrada no município de Lorena/SP.	159
Figura 6.2.84. Detalhe de argilito característico do ponto 09.	159
Figura 6.2.85. Afloramento de arenito da Formação São Paulo.	160
Figura 6.2.86. Detalhe de arenito proveniente do ponto 10.	160
Figura 6.2.87. Área do ponto 11 no município de Cachoeira Paulista/SP.	161
Figura 6.2.88. Solo característico do ponto 11.	162
Figura 6.2.89. Área do ponto 12 em pastagens no município de Cachoeira Paulista/SP.	162
Figura 6.2.90. Detalhe de solo do ponto 12.	163
Figura 6.2.91. Afloramento de arenito da Formação São Paulo no ponto 13, no município de Cachoeira Paulista/SP.	164
Figura 6.2.92. Detalhe de arenito proveniente do ponto 13.	164
Figura 6.2.93. Afloramento de litologias da Formação São Paulo, no município de Cachoeira Paulista/SP.	165
Figura 6.2.94. Rochas características da Formação São Paulo no ponto 14.	165
Figura 6.2.95. Área do ponto 15.	166
Figura 6.2.96. Detalhe de solo característico do ponto 15.	167
Figura 6.2.97. Área do ponto 16, localizado no município de Cachoeira Paulista/SP.	168
Figura 6.2.98. Solo característico do ponto 16.	168

Figura 6.2.99. Localização do jazigo da rodovia estadual Floriano Rodrigues Pinheiro (SP-123), quilômetro 11 (Rodovia de Quiririm a Campos do Jordão). Fonte: SIGEP 87, 2002	173
Figura 6.2.100: Localização do sítio fossilífero da “Extrativa Santa Fé” SIGEP 78. *sítio fossilífero. Fonte: SIGEP 78 (2002).....	174
Figura 6.2.101. Potencial paleontológico identificado para AE de Paleontologia.....	177
Figura 6.2.102. Identificação das regiões cársticas em relação à localização do empreendimento. Fonte: CECAV, 2009.	179
Figura 6.2.103. Potencial alto e muito alto para ocorrência de cavernas conforme CECAV em relação ao traçado da LT. Fonte: JANSEN et al., 2012.	180
Figura 6.2.104. Detalhe do teto da cavidade formado por um único bloco acomodado sobre matacões menores que compõe as paredes laterais da cavidade.	209
Figura 6.2.105. Entrada da cavidade.....	210
Figura 6.2.106. Vista do interior da cavidade.....	210
Figura 6.2.107. Localização da cavidade em relação ao empreendimento.	211
Figura 6.2.108. Detalhe de bloco formando teto da cavidade.....	212
Figura 6.2.109. Entrada da cavidade.....	213
Figura 6.2.110. Vista do interior da cavidade.....	213
Figura 6.2.111. Vista frontal da cavidade.....	215
Figura 6.2.112. Vista do interior da cavidade.....	215
Figura 6.2.113. Localização da cavidade em relação ao empreendimento.	216

Lista de Tabelas

Tabela 6.2.1. Informações acerca dos pontos que indicam eventos sísmicos na AE.	121
Tabela 6.2.2. Representatividade de cada classe de vulnerabilidade geotécnica para a AE.	130
Tabela 6.2.3. Identificação dos processos minerários incidentes na AE.....	135
Tabela 6.2.4. Pontos vistoriados na AE.....	150
Tabela 6.2.5. Síntese dos resultados da Avaliação das Potencialidades Paleontológicas da LT 500kV Fernão Dias - Terminal Rio	176

Tabela 6.2.6. Cavidades da base CANIE/CECAV registradas até 20km da diretriz da LT 500kV Fernão Dias - Terminal Rio	194
Tabela 6.2.7. Relação de pontos mapeados em campo e descrição de suas características.....	200
Tabela 6.2.8. Características gerais da Gruta Serra do Tanque Estourado 1	208
Tabela 6.2.9. Características gerais da Gruta Serra do Tanque Estourado 2.	212
Tabela 6.2.10. Características gerais da Gruta Serra do Tanque Estourado 2.	214

Lista de Quadros

Quadro 6.2.1. Informações acerca das estações meteorológicas utilizadas no estudo.	16
Quadro 6.2.2. Intensidade do Vento (m/s) registrada pelas estações da AE.....	28
Quadro 6.2.3. Direção predominante do Vento registrada pelas estações utilizadas neste estudo ambiental..	28
Quadro 6.2.4 Identificação e características morfométricas gerais das Ottobacias da AE.....	39
Quadro 6.2.5 Identificação e caracterização dos trechos de cursos-d'água e cursos-d'água interceptados pelo traçado do empreendimento.	42
Quadro 6.2.6 Identificação das nascentes na faixa de 1,0km a partir do eixo da LT.....	52
Quadro 6.2.7 Identificação das áreas alagáveis na AE.....	56
Quadro 6.2.8. Relação de unidades de mapeamento descritas pelo Projeto RADAM e respectivo enquadramento segundo SiBSC (EMBRAPA, 2006) abrangidas na AE.	110
Quadro 6.2.9. Avaliação da vulnerabilidade geológico-geotécnica das paisagens naturais.....	123
Quadro 6.2.10. Avaliação da vulnerabilidade geológico-geotécnica das paisagens naturais para o tema geologia.	124
Quadro 6.2.11. Avaliação da vulnerabilidade geológico-geotécnica das paisagens naturais para o tema geomorfologia.	125
Quadro 6.2.12. Avaliação da vulnerabilidade geológico-geotécnica das paisagens naturais para o tema pedologia.....	126
Quadro 6.2.13. Relação das estações meteorológicas selecionadas para o item de Vulnerabilidade Geotécnica, bem como os valores extraídos de cada uma para o cálculo de intensidade pluviométrica.....	127
Quadro 6.2.14. Avaliação da vulnerabilidade geológico-geotécnica das paisagens naturais para o tema climatologia.	128

Quadro 6.2.15. Avaliação da vulnerabilidade geológico-geotécnica das paisagens naturais para o tema fitogeografia.....	129
Quadro 6.2.16. Enquadramento das fases de processo mineral, segundo o grau de avanço do aproveitamento mineral.....	144
Quadro 6.2.17. Ocorrências fósseis da base PALEO de acordo com as unidades litoestratigráficas interferidas pelo empreendimento.....	170
Quadro 6.2.18. Grau de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil de acordo com a Litologia.	183
Quadro 6.2.19. Potencial espeleológico das unidades geológicas mapeadas na AE.....	197
Quadro 6.2.20 Resultado do levantamento dos receptores de ruído na instalação e operação da LT.....	220

Lista de Anexos

Anexo 6.2.1. Tabela de Hidrografia da Área de Estudo	226
Anexo 6.2.2. Formulário de Entrevistas do Campo de Espeleologia	234
Anexo 6.2.3. Tabela de Fotos Registradas no Campo de Espeleologia.....	244



6.2. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL – MEIO FÍSICO

6.2.1. INTRODUÇÃO

A elaboração do Diagnóstico Ambiental do Meio Físico da LT 500 kV Fernão Dias – Terminal Rio foi subsidiada pelo levantamento de dados confiáveis provenientes de instituições dos setores público e privado, bem como por diversas literaturas científicas direcionadas aos componentes deste meio. De forma a validar e complementar os dados secundários obtidos para a Área de Estudo – AE definida, foram realizadas campanhas de campo por equipe técnica composta por profissionais devidamente capacitados e com experiência comprovada em suas áreas de atuação. A AE do Meio Físico é composta pelo conjunto das 14 ottobacias hidrográficas de nível 6 interceptadas pela ADA do empreendimento, sendo essa diferenciada para alguns dos itens tratados no presente Diagnóstico em função de necessidades específicas, sendo essas áreas definidas no Capítulo 6.1 deste EIA.

O presente capítulo encontra-se estruturado em temas, sendo esses subdivididos, quando necessário, em subitens, visando facilitar a disposição e compreensão das informações contidas sob cada título, retratando a realidade observada na AE. Sua itemização e elaboração atendem às disposições do item 6.2 do Termo de Referência (TR) específico, emitido pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, datado de 26 de janeiro de 2018, sob o processo nº 02001.100322/2017.

Para a caracterização da Meteorologia e Climatologia da AE, foram utilizados trabalhos de diversos autores que abrangem a temática, bem como os dados das normais climatológicas das Estações Meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) de São José dos Campos/SP, Taubaté/SP, Pirai/RJ e Resende/RJ, todas em municípios interceptados pelo traçado do futuro empreendimento. Para a caracterização do item Nível Cerâmico foram utilizados dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), referentes aos municípios a serem interceptados pela AE.

Para o diagnóstico dos Recursos Hídricos, foram abordados diversos temas correlatos a hidrografia da AE, com base em informações disponibilizadas pela Agência Nacional de Águas (ANA) e complementadas por incursões a campo, onde percorreu-se áreas de maior interesse para o Diagnóstico Ambiental.

Para a descrição da Geologia, Geomorfologia e Pedologia ocorrentes na AE foram utilizados estudos publicados pelo Serviço Geológico do Brasil/Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (SGB/CPRM), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), projeto RADAM BRASIL e estudos de diversos autores especializados em suas áreas específicas. Além dos citados, levantamentos de campo e avaliações *in loco* permitiram a caracterização fisiográfica da AE.

O item de Sismicidade foi elaborado com base na utilização de dados secundários oficiais, a saber: Boletim Sísmico da Universidade de São Paulo (USP, 2014) e Rede Sismográfica Brasileira (RSBR, 2017). A partir dos referidos projetos buscou-se identificar possíveis pontos na AE que representem eventos sísmicos ocorridos nos últimos anos e que, conseqüentemente, possam representar riscos para a estabilidade geotécnica do projeto. A partir disso caracterizou-se esses itens quanto sua data, hora de ocorrência e magnitude.

Para o tópico Vulnerabilidade Geológico-Geotécnica foram utilizadas as informações geológicas, geomorfológicas, pedológicas, hidrológicas e climatológicas de ocorrência na AE definida para este item – faixa de 2,0km, sendo 1,0km para cada lado do eixo do traçado da LT – associadas ao uso e ocupação do solo. A partir da aplicação de metodologia específica, procedeu-se a integração das informações geradas e o processamento dos dados por meio da determinação de valores para ponderação das unidades ambientais mapeadas na AE. A consolidação do mapa foi realizada com uso de Sistema de Informações Geográficas (SIG), com vistas a permitir que as áreas de maior vulnerabilidade fossem realçadas e consideradas na instalação do empreendimento.

Apresenta-se também o levantamento de Recursos Minerais localizados ao longo do traçado da futura LT e da AE, cujos dados foram extraídos do banco de informações disponibilizadas no Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE), por meio do sítio eletrônico do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

Para o item de Paleontologia, buscou-se mapear possíveis sítios paleontológicos ao longo da AE que são reconhecidos pela base cartográfica oficial do Brasil (CPRM). A metodologia utilizada para descrição da Paleontologia considerou o levantamento do potencial fossilífero a partir da identificação das unidades geológicas (bacias sedimentares, grupos e formações) ocorrentes na AE do empreendimento, com base em diversos estudos da literatura geológica e paleontológica disponível. Para refinamento das informações e localização de alvos de maior relevância para o estudo, foram realizados trabalhos de campo e avaliações *in loco* na AE.

No item Espeleologia são apresentados dados relacionados ao patrimônio espeleológico com base no preconizado pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV/ICMBio), órgão responsável pela conservação do Patrimônio Espeleológico Nacional. Foi considerado o mapeamento do potencial espeleológico, por meio de caminhadas realizadas ao longo de toda a área de prospecção da AE (250m para cada lado a partir da faixa de servidão do empreendimento - totalizando um corredor 280m para cada lado a partir da diretriz da LT - resguardando a diretriz legal de conservação do patrimônio espeleológico), objetivando a caracterização de feições exocársticas e endocársticas.

Por fim, para o levantamento do Nível de Ruído foi feita a caracterização das principais atividades que poderão alterar os níveis de pressão sonora habituais na ADA. A partir disso, foram identificados os receptores mais sensíveis ao ruído, correspondendo a localidades próximas do futuro empreendimento e/ou sobre acessos principais.

6.2.2. METEOROLOGIA E CLIMATOLOGIA

O clima e as condições meteorológicas de uma localidade condicionam a dinâmica de diversos processos do Meio Físico, além de estarem intrinsecamente relacionados com as características físicas da região de interesse. Os aspectos climáticos e meteorológicos da AE do empreendimento fornecem informações importantes sobre os fenômenos aos quais a LT estará sob influência. A tipologia do empreendimento ora estudado, caracterizado por ser linear, tem por característica percorrer quilômetros de distância e, portanto, sujeitando-se a condições climáticas diferentes, as quais acompanham fenômenos meteorológicos igualmente distintos (variando sua intensidade em maior ou menor grau, a depender da região).

Para a caracterização climática e meteorológica da AE da futura LT 500kV Fernão Dias – Terminal Rio foi contextualizada sua localização e foram caracterizados os sistemas atuantes nas diferentes escalas meteorológicas. Após isso, puderam ser levantados os dados referentes a precipitação, temperatura do ar, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, direção e intensidade dos ventos e o nível ceraúnico, que caracterizam as condições meteorológicas típicas da região de interesse. Para o levantamento de dados, foram consultadas as estações meteorológicas sob responsabilidade do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2009), sendo selecionadas as estações de São José dos Campos/SP, Taubaté/SP, Resende/RJ e Pirai/RJ (Figura 6.2.1). Para a escolha das estações foram priorizados os municípios interceptados pelo traçado e a distribuição mais homogênea possível dos dados, além da disponibilidade de dados históricos por estação. A exceção fica por conta do nível ceraúnico, o qual foi avaliado a partir dos dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Para as informações coletadas junto às estações do INMET, o período de dados considerado foi o recomendado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), que compreende às Normas Climatológicas de 30 anos, correspondendo ao período de 1961 a 1990 (Quadro 6.2.1).

Quadro 6.2.1. Informações acerca das estações meteorológicas utilizadas no estudo.

Estação	Código	Lat	Long	Altitude (m)	Tipo de estação	Órgão responsável	Período	Distância da LT (km)
São José dos Campos	83809	23°13'S	45°51'W	643,5	Convencional	INMET	1961 - 1990	25,7
Taubaté	83784	23°02'S	45°33'W	577,0	Convencional	INMET	1961 - 1990	15,25
Piraiá	83757	22°38'S	43°54'W	388,2	Convencional	INMET	1961 - 1990	1,1
Resende	83738	22°27'S	44°26'W	439,9	Convencional	INMET	1961 - 1990	16,2

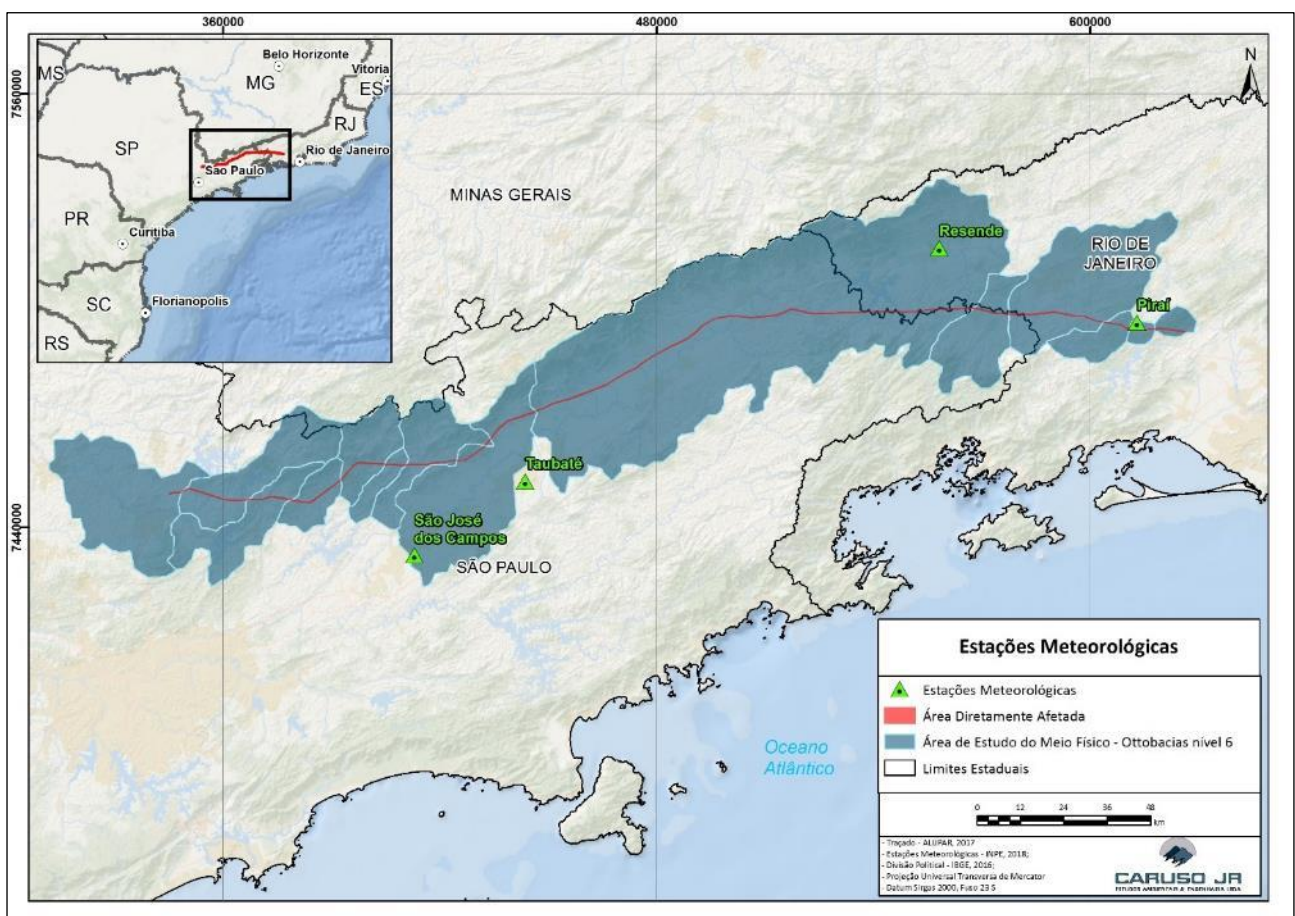


Figura 6.2.1. Localização das estações meteorológicas utilizadas na caracterização de clima e condições meteorológicas.

Para a caracterização meteorológica adequada, inicialmente é necessário contextualizar a AE em seus aspectos climáticos predominantes. O empreendimento encontra-se localizado totalmente na região Sudeste do país, a qual tem a posição geográfica e a altitude do relevo como fatores fortemente influentes sobre a sua composição climática. Como resultado dessas influências, ao transpor as áreas dos Planaltos de São Roque e Campos de Jordão e acompanhar a Serra da Mantiqueira, cruzando a Depressão do Médio Paraíba do Sul até

a região do Planalto de Bocaína e do Alinhamento de Cristas do Paraíba do Sul, a AE da LT 500kV Fernão Dias – Terminal Rio conta com um mosaico de tipos climáticos, apresentando grande variação local.

De acordo com a classificação climática de Köppen, proposta em 1948 (ALVARES et al, 2013), a AE abrange cinco tipos climáticos, listados abaixo na sequência encontrada considerando o sentido São Paulo – Rio de Janeiro:

- **Clima subtropical úmido com verão ameno (Cfb):** Clima caracterizado por chuvas uniformemente distribuídas ao longo do ano (sem estação seca) e com temperatura média do mês mais quente por volta de 22°C. Este tipo climático é característico do trecho do traçado que intercepta os municípios de Atibaia, Bragança Paulista, Piracaia, Igaratá, Monteiro Lobato, São José do Barreiro e Bananal, todos no estado de São Paulo;
- **Clima subtropical úmido com verão quente (Cfa):** Clima caracterizado por verões quentes (temperatura média superior a 22°C) e precipitação superior a 30mm no mês mais seco. Este tipo climático é característico do trecho do traçado que intercepta os municípios de São José dos Campos, Caçapava e Tremembé em São Paulo e Piraí no Rio de Janeiro;
- **Clima subtropical úmido com inverno seco e verão quente (Cwa):** Clima caracterizado pela concentração das chuvas nos meses de verão, com temperaturas superiores a 22°C, e estiagem durante o inverno, que apresenta temperaturas inferiores a 18°C. Este tipo climático é característico do trecho do traçado que intercepta os municípios de Taubaté, Pindamonhangaba, Potim, Guaratinguetá, Lorena, Cachoeira Paulista, Cruzeiro, Lavrinhas, Queluz, Areias e Arapeí no estado de São Paulo, além de Resende, Barra Mansa e Volta Redonda no Rio de Janeiro;
- **Clima subtropical de altitude (Cwb):** Clima caracterizado pela ocorrência de inverno seco e verão ameno (temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C), ocorrendo geralmente nas regiões serranas. Este tipo climático é predominante no trecho do traçado que intercepta apenas o município de Silveiras/SP, apesar de ocorrer pontualmente nos extremos de todos os municípios do Vale do Paraíba, onde esses interceptam as áreas de serra; e
- **Clima tropical com estação seca de inverno (Aw):** Clima caracterizado por temperaturas elevadas ao longo do ano, com temperatura média do mês mais frio superior a 18°C, porém

com a estação de inverno apresentando baixa precipitação (estiagem). Este tipo climático é característico do trecho do traçado que intercepta o município de Paracambi/RJ.

O início da AE no estado de São Paulo está sob influência do clima subtropical de verão ameno Cfb, que se estende pelos quatro primeiros municípios interceptados, além de predominar também nos municípios de São José do Barreiro e Bananal na porção centro-leste do corredor. Todavia, ao se aproximar da descida do planalto, os municípios começam a ter influência também do clima subtropical de verão quente Cfa, o qual predomina nessa porção do traçado, fazendo a transição para a região do Vale do Paraíba.

A maior parte da AE, localizada na região do Vale do Paraíba, está sob influência predominante do clima subtropical Cwa, com verões quentes e estação de inverno seca. O traçado da LT acompanha a faixa de influência prioritária desse clima na AE, concentrada nas áreas mais planas do Vale. Todavia, os municípios da região apresentam em suas extremidades alguma influência da altitude (associada às serras do Mar e da Mantiqueira), onde se tem ocorrência do clima subtropical de altitude Cwb, apesar de este ser predominante apenas no município de Silveiras/SP.

Finalmente, a porção leste da AE mantém essa configuração climática, apesar de alguma influência pontual dos climas Cfb e Cfa (o qual é bastante evidente no município de Pirai/RJ). Apenas no último município interceptado, Paracambi/RJ, é que se tem o aumento da temperatura pela influência dos climas tropicais associados ao Rio de Janeiro, predominando nesse município o clima tropical com estiagem no inverno Aw (Figura 6.2.2).

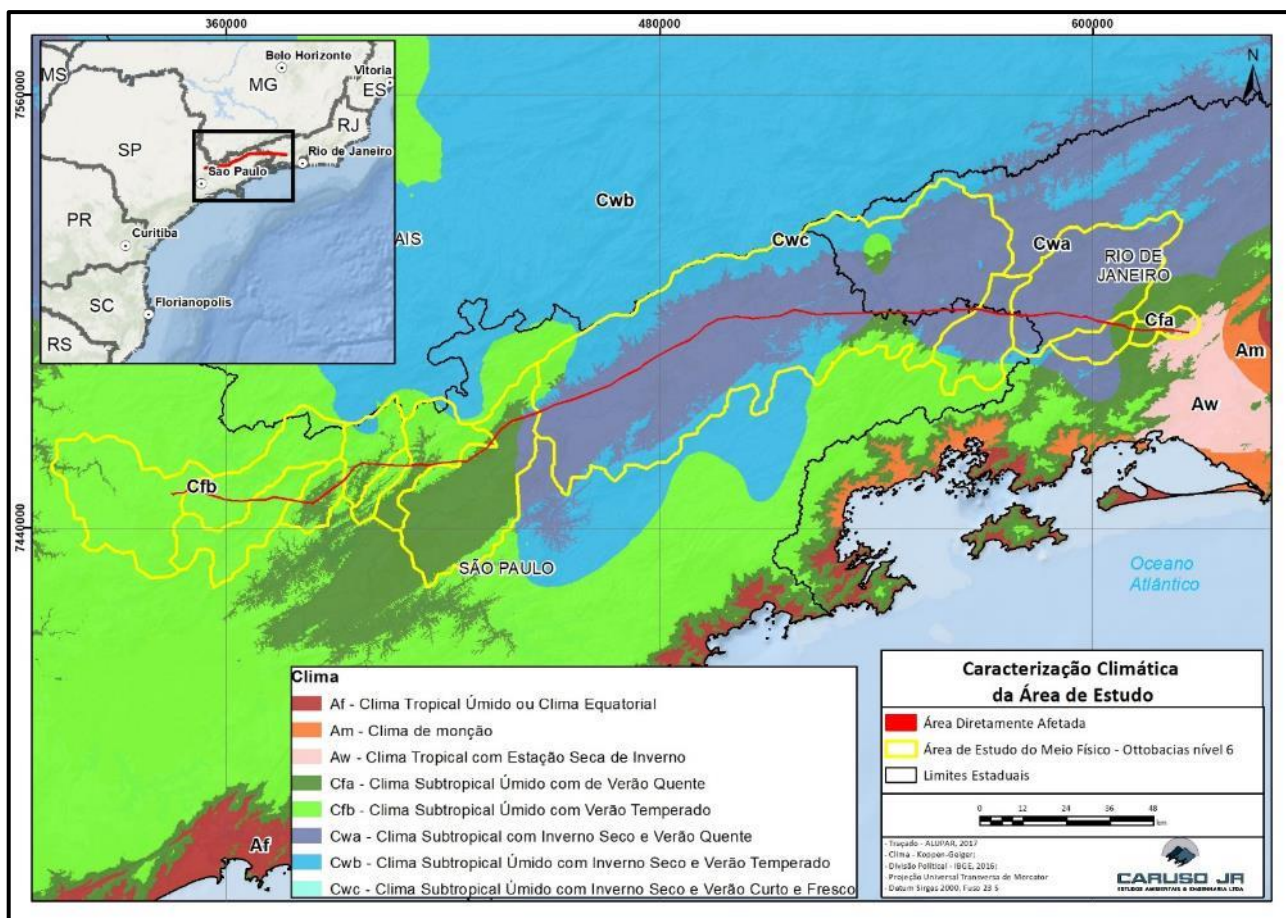


Figura 6.2.2. Classificação climática da AE do empreendimento.

Destaca-se que, no âmbito de São Paulo, o Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (CEPAGRI) identifica leves variações nessa classificação para alguns municípios, apesar de ser condizente sobre o predomínio do clima Cwa na AE. De fato, em função da AE contemplar a transição de ambientes com diferentes características físicas e geográficas, a condição climática na região é influenciada por fenômenos meteorológicos que podem fazer com que seu comportamento varie do esperado em determinadas ocasiões. Pela classificação climática indicada pelo CEPAGRI, além das classes climáticas descritas, atua ainda em pontos isolados no estado de São Paulo o clima de monção Am, com temperaturas elevadas o ano inteiro (média do mês mais frio superior a 18°C) e estação seca de pequena duração (CEPAGRI, 2018).

Os sistemas meteorológicos atuantes na AE são apresentados na sequência, bem como as informações específicas referentes à precipitação, temperatura do ar, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, direção e intensidade dos ventos e o nível ceraúnico.

6.2.2.1. Sistemas meteorológicos de escala sinótica

Entende-se por escala sinótica a meteorologia voltada para o estudo da porção horizontal da atmosfera, cuja visão geral permite analisar a dimensão espacial desses sistemas. Por estar localizada no sudeste brasileiro, segundo Lima, Satyamurty e Fernández (2010 apud ALVARENGA, 2012) a AE tem os Sistemas Frontais (SFs) e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) como principais sistemas de escala sinótica atuantes, interagindo em maior ou menor grau com outros sistemas e fenômenos meteorológicos. Os autores informam ainda que esses sistemas são responsáveis pela maioria dos eventos extremos de precipitação no sudeste brasileiro, sendo 53% relacionados aos SFs e 47% relacionados à ZCAS.

Massas de ar são grandes volumes de ar com propriedades uniformes, formadas a partir das altas temperaturas associadas às regiões equatoriais ou baixas temperaturas das regiões polares, as quais não contam com um gradiente térmico constante entre elas (LLOPART, 2012). Os sistemas frontais, também chamados frentes, são então definidos como sendo zonas de transição entre duas massas de ar de diferentes densidades e temperaturas (sendo esse o principal aspecto, responsável pela classificação da frente como “fria” ou “quente”), que apesar de se aproximarem, conservam suas particularidades, tendendo a se manter individualizadas (VIANELLO; ALVES, 1991 apud ALVARENGA, 2012). Na América do Sul as frentes atuam constantemente sobre o clima, geralmente se deslocando de sudoeste para noroeste sobre o continente e Oceano Atlântico adjacente. Comumente a frequência das frentes é que determina sua permanência, uma menor frequência corresponde a maior permanência da SF na localidade e, conseqüentemente, maior precipitação. As SFs diferenciam-se da ZCAS principalmente pela duração, considerando que a influência das SFs é transitória, comumente afetando a região por um período de um a dois dias.

Em contrapartida, ZCAS é o nome dado ao escoamento convergente de umidade que ocorre na baixa troposfera com sentido noroeste-sudeste, formando uma faixa de nebulosidade que recobre o centro-oeste e sudeste do Brasil. Esse escoamento é originado pelo ciclo de precipitação dos trópicos e subtropicais da América do Sul, qual seja: a elevação na atividade convectiva inicia-se ao oeste da bacia Amazônica no mês de agosto e, a partir daí, migra sentido sudeste. Na sequência da ZCAS, o centro-oeste e sudeste brasileiros têm o início de seu período chuvoso, em média, em meados de outubro, atingindo o pico entre dezembro e fevereiro.

O ciclo que compõe a ZCAS se repete anualmente durante os meses de verão, sendo responsável pelo regime de chuvas na região sudeste e, conseqüentemente, na AE do empreendimento ora em análise. Todavia, as variações possíveis na organização espacial, na intensidade das chuvas e na circulação da ZCAS podem ser responsáveis pela ocorrência de eventos extremos como inundações pela intensificação das chuvas ou prolongamento dos períodos de estiagem. As variações espaciais compreendem mudanças na extensão da

ZCAS, por vezes se estendendo até o Oceano Atlântico e por vezes se limitando à região sudeste, enquanto as variações de intensidade são verificadas na atividade convectiva, que por vezes persiste ativa por um período de dias enquanto em outras vezes nem ao menos se estabelece (LLOPART, 2012).

A interação com outros sistemas meteorológicos, tais quais os sistemas frontais descritos anteriormente ou, ainda, Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCANs) e circulações anticiclônicas (como a Alta da Bolívia) atuam na intensificação da ZCAS. Ademais, alguns fenômenos meteorológicos também afetam a ZCAS. O fenômeno El Niño, por exemplo, exerce um papel importantíssimo na variabilidade da monção na América do Sul e na ZCAS, inclusive na ocorrência de eventos extremos de precipitação.

6.2.2.2. Sistemas convectivos de mesoescala

Sistemas convectivos de mesoescala (SCM) são conjuntos de sistemas de aglomerados de nuvens convectivas, mais comumente cumulonimbus, em suas diferentes fases do ciclo de vida, com escalas horizontais da ordem de 2000km (LLOPART, 2012). Na América do Sul esses sistemas são responsáveis pelo excesso de chuvas na primavera e verão e no sudeste brasileiro causam condições de tempo extremo e eventos críticos, tendo sua frequência como fator principal para a determinação da variabilidade interanual do clima (PEREIRA, 2014). Um SCM apresenta algumas características estruturais comuns, como extensão vertical de 10 a 12 km, ocorrência do processo de *overshooting*, correntes ascendentes quentes e correntes descendentes frias, precipitação convectiva e estratiforme e o formato visual de uma bigorna.

Os principais SCM atuantes na região sudeste do Brasil são linhas de instabilidade e complexos convectivos. As primeiras são formadas por um conjunto de nuvens cumulonimbus organizados em forma de linha e, possuem um tempo de duração que pode variar de horas até dias. Já os complexos convectivos são definidos como um aglomerado de nuvens cumulonimbus que se apresentam em um formato circular e se formam rapidamente, tendo seu tempo de duração variando entre 6 a 12 horas (PEREIRA, 2014).

Na área de estudo, a grande flutuação climática está associada em grande parte aos sistemas convectivos de mesoescala, os quais variam conforme influência de outros fatores locais, como as nuances de relevo, bastante heterogêneas na AE. Destaca-se que na região estudada, por estar localizada no sudeste brasileiro, um maior índice de precipitação pode ser observado quando sistemas convectivos como linhas de instabilidade, complexos convectivos ou outros sistemas de mesoescala, estão associados à presença da Zona de Convergência do Atlântico Sul.

6.2.2.3. Precipitação

Em função da semelhança entre as características comuns dos climas predominantes nas regiões interceptadas, a precipitação na AE apresenta um comportamento geral muito semelhante, conforme apresenta a Figura 6.2.3.

Observa-se que os totais pluviométricos médios mensais são bastante reduzidos nos meses de inverno, com a estação de Resende/RJ demonstrando comportamento típico de clima Cwa, com invernos secos. Para todas as estações ao longo da AE os índices de precipitação são mais expressivos entre novembro a março, apresentando variações locais nos valores médios.

A precipitação anual acumulada revela maior quantidade de chuvas na região de Resende/RJ (1552,5mm), seguida por Taubaté/SP (1396,8mm), Pirai/RJ (1240,8mm) e São José dos Campos/SP (1155,0mm)

As maiores e menores precipitações máxima e mínima médias mensais da AE foram registradas para a estação de Resende/RJ, sendo elas 279mm em janeiro e 20mm em julho, respectivamente. São José dos Campos/SP apresentou máxima média mensal de 202,01mm em dezembro e mínima média mensal de 26,6mm em julho. Para Taubaté/SP a máxima média mensal foi de 244,6mm em dezembro e a mínima média mensal de 29,3mm em junho. Por fim, a estação de Pirai/RJ apresentou máxima de 214mm em janeiro e mínima de 28,8mm no mês de julho.

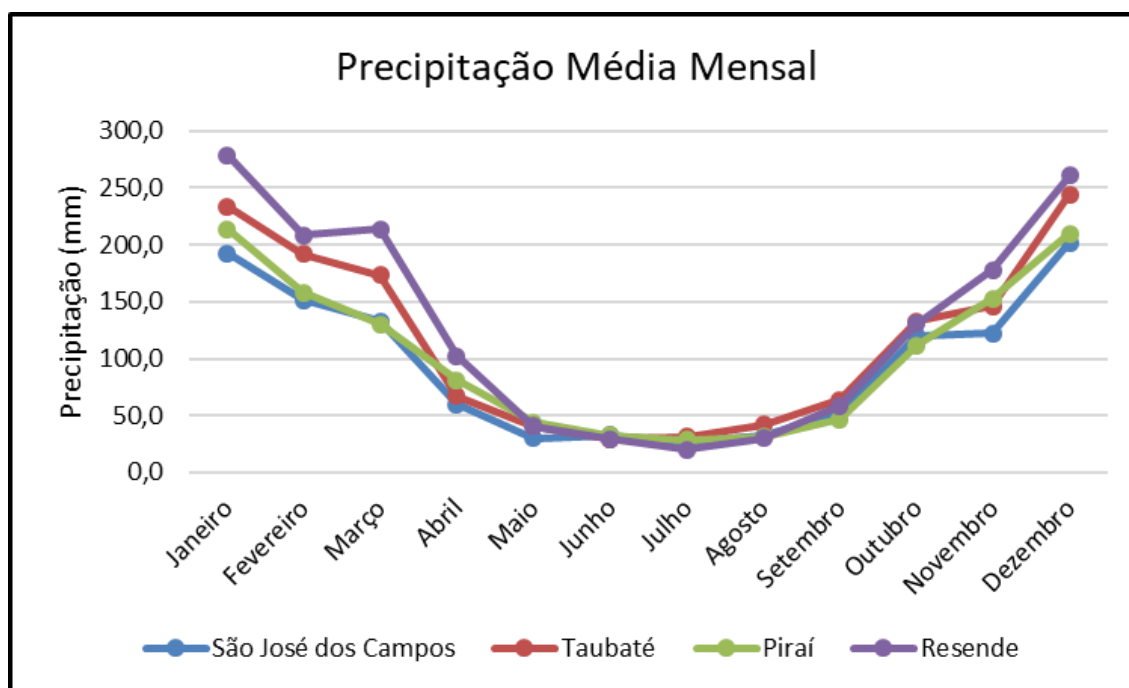


Figura 6.2.3. Precipitação média mensal acumulada para as estações meteorológicas da AE.

6.2.2.4. Temperatura do ar

Em toda AE as temperaturas médias mensais apresentam pequena variabilidade e comportamento semelhante, com a estação de Resende/RJ apresentando valores superiores e a estação de São José dos Campos/SP com valores inferiores, sendo muito sutil a diferença entre eles, porém todas com variações térmicas entre verão e inverno semelhantes. Para as temperaturas médias mensais, observa-se redução térmica nos meses de inverno, com julho sendo o mês mais frio, enquanto que os meses de verão no início do ano correspondem aqueles com maiores temperaturas (Figura 6.2.4).

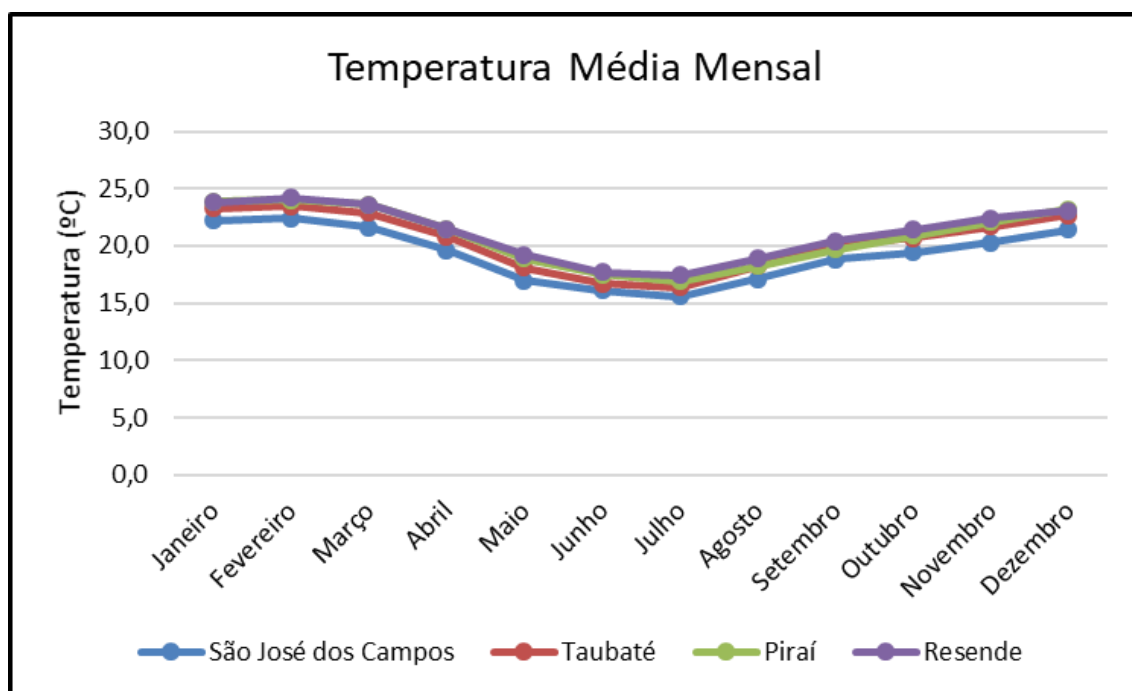


Figura 6.2.4. Temperatura média mensal para as estações meteorológicas da AE.

As temperaturas máximas mensais são bastante semelhantes em toda a AE, sendo registradas temperaturas entre 24,1°C e 30,1°C (julho e fevereiro) para a estação de São José dos Campos/SP, 24,4°C e 30,5°C (julho e fevereiro) para Taubaté/SP, 24,9°C e 30,8°C (julho e fevereiro) para Pirai/RJ e 24,8°C e 30,9°C (junho e fevereiro) para Resende/RJ (Figura 6.2.5).

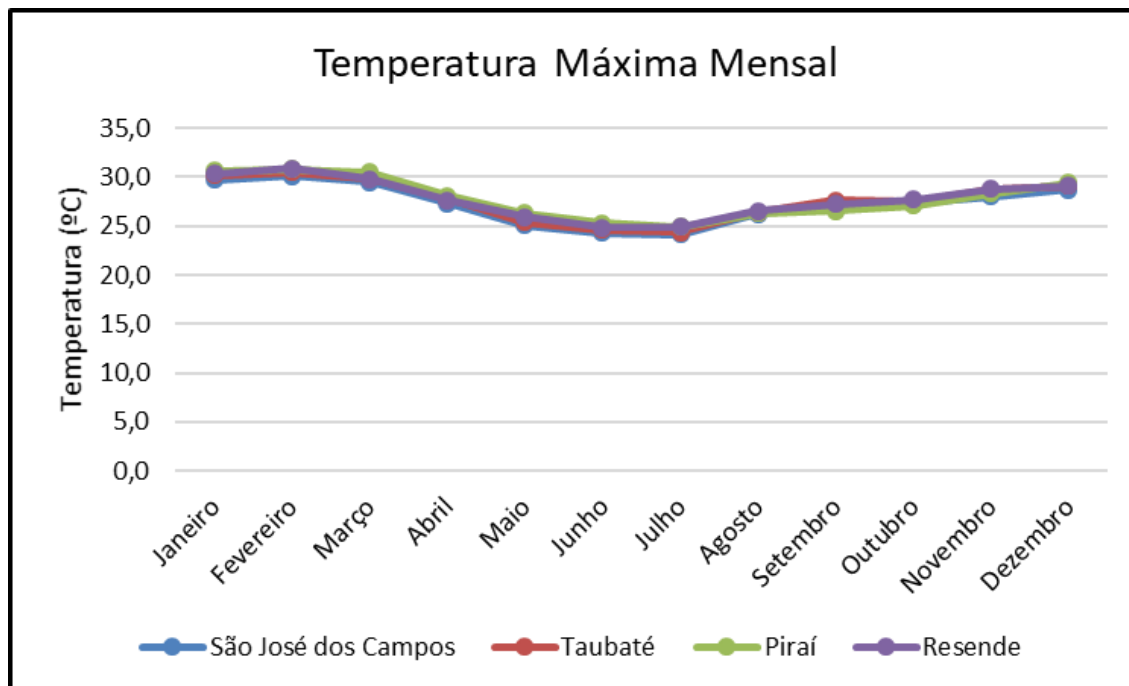


Figura 6.2.5. Temperatura máxima mensal para as estações meteorológicas da AE.

Por fim, as temperaturas mínimas apresentam-se também semelhantes entre as estações do Rio de Janeiro, variando entre 11,5°C e 19,4°C em Pirai (julho e janeiro) e 12°C e 20°C em Resende (julho e fevereiro). Para a porção da AE em São Paulo, a estação de Taubaté, no trecho central, registrou valores levemente inferiores aos do RJ, entre 10,7°C e 19,1°C (julho e fevereiro), porém, para São José dos Campos (oeste da AE) as temperaturas mínimas mensais destoaram das do restante do corredor estudado, estando entre 8,2°C e 16,5°C, ocorrendo nos meses de julho e fevereiro, respectivamente (Figura 6.2.6).

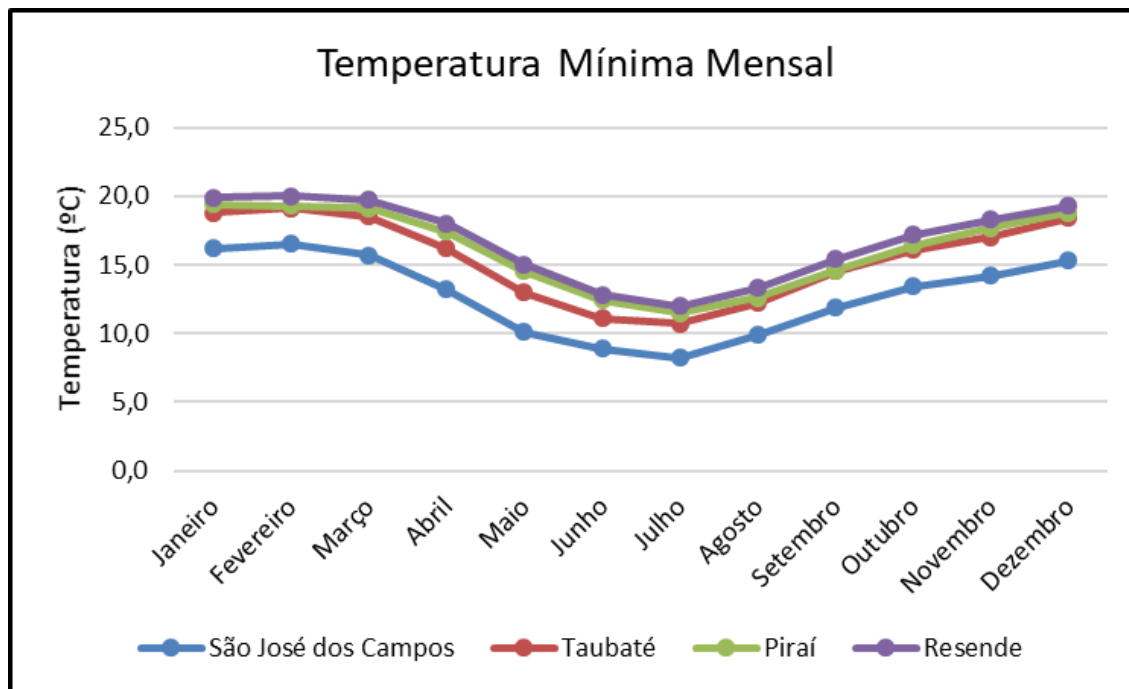


Figura 6.2.6. Temperatura mínima mensal para as estações meteorológicas da AE.

6.2.2.5. Umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar é elevada em todos os meses do ano, porém seu comportamento na AE apresenta uma leve redução nos meses de agosto e setembro para todas as estações meteorológicas, exceto Pirai/RJ (trecho leste), a qual apresenta uma sutil elevação a partir de abril, com pico em junho, o que faz que o comportamento decrescente em agosto e setembro simplesmente retorne à umidade relativa ao valor médio dos demais meses (média anual de 83%).

Considerando a umidade relativa do ar como sendo a relação entre a quantidade de água presente no ar (umidade absoluta) e a quantidade máxima possível sob as mesmas condições, entende-se que alguns fatores como temperatura e pressão são fundamentais para influenciar os valores desse parâmetro. Portanto, diante da grande semelhança entre as médias mensais de temperatura nas estações consideradas, estima-se que a altitude dos pontos (que se relaciona diretamente com a pressão), interfira diretamente na umidade relativa de Pirai/RJ, a qual conta com a menor cota entre as estações da AE.

Os valores mínimos e máximos evidenciados na AE vão de 70,6% a 79,8% em São José dos Campos/SP (agosto e março), 69,1% e 76,8% em Taubaté/SP (agosto e março), 82% (de novembro a janeiro) e 86% (junho) em Pirai/RJ e 69,4% e 77,9% em Resende/RJ nos meses de setembro e abril (Figura 6.2.7).

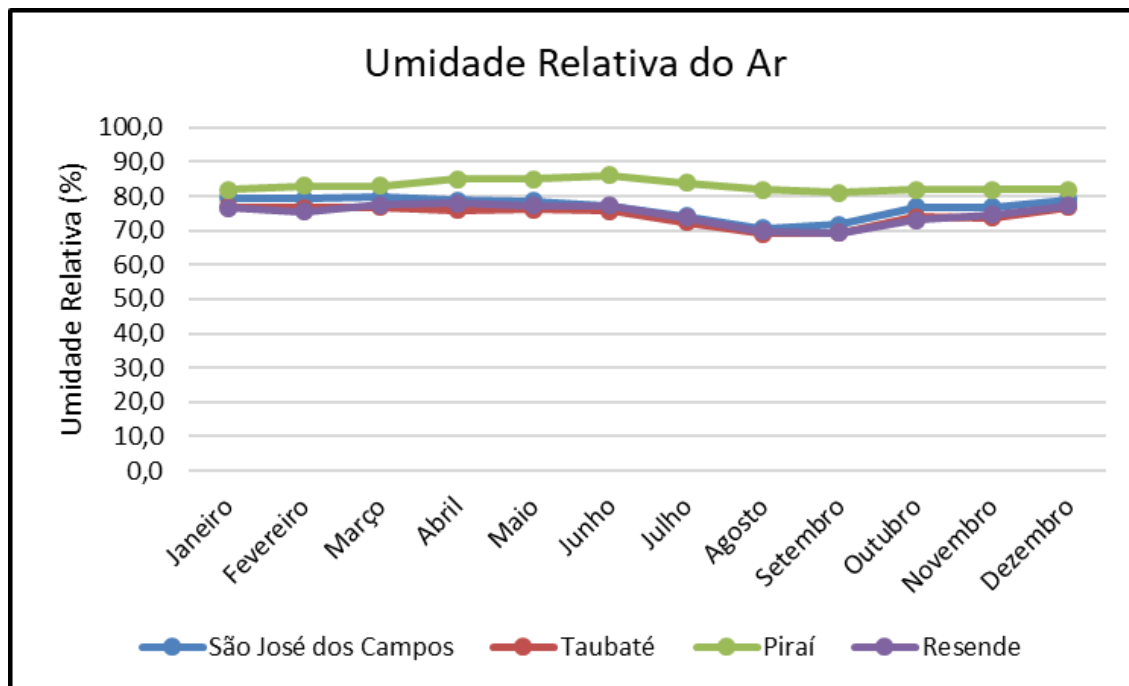


Figura 6.2.7. Umidade relativa do ar média compensada para as estações meteorológicas da AE.

6.2.2.6. Pressão atmosférica

Conforme mencionado no item anterior, a altitude do ponto influencia diretamente na pressão atmosférica, porém em sentidos opostos, de modo que em termos de valores a pressão se eleva conforme a altitude do ponto reduz, seguindo, portanto, o sentido oeste-leste na AE. Já no tocante ao comportamento do parâmetro, todas as estações da AE apresentam-se semelhantes. Verifica-se que nos meses mais quentes o índice de pressão atmosférica é baixo, enquanto que nos meses de inverno, onde as temperaturas são mais baixas, a pressão atmosférica é mais alta.

As pressões mínimas e máximas verificadas foram de 939,1hpa e 946,0hpa em São José dos Campos/SP (janeiro e julho), 944,8hpa e 952,6hpa em Taubaté/SP (janeiro e julho), 961,4hpa e 968,9hpa em Resende/RJ (janeiro e julho) e 968,0hpa e 977,3hpa em Pirai/RJ (janeiro e julho), conforme mostra a Figura 6.2.8.

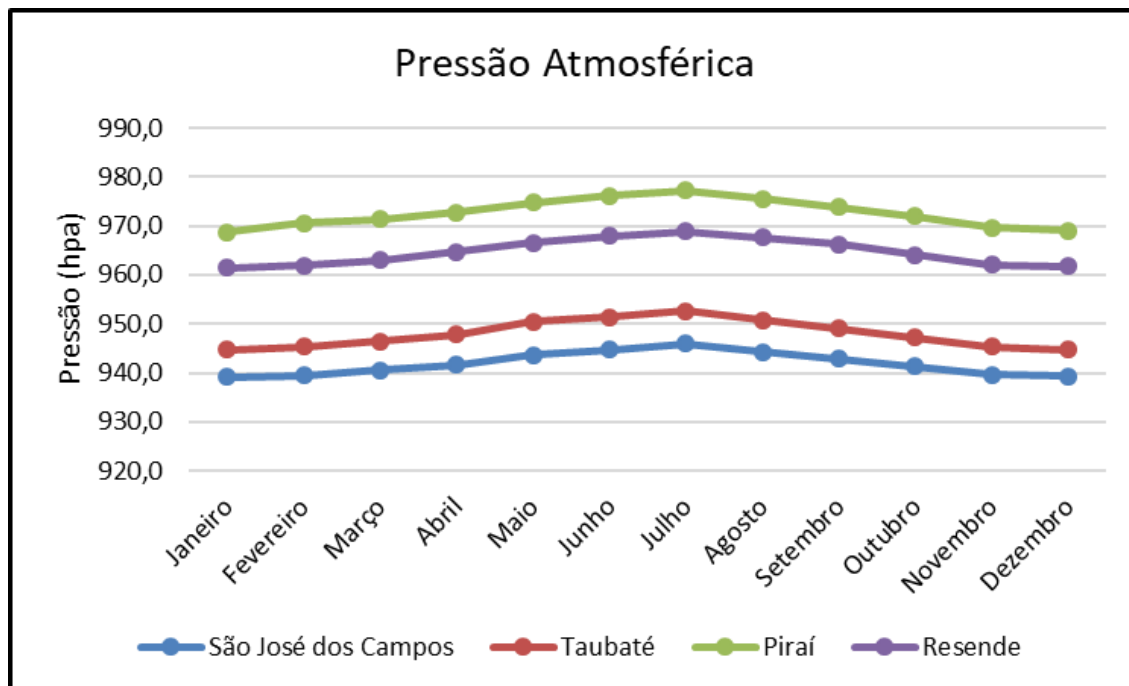


Figura 6.2.8. Pressão atmosférica para as estações meteorológicas da AE.

6.2.2.7. Ventos

Os ventos são determinados pelo seu vetor de velocidade. Eles possuem intensidade, direção e sentido (VIANELLO; ALVES, 2000). Os ventos estão fortemente condicionados pela distribuição da pressão. Eles variam devido a inversão do gradiente de pressão, motivados por diferença de aquecimento da superfície. Alguns tem variação diária, outros sazonais (VAREJÃO, 2006).

Os dados de intensidade do vento foram apresentados mensalmente afim de representar a variação da intensidade de acordo com as estações do ano. Os dados foram obtidos por meio das Normais Climatológicas do INMET, compreendendo o período de 1961-1990. Para a interpretação dos valores apresentados, adotou-se a Escala de Beaufort, proposta para auxiliar no cálculo da intensidade dos ventos e na verificação dos seus efeitos visíveis nas superfícies da terra e do mar. A escala compreende as classificações de calmaria, bafagem, brisa leve (aragem), fraco, moderado, fresco, muito fresco, forte, muito forte, duro, muito duro, tempestuoso e furacão.

De modo geral, os ventos na AE são de muito pequena intensidade, predominando a classificação de bafagem em todas as estações, com alguns momentos pontuais de brisa leve (aragem) (Quadro 6.2.2).

Quadro 6.2.2. Intensidade do Vento (m/s) registrada pelas estações da AE.

Meses	Estação de São José dos Campos/SP		Estação de Taubaté/SP		Estação de Resende/RJ		Estação de Pirai/RJ	
	Intensidade de (m/s)	Designação (Escala de Beaufort)	Intensidade (m/s)	Designação (Escala de Beaufort)	Intensidade (m/s)	Designação (Escala de Beaufort)	Intensidade (m/s)	Designação (Escala de Beaufort)
Janeiro	1,3	Bafagem	0,64	Bafagem	1,28	Bafagem	0,90	Bafagem
Fevereiro	1,25	Bafagem	0,69	Bafagem	1,12	Bafagem	0,84	Bafagem
Março	1,21	Bafagem	0,75	Bafagem	1,02	Bafagem	0,97	Bafagem
Abril	1,17	Bafagem	0,69	Bafagem	1,05	Bafagem	0,78	Bafagem
Mai	1,01	Bafagem	0,58	Bafagem	0,89	Bafagem	0,64	Bafagem
Junho	1,04	Bafagem	0,68	Bafagem	0,83	Bafagem	0,58	Bafagem
Julho	1,34	Bafagem	0,76	Bafagem	1,07	Bafagem	0,72	Bafagem
Agosto	1,58	Brisa leve	0,88	Bafagem	1,26	Bafagem	0,88	Bafagem
Setembro	1,92	Brisa leve	1,00	Bafagem	1,66	Bafagem	1,15	Bafagem
Outubro	1,83	Brisa leve	0,97	Bafagem	1,84	Bafagem	1,12	Bafagem
Novembro	1,74	Brisa leve	0,88	Bafagem	1,69	Brisa leve	1,13	Bafagem
Dezembro	1,5	Bafagem	0,78	Bafagem	1,48	Bafagem	0,99	Bafagem
Anual	1,41	Bafagem	0,78	Bafagem	1,27	Bafagem	0,89	Bafagem

A direção predominante do vento nas estações meteorológicas selecionadas para a caracterização da AE apresenta está condicionada à intensidade dos ventos apresentada anteriormente. Para todas as estações meteorológicas consideradas foram registrados ventos calmos ao longo de todo o ano (exceção para São José dos Campos em outubro, que apresentou sentido SE), o que significa dizer que os ventos ficam sem direção predominante definida (Quadro 6.2.3).

Quadro 6.2.3. Direção predominante do Vento registrada pelas estações utilizadas neste estudo ambiental.

Meses	Direção Predominante do Vento			
	Estação de São José dos Campos/SP	Estação de Taubaté/SP	Estação de Resende/RJ	Estação de Pirai/RJ
Janeiro	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo
Fevereiro	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo
Março	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo
Abril	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo
Mai	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo
Junho	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo
Julho	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo
Agosto	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo
Setembro	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo
Outubro	SE	Calmo	Calmo	Calmo
Novembro	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo
Dezembro	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo
Anual	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo

6.2.2.8. Nível Ceraúncico

As descargas atmosféricas são responsáveis por um grande número de desligamentos de sistemas de transmissão de energia elétrica, representando um grande risco para o Sistema Interligado Nacional (SIN).

No Brasil, cerca de 70% dos desligamentos na transmissão e 40% na distribuição são provocados por raios, sendo o número de transformadores queimados por raios em torno de 40%, afetando a qualidade de energia (ELAT, 2010). A técnica para minimizar o elevado número de desligamentos provocados por raios é o aperfeiçoamento dos sistemas de aterramento de modo a minimizar a impedância de aterramento e o uso de para-raios (vide Capítulo 4 – Caracterização do Empreendimento, para informações de projeto relativas a prevenção contra descargas atmosféricas – aterramentos e para-raios).

As variações nos níveis de atividades elétricas no país são causadas devido às diferentes latitudes de cada região, sendo assim podemos considerar a influência das variações zonais e topográficas.

Nos meses de janeiro a março são registradas as maiores ocorrências de relâmpagos no Brasil. Gin e Guedes (2000) assinalam a importância das atividades convectivas que se instalam nos continentes durante o verão e a ausência desses sistemas durante o inverno para determinar os níveis cerâmicos. A presença de ar quente e úmido juntamente com elevadas taxas de umidade e superfície do solo, favorecem a ocorrência de descargas elétricas. Destaca-se aqui a predominância do clima subtropical úmido com inverno seco (Cwa) na AE, o que corrobora com o entendimento da concentração da incidência de descargas elétricas nos meses de verão.

Os dados de densidade de descargas elétricas por município do Brasil foram obtidos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2008) a partir da publicação do Ranking de Incidência de Descargas Atmosféricas por Município no Brasil para os biênios de 2005-2006 e 2007-2008. O referido ranking fora publicado considerando a região centro-sul do país, abrangendo os estados de RS, SC, PR, SP, RJ, ES, MG, MS e GO.

Esses dados foram espacializados, considerando os municípios abrangidos pela AE. Em ambiente SIG foi feita a interpolação dos valores de densidade de descargas atmosféricas por meio da ferramenta e método IDW no Programa ArcGis. Com o resultado, foi possível concluir que na AE a densidade média anual de descargas elétricas varia de 3,96 a 13,14 raios/km².ano (Figura 6.2.9).

Em termos gerais, apesar da umidade e precipitação nos meses de verão, a maioria dos municípios da AE não contam com densidades representativas de descargas atmosféricas, representando baixo risco aos subsistemas de transmissão. Os municípios da AE de maior destaque para o ranking da região centro-sul do país nos biênios avaliados foram apenas Barra Mansa/RJ, que ocupou a 13ª posição no biênio 2005-2006 (apesar de cair para a 50ª posição no biênio seguinte), e Volta Redonda/RJ que ocupou a 22ª posição em 2005-2006 e a 20ª posição em 2007-2008.

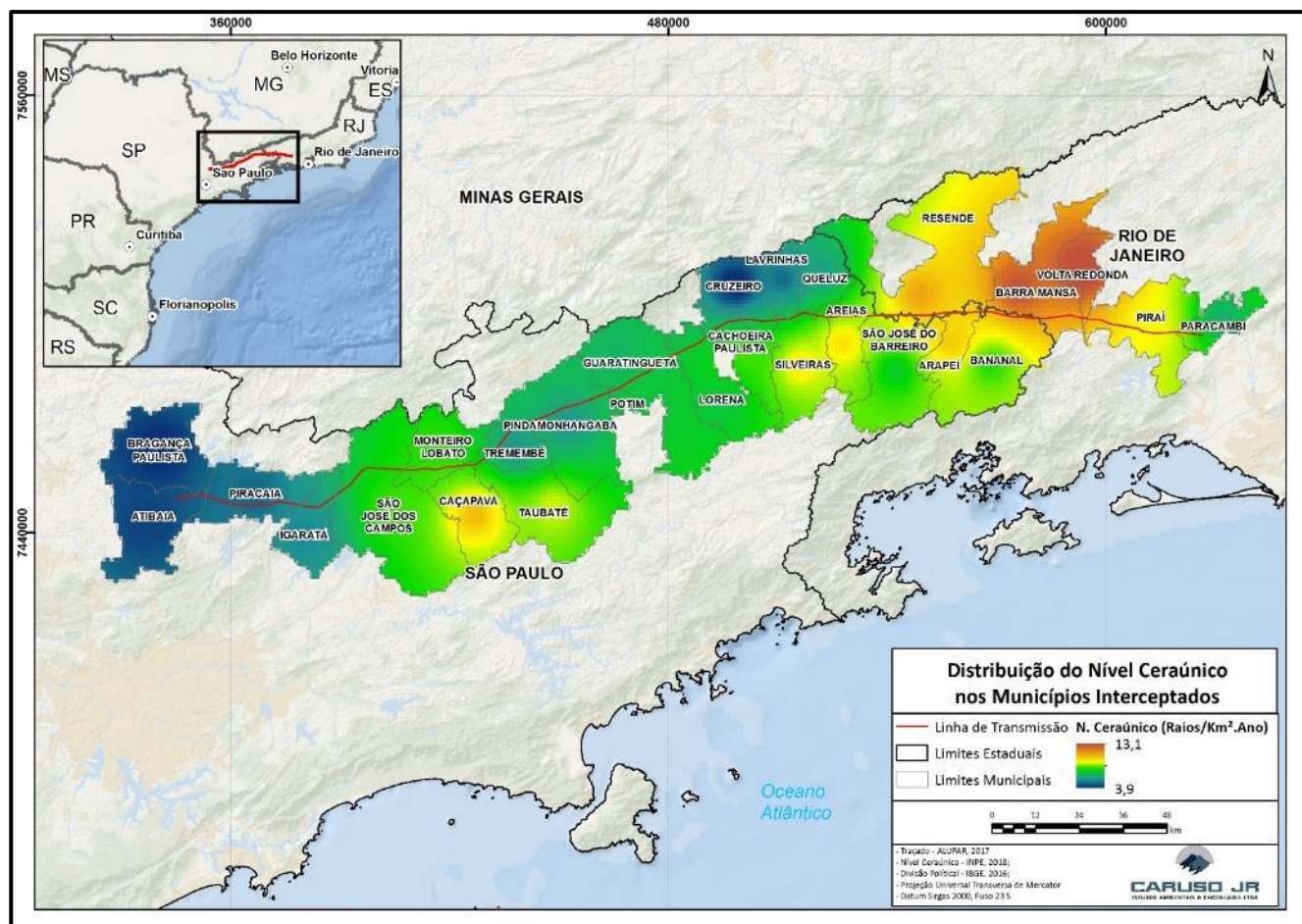


Figura 6.2.9. Densidade de Descargas Atmosféricas na AE (km²/ano).

6.2.3. RECURSOS HÍDRICOS

O presente item trata do detalhamento dos recursos hídricos superficiais existentes na região pretendida para a implantação da LT 500kV Fernão Dias – Terminal Rio, com foco para a identificação e delimitação das unidades territoriais relevantes para o escoamento superficial (bacias hidrográficas) transpostas pelo empreendimento e a identificação e levantamento de dados acerca dos corpos hídricos existentes e seu comportamento.

Para a elaboração do presente item foi realizado o levantamento de dados secundários a partir de pesquisas em fontes oficiais, artigos científicos e trabalhos acadêmicos, de modo a compor um *background* das características da Área de Estudo (AE). Sempre que possível os dados levantados foram confirmados em campo (dados primários) para a validação das informações apresentadas e eventuais adequações necessárias. O

levantamento de dados primários permitiu também a aquisição de informações específicas para a AE, de modo a retratar as características atuais da área a ser transposta pelo futuro empreendimento.

Para o diagnóstico dos recursos hídricos a AE corresponde àquela apresentada como geral para os itens do Meio Físico, sendo composta pelo limite das Ottobacias nível 6. A malha hídrica considerada para todas as análises afetas à hidrografia foi a Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO) em escala 1:250.000 da Agência Nacional de Águas (ANA, 2013), em função da sua compatibilidade com a divisão de ottobacias hidrográficas e a disponibilidade de dados para a avaliação mais adequada da hidrografia. A BHO foi adotada para avaliação de todos os subitens da análise de recursos hídricos, exceto para o mapeamento das nascentes, para o qual se optou por utilizar a base do IBGE (2015), de maior escala (1:100.000), buscando adotar uma postura mais conservadora, sendo mapeadas todas as nascentes no corredor de 1km para cada lado a partir do traçado da LT. A seguir a AE é contextualizada dentro do cenário nacional e, posteriormente, detalhada para identificar sua relevância para o tema de recursos hídricos.

6.2.3.1. Contextualização da Área de Estudo

Buscando uma melhor organização dos dados referentes aos recursos hídricos e a contextualização da hidrografia da AE em âmbito nacional, inicialmente se faz necessária a verificação de seu posicionamento na Divisão Hidrográfica Nacional (DNH), instituída pela resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), nº 32, de 15/10/03, com a finalidade de orientar, fundamentar e implementar o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). A Figura 6.2.10 é referente ao mapa utilizado pela ANA no Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) de 2006 e apresenta as Regiões Hidrográficas (RH) brasileiras de acordo com a DNH.

Com base na figura, nota-se que no estado de São Paulo a porção central, correspondente às áreas de planaltos, contribuem com a drenagem para a Região Hidrográfica do Paraná, enquanto que a área costeira do estado e a porção do Vale do Paraíba paulista contribuem para a Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste. No âmbito do Rio de Janeiro, todo o estado contribuí apenas para a Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste.



Figura 6.2.10 Regiões Hidrográficas Brasileiras segundo o PNRH de 2006. Fonte: ANA, 2005.

A Região Hidrográfica do Paraná corresponde à terceira mais extensa do Brasil, com 879.860km², equivalente a 10,3% do território nacional e compreende o trecho brasileiro de uma das unidades hidrográficas da Bacia do Rio da Prata, o Alto Paraná, a qual corresponde à área de drenagem da Bacia do rio Paraná até a foz do rio Iguaçu, na tríplice fronteira Brasil/Argentina/Paraguai. Essa configuração faz com que essa RH seja uma das únicas caracterizada como endorreica em território brasileiro. Sua área de drenagem equivale a aproximadamente 59% do total da Bacia do Rio Paraná e 29% da Bacia do Rio da Prata como um todo, apresentando extensão sobre sete unidades da federação, a saber: São Paulo, Paraná, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Goiás, Santa Catarina e Distrito Federal (MMA, 2006a). Essa RH é interceptada no trecho inicial do empreendimento no estado de SP, compreendendo apenas três subbacias hidrográficas da área de estudo.

De acordo com o Caderno Regional da Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste (MMA, 2006b), sua área é formada pelas bacias hidrográficas que deságuam no litoral sudeste brasileiro, se estendendo da região norte do Espírito Santo ao norte do Paraná. Esta área de drenagem abrange uma das mais expressivas regiões brasileiras, marcada pelo alto contingente populacional. A RH compreende uma área de 213.171,63 km², abrangendo um total de 589 municípios, sendo 507 com sede na área de drenagem e 82 com apenas parte de seu território dentro da área de drenagem. Uma questão relevante relacionada ao desenvolvimento urbano e econômico dos centros urbanos nessa RH é a qualidade das águas. Em função das altas taxas de urbanização, precariedade de saneamento em determinados focos e das atividades industriais e agropecuárias realizadas em sua extensão, a qualidade das águas apresenta uma diversidade de situações, sendo por diversas vezes comprometida devido à ação antrópica. Essa RH abrange a maior parte da AE, compreendendo 11 das 14 ottobacias hidrográficas que a compõem.

Considerando a posição da AE nas Regiões Hidrográficas interceptadas, nota-se que as primeiras ottobacias nível 6 da AE compreendem majoritariamente as regiões limítrofes tanto da RH do Paraná quanto da RH do Atlântico Sudeste, implicando a interceptação de diversos cursos-d'água em seu trecho inicial, o que reflete consideravelmente na sua expressividade em termos de dimensão e vazão. Todavia, para o trecho da RH do Paraná esse fator não reduz a importância desses corpos hídricos para o contexto local, uma vez que a região compreende um amplo trecho de reservatórios do Sistema Cantareira que visam o armazenamento hídrico para o abastecimento dos centros urbanos paulistas. Da mesma forma, a porção interceptada da RH Atlântico Sudeste tem como particularidade o fato de compreender o Vale do Paraíba, para o qual converge toda a drenagem da região em função dos divisores topográficos existentes, a saber: a Serra da Mantiqueira a noroeste e da Serra do Mar a sudeste. Portanto, no Vale do Paraíba, apesar de estarem compreendidos diversos afluentes menores associados às formações serranas, o rio Paraíba do Sul apresenta grande extensão e vazão, sendo o principal curso-d'água associado à região hidrográfica nesse trecho.

6.2.3.2. Identificação e delimitação das bacias hidrográficas

De acordo com Tucci et al. (2007), o elemento fundamental de estudo da hidrologia na fase terrestre é a bacia hidrográfica, definida como uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. A bacia hidrográfica é composta basicamente de um conjunto de vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos d'água que confluem até resultar em um leito único no exutório.

A importância da delimitação destas bacias hidrográficas é destacada na Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, que Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), onde dita que a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da PNRH e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SGRH). Assim, para caracterizar os recursos hídricos no contexto do empreendimento é preciso situá-los nas bacias hidrográficas transpostas.

Nesse viés, destaca-se que a AE do presente item corresponde à 14 ottobacias hidrográficas nível 6, sendo três delas localizadas na Região Hidrográfica do Paraná, no estado de São Paulo, apresentando sentido preferencial de escoamento variando entre oeste e sudoeste, enquanto que as outras 11 se localizam na Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste, abrangendo os estados de São Paulo (região do Vale do Paraíba paulista) e Rio de Janeiro, com sentido preferencial de escoamento de nordeste (acompanhando o rio Paraíba do Sul). A Figura 6.2.11 apresenta a distribuição das ottobacias que compõem a AE e a sua malha hídrica. Essas informações podem ser verificadas em maior detalhe também no Mapa 6.2.1 – Mapa Hidrográfico do Caderno de Mapas, o qual é apresentado digitalmente nos formatos “.kmz” e “.shp”.

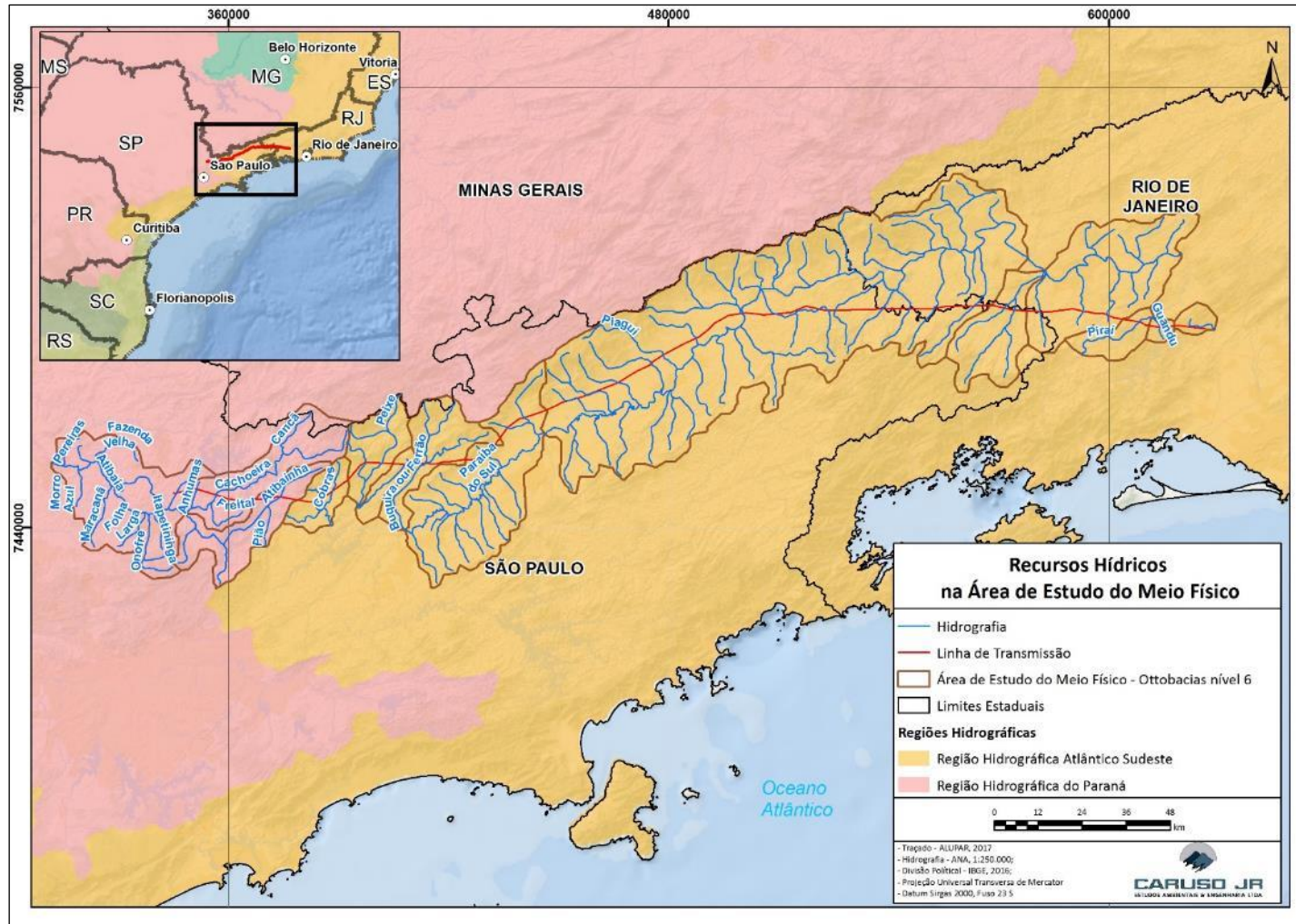


Figura 6.2.11 Posicionamento da AE e distribuição de sua malha hídrica.

A configuração da AE com base na divisão de bacias proposta no modelo de Otto Pfafstetter (1989 *apud* ANA, 2006) vai além do atendimento da Política Nacional de Recursos Hídricos e da adoção dos limites topográficos (divisores de águas superficiais) para a delimitação da provável abrangência das interferências físicas do empreendimento sobre o ambiente, uma vez que o referido método é a base para todo o modelo de codificação da rede hidrográfica nacional, conduzida e mantida pela ANA, denominada base hidrográfica ottocodificada (BHO).

Atualmente, todo o modelo de gestão de recursos hídricos da ANA tem como subsídio a BHO. Conforme apresenta ANA (2006), a adoção do método do brasileiro Otto Pfafstetter para a divisão e codificação das bacias hidrográficas foi fomentada no âmbito da Política Nacional de Recursos Hídricos que criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Os órgãos integrantes do SINGREH geram dados que contribuem para o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), que por sua vez tem por objetivos reunir, organizar, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Brasil, atualizar permanentemente as informações sobre disponibilidade e demanda de recursos hídricos em todo o território nacional e fornecer subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos.

Nota-se então que toda a gestão de recursos hídricos em âmbito federal tem por base a mesma divisão de bacias hidrográficas adotada para o presente estudo, o que permite a compatibilização de dados e a análise da hidrografia da região com base nas principais características do modelo hidrográfico ottocodificado. Destaca-se que, além da divisão e codificação de bacias conforme o estudo de Otto Pfafstetter, a ANA aprofundou o conceito primário desse modelo para a criação de um algoritmo para codificação automática de todos os cursos d'água mapeados em território nacional, fornecendo ainda dados acerca de comprimentos de trechos de curso d'água, cursos d'água e rios, suas áreas de drenagem, toponímias entre outras características fundamentais para as análises hidrográficas. A própria fundamentação adotada no conceito da ottocodificação permite a análise das características básicas de relevância de um curso d'água a partir de seu código.

A título de informação, há que se destacar que a divisão de bacias hidrográficas é realizada também em nível estadual e, apesar de não apresentar necessariamente uma compatibilização com as demais divisões existentes (especialmente em caso de empreendimentos interestaduais, como a LT 500V Fernão Dias – Terminal Rio), essas divisões são relevantes para o gerenciamento dos recursos hídricos nos estados.

No estado de São Paulo o documento que regula a gestão de recursos hídricos é o Plano Estadual de Recursos Hídricos. O PERH de São Paulo define que a estrutura da rede hidrográfica paulista utiliza a bacia hidrográfica como unidade físico-territorial de referência, sendo assim, desde a aprovação do plano estadual de

recursos hídricos do período de 1994-1995, por meio da Lei Estadual 9.034 de 27 de dezembro de 1994, tem-se a instituição de 22 Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) que correspondem às sub-bacias hidrográficas do estado. Dessas, a área de inserção do empreendimento compreende trechos das UGRHI de nº 2 (rio Paraíba do Sul) e 5 (Piracicaba/Capivari/Jundiaí), as quais fazem divisa justamente sobre o limite das Regiões Hidrográficas do Paraná e do Atlântico Sudeste (Figura 6.2.12). Assim, a sub-bacia Piracicaba/Capivari/Jundiaí compreende as três primeiras ottobacias da AE, enquanto a sub-bacia do rio Paraíba do Sul compreende as áreas de drenagem das demais ottobacias hidrográficas nível 6 em território paulista (ottobacias de 4 a 11, sendo as ottobacias 9, 10 e 11 parcialmente localizadas no Rio de Janeiro).

Já o estado do Rio de Janeiro encontra-se dividido em nove regiões hidrográficas, cada qual com o seu comitê de bacia, conforme determina a Resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI-RJ) nº 107 de 22 de maio de 2013. Dentre essas, o empreendimento ora discutido compreende trechos da RH II (rio Guandu) e RH III (Médio Paraíba do Sul), conforme ilustra a Figura 6.2.12. A transição entre essas regiões na AE ocorre no município de Piraí, onde apesar de ser contribuinte do rio Paraíba do Sul, o rio Piraí já passa a ser considerado na RH Guandu em função da transposição de bacias realizada por meio do desvio de tocos (vide item 6.2.3.3.2). Assim, a sub-bacia hidrográfica do Médio Paraíba do Sul compreende as ottobacias de 9 a 11 (sendo essas ottobacias parcialmente inseridas em São Paulo), enquanto a sub-bacia hidrográfica do rio Guandu compreende as ottobacias 12, 13 e 14 da AE.

Conforme mencionado, para a compatibilização dos dados interestaduais e buscando padronizar a análise, utilizando os dados disponíveis da BHO da ANA, a discussão apresentada na caracterização das bacias hidrográficas da AE considera a divisão das ottobacias hidrográficas interceptadas pelo empreendimento.



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

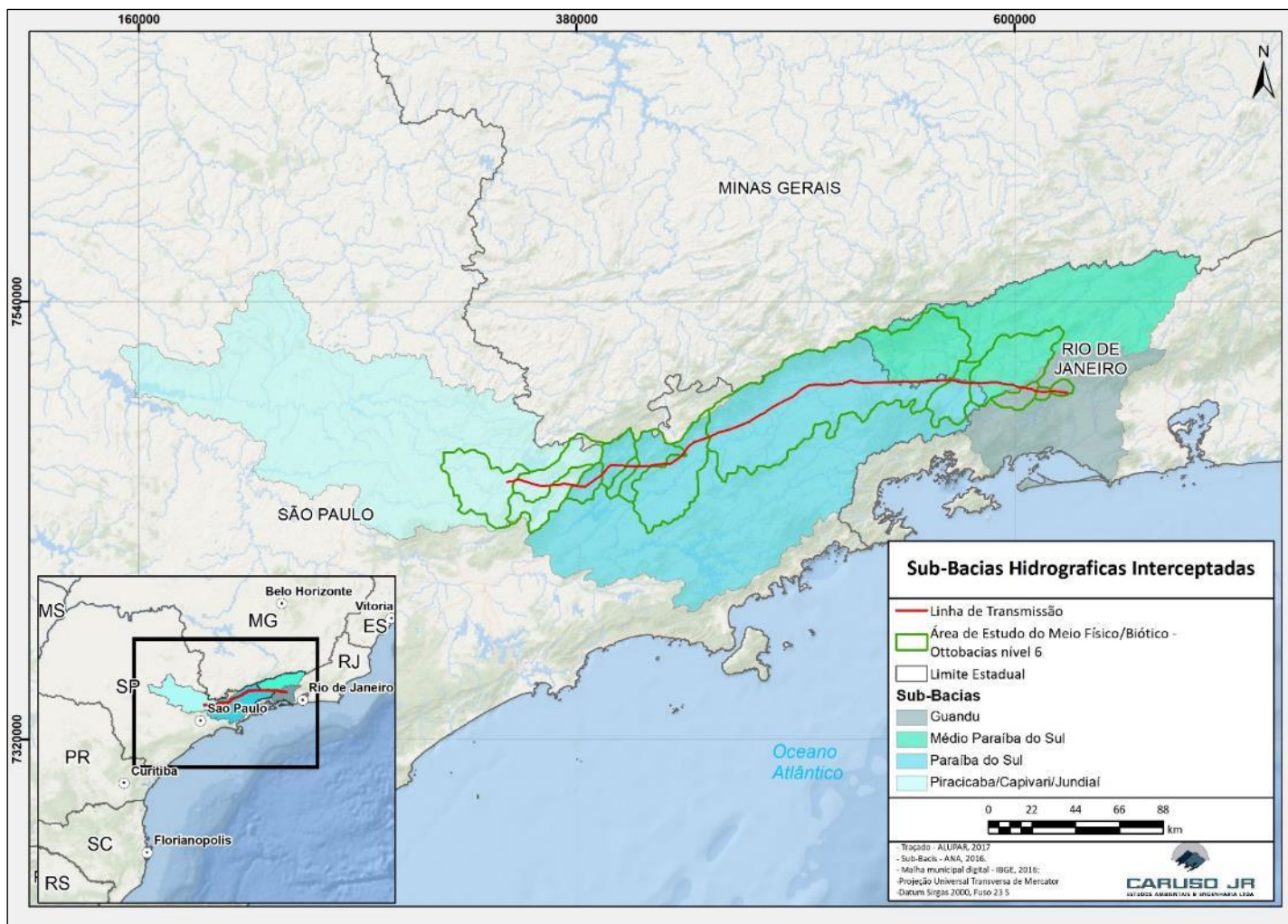


Figura 6.2.12 Divisões estaduais de sub-bacias hidrográficas.

6.2.3.3. Caracterização das ottobacias da AE

As 14 ottobacias hidrográficas nível 6 que compreendem a AE do empreendimento são listadas no Quadro 6.2.4. Essas ottobacias se encontram inseridas na porção sudoeste de São Paulo e leste do Rio de Janeiro, correspondendo ao limite estadual entre esses estados e também compreendendo o limite das Regiões Hidrográficas do Paraná e do Atlântico Sudeste, que se localiza dentro do estado de São Paulo.

Quadro 6.2.4 Identificação e características morfométricas gerais das Ottobacias da AE.

Região Hidrográfica	ID	Código da Ottobacia	Nível	Área de Drenagem (Km ²)	Comprimento total dos cursos d'água (km)	Densidade de drenagem (km/km ²)
Região Hidrográfica do Paraná	1	846647	Nível 6	948,70	205,52	0,22
	2	846648	Nível 6	456,31	88,42	0,19
	3	846649	Nível 6	568,74	102,77	0,18
Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste	4	772966	Nível 6	196,63	44,16	0,22
	5	772969	Nível 6	306,26	67,48	0,22
	6	772968	Nível 6	111,20	20,73	0,19
	7	772958	Nível 6	406,35	78,58	0,19
	8	772957	Nível 6	1139,68	275,93	0,24
	9	772955	Nível 6	5145,39	1115,34	0,22
	10	772952	Nível 6	448,26	78,89	0,18
	11	772951	Nível 6	1037,47	186,74	0,18
	12	772945	Nível 6	176,33	26,65	0,15
	13	772944	Nível 6	41,73	6,9	0,17
	14	773874	Nível 6	71,39	9,8	0,14

Fonte: a partir de ANA, 2013.

As ottobacias de IDs 1 a 7 correspondem a típicas bacias limítrofes de regiões hidrográficas, sem a presença de cursos-d'água muito representativos (de ordem alta, conforme classificação da BHO). Nas três primeiras bacias hidrográficas listadas, onde o escoamento superficial contribui para a RH do Paraná, os principais cursos d'água evidenciados são rio Atibainha e o rio da Cachoeira, os quais confluem para a formação do rio Atibaia (Figura 6.2.13). Já nas ottobacias iniciais da RH do Atlântico Sudeste, são registrados como cursos-d'água principais o rio do Peixe e o rio Buquira, afluentes do rio Paraíba do Sul.

A partir da ottobacia 8, no entanto, a AE passa a compreender as áreas de drenagem do rio Paraíba do Sul, o principal corpo hídrico da região do Vale do Paraíba e, portanto, o curso-d'água principal associado as ottobacias de ID 8, 9 e 11 (Figura 6.2.13). De fato, essas três bacias hidrográficas apresentam a maior extensão territorial na AE, e quando somadas correspondem a mais de 66% da sua área total, além de contarem com cursos-d'água com ordem consideravelmente menor do que as demais ottobacias. Todavia, apesar de abrangerem o rio Paraíba do Sul, essas bacias compreendem também uma grande quantidade de seus afluentes que, apesar de terem a ordem pequena em função da proximidade com o rio Paraíba do Sul, são de curta extensão e baixas áreas de drenagem, associados às condições topográficas das Serras do Mar e da Mantiqueira.

Ainda, no trecho referente às ottobacias 10 e 12, o traçado proposto para a LT começa a desviar do curso do rio Paraíba do Sul, de modo que essas bacias são referentes à tributários desse curso-d'água em seu trecho médio, apresentando menores áreas de drenagem. Por fim, as ottobacias de Ids 13 e 14, diferente das demais, contribuem para o abastecimento do rio Guandu, o qual possui sua bacia hidrográfica independente da do rio Paraíba do Sul. Destaca-se que a ottobacia de ID 13 corresponde ao Desvio de Tocos, obra de transposição das águas do rio Piraí (tributário do rio Paraíba do Sul) para a bacia do rio Guandu.

Os dados de densidade de drenagem apresentados são válidos para a comparação direta entre as ottobacias da AE, a qual demonstra que regiões associadas à planaltos e serras comumente apresentam maiores densidades de drenagem que as demais. Destaca-se que os valores apresentados não devem ser considerados como as densidades reais das ottobacias, uma vez que esse resultado está fundamentalmente associado à escala do mapeamento hidrográfico (mapeamentos de maior escala resultam em maiores densidades de drenagem). Assim, considerando a escala trabalhada para empreendimentos lineares, como a LT ora analisada, entende-se que se pode facilmente subestimar as densidades reais da drenagem das bacias hidrográficas mapeadas. Por exemplo, bacias com a densidade inferior a $0,5\text{km}/\text{km}^2$, classe que compreenderia todas as bacias da AE, são consideradas pela literatura como de drenagem pobre, contudo, regiões de serra, como aquelas associadas ao Vale do Paraíba, são ricas em drenagens menores em função de suas características geomorfológicas.

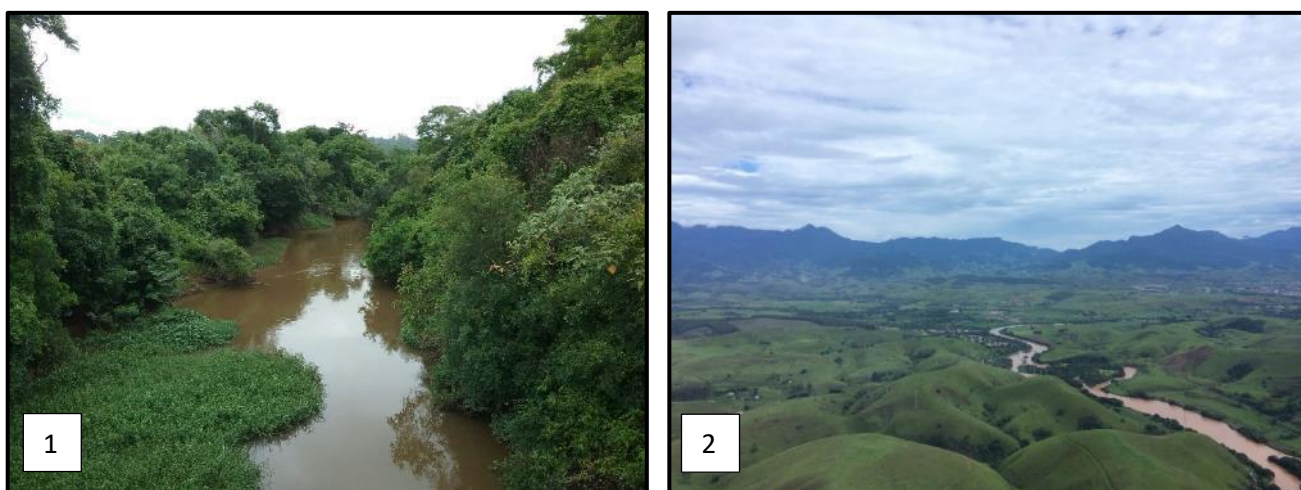


Figura 6.2.13 Principais cursos-d'água abrangidos da AE nas RH do Paraná e Atlântico Sudeste. (1) Rio Atibaia, após confluência dos rios Atibainha e da Cachoeira; (2) Rio Paraíba do Sul na Depressão do Médio Paraíba, porção central da AE.

6.2.3.3.1. Identificação dos Cursos-d'água

A seguir é apresentada a identificação dos trechos de curso d'água e cursos d'água transpostos pela ADA do empreendimento (Quadro 6.2.5), conforme base ottocodificada da ANA e validação de dados a campo. A listagem geral dos trechos e cursos d'água presentes na AE (incluindo aqueles não interceptados pela ADA do empreendimento) são apresentadas Anexo 6.2.1.

Para melhor interpretação da tabela, cabem as definições apresentadas pela ANA (2006) sobre trechos de cursos d'água, cursos d'água, nome dos rios, área de drenagem e a ordem de cada trecho.

Inicialmente, destaca-se que o algoritmo elaborado pela ANA para construir base hidrográfica nacional realiza as análises sempre de jusante para montante, a fim de permitir a divisão adequada de bacias e cursos-d'água considerando o método de Otto Pfafstetter. Dito isso, na conceituação adotada para a base ottocodificada, trecho de curso-d'água é todo o segmento entre uma foz e sua confluência, ou segmento entre confluências, ou segmento entre uma confluência e sua nascente. Já curso-d'água é a junção de trechos de curso d'água que segue da foz à cabeceira utilizando como critério a maior área a montante a partir de cada confluência. É apresentado também o nome (quando existente) do rio associado ao curso-d'água para melhor ilustrar a hidrografia da região, porém, destaca-se que não se adotou o campo de código de "rio" da BHO pois esse compreende a junção de trechos de cursos-d'água com toponímias iguais, sem necessariamente apresentar um critério técnico para sua delimitação.

Entende-se, portanto, que a coluna de "trecho de curso-d'água" identifica o trecho do corpo hídrico efetivamente compreendido na AE e, no caso do quadro abaixo, interceptado pelo empreendimento, enquanto a coluna de "curso-d'água" identifica o comprimento apresentado para o corpo hídrico como um todo, ou seja, a extensão total de sua foz até a sua cabeceira, podendo compreender extensões de outras ottobacias à montante ou à jusante daquelas que compõem a AE, sendo apresentado para representar a grandeza dos recursos hídricos existentes na região.

A coluna de área de contribuição a montante permite avaliar a representatividade do corpo hídrico no trecho em que é interceptado pela AE. Trechos de curso-d'água com grandes áreas de contribuição à montante indicam que na AE o corpo hídrico já percorreu uma grande extensão, recebendo contribuição de uma extensa área de drenagem, enquanto que pequenas áreas de contribuição à montante indicam que o curso-d'água está ainda em seu trecho inicial (comum para ottobacias limítrofes das regiões hidrográficas, por exemplo). Esse parâmetro é ainda um indicativo indireto da qualidade dos corpos hídricos das ottobacias hidrográficas, uma vez que cursos-d'água em seu trecho mais alto, próximo da cabeceira, tendem a apresentar

uma melhor qualidade de água, uma vez que sua menor área de drenagem e sua localização comumente mais isolada de centros urbanos implica menores contribuições antrópicas nesses corpos hídricos.

Por fim, a ordem de cada trecho de curso d'água é dada a partir da foz da bacia no mar (curso d'água que deságua diretamente no mar é ordem 1, o que deságua nele é 2, e assim por diante), diferindo da classificação clássica. Nesse viés, quanto maior a ordem do curso d'água, maior sua distância da foz no oceano e menor deverá ser sua extensão e contribuição.

Quadro 6.2.5 Identificação e caracterização dos trechos de cursos-d'água e cursos-d'água interceptados pelo traçado do empreendimento.

RH	ID	Ottobacia (nível 6)	Código do Trecho de Curso-d'água	Contribuição à montante (km ²)	Curso-d'água			
					Código	Comprimento (km)	Nome	Ordem
Paraná	1	846647	165515	80,81	84664794	15,57	Sem Nome	6
	2	846648	165532	116,32	846648	51,58	Rio Atibainha	6
	3	846649	165497	438,27	84664	192,88	Rio da Cachoeira	5
			165525	37,65	8466492	8,01	Ribeirão das Anhumas	6
Atlântico Sudeste	4	772966	118079	80,92	7729662	15,02	Ribeirão das Cobras	4
			118087	45,9	7729664	9,39	Sem Nome	4
	5	772969	118028	211,6	77296	79,29	Rio do Peixe	2
			118029	67,29	7729692	16,76	Sem Nome	3
	6	772968	118085	111,21	772968	21,15	Sem Nome	3
	7	772958	118157	406,6	772958	45	Rio Buquirá ou Ferrão	2
	8	772957	117919	117,87	7729572	23,76	Sem Nome	2
			117932	63,96	77295722	11,48	Sem Nome	3
			118011	63,96	77295732	9,37	Sem Nome	2
			117919	117,87	7729572	23,76	Sem Nome	2
	9	772955	117712	12224	772	959,2	Paraíba do Sul	1
			117713	349,27	7729556	28,7	Sem Nome	2
			117723	249,87	7729554	38,58	Sem Nome	2
			117754	108,61	772955916	18,48	Sem Nome	2
			117769	129,15	77295538	27,35	Sem Nome	2
			117781	119,58	77295536	20,52	Sem Nome	2
			117796	194,6	77295534	32,73	Sem Nome	2
			117797	118,79	772955372	22,78	Sem Nome	2
			117803	118,37	7729554	38,58	Sem Nome	2
			117813	191,16	77295592	33,28	Rio Piagui	2
117815			218,21	7729552	40,2	Sem Nome	2	
117858			158,34	77295596	30,67	Sem Nome	2	
117890	116,53	772955972	24,88	Sem Nome	2			

RH	ID	Ottobacia (nível 6)	Código do Trecho de Curso-d'água	Contribuição à montante (km ²)	Curso-d'água			
					Código	Comprimento (km)	Nome	Ordem
			117904	139,06	77295598	28,04	Sem Nome	2
			117913	87,12	772955992	18,41	Sem Nome	2
			117754	108,61	772955916	18,48	Sem Nome	2
			117813	191,16	77295592	33,28	Rio Piagui	2
			117858	158,34	77295596	30,67	Sem Nome	2
	10	772952	117751	261,09	772952	40,79	Sem Nome	2
			117805	127,53	7729522	23,94	Sem Nome	3
	11	772951	117749	107	7729514	17,26	Sem Nome	2
			117755	145,53	7729516	18,36	Sem Nome	2
			117804	160,72	7729518	22,56	Sem Nome	2
	12	772945	117833	571,53	77294	92,84	Piraí	2
	13	772944	117801	41,74	772944	7,08	Rio Guandu	3

Fonte: a partir de ANA, 2013.

Nota-se que, ao mesmo tempo em que se verificam códigos longos de cursos d'água (especialmente nas ottobacias iniciais e limítrofes das regiões hidrográficas), verificam-se também códigos mais curtos, correspondendo a drenagens principais. O mesmo ocorre para a ordem, sendo verificadas ordens variando entre 1 e 6. Alguns cursos-d'água sem nome (sem toponímia nas bases oficiais), apesar de pouco representativos em termos de extensão e área de contribuição, apresentam ordens baixas por estarem associados à região do Vale do Paraíba, tendo seu escoamento diretamente para o rio Paraíba do Sul (de ordem 1).

As baixas áreas de contribuição à montante para grande parte das ottobacias mapeadas corroboram com a análise apresentada anteriormente sobre a localização das bacias no contexto das regiões hidrográficas interceptadas.

No que tange à classificação dos rios quanto à permanência do escoamento superficial, verificou-se que os cursos-d'água mapeados são predominantemente perenes, com possível ocorrência de alguns intermitentes em pontos específicos da AE. Os dados primários obtidos durante as atividades de campo corroboram com essa análise, não tendo sido evidenciado nenhum curso-d'água principal das bacias hidrográficas sem escoamento superficial (Figura 6.2.14). Para essa classificação deve-se considerar a caracterização climática da AE, na qual predomina o clima subtropical úmido com inverno seco e verão quente (Cwa) seguido pelos climas subtropicais úmidos com verões quentes (Cfa) e amenos (Cfb). Outros tipos climáticos são evidenciados pontualmente na AE, porém com menor representatividade. Nessas condições

climáticas, notamos uma queda na precipitação nos meses de inverno, mais expressivas na região de predomínio do clima Cwa. Todavia, os índices de precipitação são bastante elevados na maior parte do ano, e as condições do relevo (especialmente no Vale do Paraíba) também favorecem a concentração de chuvas orográficas que abastecem os cursos-d'água na região.

Todavia, observa-se que as formações serranas estão associadas a uma elevada quantidade de drenagens efêmeras, as quais só apresentam escoamento superficial em eventos de maior precipitação, porém, em função da escala de mapeamento, essas feições dificilmente são consideradas no mapeamento da BHO da ANA para essa região do país.



Figura 6.2.14 Principais cursos-d'água de algumas bacias hidrográficas da AE, apresentando escoamento superficial perene. (1) Rio Atibainha, próximo do cruzamento com a LT; (2) Rio do Peixe, a jusante do ponto de cruzamento com a LT; (3) Rio Buquirinha, próximo à confluência com o rio Buquirá e ponto de cruzamento com a LT; (4) Rio Pirai, próximo ao cruzamento com a LT.

Os cursos-d'água podem ainda ser caracterizados a partir de classes de qualidade das águas. O enquadramento dos corpos hídricos é um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, responsável pela definição da classe de qualidade da água para seus usos preponderantes. A Política Nacional de Recursos Hídricos determina que as classes de corpos de água serão estabelecidas pela legislação ambiental e delega às Agências de Bacia competência para propor aos respectivos Comitês de Bacia o enquadramento dos corpos de água nas classes de uso para encaminhamento ao respectivo Conselho Nacional ou Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, de acordo com a dominialidade.

A referida classificação dos corpos hídricos em território nacional conforme usos preponderantes é estabelecida pela Resolução CONAMA nº 357/2005, a qual determina as classes de qualidade da água para águas doces, salobras e salinas. Para as águas superficiais, avaliadas no presente diagnóstico, cabem as classes de qualidade da água doce da Resolução CONAMA nº 357/2005, a saber: especial, classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4. Apesar da vigência da resolução supracitada, em alguns casos ainda se adotam classificações próprias (estaduais) ou se consideram legislações de enquadramento baseadas em classificações pretéritas, conforme mencionado adiante.

Conforme disposto, entende-se que o enquadramento deve atender às classes estabelecidas na legislação ambiental, e cabe aos conselhos de recursos hídricos a aprovação dos enquadramentos propostos pelas Agências de Bacia, publicando afinal os devidos enquadramentos dos cursos-d'água por dominialidade (competência do estado ou federal).

Para São Paulo, a legislação referente ao enquadramento dos corpos d'água é composta pelo Decreto Estadual nº 10.755/1977 que obedeceu aos padrões fixados pelo Decreto Estadual nº 8.468/1976, sendo mantido em vigor mesmo após a publicação, em âmbito federal, da Resolução CONAMA nº 357/2005. Por estar vigente, a seguir é apresentado o enquadramento com base no decreto estadual. Destaca-se que, apesar da classificação estadual ser anterior à resolução federal, a comparação dos usos preponderantes para a divisão das classes revela grande equivalência entre os documentos, especialmente das classes 2 a 4. Dos rios interceptados na AE, o referido decreto apresenta o enquadramento como:

- Classe 1:
 - Rio Atibainha e todos os seus afluentes até a barragem da SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, no Município de Nazaré Paulista;
 - Rio Cachoeira e todos os seus afluentes (o que inclui o Ribeirão das Anhumas) até a barragem da SABESP, no Município de Piracaia;

- Rio Buquira ou Ferrão e todos os seus afluentes até o Córrego do Bengala, inclusive, no Município de São José dos Campos;
- Rio Piagui e todos os seus afluentes da margem direita até a confluência com o Córrego Caracol, inclusive, no Município de Guaratinguetá;
- Todos os afluentes da margem esquerda do Rio Piagui até a confluência com o Rio Batista, inclusive, no Município de Guaratinguetá;
- Classe 2:
 - Pertencem à Classe 2 todos os corpos-d'água, exceto os alhures classificados.

Nota-se, portanto, que no Estado de São Paulo todos os cursos-d'água da AE são enquadrados em classes restritivas de uso (classes 1 ou 2 do enquadramento estadual).

Já no Rio de Janeiro, a Política Estadual de Recursos Hídricos, instituída pela Lei Estadual nº 3.239/1999, em seu Art. 17, estabelece que os enquadramentos dos corpos de água, nas respectivas classes de uso, serão feitos, na forma da lei, pelos Comitês de Bacia Hidrográfica e homologados pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI), após avaliação técnica pelo órgão competente do Poder Executivo. Todavia, o estado ainda não conta com aprovação do enquadramento de seus cursos-d'água, se valendo, portanto, da definição do Art. 42 da Resolução CONAMA nº 357/2005, que estabelecem que os cursos-d'água cujo enquadramento ainda não tiver sido aprovado serão considerados como de classe 2.

Por fim, a classificação do rio Paraíba do Sul, de domínio da união é dada pela Portaria Minter nº 86/1981, que enquadra os cursos-d'água da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul que menciona nas classes definidas pela Portaria GM Nº 013/1976, do Ministério do Interior, que classifica as águas interiores do Território Nacional em quatro classes, segundo seus usos preponderantes. Semelhante ao caso de São Paulo, as referidas portarias se mantêm vigentes, mesmo com a publicação da Resolução CONAMA nº 357/2005. No trecho abrangido pela AE, o rio Paraíba do Sul é classificado como sendo de classe 2 pela Portaria Minter nº 86/1981, conforme segue “rio Paraíba do Sul, da barragem de Santa Branca até a cidade de Campos, no Estado do Rio de Janeiro, Classe 2”.

6.2.3.3.2. Reservatórios

Na porção da AE que contribui para a RH do Paraná, apesar de contarem com menores áreas de drenagem em função de sua posição na região hidrográfica, alguns dos cursos-d'água principais das bacias

abastecem reservatórios do Sistema Cantareira para a captação e abastecimento de água dos centros urbanos de São Paulo. Ainda, os cursos-d'água principais das ottobacias de ID 4, 5 e 6, que já contribuem para a drenagem da RH Atlântico Sudeste, abastecem também um reservatório associado ao rio Paraíba do Sul, mas que passou a contribuir para o Sistema Cantareira a partir de uma obra do estado de São Paulo que viabilizou a transposição das águas de uma região hidrográfica para outra.

O Sistema Cantareira é composto por seis represas, que juntas possuem uma capacidade de armazenamento de quase 1 trilhão de litros de água, sendo o maior sistema produtor da Região Metropolitana de São Paulo. As represas são interligadas por cerca de 28km de túneis e canais, e contam com uma estação elevatória com capacidade para impulsionar 33 mil litros de água por segundo de água em um desnível geográfico de cerca de 120 metros (SABESP, 2018). Na AE estão compreendidos parcial ou totalmente quatro reservatórios que contribuem para o sistema Cantareira, a saber:

- **Reservatório Jaguari-Jacareí:** Localizado majoritariamente no município de Joanópolis, é constituído do represamento do rio Jacareí. Esse reservatório é interligado com o reservatório Cachoeira. Este reservatório encontra-se apenas parcialmente compreendido na AE, fazendo contato com o limite norte das ottobacias ID 1 e 3;
- **Reservatório Cachoeira:** Localizado em Piracaia, é constituído pelo barramento do rio da Cachoeira, além de ser interligado ao reservatório Jaguari-Jacareí à montante e ao reservatório Atibainha a jusante. Está totalmente compreendido na AE, nos limites da ottobacia ID 3, a qual tem o rio da Cachoeira como curso-d'água principal;
- **Reservatório Atibainha:** Localizado majoritariamente no município de Nazaré Paulista, é constituído pelo barramento do rio Atibainha, além de ser interligado ao reservatório da Cachoeira à montante e ao reservatório Paiva Castro à jusante. Nesse reservatório também está compreendida a interligação com o reservatório Jaguari, em Igaratá, como parte da transposição das águas da bacia do Paraíba do Sul para o Sistema Cantareira. Está totalmente compreendido na AE, nos limites da ottobacia ID 2, a qual tem o rio Atibainha como principal curso-d'água; e
- **Reservatório Jaguari:** Localizado em Igaratá, é constituído pelo represamento do rio do Peixe e outros tributários menores da região, com o início de sua área inundada logo no exutório das bacias de ID 4, 5 e 6 e, portanto, com pouco de sua extensão compreendida na AE do empreendimento. Esse reservatório desagua naturalmente no rio Paraíba do Sul (RH Atlântico Sudeste), todavia, o Governo do Estado de São Paulo

realizou uma obra para a transposição de suas águas, de modo a viabilizar o abastecimento do Sistema Cantareira (RH Paraná) quando necessário, sendo interligado ao reservatório Atibainha.

Na região do Vale do Paraíba os reservatórios são menos comuns em função da disponibilidade hídrica. Nesse trecho destacam-se apenas as barragens do rio Paraíba do Sul nos municípios de Lavrinhas/SP e Queluz/SP, associadas às Pequenas Centrais Hidrelétricas Lavrinhas e Queluz, além da Represa do Funil, associada à Usina Hidrelétrica do Funil, na divisa dos municípios de Resende/RJ e Itatiaia/RJ. A área inundada da Represa do Funil se estende também pelos municípios de Queluz/SP, Areias/SP e São José do Barreiro/SP, sendo um pequeno trecho da área inundada transposto pelo traçado.

Destaca-se ainda que a ottobacia de ID 13 corresponde à área de drenagem do Reservatório de Tocos, que é uma pequena área inundada formada a partir do Desvio de Tocos, obra de transposição das águas do rio Piraí (tributário do rio Paraíba do Sul) para a bacia do rio Guandu. As águas desse reservatório derivam por gravidade as águas do rio Piraí para o reservatório de Lajes (localizado fora da AE, associado à bacia do rio Guandu) por meio de um túnel de 8,5km, motivo pelo qual a BHO da ANA apresenta o curso-d'água principal associado a esse reservatório/ottobacia com o nome de "rio Guandu".

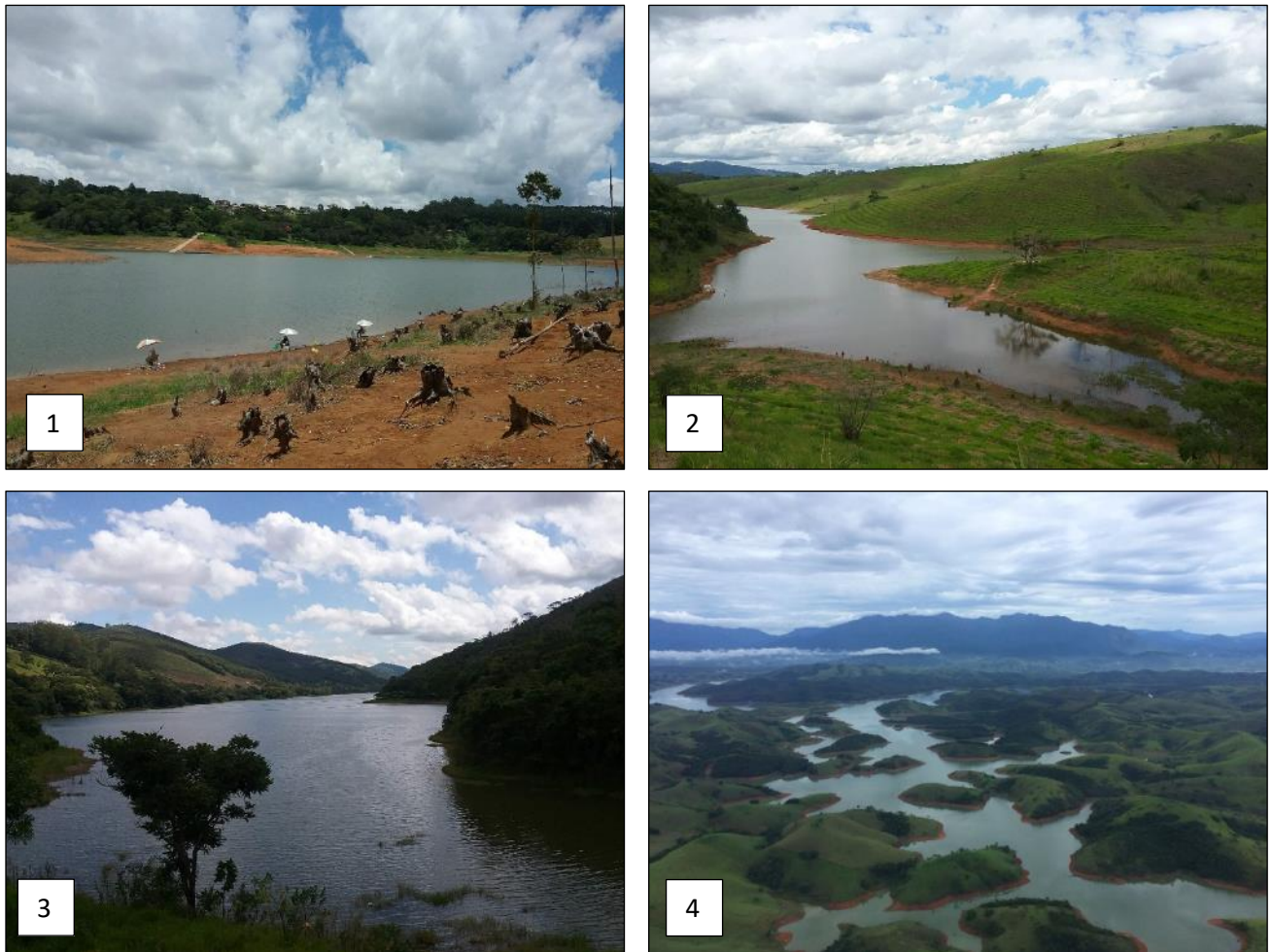


Figura 6.2.15 Alguns dos reservatórios associados à hidrografia da AE. (1) Resepa Jaguari-Jacareí; (2) Resepa Cachoeira; (3) Resepa Atibainha; (4) Resepa do Funil.

Ainda com relação aos reservatórios, importante verificar a questão da qualidade das águas associadas à ambientes lânticos, tais quais barragens e represas. Em campo foram verificados alguns pontos com ocorrência de eutrofização em estágio crítico na Resepa do Funil, o que compromete a qualidade de suas águas para diversos tipos de uso, especialmente pela emissão de toxinas pela comunidade fitoplantônica, além de ser um problema fundamentalmente relacionado à elevadas concentrações de matéria orgânica na água proveniente do despejo de efluentes sanitários sem tratamento adequado. Nessa represa, apesar de seu objetivo primário ser o estoque hídrico para a geração de energia, após passar pela Usina Hidrelétrica do Funil as águas são despejadas no rio Paraíba do Sul, retornando ao sistema de abastecimento.

O abastecimento de água deve ser obrigatoriamente precedido da aplicação de sistemas de tratamento, todavia o comprometimento da qualidade da água representa um risco à saúde pública caso o

tratamento não seja eficaz, além de representar risco de contaminação para usuários que aproveitam diretamente a água do rio, a exemplo da comunidade de pescadores associada ao reservatório do Funil. Para o Reservatório de Tocos e os reservatórios do Sistema Cantareira não se verificou nenhum caso semelhante em campo. Ademais, no Sistema Cantareira o tratamento é feito na estação de tratamento do Guaraú, sendo essa a maior instalação de tratamento da Grande São Paulo, conforme afirma a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP, 2018).



Figura 6.2.16 Eutrofização verificada no reservatório do Funil.

6.2.3.3. Nascentes

O mapeamento das nascentes também foi contemplado na análise da hidrografia, sendo identificadas aquelas mais próximas da ADA do empreendimento, a qual é passível de intervenções físicas para a implantação da LT. Para tanto, se optou por mapear as nascentes em um corredor de 1,0km para cada lado da diretriz do traçado da LT.

Destaca-se que, apesar de corresponder a um tema relevante, a conceituação das nascentes é ainda bastante controversa. De acordo com a Lei nº 12.651/12 (Novo Código Florestal), nascente é um afloramento natural do lençol freático que apresenta **perenidade** e dá início a um curso d'água. Esta mesma lei determina a definição de olho d'água como "afloramento natural do lençol freático, **mesmo que intermitente**". Apesar da ampla utilização dessas definições, principalmente no contexto de licenciamento ambiental, Felipe (2013) destaca que elas implicam inexistência de nascentes intermitentes ou efêmeras, conflitando com diversas literaturas científicas e dificultando a proteção dos mananciais em ambientes áridos e semiáridos, onde os fluxos subterrâneos e superficiais são comumente temporários. Dessa forma, o autor defende que o conceito de

nascente é ainda muito limitado, devido a diversos fatores diferentes, dentre eles destacam-se a complexidade da dinâmica e gênese das nascentes e a falsa impressão de clareza em sua definição devido a seu reconhecimento pela sociedade civil na lógica do senso comum.

Na comunidade acadêmica, a complexidade da interação dos diversos fatores que atuam na gênese das nascentes faz ainda com que geralmente a definição apresentada por determinado autor seja tendenciada por sua área de formação, quando esse conceito deveria verdadeiramente ser definido levando em consideração a multidisciplinaridade dos processos atuantes. De um modo generalista, os tipos de nascentes podem ser classificados como nascentes pontuais, onde a exfiltração ocorre concentrada em um único ponto bem definido, ou como nascentes difusas, onde não se pode definir um único ponto de afloramento, gerando áreas encharcadas como brejos. Felipe (2013) ressalta a existência de nascentes com exfiltração múltipla, onde um mesmo sistema possui dois ou mais pontos de afloramento contribuindo para sua formação.

No viés da discussão apresentada acerca da conceituação de nascentes, cabe informar então que para o presente estudo não se diferenciaram os tipos de nascentes (pontuais, difusas e de exfiltração múltipla), sendo considerada a totalidade dessas feições para o mapeamento.

A principal dificuldade para identificar as nascentes é, de acordo com Felipe *et al.* (2009), a ausência de literatura acadêmica específica. O procedimento mais utilizado é a determinação de nascentes com base em dados secundários, a partir da alocação de um ponto nos locais onde se iniciam os canais de drenagem observados nas bases cartográficas. Ressalta-se que, mesmo este método apresentando baixa precisão (uma vez que as nascentes são consideradas elementos de grande escala, próximo a 1:1), sua aplicação é viável para fins de diagnóstico ambiental, sendo priorizada a validação das informações a campo sempre que possível. A identificação de tais feições com maior grau de precisão é importante sobretudo em etapas mais avançadas do licenciamento, como no processo de obtenção da Licença Ambiental de Instalação.

Para o diagnóstico mapeamento das nascentes foi adotada uma faixa de 2,0km (1,0km para cada lado do eixo do traçado da LT). Essa faixa, com largura consideravelmente superior à da ADA (compreendendo a faixa de servidão, com 30 metros para cada lado do traçado), foi adotada em função do mapeamento por dados secundários, buscando resguardar eventuais deslocamentos que possam ocorrer pela imprecisão do método, sendo verificado a partir do levantamento de dados primários, quando possível, não tendo sido este o foco da atividade de campo.

Ademais, apesar de ter sido adotada a BHO da ANA para as análises afetas à hidrografia no presente estudo (considerando a disponibilidade de informações e compatibilidade com a divisão de bacias hidrográficas utilizada), especificamente para o mapeamento das nascentes foi adotada a base hidrográfica do IBGE (2015),

buscando adotar uma postura mais conservadora, uma vez que essa base apresenta uma escala maior, com maior riqueza de cursos-d'água.

A identificação das nascentes é apresentada no Quadro 6.2.6. A espacialização dessas informações é apresentada maior detalhe no Mapa 6.2.1 - Mapa Hidrográfico do Caderno de Mapas (Arquivo digital).

Quadro 6.2.6 Identificação das nascentes na faixa de 1,0km a partir do eixo da LT.

ID	Ottobacia	Número	Coordenadas UTM / SIRGAS 2000		Fuso	Distância da ADA (m)
			Leste (E)	Norte (N)		
14	773874	1	621026,87	7495765,68	23	872,81
	773874	2	618889,13	7495166,55		32,27
11	772951	3	605068,88	7497598,67		924,82
	772951	4	589006,73	7499990,86		463,04
	772951	5	588888,49	7499087,22		359,94
	772951	6	587959,38	7500222,99		818,94
	772951	7	589010,77	7500441,27		909,72
	772951	8	584086,06	7498131,24		733,82
10	772952	9	577130,43	7499968,04		849,98
9	772955	10	557900,48	7500250,47		54,20
	772955	11	557029,50	7499901,79		379,26
	772955	12	555692,33	7500042,55		202,49
	772955	13	555506,82	7499661,89		578,01
	772955	14	556128,16	7499596,90		659,73
	772955	15	555803,03	7500443,80		135,63
	772955	16	551756,75	7500435,71		817,10
	772955	17	535747,96	7499617,17		62,96
	772955	18	535063,32	7499564,47		31,09
	772955	19	529745,38	7499239,60		72,06
	772955	20	518579,48	7501049,73		837,28
	772955	21	518076,52	7501159,27		833,61
	772955	22	517502,58	7500951,56		505,08
	772955	23	518044,78	7500662,57		342,07
	772955	24	514726,30	7499545,91		209,43
	772955	25	513688,03	7499196,91		295,78
	772955	26	511544,64	7499249,05		699,34
	772955	27	506865,68	7497391,50		654,57
	772955	28	505394,63	7498485,97		340,84
	772955	29	502417,76	7497437,60		938,68
	772955	30	501931,00	7497490,56		927,86
	772955	31	497962,15	7497808,09		244,50

ID	Ottobacia	Número	Coordenadas UTM / SIRGAS 2000		Fuso	Distância da ADA (m)
			Leste (E)	Norte (N)		
	772955	32	497538,07	7498386,63		331,10
	772955	33	497167,98	7497290,03		637,60
	772955	34	495999,17	7497507,94		109,15
	772955	35	492485,62	7496305,70		455,75
	772955	36	491241,79	7495578,32		796,40
	772955	37	480204,04	7489077,92		912,81
	772955	38	472725,72	7482763,38		474,17
	772955	39	470035,40	7481598,76		204,71
	772955	40	446907,02	7473248,76		912,81
8	772957	41	444939,80	7472445,00		919,84
	772957	42	437563,87	7469632,71		966,40
	772957	43	430703,97	7460542,83		428,46
	772957	44	425005,62	7459161,23		609,62
	772957	45	426108,66	7459275,19		765,56
7	772958	46	424046,71	7457987,23		466,80
	772958	47	423998,65	7459143,45		624,20
	772958	48	410203,54	7456469,79		675,87
5	772969	49	394946,47	7454721,90		694,33
4	772966	50	391733,50	7451891,22		413,91
2	846648	51	377016,62	7446970,23		872,09
	846648	52	377355,54	7447136,14		649,29
	846648	53	377869,24	7447478,70		221,93
	846648	54	379855,93	7448155,83		733,23
3	846649	55	359946,75	7447127,50		656,92
	846649	56	353312,24	7450642,10		706,72
	846649	57	348518,19	7448815,90		859,68
1	846647	58	348184,49	7448933,46		666,14

Fonte: a partir de IBGE,2015.

Conforme mencionado, a base utilizada para o mapeamento das nascentes não coincide exatamente com os limites das ottobacias considerado pela ANA, de modo que as nascentes em regiões limítrofes das ottobacias podem, na verdade, contribuir para a área de drenagem da bacia adjacente. Ademais, o mapeamento nessa escala, apesar de mais detalhado, apresenta maiores chances de contemplar cursos-d'água intermitentes e, possivelmente, drenagens efêmeras.

De fato, uma grande quantidade de nascentes identificadas a partir das drenagens mapeadas na base do IBGE está relacionada com a dissecação fluvial do relevo na Depressão do Médio Paraíba do Sul e,

portanto, provavelmente não correspondendo a nascentes perenes ou mesmo intermitentes. Nesses trechos, a campo verificou-se que algumas das drenagens mapeadas nessa base nem sempre correspondiam a cursos-d'água existentes (ou com escoamento superficial no momento da verificação). Todavia, em campo foi realizada também a verificação de algumas das áreas de cabeceira de cursos-d'água maiores que constavam no mapeamento, onde se evidenciou um grau satisfatório de precisão do mapeamento no trecho alto dos rios, ao menos para os cursos-d'água mais representativos das bacias hidrográficas (Figura 6.2.17). Mesmo diante da postura conservadora adotada para o mapeamento das nascentes, destaca-se que não foi identificada nenhuma nascente na ADA do empreendimento.



Figura 6.2.17 (1) Trecho de curso-d'água sem nome próximo da cabeceira, município de Atibaia/SP; (2) Ponto de exfiltração (nascente) de curso-d'água sem nome em vertente de morro no Planalto de Campos do Jordão, município de Monteiro Lobato/SP.

6.2.3.3.4. Áreas alagáveis, zonas úmidas, lagos, lagoas marginais e outras feições hidrográficas

Foram identificadas também as áreas alagáveis, zonas úmidas, lagos, lagoas marginais e demais feições correlatas que eventualmente ocorram na AE, considerando sua importância no período de cheias em função da influência que podem apresentar na estabilidade das estruturas do empreendimento e funções em geral.

Para o levantamento inicial dessas áreas, foram utilizados dados secundários, como a base cartográfica de áreas alagáveis do IBGE (2015) e os dados fornecidos pela ANA, que disponibilizou no ano de 2014 os mapas digitais que constituem o Atlas de Vulnerabilidade a Inundações. Durante as atividades de campo também se buscou a identificação de áreas com feições típicas de alagamento, de modo a complementar a pesquisa em dados secundários.

O referido Atlas da ANA consiste em uma representação gráfica do levantamento das ocorrências e impactos de inundações graduais nos principais rios das bacias hidrográficas brasileiras em função das cheias, incluindo aquelas ocasionadas por eventos extremos de precipitação. Para a elaboração desse material, a ANA cruzou as informações de frequência dos eventos de inundação (classificadas em alta, média e baixa) com o grau do impacto que tais eventos geram (também nas classes alto, médio e baixo), o que resultou na classificação final de vulnerabilidade com as classes alta, média e baixa (Figura 6.2.18). Destaca-se que eventos de inundações estão tipicamente relacionados a regiões com características alagadiças em geral, sendo também responsáveis pela formação de lagoas marginais entre outras feições de áreas alagáveis.

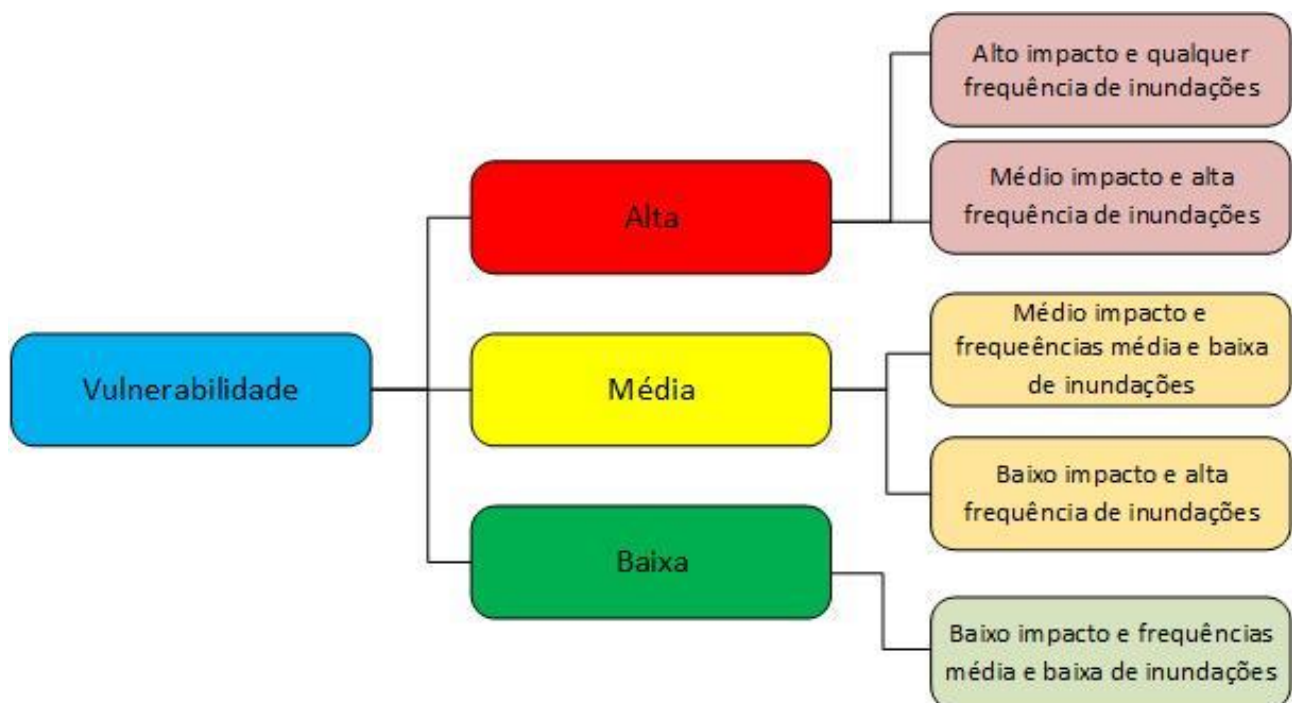


Figura 6.2.18 Matriz de vulnerabilidade utilizada para a confecção do Atlas de Vulnerabilidade a Inundações. Elaboração: CARUSO JR., 2018 a partir de ANA, 2014.

As inundações são, em quase todo o território brasileiro, sazonais, sendo o início das cheias variável de acordo com o período chuvoso de cada região analisada. Para a AE, o período de chuvoso, com maior probabilidade de resultar em eventos de cheias, corresponde aquele entre os meses de outubro e março.

A consulta aos dados secundários do IBGE não retornou resultados para as ottobacias ora discutidas. Da mesma forma, não foram identificadas durante as atividades a campo quaisquer áreas com feições típicas de alagamentos, exceto aquelas associadas aos reservatórios.

Já a consulta aos dados de vulnerabilidade a inundações da ANA evidenciou alguns registros de trechos vulneráveis à inundação ao longo da AE, variando entre baixa, média e alta vulnerabilidade. O mapeamento dessas áreas é apresentado no Quadro 6.2.7 e na Figura 6.2.19.

Quadro 6.2.7 Identificação das áreas alagáveis na AE.

ID	Ottobacia	Curso-d'água relacionado		Tipo	Classificação	Localização	Cruzada pela LT
		Código	Nome				
1	846647	84664792	Rio Atibaia	Trecho vulnerável à inundação	Média Vulnerabilidade (frequência alta e impacto baixo)	Atibaia/SP	Não
1	846647	84664792	Ribeirão Itapetininga	Trecho vulnerável à inundação	Média Vulnerabilidade (frequência alta e impacto baixo)	Atibaia/SP	Não
2	846648	846648	Rio Atibainha	Trecho vulnerável à inundação	Média Vulnerabilidade (frequência alta e impacto baixo)	Nazaré Paulista (trecho associado ao reservatório Atibainha)	Não
3	846649	84664	Rio da Cachoeira	Trecho vulnerável à inundação	Baixa Vulnerabilidade (frequência baixa e impacto baixo)	Joanópolis/SP e Piracaia/SP (trecho associado ao reservatório Cachoeira)	Sim
7	772958	772958	Rio Buquira ou Ferrão	Trecho vulnerável à inundação	Média Vulnerabilidade (frequência alta e impacto baixo)	Monteiro Lobato/SP	Não
7	772958	772958	Rio Buquira ou Ferrão	Trecho vulnerável à inundação	Baixa Vulnerabilidade (frequência baixa e impacto baixo)	Monteiro Lobato/SP e São José dos Campos/SP	Sim
8	772957	772	Rio Paraíba do Sul	Trecho vulnerável à inundação	Média Vulnerabilidade (frequência alta e impacto baixo)	Caçapava/SP	Não
8	772957	772	Rio Paraíba do Sul	Trecho vulnerável à inundação	Baixa Vulnerabilidade (frequência baixa e impacto baixo)	Tremembé/SP	Não
8	772957	772	Rio Paraíba do Sul	Trecho vulnerável à inundação	Média Vulnerabilidade (frequência alta e impacto baixo)	Potim/SP, Guaratinguetá/SP e Lorena/SP	Não
8	772957	7729556	Sem nome	Trecho vulnerável à inundação	Baixa Vulnerabilidade (frequência baixa e impacto baixo)	Piquete/SP	Não
8	772957	772955918	Sem nome	Trecho vulnerável à inundação	Baixa Vulnerabilidade (frequência baixa e impacto baixo)	Lorena/SP	Não
8	772957	772	Rio Paraíba do Sul	Trecho vulnerável à inundação	Baixa Vulnerabilidade (frequência baixa e impacto baixo)	Lorena/SP e Cachoeira Paulista/SP	Não
8	772957	772	Rio Paraíba do Sul	Trecho vulnerável à inundação	Média Vulnerabilidade (frequência alta e impacto baixo)	Cachoeira Paulista/SP e Cruzeiro/SP	Sim
8	772957	772	Rio Paraíba do Sul	Trecho vulnerável à inundação	Baixa Vulnerabilidade (frequência baixa e impacto baixo)	Queluz/SP	Não



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

ID	Ottobacia	Curso-d'água relacionado		Tipo	Classificação	Localização	Cruzada pela LT
		Código	Nome				
8	772957	77295538	Sem nome	Trecho vulnerável à inundação	Baixa Vulnerabilidade (frequência baixa e impacto baixo)	Areias/SP e Resende/RJ (afluente da Represa do Funil)	Sim
8	772957	772	Rio Paraíba do Sul	Trecho vulnerável à inundação	Média Vulnerabilidade (frequência baixa e impacto médio)	Queluz/SP, Resende/RJ e Itatiaia/RJ	Não
8	772957	77295534	Sem nome	Trecho vulnerável à inundação	Média Vulnerabilidade (frequência baixa e impacto médio)	Resende/RJ	Sim
8	772957	772	Rio Paraíba do Sul	Trecho vulnerável à inundação	Média Vulnerabilidade (frequência média e impacto médio)	Resende/RJ	Não
10	772952	772952	Sem nome	Trecho vulnerável à inundação	Média Vulnerabilidade (frequência alta e impacto baixo)	Bananal/SP	Sim
10	772952	772952	Sem nome	Trecho vulnerável à inundação	Alta Vulnerabilidade (frequência Alta e impacto médio)	Barra Mansa/RJ	Não
11	772951	7729518	Sem nome	Trecho vulnerável à inundação	Alta Vulnerabilidade (frequência Alta e impacto médio)	Barra Mansa/RJ	Não
11	772951	772	Rio Paraíba do Sul	Trecho vulnerável à inundação	Média Vulnerabilidade (frequência baixa e impacto médio)	Barra Mansa/RJ, Volta Redonda/RJ, Pinheiral/RJ e Barra do Pirai/RJ	Não
12	772945	77294	Rio Pirai	Trecho vulnerável à inundação	Média Vulnerabilidade (frequência baixa e impacto médio)	Rio Claro/RJ e Pirai/RJ	Sim



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

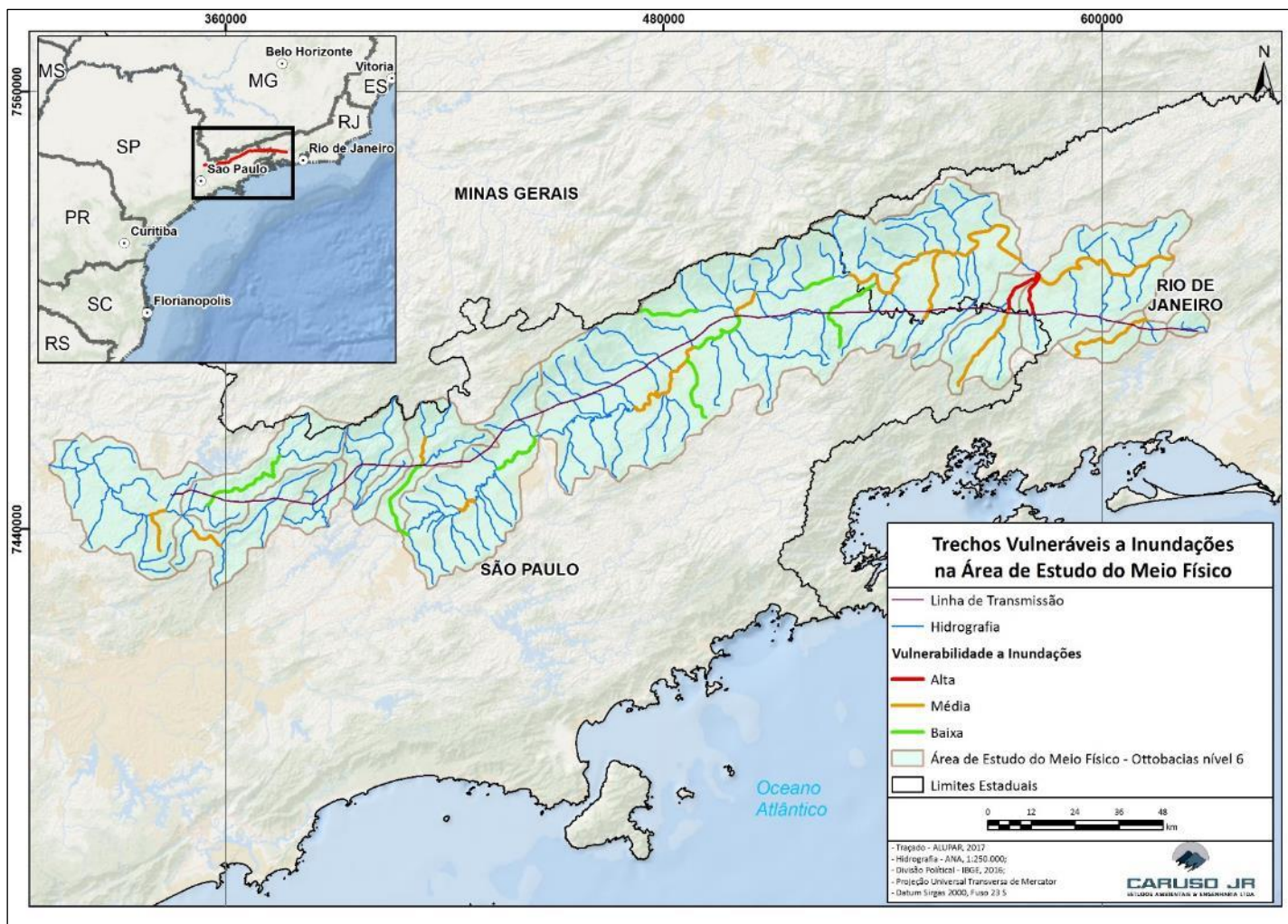


Figura 6.2.19 Trechos com vulnerabilidade à inundações na AE. Fonte: a partir de ANA, 2014.

Dos 23 trechos identificados, apenas sete são efetivamente transpostos pelo traçado do empreendimento. Destes, três estão classificados como de baixa vulnerabilidade à inundações, conforme metodologia da ANA, enquanto quatro estão classificados como de média vulnerabilidade à inundações. Não há trechos de alta vulnerabilidade interceptados pelo traçado. Apesar da proximidade com os dois trechos de alta vulnerabilidade no município de Barra Mansa/RJ, eles não são interceptados pela diretriz proposta para a LT, além de se posicionarem à jusante do sentido do escoamento superficial, o que reduz a sua significância para as atividades do empreendimento.

A primeira área transposta corresponde à um trecho do rio da Cachoeira logo à jusante do reservatório da Cachoeira, vulnerável a inundações diante de eventos extremos. O segundo trecho corresponde ao rio Buquira, acompanhando sua descida do Planalto de Campos do Jordão. Esse trecho é a sequência do trecho de média vulnerabilidade mais acima, porém na porção do curso-d'água interceptada pelo traçado, a redução da frequência de inundações de “média” para “baixa” implica reclassificação do trecho como de baixa vulnerabilidade geral. Já a terceira área interceptada é o contrário da anterior, sendo a continuidade de um trecho de baixa vulnerabilidade do rio Paraíba do Sul onde a frequência dos eventos de inundações de “baixa” passa a ser “alta”, alterando sua vulnerabilidade para média.

A quarta área interceptada é um tributário sem nome do rio Paraíba do Sul, contribuindo para a represa do Funil, que conta com baixa frequência e baixo impacto das inundações. Da mesma forma, a quinta área corresponde a outro tributário sem nome do rio Paraíba do Sul, porém apresentando média vulnerabilidade e desaguando após a saída da represa do Funil, em um trecho onde o Paraíba do Sul já é classificado como de média vulnerabilidade à inundações.

A sexta área identificada é outro tributário sem nome do rio Paraíba do Sul, o qual é classificado como de média vulnerabilidade em função da alta frequência registrada de inundações. Após o ponto onde o curso-d'água cruza o traçado, sua classificação segundo a ANA passa a ser de alta vulnerabilidade, considerando o incremento do critério de impacto das inundações, de “baixo” para “médio”. Por fim, a sétima área identificada corresponde à extensão do rio Piraí até desaguar no rio Paraíba do Sul, sendo classificada como de baixa frequência, porém médio impacto, resultando em uma vulnerabilidade também média para o trecho.

Conforme mencionado, as inundações estão relacionadas aos fenômenos de cheias, associados às altas precipitações nos meses de verão. Nessas áreas, a extrapolação da calha normal dos cursos-d'água em função das cheias (inundações) pode vir a preencher áreas adjacentes em cotas mais baixas, saturando o solo e formando pontos de alagamento.

Todavia, destaca-se que empreendimentos da tipologia de linhas de transmissão priorizam áreas altas para a implantação das estruturas, especialmente no cruzamento de áreas com vegetação de maior porte ou em travessias de cursos-d'água, o que otimiza de diversas formas a configuração do empreendimento, reduzindo também a possibilidade de interferir em áreas alagadas. Ainda, apesar de nenhuma área interceptada pela diretriz da LT ter sido classificada como de alta vulnerabilidade à inundação, nos trechos identificados sugere-se também avaliar a possibilidade de otimizar o v o médio entre as torres nestes locais, buscando ampliar a margem de segurança dessas áreas.

Por fim,   necessário, evidenciar a diferença entre áreas alagáveis comuns, com condi es geomorfológicas e pedológicas propícias para a eventual satura o do solo, porém que não se apresentam permanentemente alagadas e tão pouco sustentam ecossistemas associados a essa característica, daquelas que correspondem a zonas úmidas, com ecossistemas associados e para as quais são aplicáveis medidas de preserva o instituídas por instrumentos legais, apresentando restri es ambientais, a exemplo dos brejos e manguezais, os quais, caso presentes na região, são tratados nos itens afetos ao meio biótico.

6.2.4. ESTUDOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS

Para descri o dos temas de geologia, geomorfologia e solos adotou-se, neste estudo, as bases disponibilizadas pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM) e pelo Projeto RADAMBRASIL (MME, 1983). Optou-se por utilizar as citadas bases devido   AE compreender dois estados, São Paulo e Rio de Janeiro, permitindo assim a padroniza o da escala de mapeamento e da metodologia de levantamento de campo realizado para ambos os estados e, conseqüentemente, a compatibiliza o das informa es técnicas. Vale citar que embora para AE tenham sido identificados outros mapeamentos desenvolvidos por diversas institui es, tais como o Instituto Geológico - IG, Instituto Agronômico – IAC, ambos vinculados ao Governo do Estado de São Paulo, bem como pelo Instituto Estadual do Ambiente – INEA, este vinculado ao Governo do Estado do Rio de Janeiro, as diferentes escalas de mapeamento e métodos adotados por essas institui es, resultariam em inconsistência nas informa es técnicas para a AE.

6.2.4.1. Geologia

Para a caracteriza o geológica da AE, que corresponde   faixa de 1,0km de largura para cada lado da diretriz da LT, foram realizadas extensas pesquisas bibliográficas a fontes oficiais e trabalhos acadêmicos,

interpretação de imagens aéreas, consulta às bases cartográficas oficiais e incursões a campo para validação das informações coletadas em escritório. O mapeamento escolhido para a espacialização das unidades geológicas foi o Mapa Geológico do Brasil ao Milionésimo, desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM) em escala de 1:1.000.000, contemplando todo o território nacional.

O contexto geológico da região interceptada pelo traçado da LT 500 kV Fernão Dias – Terminal Rio é caracterizado por uma vasta diversidade litológica, com complexa evolução geológica. De oeste para leste o traçado da LT é abrangido por duas Províncias Estruturais Brasileira: Tocantins e Mantiqueira, sendo a segunda a de maior representatividade (Figura 6.2.20).

A Província Tocantins compreende a menor extensão do traçado, sendo caracterizada na sua extremidade pelo Arco Socorro-Guaxupé, desenvolvido em resposta à colisão dos crátons Paraná *versus* São Francisco (há ca. 630 Ma) com transporte de massas para leste, o qual foi afetado pela sobreposição de um sistema de empurrões tardios, com vergência para noroeste. Estudos tectônicos e isotópicos (PIMENTEL et al., 2000; TROUW et al., 2000; SILVA et al., 2002a; CAMPOS NETO, 2000) demonstram que a colagem brasileira na Província Tocantins seguiu um curso similar ao registrado na Província Mantiqueira, apenas com um intervalo mais estendido, de ca. 950–520Ma. Essa evolução abrange o Arco Magmático de Goiás e a Faixa Brasília (Brasiliano I); Cinturão Araguaia e Arco Magmático Socorro– Guaxupé (Brasiliano II); e a Faixa Paraguai (Brasiliano III) (CPRM, 2003). As rochas desta província são de diferentes idades, seguindo do Arqueano ao Neoproterozóico.

A Província Mantiqueira é conectada na porção centro-ocidental com a extensão meridional da Província Tocantins, representa um sistema orogênico Neoproterozóico situado no sul e sudeste do Brasil. Esta província constitui os orógenos Ribeira, Araçuaí, Dom Feliciano, Brasília Meridional e São Gabriel, que se estendem desde o estado da Bahia até o Rio Grande do Sul (HEILBRON et al., 2004). Apresenta uma longa e complexa evolução do Neoproterozoico na América do Sul, porém ocorrem também resquícios do Mesoproterozoico, Paleoproterozoico, se estendendo até resquícios do Arqueano (SANTOS, 2003). As rochas do embasamento encontradas na Província Mantiqueira constituem-se, sobretudo, de ortognaisses e paragneisses paleoproterozoicos (HACKSPACHER et al., 2003).

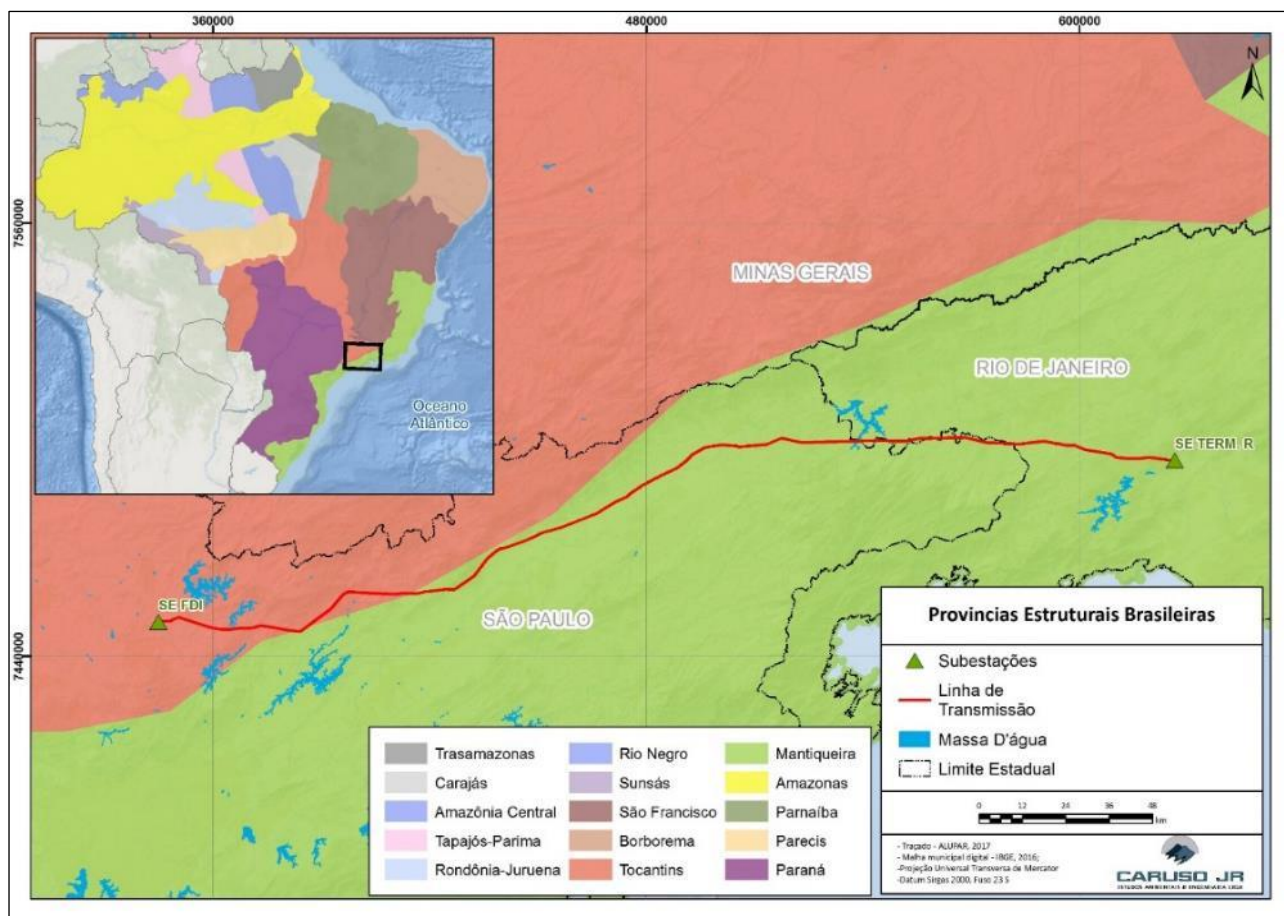


Figura 6.2.20. Provincias Estruturais Brasileiras.

No contexto da Província Mantiqueira cabe destacar o *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (RCSB), que é uma feição tectônica de idade cenozoica e que se encontra localizado no centro dessa província. Essa feição compreende a presença de bacias sedimentares estabelecidas na AE e desenvolveu-se sobre gnaisses, migmatitos e rochas metamórficas de baixo a médio grau, de idade Arqueana a Neoproterozoica, do Cinturão Ribeira (ALMEIDA et al., 1973), ou Cinturão de Dobramentos Ribeira (HASUI et al., 1975), e diversas suítes de rochas granitóides intrusivas, de idade Neoproterozoica (JANASI & ULBRICH, 1991), que compõem o embasamento cristalino regional da Província Mantiqueira (Figura 6.2.21). Se estende desde Curitiba, no Paraná, até Barra de São João, no Rio de Janeiro, numa extensão de pouco mais de 900km (RICCOMINI, 1989; RICCOMINI et al., 2004). Morfologicamente, o RCSB apresenta-se como uma faixa estreita e deprimida, alongada segundo a direção ENE, seguindo a linha de costa atual, mantendo uma distância média de 70km, normalmente, e alcançando o Oceano Atlântico em suas terminações sudoeste e nordeste.



Figura 6.2.21. Contexto geológico regional do Rift Continental do Sudeste do Brasil. Fonte: RICCOMINI et al., 2004.

Nota: 1) embasamento pré-cambriano; 2) rochas sedimentares paleozoicas da Bacia do Paraná; 3) rochas vulcânicas toleíticas eocretáceas da Formação Serra Geral; 4) rochas relacionadas ao magmatismo alcalino mesozoico-cenozoico; 5) bacias cenozoicas do rift (1- Bacia de Itaboraí, 2- Gráben de Barra de São João, 3- Bacia do Macacu, 4- Bacia de Volta Redonda, 5- Bacia de Resende, 6- Bacia de Taubaté, 7- Bacia de São Paulo, 8- Gráben de Sete Barras, 9- Formação Pariquera-Açu, 10- Formação Alexandra e Gráben de Guaraqueçaba, 11- Bacia de Curitiba, 12- Gráben de Cananéia); 6) zonas de cisalhamento pré- cambrianas, em parte reativadas durante o Mesozoico e Cenozoico.

De acordo com Riccomini et al. (2004), o RCSB pode ser subdividido em três segmentos. O segmento ocidental engloba a Bacia de Curitiba, as formações Alexandra e Pariquera-Açu, e os grábens de Guaraqueçaba, Cananéia e Sete Barras. O segmento central acolhe as bacias de São Paulo, Taubaté, Resende e Volta Redonda, assim como os depósitos das regiões de Bonfim (localizada a sudeste da Bacia de Taubaté) e Cafundó (entre as bacias de Resende e Volta Redonda). O segmento oriental compreende as bacias do Macacu, Itaboraí e o Gráben de Barra de São João. A AE está inserida na parte central dessa feição tectônica.

De forma mais compartimentada a seguir são descritas as unidades litoestratigráficas com ocorrência na AE, que para o tema geologia, compreende um corredor de 2km, sendo 1km para cada lado do eixo do traçado da LT.

6.2.4.1.1. Unidades Litoestratigráficas na AE

No âmbito dos conjuntos litológicos, a AE abrange substratos de idades desde o Proterozoico, como os Complexos Embu e Paraíba do Sul, ao Cenozoico, que compreendem pacotes sedimentares, como as Formações Resende, São Paulo e Tremembé, além dos sedimentos mais recente, representado pelos Depósitos Aluvionares. As unidades presentes na AE envolvem variada associação de litológica, tais como: granulítico-charnokíticos, migmatitos, biotita gnaiss, granitoides, mica xisto, siltitos, arenitos e argilitos, dentre outros.

Para a AE foram mapeadas 31 unidades, cuja localização é indicada na Figura 6.2.22. Na Figura 6.2.23 é apresentada a coluna estratigráfica obedecendo a sequência cronológica das unidades - do antigo ao mais atual, segundo o mapeamento geológico aqui adotado. A espacialização dessas classes e dos lineamentos na AE também constam apresentadas em maior escala de detalhe no Mapa 6.2.2. Mapa Geológico do Caderno de Mapas.

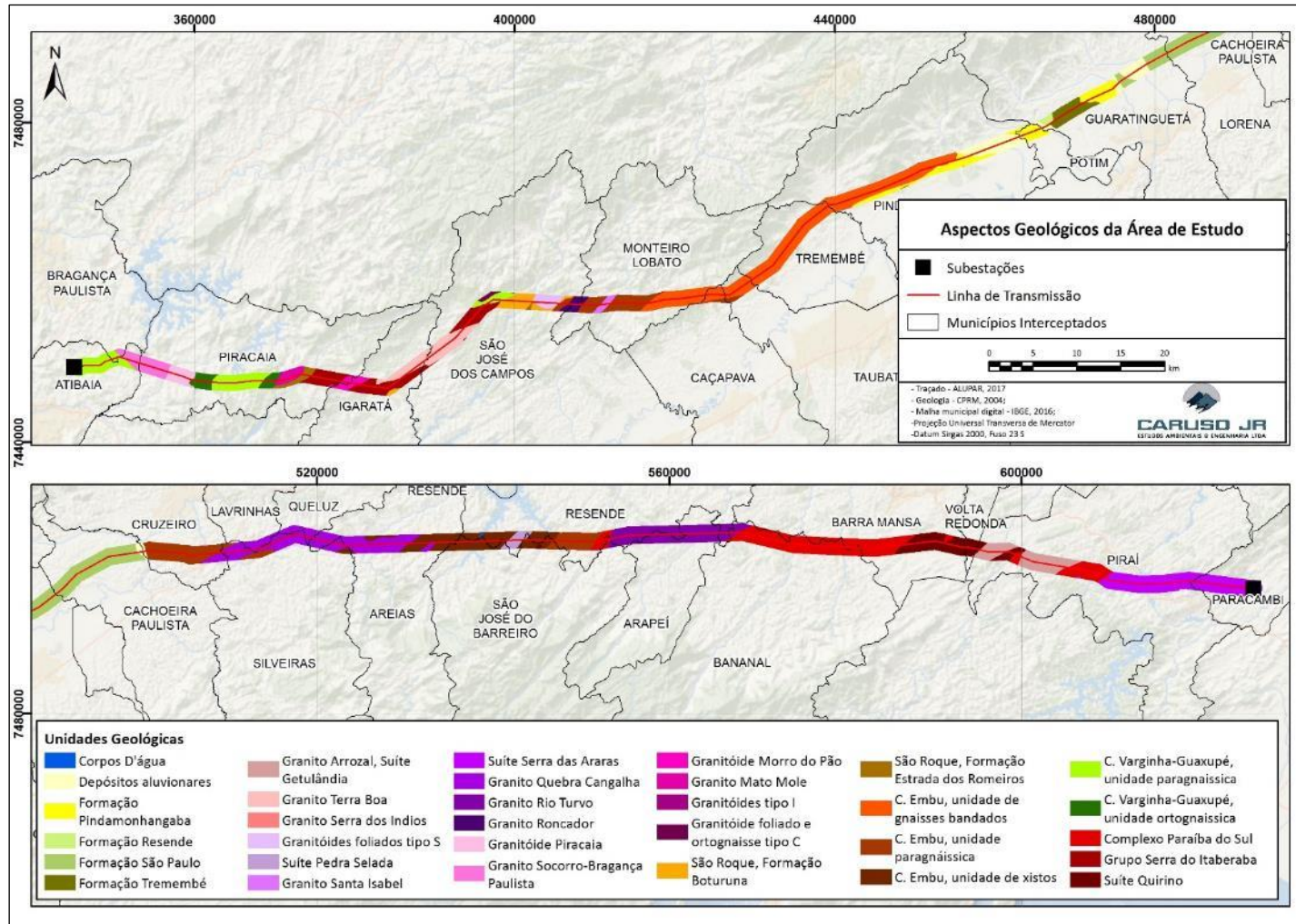


Figura 6.2.22. Unidades geológicas da AE.

ERA	PERÍODO	Província Mantiqueira	Província Tocantins	
CENOZOICO	QUATERNÁRIO	Q2a Depósitos Aluvionares: areia, cascalho		
	NEOGENO	Np Formação Pindamonhangaba: arenito, argilito, conglomerado matriz sustentado, siltito, arenito conglomerático		
	PALEOGENO	Grupo Taubaté Er Formação Resende: Arenito, conglomerado, diamictito, lamito Esp Formação São Paulo: arenito conglomerático, arenito, argilito, siltito Et Formação Tremembé: argilito, folhelho, marga, calcário dolomítico		
PALEOZOICO	CAMBRIANO	E1ay4laz Granito Arrozal, Suíte Getulândia		
PROTEROZOICO	NEOPROTEROZOICO	Granitóides do Orógeno Paranapiacaba-Rio Pien NP3py2Stb Granito Terra Boa: granodiorito, biotita-granito NP3py2Ssi Granito Serra dos Índios: biotita-granito Granitóides do Domínio Embu NP3ey1S Granitóides foliados tipo S: granito, monzogranito, tonalito NP3ay3lps Suíte Pedra Selada: quartzo-diorito NP3ey1lsl Granito Santa Isabel: granito, granodiorito, quartzo-monzonito NP3ay3Ssa Suíte Serra das Araras: granito, monzogranito, sienogranito, anfibolito, paragneisse, leucogranito NP3ay3Sqc Granito Quebra Cangalha: biotita-granito NP3ay2Sst Granito Rio Turvo NP3ay1Sst Granito Roncador Grupo São Roque NP3srbt Formação Boturuna (NP3srbt): metarenito arcoseano gradando para metassiltito, metagrauvaca, intercalações de quartzito, quartzito feldspático e metaconglomerado; NP3sref Formação Estrada dos Romeiros (NP3sref): biotita-sericita filito, por vezes bandado ou com lente de filito, metarenito, metarcóseo, quartzito, calcissilicática, anfibolito, metabásica, e quartzito fino que grada para microconglomerado; metar-ritimito, metarenito que grada para metassiltito, com intercalação de metarenito hematítico e ortoquartzítico, metarenito bandado e metagrauvaca. Complexo Embu NPegb Gnaisses bandados (NPegb); NPegg Paragneisses (NPegg); NPexml Xistos localmente miloníticos (NPexml) Complexo Paraíba do Sul NPps Paragneisse, kinzigito, grauvaca, xisto, quartzito.	Granitóides do Domínio Socorro-Guaxupé NP3sy3Apc Granitóide Piracaia: monzodiorito, monzonito, sienito NP3sy1lbp Granitóide Socorro-Bragança Paulista: granodiorito, monzonito, sienito NP3sy1lmp Granitóide Morro do Pão: granodiorito, monzonito, quartzo-monzodiorito NP3sy1lmt Granitóide Mato Mole NP3sy1l Granitóide foliado e ortogneisse, tipo I, calcialcalino de alto K NP3sy1C Granitóide foliado e ortogneisse tipo C (charnockitoide)	
		Grupo Serra do Itaberaba NP2si Xisto, rocha calcissilicática, metapelito, metabasito, metandesito, metatufo, metamáfica	Complexo Varginha-Guaxupé NPvm Unidade de paragneisses migmatíticos (NPvm) NPvog Unidade de ortogneisses migmatíticos (NPvog)	
		Suíte Quirino NP3q Granito e granodiorito foliado com autólitos quartzo-dioríticos.		
		MESO		
		PALEC		

Fonte: Modificado de CPRM, 2004.

Figura 6.2.23. Coluna estratigráfica identificada para AE de geologia da LT. Fonte: Modificado de CPRM, 2004.

6.2.4.1.1.1. Proterozoico

6.2.4.1.1.1.1. Suíte Quirino (PP2q)

Essa unidade foi definida originalmente por Machado (1984), no estado do Rio de Janeiro na porção oriental da folha Volta Redonda (escala 1:250.000). No estado de São Paulo as rochas dessa unidade afloram no extremo leste, numa pequena porção localizada na divisa com o Rio de Janeiro. Na área de estudo ocorre nos municípios de Barra Mansa/RJ, Volta Redonda/RJ e Pirai/RJ.

Os ortognaisses dessa unidade possuem estruturas internas variáveis, localmente caracterizadas por bandamento gnáissico espesso (centimétrico), ou foliação relativamente homogênea (Machado, 1984). Essas estruturas têm atitude preferencialmente subhorizontal com mergulhos variáveis, exceto nas proximidades de zonas de cisalhamento onde a foliação e o bandamento tendem à vertical (Figura 6.2.24 – figura à direita). Em termos regionais, o contato dos ortognaisses com as rochas supracrustais são invariavelmente tectônicos (MACHADO, 1984; HEILBRON, 1993 apud CPRM, 2006).

Os litotipos predominantes são Hornblenda gnaisses, hornblenda biotita gnaisses e biotita granitóides homogêneos. Rochas anfibolíticas ocorrem localmente.

Nesta unidade foram localizadas em campo amostras da ocorrência de afloramento de gnaiss máfico com foliação relativamente homogênea expostas próximo a via de acesso ao município de Pirai/RJ. (Figura 6.2.24).



Figura 6.2.24. Área com exposição de gnaiss máfico com foliação relativamente homogênea, em ponto localizado no município de Pirai/RJ.

6.2.4.1.1.1.2. Grupo Serra do Itaberaba (MP2si)

O Grupo Serra do Itaberaba, definido por Juliani et al. (1986), é uma sequência metavulcanossedimentar, composta pelas formações Morro da Pedra Preta, Nhanguçu e Pirucaia (JULIANI, 1993 apud CPRM, 2006). É constituído por rochas metassedimentares e metavulcânicas, representadas por Turmalinito, Anfibolito, Rocha Calcissilicática, Formação Ferrífera Bandada, Metandesito, Metabasalto, Metarriolito, Metatufo, Metarcóseo, Rocha Sedimentar Vulcanoclástica, Biotita Xisto, Muscovita Quartzito. Ocorre na área de estudo nos municípios de Piracaia/SP, Igaratá/SP e São José dos Campos/SP.

A Figura 6.2.25 mostra a presença de matacões de granito de granulação média desta unidade, composto por quartzo, feldspatos e biotita, localizados às margens de via de acesso no município de Piracaia/SP. Na área identidade em campo, os matacões apresentam-se intemperizados com exfoliação esferoidal, formando campos de *boulders* devido à erosão, com retirada do solo e expondo os matacões *in situ* espalhados sobre o terreno com moderado declive.



Figura 6.2.25. À esquerda, detalhe de rocha granítica exposta à sul do traçado da LT e à direita, campos de *boulders* com exposição dos matacões, ponto localizado no município de Piracaia/SP.

6.2.4.1.1.1.3. Complexo Paraíba do Sul, unidade terrígena com intercalações carbonáticas (NPps)

A primeira referência ao Complexo Paraíba (“gneiss Parahyba”) encontra-se em Moraes Rêgo (1933) para um conjunto de rochas contendo camadas lenticulares de calcários magnesianos.

Segundo Silva e Cunha (2001) a unidade denominada de terrígena com intercalações carbonáticas é constituída essencialmente por metassedimentos detríticos, pelito-grauvaqueanos, os (sillimanita) -granada-biotita gnaisses quartzo-feldspáticos, com ocorrência generalizada de bolsões e veios de leucossomas graníticos derivados de fusão parcial *in situ* e injeções. O feldspato predominante é o plagioclásio. Variedades portadoras de cordierita e sillimanita (kinzigitos), comumente apresentando horizontes de xistos grafitosos, exibem contatos transicionais com os granada-biotita gnaisses. Localmente ocorrem intercalações lenticulares e descontínuas de quartzitos (com passagens gradacionais para mica-quartzo xisto ou gnaisses quartzosos – Grossi Sad e Dutra 1988), rochas metacarbonáticas e calcissilicáticas, além de corpos de anfibolitos e concentrações manganésíferas (gonditos?). Em domínios menos deformados podem ser percebidas localmente estruturas de ressedimentação, decorrentes de fluxos turbidíticos (metaturbiditos). As estruturas sedimentares comumente preservadas correspondem a bandamentos primários e refletem variações nas proporções relativas de areia, argila e carbonatos (CPRM, 2006).

Essa unidade ocorre nos municípios de São José do Barreiro/SP, Resende/RJ, Bananal/RJ, Barra Mansa/RJ e Pirai/RJ.



Figura 6.2.26. À esquerda, rocha exposta da unidade terrígena localizada à margem de estrada, no município de Bananal/RJ e à direita, nível de conglomerado matriz suportado (linha pontilhada), com predomínio de clastos de quartzo (em detalhe), em ponto localizado no município de Barra Mansa/RJ.

6.2.4.1.1.1.4. Complexo Embu

O Complexo Embu, originalmente definido por Hasui (1975a) e Hasui e Sadowski (1976), ocorre como uma faixa contínua de direção NE-SW, desde o estado do Rio de Janeiro até a divisa de São Paulo com o Paraná. É constituída por mica xistos e quartzo xistos alternados ritmicamente. Localmente, a este conjunto predominante, intercalam-se rochas calcissilicáticas, anfíbolitos e rochas metaultramáficas. Os mica xistos são descritos como muscovita-biotita-quartzo xistos com cianita, estaurolita, granada, sillimanita e turmalina, com estrutura xistosa, finamente laminada. Os quartzo xistos são compostos por quartzo, muscovita, biotita, granada e plagioclásio. Este conjunto é cortado por pegmatitos constituídos por K-feldspato, muscovita, quartzo e turmalina, subordinadamente, biotita e zircão (VIEIRA, 1989; FERNANDES, 1991 apud CPRM, 2006).

Na AE o Complexo Embu abriga três unidades estratigráficas: paragnáissica; xistos, localmente migmatíticos; e gnaisses bandados. A seguir são descritas as referidas unidades.

6.2.4.1.1.1.4.1. Unidade paragnáissica (NPegg)

A unidade paragnáissica é bastante expressiva, dominando a porção nordeste da área de afloramento do complexo. Esta unidade é constituída, predominantemente, por biotita gnaisses homogêneos, de composição granodiorítica a tonalítica (Figura 6.2.27). Os termos granodioríticos exibem estrutura fortemente orientada e feições protomiloníticas a blastomiloníticas. São compostos por plagioclásio, microclínio

e biotita orientada. Os termos tonalíticos encontram-se, geralmente, recristalizados, sendo formados por biotita, quartzo e plagioclásio (BISTRICHI *et al.* 1990 apud CPRM, 2006).

Ocorre nos municípios de São José dos Campos, Monteiro Lobato, Caçapava, Taubaté, Cachoeira Paulista, Cruzeiro, Lavrinhas, Silveiras, São José do Barreiro, no estado de São Paulo e Resende no Rio de Janeiro.



Figura 6.2.27. Amostra de rocha da unidade paragnáissica em alto grau de intemperismo e de compactação do material litológico, localizada na área de estudo, no município de Monteiro Lobato/SP.

6.2.4.1.1.4.2. Unidade de xistos, localmente migmatíticos (NPexm)

Essa unidade é intrusiva às unidades de gnaisses bandados e paragnáissica. É constituída por mica xistos e quartzo xistos alternados ritmicamente. Localmente, a este conjunto predominante, intercalam-se rochas calcissilicáticas, anfibolitos e rochas metaultramáficas. Os mica xistos são descritos como muscovita-biotita-quartzo xistos com cianita, estauroлита, granada, sillimanita e turmalina, com estrutura xistosa, finamente laminada. Os quartzo xistos são compostos por quartzo, muscovita, biotita, granada e plagioclásio. Este conjunto é cortado por pegmatitos constituídos por K-feldspato, muscovita, quartzo e turmalina, subordinadamente, biotita e zircão (VIEIRA, 1989; FERNANDES, 1991 apud CPRM, 2006).

Ocorre na AE no estado de São Paulo, nos municípios de Monteiro Lobato, Tremembé, Silveiras, Areias e São José do Barreiro e no Rio de Janeiro em Resende.

Na área mapeada para esta unidade, durante as excursões de campo, foi localizado matacões de granitóides com foliação magmática evidenciada pelo alinhamento de cristais de feldspato (Figura 6.2.28 - na foto do detalhe, em círculo vermelho). Esse tipo de rocha não condiz com a área de mapeamento delimitada pela CPRM para esta unidade. Possivelmente trata-se de um afloramento de rocha pertencente a outra unidade, uma vez que o mapeamento aqui utilizado não possui um nível de detalhe com escala local.



Figura 6.2.28. Campo de matacões, com rocha exposta, localizado à sul da LT, no município de Silveiras/SP.

6.2.4.1.1.4.3. Unidade de gnaisses bandados (NPegb)

A unidade de gnaisses bandados aflora a norte da Bacia de Taubaté, balizando os sedimentos do Grupo Taubaté. Os litotipos mais frequentes são biotita gnaisses graníticos e granodioríticos, bandados, porfiroclásticos, por vezes granatíferos. Localmente ocorrem biotita gnaisses monzodioríticos blastomiloníticos, biotita-hornblenda gnaisses tonalíticos, hornblenda-granada gnaisses, biotita anfibolitos, anfibolitos e quartzitos. Rochas ortoderivadas são representadas por gnaisses graníticos 3B miloníticos. Ocorrem ainda metassedimentos aluminosos, na forma de granada-biotita-quartzo gnaisses e xistos com sillimanita, com freqüentes intercalações de calcissilicáticas boudinadas (BISTRICHI et al. 1990 apud CPRM, 2006).

Esta unidade ocorre de forma expressiva na AE, em cerca de 46km de extensão, estando presente nos municípios de Monteiro Lobato/SP, Caçapava/SP, Taubaté/SP, Tremembé/SP e Pindamonhangaba/SP (Figura 6.2.29).



Figura 6.2.29. Amostra em matacão de granito localizado à norte do município de Pindamonhangaba/SP.

6.2.4.1.1.1.5. Complexo Varginha-Guaxupé

De acordo com CPRM (2008), o Complexo Varginha-Guaxupé é composto por gnaisses, de origem ígnea e sedimentar, sendo esse dividido em três unidades: Granulítica Basal, Ortognáissica Migmatítica Intermediária e Paragnáissica Migamatítica Superior. Na AE ocorrem as duas últimas, as quais são descritas na sequência.

6.2.4.1.1.1.5.1. Unidade Ortognáissica Migmatítica Superior (NPvm)

Essa unidade litoestratigráfica ocorre sobre as unidades Ortognáissica Migmatítica Intermediária e Granulítica Basal. É composta por sillimanita granada paragnaisse com porfiroblastos de K-feldspato com até 5cm de comprimento (Figura 6.2.30) e de granada com até 1,5cm de diâmetro. Em sua composição são encontrados biotita, quartzo, microclina, plagioclásio, granada e sillimanita. Como minerais acessórios ocorrem

titanita, apatita, epidoto e zircão. Clorita e muscovita aparecem como minerais secundários. Geralmente estes gnaisses estão intercalados com granitos anatóxicos, de granulometria média a grossa, localmente gnaissificados. Estes granitos formam corpos tabulares, com espessura variando de decimétrica a métrica, paralelos a foliação principal dos paragnaisses (CPRM, 2008).

Na AE a presente unidade ocorre nos municípios de Atibaia/SP, Piracaia/SP e São José dos Campos/SP.

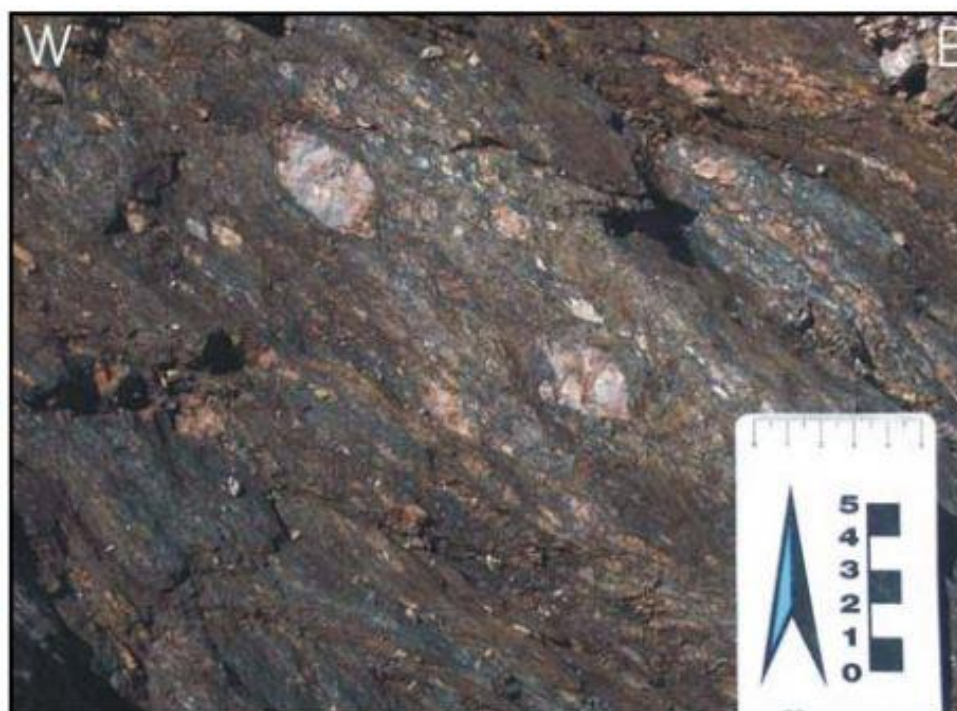


Figura 6.2.30. Paragneisse com megacristais de K-feldspato e forte xistosidade. Fonte: CPRM, 2008.

6.2.4.1.1.5.2. Unidade Ortognáissica Migmatítica Intermediária (NPvog)

A unidade ortognáissica migmatítica intermediária (NPvog) ocorre na área de estudo no município de Piracaia/SP, sendo essa composta por Hornblenda biotita ortognaisses (Figura 6.2.31) e Biotita ortognaisse, de composição granodiorítica a tonalítica. Estes gnaisses possuem granulometria fina, localmente com porfiroclastos, originalmente fenocristais, de feldspato, com até 3cm de comprimento. Geralmente apresentam aspecto migmatítico com textura estromática. Ambos os litótipos possuem intercalações de lentes de anfibolitos com espessura variando de centimétrica a métrica e granulometria fina a grossa. Estes anfibolitos são compostos por hornblenda, plagioclásio e clinopiroxênio. Como minerais acessórios ocorrem apatita, titanita, minerais opacos e zircão (CPRM, 2008).



Figura 6.2.31. Hornblenda-biotita ortognaisse bandado com intercalações de corpo aparentemente tabular de anfibolito, da Unidade Ortognaissica Migmatítica Intermediária. Fonte: CPRM, 2008.

6.2.4.1.1.1.6. Grupo São Roque

O ambiente de deposição do Grupo São Roque corresponde a um mar raso, em uma bacia de retroarco, onde estariam representadas desde fácies deltaicas proximais até turbiditos de águas mais profundas, com atividade vulcânica subaquosa restrita. Todas as litologias são pouco deformadas, com dobras de vergência para noroeste, que se apresentam mais estiradas próximas às zonas de cisalhamento (BERGMANN, 1988 apud CPRM, 2008).

Juliani e Beljavskis (1995 apud CPRM, 2008) propõem para o Grupo São Roque a subdivisão nas formações Pirapora do Bom Jesus, Piragibu, Estrada dos Romeiros e Boturuna, das quais duas ocorrem na área de estudo e são descritas a seguir.

6.2.4.1.1.1.6.1. Formação Estrada dos Romeiros (NP3srer)

A Formação Estrada dos Romeiros (NP3srer) ocorre na área de estudo nos municípios de Piracaia, Monteiro Lobato e São José dos Campos, todos no estado de São Paulo. Comporta na base um membro arenoso

(que pode ser correlato da Formação Piragibu), com metarenitos, ritmitos gradados micro-conglomeráticos e intercalações subordinadas de metapelitos. O membro pelítico superior é constituído por metarritmitos síltico-argilosos com níveis de metarenitos quartzosos (CPRM, 2006).

O membro arenoso tem na base um uma camada de quartzito fino brechado sobre a qual observa-se um pacote rítmico onde se intercalam lentes contínuas, de até 20cm de espessura, de microconglomerados, que na base se assentam bruscamente sobre metarenitos finos e no topo passam gradacionalmente a lentes de metarenitos de granulação média de espessura equivalente ou menor (CPRM, op. cit.).

A Formação Estrada dos Romeiros foi catalogada em uma pequena porção do município de Piracaia/SP.

6.2.4.1.1.6.2. Formação Boturuna (NP3srbt)

A Formação Boturuna foi originalmente definida por Hasui et al. (1976) e redefinida por Dantas et al. (1986) e Bergmann (1988). Essa formação apresenta contato brusco a transicional com a Formação Estrada dos Romeiros, e é constituída de dois membros vulcânicos e dois arenosos. Na base da unidade compreendem o primeiro membro vulcânico, nem sempre presente, corpos tabulares estratificados de lavas almofadadas e ortoanfíbolitos com níveis métricos de metatufos laminados. O primeiro membro arenoso, sotoposto, pode sobrepor-se diretamente e de forma gradacional sobre o membro pelítico da Formação Estrada dos Romeiros (BERGMANN, 1988, apud CPRM, 2006). É constituído de metarenitos arcoseanos bandados com bancos métricos de metapelitos. Intercalado no topo do primeiro membro arenoso o segundo membro vulcânico, de ocorrência restrita, aflora em bancos métricos de derrames básicos amigdalóides e vesiculares, com recorrência das camadas de metarcóseos e intercalações decimétricas de rochas metavulcânicas ácidas a intermediárias, amigdalóides. No topo da Formação Boturuna, em contato brusco, ocorre o membro ortoquartzítico, um pacote de metarenitos puros com bandamento dado pela alternância de bancos de granulação média, grossa e muito grossa (CPRM, 2006).

A Formação Boturuna ocorre na porção norte de São José dos Campos/SP.

6.2.4.1.1.1.7. Granitóides do Domínio Embu

Foram agrupados neste item todos os granitóides do Terreno Embu. Esses corpos encontram-se encaixados, quase sempre, na unidade paragnáissica (NPepg) e na unidade de xistos, localmente migmatíticos (NPexm) do Complexo Embu.

6.2.4.1.1.1.7.1. Granito Roncador (NP3ey1Sro)

Esse corpo granitóide foliado perulimonoso encontra-se encaixado na unidade paragnáissica do Complexo Embu (NPepg) e pertence ao contexto de características litoestratigráficas do grupo dos Granitóides tipo S, sinorogênicos do Terreno Embu (NP3ey1S), descrito anteriormente. Ocorre nos municípios de São José do Campo e Monteiro Lobato, ambos no estado de São Paulo.

6.2.4.1.1.1.7.2. Granito Rio Turvo (NP3ay2Srt)

O Granito Rio Turvo se estende desde estado de São Paulo, na sua porção leste, até o nordeste do Rio de Janeiro, sendo este intrusivo ao Complexo Paraíba do Sul (NPps).

Segundo Valadares (1996) os corpos da suíte Rio Turvo apresentam contatos gradacionais com metassedimentos encaixantes, dos quais derivam através de fusão parcial. Já quando em contato com ortognaisses da Suíte Quirino (PP2q) apresenta contatos bruscos. Segundo Heilbron (1993) os granitóides da Suíte Rio Turvo são intensamente deformados com forte foliação milonítica com arranjos em pares S-C, caracterizando-os como sintectônicos (CPRM, 2006).

Predominam nesta unidade biotita-muscovita leucogranitos com granada e sillimanita porfiríticos. Ocorre nos municípios de São José do Barreiro/SP, Arapeí/SP, Resende/RJ e Barra Mansa/RJ.



Figura 6.2.32. Granito Rio do Turvo, em ponto localizado à nordeste do município de São José do Barreiro/SP.

6.2.4.1.1.1.7.3. Granito Quebra Cangalha, Suíte Serra das Araras (NP3ay3Sqc)

Esse corpo intrusivo faz parte do grupo dos granitóides foliados peraluminosos, tipo S, pré a sincolisionais, do Terreno Embu. Encontra-se encaixado na Unidade Paragnáissica (NPepg) e Unidade de Xistos, localmente migmatíticos (NPexm) do Complexo Embu. O litotipo predominante desta unidade abrange biotita granito (Figura 6.2.33). Ocorre na AE nos municípios de Cruzeiro/SP, Lavrinhas/SP, Silveiras/SP, Queluz/SP, Cruzeiro/SP e Areias/SP.



Figura 6.2.33. Rocha exposta, granitóide, em ponto localizado ao norte do município de Silveiras/SP, no eixo do traçado proposto para a LT.

6.2.4.1.1.7.4. Suíte Serra das Araras (NP3ay3Ssa)

De acordo com Romulo e Machado (2002) essa unidade é constituída por maciços foliados, com aspecto migmatítico, dominados por leucogranitos de composição granítica a granodiorítica, ricos em enclaves submicáceos, contendo em sua mineralogia moscovita, granada, turmalina e sillimanita. São descritos, ainda, na região de Passa Três, leucogranitos com moscovita, granada e turmalina (Machado & Demange 1994a), que podem representar continuidade do batólito Serra das Araras (CPRM, 2006). Ocorre na AE nos municípios de Piraí e Paracambi, ambos no estado do Rio de Janeiro.



Figura 6.2.34. Perfil de rocha da Suíte Serra das Araras, com a aparência de maciço foliado, característico desta unidade, exposto à margem da rodovia BR-116, município de Paracambi/RJ

6.2.4.1.1.1.7.5. Granito Santa Isabel (NP3ey1Isi)

É constituído por granitos a granodioritos e quartzo-Monzonito. Muitas vezes constituem corpos de ortognaisses oclares, aflorando em altos do embasamento da Bacia de São Paulo, e conhecidos localmente como gnaisses Butantã (COUTINHO, 1972 apud CPRM, 2006). Janasi et al.(1990 apud CPRM, 2006) incluem essas rochas nos “granitóides sinorogênicos brasileiros de associação calcialcalina”.

O Granito Santa Isabel ocorre na AE à sudeste do município de Monteiro Lobato/SP.

6.2.4.1.1.1.7.6. Suíte Pedra Selada (NP3ay3Ips)

Heilbron (1993) descreveu o granito Pedra Selada, na extensão do corpo no estado do Rio de Janeiro, como um granito porfiróide a megacristais subédricos de k-feldspato, com matriz rica em biotita. Apresenta enclaves máficos ricos em anfibólio e lentes quartzo dioríticas. Os contatos com sills ou bolsões de leucogranito gnáissico que ocorrem no seu interior são gradacionais ou bruscos. Dados geoquímicos obtidos por

esta autora no granito Serra do Lagarto (RJ), da mesma suíte, indicam magmatismo metaluminoso, calcioalcalino de alto K, do tipo I.

A ocorrência dessa unidade se dá de forma intrusiva a Unidade de Xistos, localmente migmatíticos do Complexo Embu (NPexm), estando presente de forma pouco expressiva na AE nos municípios de São José do Barreiro/SP e Resende/RJ.

6.2.4.1.1.1.7.7. Granitóides tipo S, sinorogênicos do Terreno Embu (NP3ey1S)

Os granitóides foliados peraluminosos, tipo S, pré a sincolisionais, do Terreno Embu compreendem quase três dezenas de corpos graníticos de conformação alongada, distribuídos pelo centro-sul e leste do estado de São Paulo, até a divisa com o estado do Rio de Janeiro. Os granitóides agrupados nessa unidade encontram-se encaixados, quase sempre, na unidade paragnáissica (NPepg) e na unidade de xistos, localmente migmatíticos (NPexm) do Complexo Embu. As principais ocorrências situam-se ao longo das bordas norte-noroeste e sul-sudeste da Bacia de Taubaté, e a maioria possui designação própria.

A variação litológica abrange biotita granitos porfiríticos (mais máficos com IC até 10) e muscovita-biotita leucogranitos equigranulares. Leucogranitos a turmalina e granada, são os termos mais diferenciados, e formam diversos corpos aplíticos e pegmatíticos intrusivos nos xistos regionais ou nos muscovita-biotita leucogranitos. Todas essas variedades podem estar presentes, em proporções diferentes, nos maciços de maior porte (CPRM, 2006).

Na AE essa unidade ocorre em uma pequena porção à nordeste do município de São José dos Campos/SP.

6.2.4.1.1.1.1.8. Granitóides do Orógeno Paranapiacaba – Rio Pien

Estão agrupados nesta unidade todos os granitóides com ocorrência na AE, do Órogeno Paranapiacaba – Rio Pien. Esses corpos possuem dimensões pequenas e estão alojados em rochas do Grupo Serra de Itaberaba.

6.2.4.1.1.8.1. Granito Serra dos Índios (NP3py2Ssi)

Esta unidade estratigráfica corresponde a uma rocha intrusiva, alojada em rochas do Grupo Serra do Itaberaba, de pequena área aflorante. É composta por biotita de granito e secundariamente por migmatito, possuindo uma matriz de granulação média a grosseira (JANASI; ULBRICH, 1992 apud CPRM, 2006). Na AE sua ocorrência é pouco expressiva, sendo apenas catalogada em uma pequena porção à nordeste do município de Piracaia/SP.

6.2.4.1.1.8.2. Granito Terra Boa (NP3py2Stb)

Corresponde a uma intrusão, sendo essa alojada em rochas do Grupo Serra do Itaberaba. Trata-se de biotita granito a granodiorito gnáissico (Figura 6.2.35), equigranular ou porfirítico, com matriz de granulação média a grosseira (JANASI e ULBRICH, 1992 apud CPRM, 2006). Na AE essa unidade ocorre nos municípios de Igaratá/SP e São José dos Campos/SP.



Figura 6.2.35. Afloramento rochoso no município de Igaratá/SP, caracterizado por alto grau de intemperismo.

6.2.4.1.1.1.9. Granitóides do Domínio Socorro – Guaxupé

Compreendem os granitóides ocorrentes na AE do Orógeno Socorro-Guaxupé. Os corpos aqui agrupados ocorrem, em sua maioria, encaixados em rochas do Complexo Varginha-Guaxupé. Ocorre uma ampla variedade de rochas, abrangendo mangerito-graníticas, dioritos, quartzo-dioritos, monzodioritos, quartzo-monzodioritos, monzonitos, quartzo-monzonitos e monzogranitos ao lado de álcali sienitos, quartzo-álcali sienitos e álcali granitos (CPRM, 2006).

6.2.4.1.1.1.9.1. Charnockitóides sinorogênicos (NP3sy1C)

A unidade de charnockitóides sinorogênicos, do Orógeno Socorro-Guaxupé engloba diversos corpos de rochas mangerito-graníticas da suíte São José do Rio Pardo, como os charnockitos Divinolândia (NP3sy1Cjd) e São Pedro de Caldas (NP3sy1Cpc), além da Suíte mangerítica (NP3sy1Csm) e outros corpos charnockitóides diversos, intrusivos em rochas do Complexo Varginha-Guaxupé (CPRM, 2006).

As rochas mais comumente descritas nesta unidade são mangeritos verdes, de granulação média a grossa, e quartzo mangeritos com aproximadamente 10% de minerais máficos. Localmente os mangeritos parecem gradar para hornblenda granitos rosados e, em algumas porções, granitos hololeucocráticos podem ser abundantes. Rochas sieníticas, charnockitos e enclaves de piroxênio dioritos ocorrem esporadicamente. Estas rochas apresentam-se intensamente deformadas, com foliação e lineação mineral normalmente bem definidas pelos agregados de minerais máficos (CAMPOS NETO; FIGUEIREDO, 1985; JANASI, 1997; JANASI, 1999 apud CPRM, 2006).

Essa unidade foi catalogada ao norte do traçado da LT, no município de São José dos Campos/SP.

6.2.4.1.1.1.9.2. Granitóides tipo I sinorogênicos (NP3sy1I)

Os granitóides desta unidade apresentam, na sua grande maioria, tendência calcialcalina potássica e caráter metaluminoso a fracamente peraluminoso. Predominam as composições monzogranítica, granodiorítica, monzodiorítica e diorítica com alguns termos monzoníticos, sieníticos e tonalíticos. Uma foliação bem desenvolvida é dada, principalmente, pela orientação planar de micas e/ou anfibólios (ARTUR, 1988; JANASI; ULBRICH, 1992; ANDRADE, 1993; HADDAD, 1995; RAGATKY, 1997; JANASI, 1999 apud CPRM, 2006).

Na AE esta unidade ocorre de forma pouco expressiva, em uma pequena porção localizada ao norte do traçado da LT, no município de São José dos Campos/SP.



Figura 6.2.36. Campo de matacões de granitóides, localizado no município de São José dos Campos/SP.

6.2.4.1.1.9.3. Granito Mato Mole (NP3sy1lmt)

O Granito Mato Mole ocorre encaixado em rochas metamórficas do Complexo Varginha-Guaxupé. Essa unidade foi catalogada na AE em uma pequena porção à nordeste do município de Piracaia/SP.

Segundo CPRM (2006), os granitóides desta unidade apresentam, na sua grande maioria, tendência calcialcalina potássica e caráter metaluminoso a fracamente peraluminoso. Predominam as composições monzogranítica, granodiorítica, monzodiorítica e diorítica com alguns termos monzoníticos, sieníticos e tonalíticos.

6.2.4.1.1.9.4. Granito Morro do Pão (NP3sy1lmp)

Esta unidade faz parte do conjunto de granitóides que ocorrem encaixados em rochas metamórficas do Complexo Varginha-Guaxupé. Possui características similares ao Granito Mato Mole, apresentando-se na sua grande maioria, com tendência calcialcalina potássica e caráter metaluminoso a

fracamente peraluminoso. Predominam as composições monzogranítica, granodiorítica, monzodiorítica e diorítica com alguns termos monzoníticos, sieníticos e tonalíticos (CPRM, 2006).

Sua ocorrência na AE se dá em uma porção no limite entre os municípios de Igaratá/SP e Piracaia/SP.

6.2.4.1.1.9.5. Complexo Granítico Socorro, Suíte Bragança Paulista (NP3sy1lbp)

Os granitóides desta unidade, de idade neoproterozoica, estão inseridos no mesmo contexto litológico dos Granitóides Morro do Pão e Mato Mole, com composições similares a essas duas unidades. Apresentando-se com tendência calcialcalina potássica e caráter metaluminoso a fracamente peraluminoso. Uma foliação bem desenvolvida é dada, principalmente, pela orientação planar de micas e/ou anfibólios (ARTUR, 1988; JANASI; ULBRICH, 1992; ANDRADE, 1993; HADDAD, 1995; RAGATKY, 1997; JANASI, 1999 apud CPRM, 2008).

Essa unidade ocorre nos municípios de Atibaia/SP, Piracaia/SP e Bragança Paulista/SP.

6.2.4.1.1.9.6. Suíte Granitóide Piracaia (NP3sy3Apc)

Com ocorrência no município de Piracaia/SP, nesta unidade predominam rochas alcalinas de alto potássio, ocorrendo alguns termos com tendência subalcalina ou peralcalina. Ocorre uma ampla variedade de rochas, abrangendo dioritos, quartzo-dioritos, monzodioritos, quartzo-monzodioritos, monzonitos, quartzo-monzonitos e monzogranitos ao lado de álcali sienitos, quartzo-álcali sienitos e álcali granitos. Em alguns corpos foram descritas textura rapakivi, como nos de São Francisco e Itu, e outros apresentam estruturas de fluxo laminar, principalmente nas bordas, como os sienitos Pedra Branca e Capituva (CPRM, 2008).

6.2.4.1.1.2. Paleozoico

6.2.4.1.1.2.1. Granito Arrozal, Suíte Getulândia (E1ay4laz)

Esta unidade estratigráfica apresenta contato intrusivo com a suíte Quirino (PP2q). De acordo com CPRM (2001), este corpo inclui os corpos de Arrozal e Getulândia. O granito Getulândia ocorre entre as cidades de Barra Mansa/RJ e Rio Claro/RJ, formando um corpo lenticular alongado que mede aproximadamente 10km

de comprimento por 2km de largura. O granito Arrozal, situa-se a 12km a NW do granito Getulândia e mede aproximadamente 15km de comprimento.

Na AE esta unidade ocorre nos municípios de Volta Redonda/RJ e Pirai/RJ.

6.2.4.1.1.3. Cenozoico

6.2.4.1.1.3.1. Grupo Taubaté

Os sedimentos do Grupo Taubaté, denominação introduzida por Derby (1889 apud CPRM, 2006), estão inseridos no contexto geológico do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil, descrito anteriormente no item 6.2.4.1, preenchem as bacias de São Paulo, Taubaté, Resende e Volta Redonda e compreendem as formações Resende (Er), Tremembé e São Paulo (Esp), segundo a concepção de Riccomini (1989).

Do ponto de vista tectônico, os depósitos do Grupo Taubaté estão afetados por dobras, falhas, juntas e fraturas relacionadas à tectônica geradora e deformadora do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil, compondo um quadro estrutural complexo. A origem da depressão original do *rift* estaria, segundo a concepção de Riccomini (1989), relacionada a um evento extensional, de direção NNW-SSE, de idade eocênica-oligocênica, com preenchimento sintectônico das formações do Grupo Taubaté. Estes depósitos seriam posteriormente afetados por quatro fases de movimentações cenozoicas, sendo três delas de caráter neotectônico (RICCOMINI, 1989; SALVADOR & RICCOMINI, 1995).

6.2.4.1.1.3.1.1. Formação Tremembé (Et)

O sistema de leques aluviais da Formação Resende (Er) grada para um sistema lacustre, a Formação Tremembé, assim denominada por Almeida (1958 apud CPRM, 2006). Esta formação tem área de ocorrência restrita à Bacia de Taubaté, sendo que a implantação do lago estaria relacionada ao incremento na subsidência da bacia.

Um pacote sedimentar principal representaria a deposição na porção interna do lago da Formação Tremembé, caracterizado pela sucessão de calcários dolomíticos, ritmitos e argilas verdes maciças. Os calcários dolomíticos ocorrem como intercalações tabulares e contínuas, de espessuras decimétricas, com textura microesparítica, nas argilas verdes. As argilas são frequentemente fossilíferas e podem conter, localmente, concreções calcíferas de dimensões até decimétricas. Os ritmitos são formados pela alternância de lâminas, ou

camadas centimétricas, de folhelhos castanhos e margas. Os folhelhos são laminados, localmente papiráceos, fossilíferos e pirobetuminosos. As margas são ricas em ostracodes e gradam para calcários (RICCOMINI, 1989).

A deposição correspondente às porções mais externas do lago seria representada, na Formação Tremembé, por arenitos grossos, arcoseanos, conglomeráticos, localmente conglomerados, com seixos de argilas na base. Estes pacotes apresentam gradação normal para arenitos finos, quartzosos, com *climbing ripples*, e, em direção ao topo, para siltitos bioturbados, siltitos e argilitos com gretas de contração. Apresentam base erosiva e se dispõem em camadas de geometria tabular com grande persistência lateral, espessuras decimétricas a métricas, intercalados com as argilas verdes maciças.

Esta unidade ocorre na AE nos municípios de Pindamonhangaba/SP, Potim/SP e Guaratinguetá/SP.

6.2.4.1.1.3.1.2. Formação Resende (Er)

A Formação Resende ocupa as porções basais e laterais do *rift* e corresponde a um sistema de leques aluviais associado à planície fluvial de rios entrelaçados (*braided*).

A porção proximal do sistema de leques é caracterizada por depósitos de diamictitos e conglomerados, com seixos, matacões e blocos angulosos a subarredondados, normalmente polimíticos, em matriz lamítica e arenosa, arcoseana, e gradação normal ou inversa (RICCOMINI, 1989).

Depósitos que correspondem à porção distal dos leques aluviais são representadas por lamitos predominantemente arenosos e arenitos. Os arenitos apresentam estratificação cruzada acanalada de médio porte e níveis conglomeráticos com seixos de quartzo, quartzito, feldspato e de rochas do embasamento, com gradação normal ou inversa. Estes sedimentos ocorrem interdigitados com os conglomerados e diamictitos das porções proximais dos leques aluviais. Associados ao lamitos ocorrem crostas calcíticas, sob a forma nodular, possivelmente correspondendo a horizontes pedogenéticos tipo caliche. No topo dos depósitos lamíticos ocorrem arenitos com características semelhantes aos acima descritos, sob a forma de extensos lençóis, com espessura superior a 1m e estratificação cruzada acanalada, correspondendo a sedimentos originados nas planícies aluviais dos rios entrelaçados (RICCOMINI, 1989).

A Formação Resende ocorre em uma pequena porção da AE, a sudeste do município de Guaratinguetá/SP.

6.2.4.1.1.3.1.3. Formação São Paulo (Esp)

A Formação São Paulo, originalmente denominada em Moraes Rego (1933 apud CPRM, 2006), foi individualizada nas Bacias de São Paulo, Taubaté e Resende, com origem relacionada a um sistema fluvial meandrante, sobreposto aos leques aluviais da Formação Resende (Er) e ao sistema lacustre da Formação Tremembé (Et).

Ocorrem na formação arenitos grossos, conglomeráticos, localmente conglomerados, com granodecrescência ascendente para o topo até siltitos e argilitos. Apresentam estratificações cruzadas de portes variados, geometria plano-côncava e bases erosivas. Nas bases dos arenitos grossos se observam clastos argilosos de dimensões centimétricas. Frequentemente as camadas siltosas e os argilitos do topo são laminados, ocasionalmente fossilíferos. Este conjunto de sedimentos corresponderia a depósitos de canais meandrantés, tendo os depósitos finos laminados como testemunhos de lagoas oriundas da migração e abandono de canais (Riccomini 1989). Num outro conjunto, arenitos grossos que gradam para sedimentos mais finos, até siltitos e argilitos, e apresentam estruturas gradacionais normais, rítmicas, estratificações cruzadas plano-paralelas horizontais, com grande persistência lateral e estruturas tipo *climbing ripples* nas porções arenosas finas, corresponderiam a depósitos de rompimentos de diques marginais associados à planície de inundação deste sistema (RICCOMINI, 1989).

Na AE esta unidade aflora nos municípios de Guaratinguetá/SP, Lorena/SP e Cachoeira Paulista/SP.



Figura 6.2.37. Arenito conglomerático associado à Formação São Paulo, ponto aferido em Cachoeira Paulista/SP.

6.2.4.1.1.3.2. Formação Pindamonhangaba (Np)

A Formação Pindamonhangaba, como o Grupo Taubaté, está inserida no contexto geológico do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil, segundo a concepção de Riccomini (1989), e tem área de ocorrência limitada à porção central da Bacia de Taubaté.

Esta formação corresponde, segundo Riccomini (1989), a um sistema fluvial meandrante, sendo que uma discordância basal bem marcada a separa dos outros sistemas deposicionais da bacia. A fase de instalação inicial do sistema fluvial meandrante da Formação Pindamonhangaba é marcada por um conglomerado basal, em matriz arenosa grossa, com granodecrescência ascendente. Em direção ao topo ocorrem os depósitos de canais fluviais representados por conglomerados que gradam para arenitos progressivamente mais finos, com estratificações cruzadas tabulares e acanaladas. No topo ocorrem siltitos, ora maciços, ora estratificados, representando depósitos de abandono de canal. Depósitos de rompimento de diques marginais foram identificados na forma de megaestratificações sigmoidais em camadas de arenitos conglomeráticos que gradam para siltitos e argilitos (Figura 6.2.38). Associados a estes, ocorrem os depósitos de planície de inundação representados por arenitos grossos que, progressivamente, gradam para siltitos e argilitos e apresentam estruturas gradacionais normais, rítmicas, estratificações plano-paralelas e *climbing ripples* (RICCOMINI, 1989; MANCINI, 1995).

Essa unidade ocorre na AE nos municípios de Pindamonhangaba/SP, Potim/SP e Guaratinguetá/SP.



Figura 6.2.38. Conglomerados e arenitos conglomeráticos com bolas de argila da Formação Pindamonhangaba. Fonte: MANCINI, 1995.

6.2.4.1.1.3.3. Depósitos aluvionares (Q2a)

De acordo com Oliveira e Brito (1998), os depósitos aluvionares constituem-se de materiais erodidos, retrabalhados e transportados por cursos d'água. São depositados em margens e leitos dos canais de drenagem, e podem ocorrer em fundos de lagoas e lagos, sempre associados a ambientes fluviais.

Constituem depósitos nas margens, fundos de canal e planícies de inundação de rios, as areias, cascalheiras, siltes, argilas e, localmente turfas, resultantes dos processos de erosão, transporte e deposição a partir de áreas-fonte diversas.



Figura 6.2.39. Depósitos aluvionares, indicado em linha pontilhada, associados à calha do rio Piagui, no município Guaratinguetá/SP.

6.2.4.2. Geomorfologia

O estudo geomorfológico da AE (adotada como sendo o corredor de 1,0km de largura para cada lado do traçado) foi baseado em atividades de campo, fotointerpretação, consulta às bases cartográficas oficiais e na utilização do Projeto RADAMBRASIL, sendo adotadas as folhas Rio de Janeiro/Vitória (SF. 23/24), em escala 1.1.000.000 (MME, 1983).

O Projeto RADAMBRASIL foi operado no Brasil entre os anos de 1970 e 1985 no âmbito do Ministério de Minas e Energia (MME) e tinha como objetivo realizar a cobertura de diversas regiões do território brasileiro, em especial a Amazônia. A cobertura nessas áreas foi por meio do mosaico de fotografias aéreas com posterior estudos dos Meios Físico e Biótico, incluindo mapeamentos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, uso e cobertura da terra, vegetação, entre outros.

Segundo Casseti (2005), a Geomorfologia é considerada um conhecimento específico, sistematizado, que tem por objetivo analisar as formas do relevo, buscando compreender os processos pretéritos e atuais que esculturam as formas da superfície.

Elas são definidas como um arranjo de formas altimétricas fisionomicamente semelhantes em seus diversos tipos de modelados. A geomorfogênese e a semelhança de formas podem ser explicadas por fatores paleoclimáticos e por condicionantes litológicas e estruturais, onde cada unidade evidencia seus processos originários, formações superficiais e tipos de modelados diferenciados dos demais.

O comportamento da drenagem, seus padrões e anomalias são tomados como referencial à medida que revelam as relações entre os ambientes climáticos atuais ou passados e as condicionantes litológicas ou tectônicas. Os conjuntos de formas de relevo que compõem as unidades constituem compartimentos identificados como planaltos, depressões e serras (IBGE, 2009).

A AE de geomorfologia está compartimentada em uma única unidade morfoestrutural, a Faixa de Dobramentos Remobilizados. De acordo com RADAM (1983) essa unidade caracteriza-se pelas evidências de movimentos crustais, com marcas de falhas, deslocamentos de blocos e falhamentos transversos, impondo nítido controle estrutural sobre a morfologia atual. Esse controle estrutural pode ser evidenciado pela observação das extensas linhas de falhas, escarpas de grandes dimensões e relevos alinhados, coincidindo com dobramentos originasi e/ou falhamentos recentes, que por sua vez atuaram sobre antigas falhas. Os processos morfoclimáticos que têm submetido todo o conjunto não obliteraram os traços das estruturas primárias.

A Figura 6.2.40 apresenta a estruturação geomorfológica da AE da LT 500kV Fernão Dias – Terminal Rio, com a hierarquização de acordo com a unidade morfoestrutural, unidades de relevo e das formas de relevo, esses constituídos pelos modelados. Já a Figura 6.2.41 apresenta a localização dessas unidades no contexto da AE do empreendimento. Essas informações são disponibilizadas em escala de maior detalhe no Mapa 6.2.3. Mapa Geomorfológico do Caderno de Mapas.

Unidade	Unidades de Relevô	Formas de Relevô
	Morfoestrut.	Alinhamento de Cristas do Paraíba do Sul
Faixa de Dobramentos Remobilizados	Colinas e Maciços Costeiros	D1 Dissecação fluvial, sem controle estrutural (aprofundamento baixo)
		Df1 Dissecação fluvial, sem controle estrutural (densidade fina e aprof. baixo)
	Depressão do Médio Paraíba do Sul	D1 Dissecação fluvial, sem controle estrutural (aprofundamento baixo)
		Df1 Dissecação fluvial, sem controle estrutural (densidade fina e aprof. baixo)
		Df2 Dissecação fluvial, sem controle estrutural (densidade fina e aprof. médio)
		Dg1 Dissecação fluvial, sem controle estrutural (densidade grossa e aprof. baixo)
		Atf Terraço fluvial. Área plana ou suavemente inclinada
	Acl Aoréola de colmatagem lacustre	
	Planalto de Bocaina	D1 Dissecação fluvial, sem controle estrutural (aprofundamento baixo)
	Planalto de Campos do Jordão	D1 Dissecação fluvial, sem controle estrutural (aprofundamento baixo)
D2 Dissecação fluvial, sem controle estrutural (aprofundamento médio)		
D3 Dissecação fluvial, sem controle estrutural (aprofundamento alto)		
Df1 Dissecação fluvial, sem controle estrutural (densidade fina e aprof. baixo)		
Df2 Dissecação fluvial, sem controle estrutural (densidade fina e aprof. médio)		
Acl Aoréola de colmatagem lacustre		
Planalto de São Roque - Jundiá	Df2 Dissecação fluvial, sem controle estrutural (densidade fina e aprof. médio)	
Serra dos Órgãos	D2 Dissecação fluvial, sem controle estrutural (aprofundamento médio)	

Figura 6.2.40. Coluna com a estrutura geomorfológica da AE.

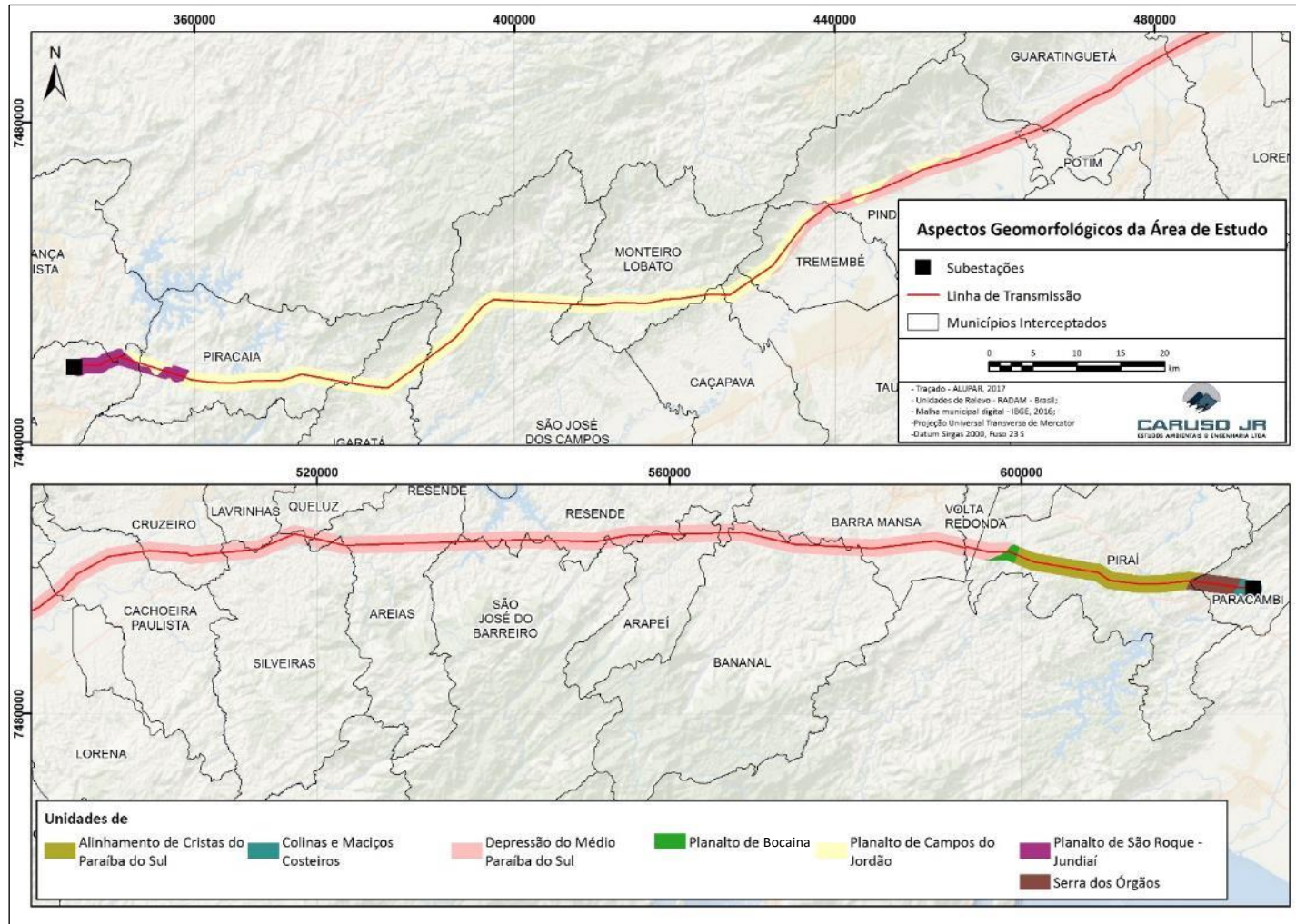


Figura 6.2.41. Unidades geomorfológicas identificadas na AE.

6.2.4.2.1. Unidades geomorfológicas

Dentro de um contexto geomorfológico regional, a AE da LT 500kV Fernão Dias - Terminal Rio está inserida em sete unidades geomorfológicas, quais sejam: Planalto de São Roque – Jundiá, Planalto de Campos do Jordão, Depressão do Médio Paraíba do Sul, Planalto Bocaina, Alinhamentos de Cristas do Paraíba do Sul, Serra dos Órgão e Colinas e Maciços Costeiros.

Conforme dados extraídos do modelo digital de elevação da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), ocorrem nessas unidades geomorfológicas uma grande variação de cotas altimétricas (48m a 1315m). As maiores altitudes são concentradas na porção oeste do traçado da LT, no estado de São Paulo, compreendendo os municípios de Atibaia, Bragança Paulista, Piracaia, Igaratá, São José dos Campos, Monteiro Lobato, Caçapava, Taubaté, Tremembé e Pindamonhangaba, onde ocorrem as unidades do Planalto de São Roque – Jundiá e Planalto de Campos do Jordão. Nessa região as variações são de 620m a 1315m, com alguns trechos de altitudes inferiores. À medida que o traçado avança para o setor leste da AE, as altitudes tendem a diminuir, com variações que se concentram entre 48m e 520m (Figura 6.2.42). As menores altitudes são registradas na AE nos municípios de São José do Barreiro/SP, Resende/RJ, Arapeí/RJ, Bananal/RJ, Barra Mansa/RJ, Volta Redonda/RJ, Piraí/RJ e Paracambi/RJ.

Em relação à declividade, uma vez que a região é marcada por contatos com litologias distintas, que refletem a composição de formas de relevos dissecados pelo controle estrutural (serras e colinas) e fluvial (colinas e morros), o modelo da SRTM indica que a AE compreende uma acentuada variação de declives, entre 0° a 75°, conforme apresentado na Figura 6.2.43. As áreas com menores declives (5,1° a 12°) ocorrem área mais central da Depressão do Médio Paraíba do Sul, nos municípios de Pindamonhangaba/SP, Potim/SP, Guaratinguetá/SP e Lorena/SP.

No Caderno de Mapas são apresentados o mapeamento das variações de altimetria e declividade ao longo da AE, respectivamente pelos mapas Mapa 6.2.4. Mapa Altimétrico e Mapa 6.2.5. Mapa de Declividade.

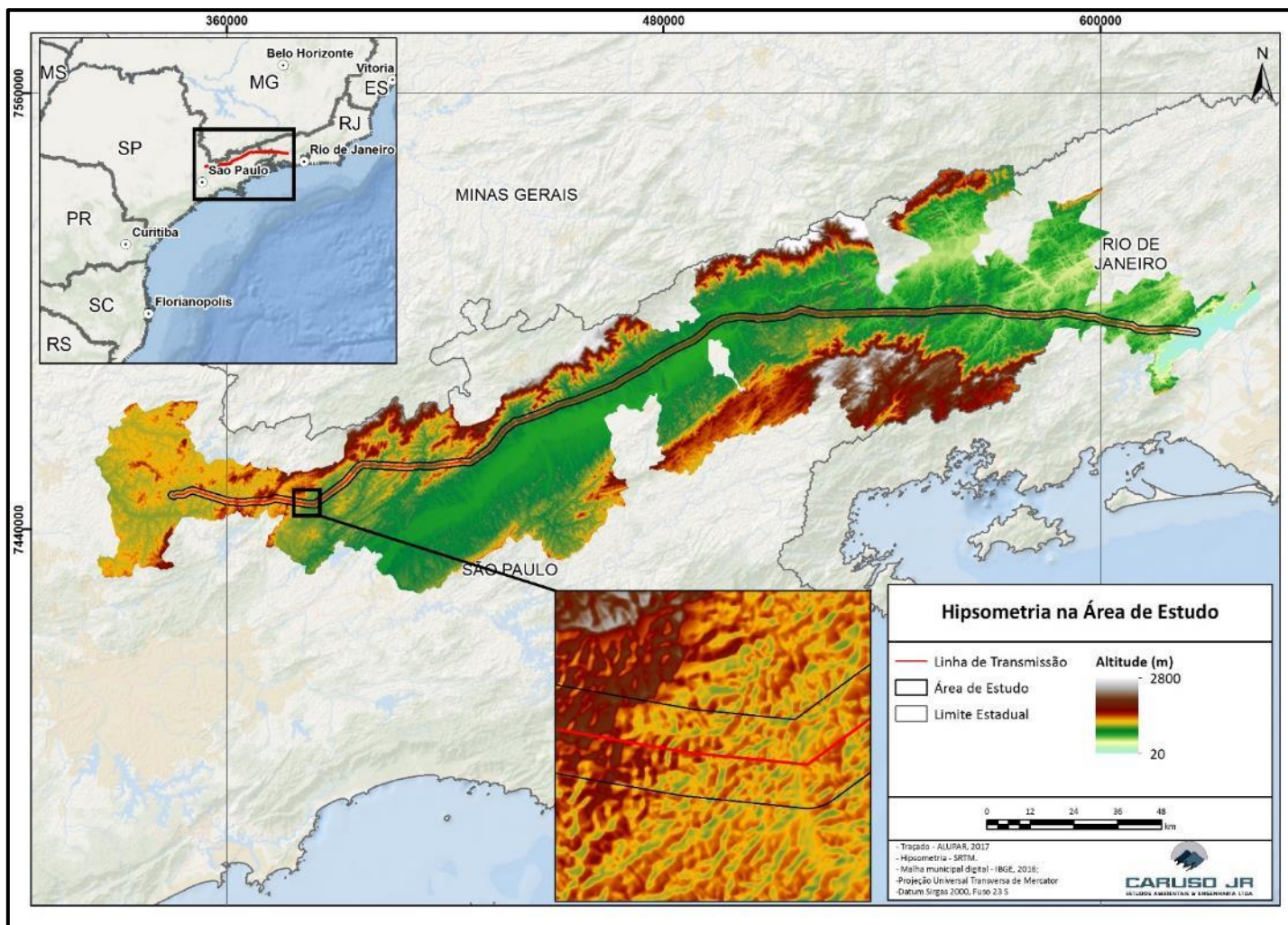


Figura 6.2.42. Variação altimétrica identificada na AE.

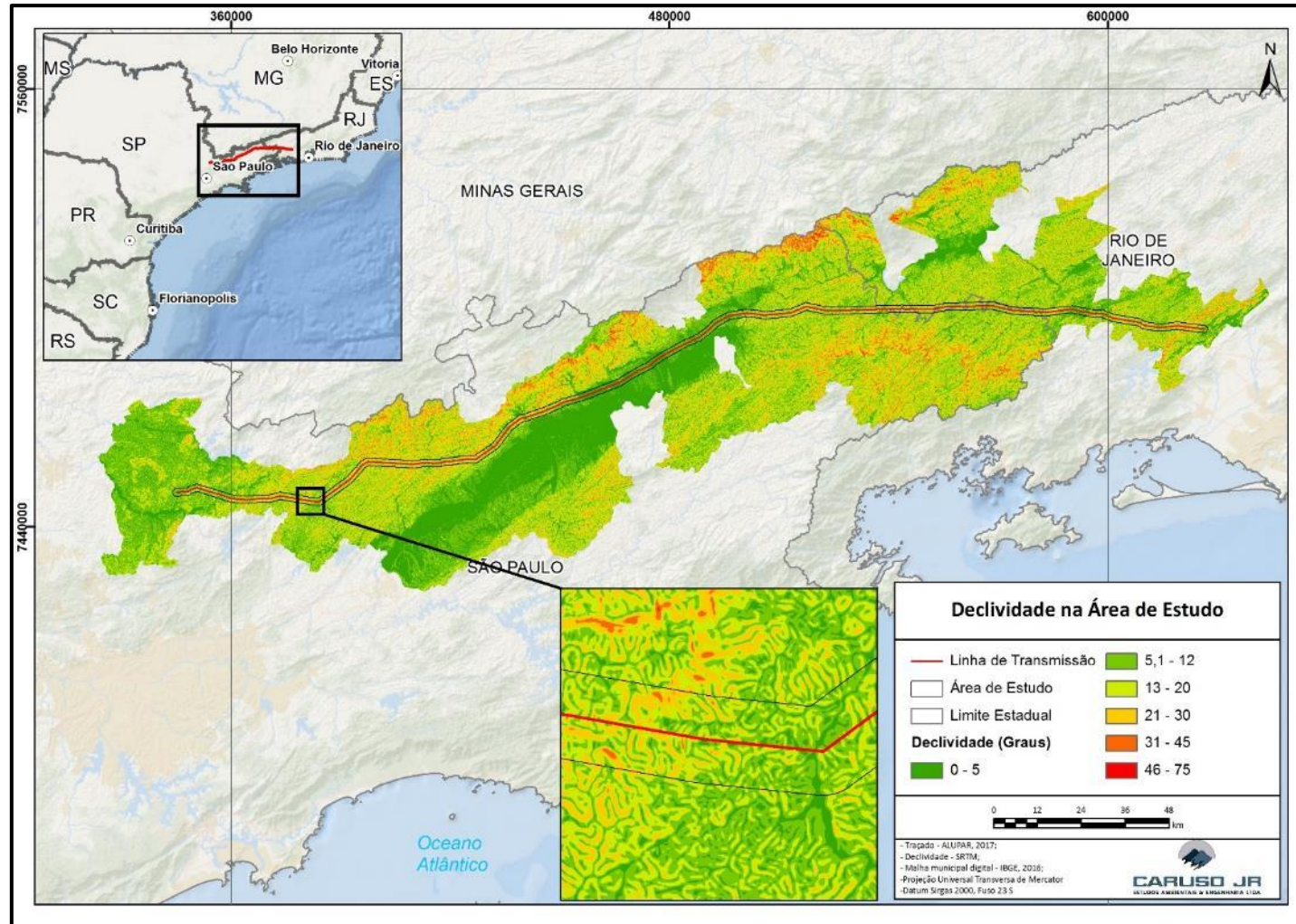


Figura 6.2.43. Variação da declividade identificada na AE.

A seguir são descritas as unidades geomorfológicas identificadas na AE, de acordo com o mapeamento realizado pelo Projeto RADAM (1983).

6.2.4.2.1.1. Planalto de São Roque – Jundiá

O Planalto de São Roque – Jundiá ocorre a oeste do traçado da LT, nos municípios de Atibaia e Piracaia, ambos no estado de São Paulo. Apresenta-se com formas de relevo alongada, com topos e encostas convexas, com uma capa coluvial que supera 2m de espessura. Os vales têm larguras reduzidas e estão preenchidos de forma não extensiva por colúvios, que por sua vez são recobertas por camadas de depósitos aluviais. Essa unidade corresponde a uma zona geomorfológica rebaixada em relação às serras adjacentes (ETCHEBEHERE et al., 2007), com expressiva ondulação topográfica.

Nessa porção da AE, predominam formas de relevo com modelado de dissecação fluvial (Df2), resultante do aprofundamento médio das drenagens ocorrentes na área de estudo.

A Figura 6.2.44 apresenta a referida unidade com vista a partir do município de Atibaia/SP, onde é possível observar ao fundo os morros com topos convexas e os entalhes das drenagens (aprofundamento).



Figura 6.2.44. Planalto São Roque – Jundiá, com vista a partir de ponto localizado a norte da LT, em Atibaia/SP. Ao fundo os modelados de relevo dissecado, com topos de morros em forma convexa.

6.2.4.2.1.2. Planalto de Campos do Jordão

O Planalto de Campos do Jordão (Figura 6.2.45), situado no leste de São Paulo e sul de Minas Gerais, ocupa uma área de 8.828km² e constitui um planalto cristalino tectonicamente alçado a mais de 2.000m de altitude (ALMEIDA, 1964 apud HIRUMA e TEIXEIRA, 2011). Os limites do planalto são essencialmente tectônicos (HASUI et al., 1978; MODENESI, 1988), determinados por falhas transcorrentes neoproterozoicas a eopaleozoicas com direção ENE, reativadas durante o Cenozoico (HIRUMA e TEIXEIRA, 2011).

A individualização do planalto está relacionada com os processos de instalação do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (Paleógeno), o qual foi submetido a sucessivos pulsos de soergimento até atingir sua posição atual, acima de 2000m de altitude em relação ao nível do mar (HIRUMA e TEIXEIRA, 2011).

São considerados como componentes desta unidade os relevos elevados da margem esquerda do rio Paraíba do Sul. Na AE a unidade é composta por litotipos como gnaisses migmatizados, gnaisses bandeados, granitos pós-tectônicos associados às unidades geológicas do Complexo Varginha-Guaxupé, Grupo Serra do Itaberaba, bem como por outras intrusões de rochas de origem ígnea e metamórfica. Apresenta o relevo afetado por esforços estruturais, marcados pelas escarpas de falhas, escarpas adaptadas a falhas, escarpas erosivas, vales retilinizados e cristas alinhadas.

Devido a sua extensão, o Planalto de Campos do Jordão possui setores, principalmente à nordeste, com presença de relevos irregulares, com cristas mais elevadas e marcadas por plano de falhas, quase destituídos de formações superficiais. Nas partes topograficamente mais baixas as formas de relevo são mais convexizadas e alongadas, com coberturas coluviais argilo-arenosas.

O traçado da LT atravessa a porção mais central e nordeste desta unidade, cujas formas de relevo são marcadas, sobretudo, por modelados de dissecação estrutural e fluvial, com vales que possuem aprofundamento que variam de baixo a alto.

Ocorrem nesta unidade os modelados de dissecação com controle estrutural (baixa), Df1 - Dissecação fluvial (densidade fina e aprofundamento baixo), Dm1 - Dissecação fluvial (densidade média e aprofundamento baixo), Dm1 - Dissecação fluvial (densidade média e aprofundamento baixo), Df2 - Dissecação fluvial (densidade fina e aprofundamento médio), D2 - Dissecação com controle estrutural (média).

A Figura 6.2.45 apresenta a vista do modelado de dissecação (D1), o traçado da LT atravessa o setor central dessa unidade de relevo caracterizada por formas de dissecação homogênea marcada pelo controle estrutural, ou seja, com ocorrência irregulares das formas de relevo e com a diminuição dos níveis altimétricos, limitando-se com áreas de cristas do Planalto de São Roque – Jundiáí. Apresenta-se com formas dissecadas

marcadas pelo aprofundamento da drenagem e, em grande parte, os campos recobrem os topos de interflúvios e o setor convexo da vertente do planalto.



Figura 6.2.45. Vista do modelado de dissecação (D1) com topos em forma convexa, a partir do município de Piracaia/SP.

6.2.4.2.1.3. Depressão do Médio Paraíba do Sul

A Depressão do Médio Paraíba do Sul apresenta formas de relevo condicionadas a um controle geológico (depressão tectônica), afetadas por sucessivas fases erosivas e deposicionais. As formas de relevo desenvolveram-se em litologias cristalinas, composta principalmente por ganisses, migmatitos e rochas graníticas diversas, ocorrem ainda micaxistos e outras metamórficas associadas (RADAM, 1983).

A maior parte do traçado da LT está inserida dentro desta unidade geomorfológica, cerca de 180km de extensão, percorrendo os estados de São Paulo e Rio de Janeiro. As cotas altimétricas predominantes nessa unidade variam entre 48m e 888m. Os trechos mais altos ocorrentes na AE concentram-se em pequenas porções nos municípios de Queluz/SP, Silveiras/SP e Areias/SP, com altitudes que variam entre 750m e 888m.

As formas de relevo desta unidade caracterizam-se, na sua maior parte, por colinas convexas. Ocorrem na área que abrange a AE, modelados de Dissecação fluvial (Df2) com densidade fina e aprofundamento médio, Dissecação fluvial (Dg1) com densidade grossa e aprofundamento baixo, Dissecação

com controle estrutural baixa (D1) e Dissecação fluvial (Df1) com densidade fina e aprofundamento baixo das drenagens.

O único modelado de acumulação - Terraço fluvial (Atf) – ocorrente na AE está no município de Guaratinguetá/SP, apresentando-se em área plana, levemente inclinada, com algumas rupturas de declive em relação ao leito do rio e às várzeas recentes situadas em nível inferior, entalhada devido às mudanças de condições de escoamento e conseqüente retomada de erosão.



Figura 6.2.46. Modelado de Acumulação – Terraço fluvial, apresentando-se em forma mais plana, no município de Guaratinguetá/SP. Ao fundo tem-se a transição da Unidade Médio Paraíba do Sul com a do Planalto do Campos do Jordão.

O conjunto topográfico e morfológico da unidade forma paisagem com características de “mar de morros”. Na AE os “mares de morro” estão, geralmente, recobertos por Latossolos Vermelho-Amarelos e que compreendem vegetação secundárias ou pastos, conforme demonstra a Figura 6.2.47.



Figura 6.2.47. Vista aérea da paisagem de “mares de morros” da Depressão do Médio Paraíba do Sul, apresentando relevo dissecado.

6.2.4.2.1.4. Planalto de Bocaina

O Planalto de Bocaina é uma unidade geomorfológica representada por um bloco montanhoso, com altitudes em torno de 1.800m a noroeste e em torno de 1.000m na borda da escarpa litorânea, evidenciando um basculamento em direção ao litoral. Está posicionado entre as Unidades Planalto de Praitinga – Paraibuna, a oeste, Depressão do Médio Paraíba do Sul e Alinhamento de Cristas do Paraíba do Sul, a norte, e Planícies Litorâneas e Delta do Paraíba do Sul, a leste (MME, 1983).

O planalto caracteriza-se por uma alternância de relevos colinosos, de topografia suave, e topos subnivelados a terrenos montanhosos, apresentando amplitudes de relevo elevadas. Essas duas unidades morfológicas foram tentativamente correlacionadas por King (1956) às superfícies pós-Gondwana e Sul-Americana. O planalto da Bocaina é drenado por uma extensa rede de canais, cujas nascentes localizam-se próximo à borda de sua escarpa norte, seguindo uma direção preferencial de SW-NE (ICMBIO, 2006).

Essa unidade foi catalogada em uma pequena porção à sudeste do traçado da LT, no município de Pirai/RJ. Na área de estudo as áreas de maiores altitudes dessa unidade estão localizadas ao sul da LT, com variação de 750m a 888m.

Nessa unidade dentro da AE ocorrem modelados de dissecação com controle estrutural, com aprofundamento da drenagem baixo (D1) (Figura 6.2.48).



Figura 6.2.48. Relevo com escarpa estrutural presente na unidade Planalto da Bocaina, em ponto localizado ao sul da LT (vista lateral), em Rio Claro/RJ, que faz divisa com o município de Pirai/RJ.

6.2.4.2.1.5. Alinhamento de Cristas do Paraíba do Sul

A unidade geomorfológica Alinhamento de Cristas do Paraíba do Sul está localizada no setor médio da planície do Paraíba do Sul, possui uma estrutura geológica marcada na paisagem através de um conjunto de falhas e fraturas em direção NE-SW (MOURA, 2017). O quadro morfológico reflete fortemente a estrutura e litologias locais, com colinas orientadas e/ou aplanadas num relevo tipo apalachiano. O padrão de drenagem subparalelo acompanha as linhas de fraturas na direção NE-SW (MME, 1983).

Esta unidade possui em seu relevo marca de maior retrabalhamento intempérico, com cotas altimétricas mais baixas na porção leste do traçado, com variação de 48m a 749m, prevalecendo na maior parte da área de estudo variação altimétrica de 48m a 301m.

As formações superficiais compreendem, em geral, a sequência de manto coluvial, no topo, seguindo de linhas de pedras e finalmente blocos de rochas *in situ*. Nas elevações serranas dos relevos tipo apalachiano afloram rochas do embasamento, sustentando vertentes íngremes (MME, Op. cit.).

Ocorrem na AE para esta unidade modelados de dissecação fluvial (Df2), com densidade fina e aprofundamento médio das drenagens.



Figura 6.2.49. Vista da unidade geomorfológica Alinhamento de Cristas do Paraíba do Sul, ilustrando o relevo de colinas em formas convexo-côncavas, a partir da vista de ponto localizado no município de Piraí/RJ.

6.2.4.2.1.6. Serra dos Órgãos

Esta Unidade Geomorfológica encontra-se posicionada entre as unidades de Colinas e Maciços Costeiros e Alinhamentos de Cristas do Paraíba do Sul. Na área de estudo, ocorre nos municípios de Piraí e Paracambi, ambos no estado do Rio de Janeiro. É alicerçada em ganisses granitóides e migmatitos, a Serra dos órgãos é composta por escarpas, escalonadas e festonadas, e pelo seu reverso (MME, 1983).

Ocorre na área de estudo o modelado de Dissecação estrutural (D2), a oeste da LT, no município de Piraí/RJ e Paracambi/RJ, com aprofundamento médio da drenagem. As altitudes na AE de geomorfologia para esta unidade de relevo variam de 48m a 888m, sendo que as áreas mais altas estão situadas na divisa do município de Piraí/RJ e Paracambi/RJ.

A Figura 6.2.50 apresenta a vista da Serra dos Órgãos, a partir de ponto coleta às margens da rodovia BR-116, no município de Piraí/RJ. Nota-se que o reverso do conjunto topográfico desta unidade é

definido pelo seu aspecto morfoestrutural, caracterizado pelos lineamentos de vales estruturais e cristas serranas, com presença marcante da superfície de erosão, originando o relevo dissecado.



Figura 6.2.50. Vista da Serra do Órgão, com vales em formato de V, a partir do município de Pirai/RJ.

6.2.4.2.1.7. Colinas e Maciços Costeiros

Essa unidade ocupa o extremo leste do traçado da LT, apresentando-se com cotas altimétricas mais baixas, quando compara as outras unidades próximas, variando entre 48m a 520m.

A posição geográfica da Unidade Colinas e Maciços Costeiros determinou, através da atuação dos controles geológicos, climato-eustático e processos subatuais, os diferentes tipos de modelados de dissecção compreendendo colinas côncavo-convexas e um conjunto mais elevado integrado pelas serras e maciços litorâneos (Figura 6.2.51).

Na AE as colinas englobam fáceis de dissecção de densidade de drenagem fina e aprofundamento baixo (Df1) (Figura 6.2.51). Já os modelados de dissecção com controle estrutural (D1) estão localizados mais a leste da AE, em uma pequena porção do município de Paracambi/RJ. Essa unidade de relevo é caracterizada por dissecção marcada pelo controle estrutural, definida apenas pela variável de aprofundamento da drenagem.



Figura 6.2.51. À esquerda colinas de topos convexos, com localização à sul da LT, e à direita, conjunto de maciços litorâneos (ao fundo), à nordeste da LT, ambos localizados no município de Paracambi/RJ.

6.2.4.2.2. Caracterização da dinâmica dos processos geomorfológicos atuantes

Na AE da LT os processos atuantes são de degradação do relevo, portanto, marcados por processos de erosão local. Os modelados ocorrentes na área são, sobretudo, de dissecação, com poucos modelados de acumulação, sendo este encontrado apenas na unidade Depressão do Médio Paraíba do Sul, em uma porção da AE localizada nos municípios de Pindamonhangaba/SP e Guaratinguetá/SP.

Ocorrem com frequência nos modelados de dissecação, sinais de movimentos de massas devido à intensa utilização agrícola nestas formas de relevo e às altas variações de declividades, facilitando o trabalho erosivo das águas correntes sobre as formações superficiais.

Na AE se fazem notáveis os pontos de passagem entre os domínios planálticos (Planalto São Roque – Jundiá, Planalto Campos do Jordão e Planalto de Bocaina) para o domínio da unidade Depressão do Médio Paraíba do Sul, que abrange um relevo com predomínio de “mares de morro”. Nessa transição, as encostas abruptas se constituem pelo próprio trabalho erosivo de recuo das vertentes, pelo processo de erosão natural.

A seguir são destacados os principais processos de dinâmica da superfície identificados na AE.

6.2.4.2.2.1. Movimentos de massa

Os movimentos de massa são os deslocamentos de solo ou material rochoso encosta abaixo sob influência da gravidade. Ocorrem quando as forças de tração (gravidade atuando na declividade do terreno)

superam as forças de resistência, sobretudo as forças de atrito. De acordo com Montgomery (1992), a principal força de tração causadora dos movimentos de massa é a força de cisalhamento. Quando esta força supera o atrito, ocorrem os movimentos de massa.

Esses processos de dinâmica superficial são classificados de diversas maneiras pelos autores, sendo uma delas, apontada por Carvalho (2003) como: Rastejo, ou *creep*; Escorregamento; Quedas, e; Corridas, ou *flow*. Cada movimento de massa apresenta um mecanismo específico de instabilidade e deve ser estudado levando em consideração a situação atual do lugar onde ele se encontra. Na AE foi identificada durante as atividades de campo a ocorrência apenas do movimento classificado como escorregamento.



Figura 6.2.52. Avançado nível de erosão (voçoroca) em modelado de disseção da Depressão do Médio Paraíba do Sul, com localização próxima ao eixo da LT, no município de Cachoeira Paulista/SP.

6.2.4.2.2.1.1. Escorregamento

Os escorregamentos ocorrem devido à instabilidade das encostas. A topografia é um dos principais condicionantes deste fenômeno, tanto pela declividade, quanto pelo controle da dinâmica hidrológica de superfície e subsuperfície. Nos escorregamentos ocorre o deslocamento do solo, rochas, detritos diversos e cobertura vegetal encosta abaixo.

Os materiais inconsolidados (argila, silte e areia), ou seja, materiais não cimentados, associados a uma quantidade de água que permita que a força da gravidade supere o atrito entre os componentes do solo, resultam neste movimento de massa ocorrente na AE da LT 500kV Fernão Dias – Terminal Rio (Figura 6.2.53).

Pode-se elencar os principais fatores que condicionam os escorregamentos da seguinte forma:

- Existência de material inconsolidado;
- Declividade acentuada;
- Vegetação com sistema radicular pouco profundo, ou ausência de vegetação;
- Substrato impermeável que facilite o deslizamento do solo;
- Alta quantidade de água retida que permita que a força da gravidade supere a força de atrito atuante nos componentes da encosta; e
- Eventuais tremores de terra.



Figura 6.2.53. Escorregamento ocorrente na AE. À esquerda, deslizamento de solo associado a unidade Depressão do Médio Paraíba do Sul, em relevo de dissecção fluvial, município de Silveiras/SP, a sul da LT e, à direita, deslizamento de solo ao sul da AE, no município de São José do Campo/SP, em relevo de dissecção marcada pelo controle estrutural, na unidade Planalto de Campos do Jordão.

A localização geográfica desses casos de fenômenos de dinâmica de superfície está inserida no Mapa 6.2.6. Mapa de Vulnerabilidade Geotécnica da AE, apresentado no Caderno de Mapas do presente estudo.

6.2.4.3. Solos

Para compor a caracterização da AE de pedologia, caracterizada pela faixa de 1,0km de largura para cada lado a partir da diretriz da LT, foi utilizado o mapeamento desenvolvido pelo Projeto RADAMBRASIL, sendo adotadas as folhas Rio de Janeiro/Vitória (SF. 23/24), em escala 1.1.000.000 (MME, 1983).

Além do mapeamento do território brasileiro realizado pelo Projeto RADAMBRASIL, para a caracterização pedológica da AE buscou-se aliar as informações obtidas por meio de bases cartográficas e publicações oficiais com incursões a campo, a fim de verificar a qualidade dos produtos utilizados como base neste estudo.

De forma a compatibilizar o mapeamento das classes de solos cartografadas pelo Projeto RADAM, com ocorrência na AE, de acordo com a classificação definida pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS, a seguir é apresentado o Quadro 6.2.8 com as correlações de ambas as classificações, bem como a área de cobertura e os trechos nos municípios em que ocorrem. Para este estudo adotou-se a classificação da SiBCS até o segundo nível, que compreendem as classes e subclasses pedológicas.

Analisando o traçado da LT e a AE, que compreendem os estados de São Paulo e Rio de Janeiro, verificou-se a ocorrência de quatro classes de solos: Cambissolo, Gleissolo, Latossolo e Argissolo. Dentre esses, predominam na AE os Latossolos, com 72,78% de cobertura, seguidos dos Argissolos, com 26,20%, e em menor escala os Gleissolos e Cambissolos, com 3,32% e 1,31%, respectivamente. A Figura 6.2.54 apresenta a distribuição dessas classes na AE e na sequência essas classes são caracterizadas. As informações são apresentadas também em escala de maior detalhe no Mapa 6.2.6 Mapa Pedológico do Caderno de Mapas.



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

Quadro 6.2.8. Relação de unidades de mapeamento descritas pelo Projeto RADAM e respectivo enquadramento segundo SiBCS (EMBRAPA, 2006) abrangidas na AE.

Classes pedológicas abrangidas (Projeto RADAMBRASIL)		Classificação SiBCS			
Unidade (sigla)	Classes pedológicas abrangidas	Ordem	Subordens	Área de abrangência na AE (ha)	Município interceptados pela AE
Ca32	Cambissolo álico	Cambissolo	Cambissolo Háptico	787,28	Pindamonhangaba/SP e Tremembé/SP.
HGHa2	Glei Húmico álico	Gleissolo	Gleissolo Melânico	2001,00	Cruzeiro/SP, Guaratinguetá/SP, Lorena/SP e Pindamonhangaba/SP.
LAa1 e LAa2	Latossolo Amarelo álico	Latossolo	Latossolo Amarelo	9677,00	Cachoeira Paulista/SP cruzeiro Guaratinguetá/SP, Lorena/SP Pindamonhangaba/SP e Potim/SP
LVa2, LVa7, LVa8, LVa12, LVa22 e LVa36	Latossolo Vermelho-Amarelo álico	Latossolo	Latossolo Vermelho-Amarelo	34193,4	Arapeí/SP, Areias/ SP, Atibaia/ SP, Bananal/ SP, Barra Mansa/RJ, Bragança Paulista/ SP, Caçapava/ SP, Cruzeiro/ SP, Igaratá/ SP, Lavrinhas/ SP, Monteiro Lobato/ SP, Pindamonhangaba/ SP, Piracaia/ SP, Pirai/ RJ, Queluz/ SP, São José do Barreiro/ SP, São José dos Campos/ SP, Silveiras/ SP, Taubaté/ SP, Resende/ RJ e Tremembé/ SP.
LVd15	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico				
PVa1, PVa18, PVa19, PVa20 e PVa39	Podzólico Vermelho-Amarelo álico	Argissolo	Argissolo Vermelho-Amarelo	9419,60	Barra Mansa/RJ, Paracambi/RJ, Pirai/RJ, Igaratá/SP, Piracaia/SP e São José dos Campos/SP.

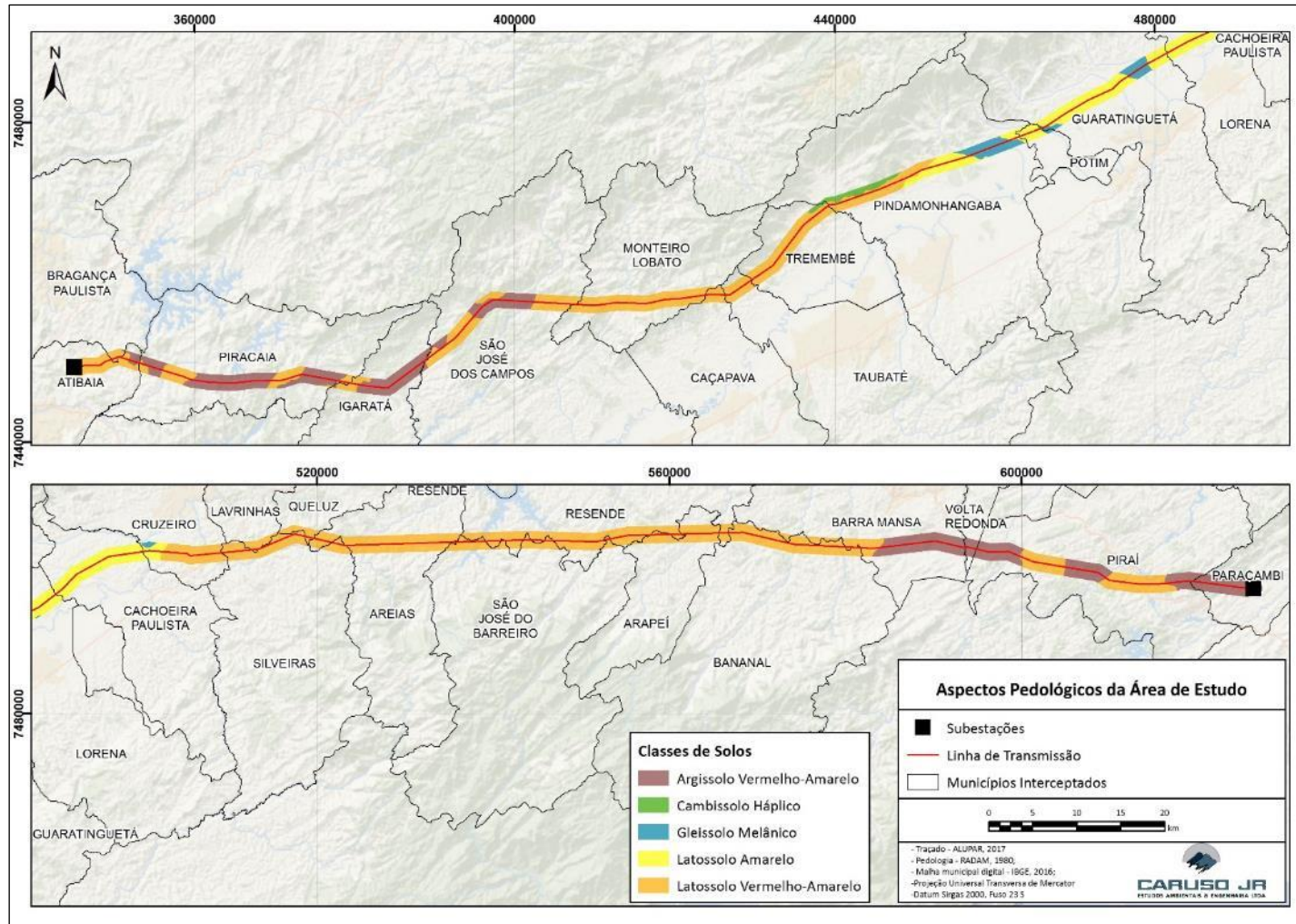


Figura 6.2.54. Classes de solos identificadas para AE.

6.2.4.3.1. Cambissolos

São solos constituídos por material mineral com a presença de um horizonte B incipiente (Bi) subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico com 40cm ou mais de espessura, ou o horizonte A chernozêmico, quando o B incipiente apresentar argila de atividade alta e saturação por bases alta (EMBRAPA, 2006).

O conceito central para esta classe infere sobre um solo em estágio intermediário de intemperismo, isto é, um solo que não sofreu alterações físicas e químicas muito avançadas. De uma forma geral, não são muito profundos, apresentam teores relativamente elevados de minerais primários facilmente intemperizáveis, atividade da fração argila variando de média a alta e solum com discreta variação de textura. Caracterizam-se também por serem solos pedregosos e cascalhentos, não possuindo feições diagnósticas bem desenvolvidas que possam classificar outras ordens (OLIVEIRA, 2009) (Figura 6.2.55).

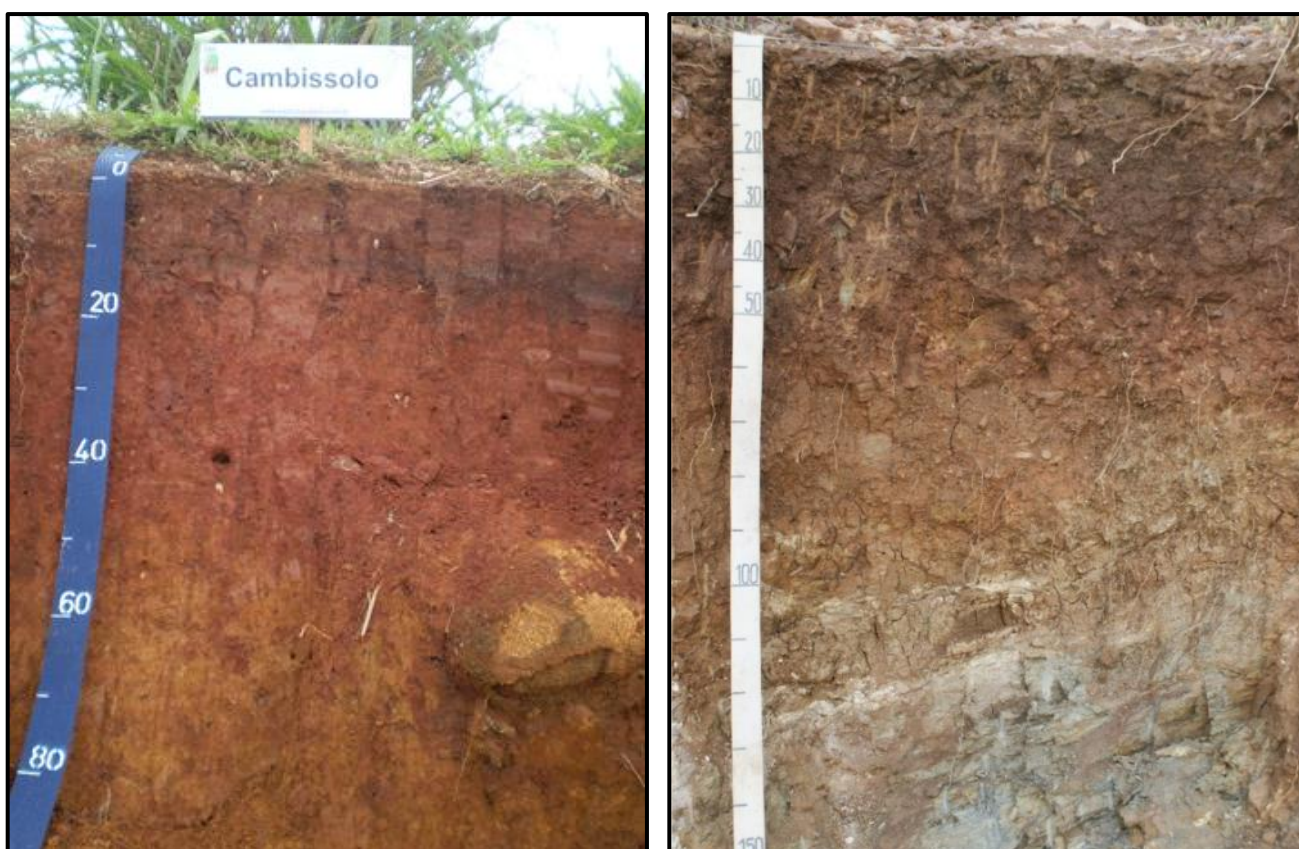


Figura 6.2.55. Perfis exemplificativos da classe dos Cambissolos, representando sua textura média/argilosa com a presença de alguns fragmentos de rochas ao longo do perfil. Fonte: EMBRAPA, 2010.

De acordo com Pozza (2011), nesta classe podem haver solos rasos e profundos, podendo variar entre bem a imperfeitamente drenados. São derivados dos mais diversos materiais de origem e apresentam três subordens: Cambissolos Húmicos, Flúvicos e Háplicos. Analisando o traçado AE, verificou-se a ocorrência da subordem dos Cambissolos Háplicos, que são solos que não apresentam o horizonte A escuro, proeminente. Essa subordem ocorre em uma pequena porção da AE, especialmente sobre os modelados de dissecação do Planalto de Campos do Jordão, nos municípios de Tremembé/SP e Pindamonhangaba/SP.

6.2.4.3.2. Latossolos

De acordo com a Embrapa (2006), os Latossolos são classificados como solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais que 150 cm de espessura.

Em geral são solos muito intemperizados, profundos e de boa drenagem. Caracterizam-se por grande homogeneidade de características ao longo do perfil, mineralogia da fração argila predominantemente caulínica ou caulínica-oxídica, que se reflete em valores de índices de intemperismo baixos, inferiores a 2,2, e praticamente ausência de minerais primários de fácil intemperização (IBGE, 2007). Segundo Ferreira (2009), ocorrem em regiões equatoriais ou tropicais, geralmente sob-relevos planos e suave ondulados. São considerados solos muito ácidos e com baixa saturação por bases (V), incremento pouco expressivo de argila do horizonte A para o B, apresentando ainda baixa atividade de argila, microagregação muito estável e normalmente, transição difusa entre horizontes (Figura 6.2.57).

O horizonte A mais comum é o proeminente. A cor predominante é bruno-avermelhado escuro com espessura variável, atingindo 1,00 m ou mais no caso dos húmicos. Nos solos de textura argilosa e muito argilosa, a estrutura geralmente é granular, de tamanho pequeno a médio e fraca a moderadamente desenvolvida. O horizonte diagnóstico B Latossólico apresenta uma espessura mínima de 50 cm e não deve apresentar mais do que 4% de minerais primários alteráveis. Sua estrutura é pequena granular com aspecto de maciça porosa *in situ*, contudo, é comum a ocorrência de estrutura em blocos subangulares fraca ou moderada, encontrada normalmente no topo deste horizonte (IBGE, 2003).

Os Latossolos distribuem-se por amplas superfícies no País, ocorrendo em praticamente todas as regiões (aproximadamente 50% do território nacional). Na AE os Latossolos ocorrem com frequência, especialmente a subordem dos Latossolos Vermelho-Amarelos, com uma cobertura de 51,39%. Segundo IBGE

(2007), esse tipo de solo possui cores vermelho-amareladas, são profundos, apresentam boa drenagem e normalmente baixa fertilidade natural. A Figura 6.2.56 apresenta um solo intemperizado, de coloração vermelho-amarelada apresentando o horizonte B latossólico de textura média/arenosa.



Figura 6.2.56. Perfil de um Latossolo Vermelho-Amarelo registrado em barranco localizado no município de Monteiro Lobato/SP, à norte do traçado da LT.

Já os Latossolos Amarelos são solos profundos, de coloração amarelada (matiz 7,5YR ou mais amarelo na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B), perfis muito homogêneos, com boa drenagem e baixa fertilidade natural em sua maioria. Ocorrem em menor escala que os Latossolo Vermelho – Amarelo, porém de forma expressiva, quando comparado as demais classes, cobrindo cerca de 16,06% da AE (Figura 6.2.57).



Figura 6.2.57. Perfil pedológico da subordem Latossolo Amarelo, um solo intemperizado, de coloração amarelada apresentando textura média/arenosa, registrado no município de Atibaia/SP.

6.2.4.3.3. Argissolos

Essa classe compreende solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural imediatamente abaixo do horizonte A ou E, com argila de atividade baixa ou alta, conjugada com saturação por bases baixa e/ou caráter alítico na maior parte do horizonte B, e satisfazendo ainda os seguintes requisitos: horizonte plíntico, se presente, não satisfaz os critérios para Plintossolos; e horizonte glei, se presente, não satisfaz os critérios para Gleissolos (EMBRAPA, 2006).

Os Argissolos têm como característica marcante, um aumento do teor de argila do horizonte superficial A para o subsuperficial B textural (Bt), geralmente acompanhado de boa diferenciação de cores e outras características. As cores do horizonte Bt variam de acinzentadas a avermelhadas, e as do horizonte A, são sempre mais escuras (IBGE, 2007) (Figura 6.2.58). De acordo com Ferreira (2009), os Argissolos possuem profundidade variável, são forte a moderadamente ácidos, bem a imperfeitamente drenados e normalmente são encontrados assentados sobre relevo suave a fortemente ondulado.

Considerando a AE aqui analisada, verificou-se a ocorrência da subclasse dos Argissolos Vermelho-Amarelos. Segundo a Embrapa (2000), esta subordem apresenta as características gerais da classe dos

Argissolos, mas individualizados em um nível hierárquico imediatamente abaixo por critério de cor. Apresentam horizonte B textural (Bt) com cores na faixa do vermelho-amarelado, podendo conter também partes vermelhas e, ou, bruno forte, devido à mistura de óxidos de ferro (hematita + goethita) cujos teores variam, em geral, de 10 a 80 g.kg⁻¹ de solo (Figura 6.2.58). As cores típicas dos Argissolos Vermelho-Amarelos, apresentam matiz mais vermelho que 7,5YR e mais amarelo que 2,5YR ou com matiz 5YR e valor e croma superiores a 4, excluindo os de cores acinzentadas.

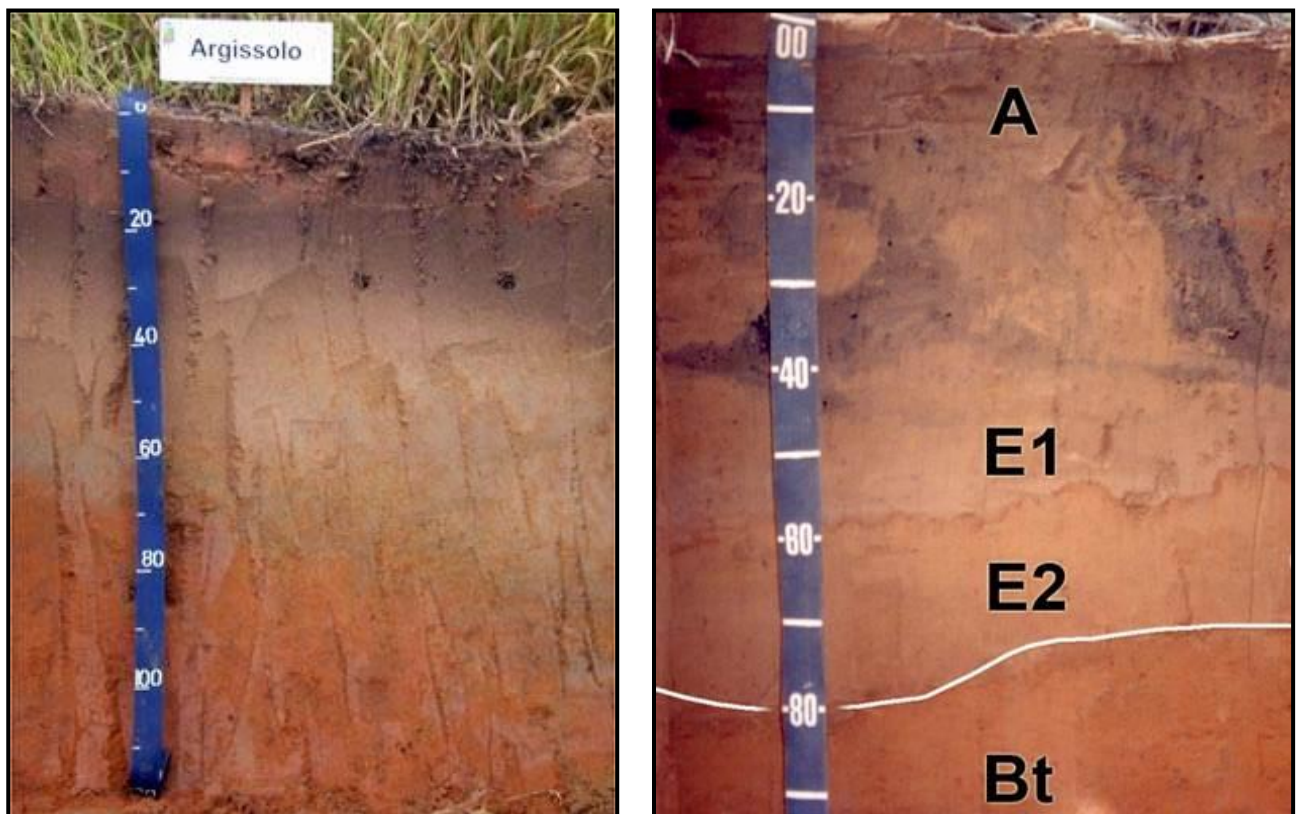


Figura 6.2.58. Perfis pedológicos da classe de Argissolos, onde se observa a coloração vermelha-amarelada dos perfis, sua textura argilosa, bem como a transição gradual entre os horizontes. Fonte: Prado (2008).

6.2.4.3.4. Gleissolos

Os gleissolos compreendem os solos mal a muito mal drenados, formados em terrenos baixos, e que apresentam características que resultam da influência do excesso de umidade no perfil, devido ao nível lençol freático elevado ou mesmo à superfície, durante um determinado período do ano. São desenvolvidos principalmente nos ambientes de várzeas, áreas deprimidas e planícies aluvionares, vinculadas a excesso d'água, ou mesmo em bordas de chapadas em áreas de surgência de água subterrânea. Devido às circunstâncias de terem sua origem em situações de aportes de sedimentos e também devido ao microrrelevo dos terrenos, esses

solos usualmente não apresentam um padrão de distribuição uniforme das características morfológicas, físicas e químicas ao longo do perfil e nem horizontalmente.

De acordo com IAC [2018] os Gleissolos são solos minerais formados em condições de saturação com água, presentes principalmente em planícies ou várzeas inundáveis. Os Gleissolos têm coloração pouco viva, esmaecida, com tendência às cores acinzentadas. Sua textura, variável de arenosa à argilosa, e sua fertilidade, variável de baixa à elevada, são bastante dependentes dos solos do seu entorno e de solos de outras posições à montante. As limitações mais comuns dos Gleissolos são sua elevada frequência de inundação e o longo período de solo saturado por água, consequência de cheias dos cursos d'água ou da elevação do lençol freático.



Figura 6.2.59. Área típica de ocorrência dos Gleissolos, às margens do curso d'água Ribeirão da Posse ou dos Macacos, contribuinte do rio Paraíba do Sul, no município de Lorena/SP.

6.2.4.3.5. Suscetibilidade ao desenvolvimento de processos erosivos na AE

A desagregação e remoção de partículas do solo e fragmentos de rochas, devido à atuação combinada de vento, água, gelo e organismos (animais e plantas) é definida como erosão (IPT, 1996 apud SALOMÃO; IWASA, 1995). Os processos erosivos podem ser divididos em dois grupos:

- Erosão natural, geológica ou normal: processo natural de denudação e evolução da porção superficial dos terrenos, de maneira lenta e contínua, levando em consideração as condições de formação e equilíbrio do solo; e
- Erosão acelerada ou antrópica: processo induzido pela ação antrópica, de forma rápida e destrutiva, apresentando intensidade superior à formação do solo, impossibilitando sua recuperação natural.

Levando-se em consideração os diferentes agentes modificadores da paisagem, o estudo de Infanti Jr. e Fornasari Filho (1998) classifica os processos erosivos em três categorias:

1. Erosão eólica: processo erosivo devido à ação combinada do vento e gravidade, desagregando e removendo partículas de solo e rocha;
2. Erosão hídrica: processo erosivo ocasionado pela ação de chuvas, provocando a remoção e transporte pelo escoamento superficial de partículas, depositando o material em outras áreas, podendo causar assoreamentos. A erosão hídrica pode ser subdividida em:
 - a) Laminar: remoção de uma camada uniforme do solo superficial, provocada pelo fluxo hídrico não concentrado; e
 - b) Linear: resultado da ação do escoamento superficial concentrado, gerando três diferentes processos: voçorocas, ravinas e sulcos.
3. Erosão de leitos rochosos: remoção de blocos rochosos por meio de flutuações de pressões durante a dissipação de energia em cachoeiras, falésias e corredeiras.

De forma geral, os processos erosivos na AE desencadeiam-se criando feições como ravinas e voçorocas (Figura 6.2.60). Somando-se aos processos naturais provenientes da própria evolução do relevo, encontram-se os processos erosivos provocados pela ação antrópica, considerando o mau uso do solo, capazes de iniciar o desencadeamento das mesmas feições erosivas.

Com frequência foram identificados na AE, por meio de vistoria de campo, diversos focos de erosão em estágio avançado (voçorocas). Embora essa região apresente características naturais (acentuada declividade, fraturamentos/falamentos, altitudes elevadas, dentre outros) que favoreçam a presença desse tipo de fenômeno, nota-se que estes são acelerados por atividades antrópicas, como a de criação de gados, com extensas áreas desprovidas de vegetação florestal e cobertas por campos de pastagens.

De acordo com IBGE (2009) as voçorocas são feições erosivas relativamente permanentes, com paredes laterais íngremes, que experimentam fluxos durante as chuvas torrenciais, estando quase sempre associadas à erosão acelerada.

Quanto à suscetibilidade ao desenvolvimento de processos erosivos, as quatro classes de pedológicas identificadas na AE foram enquadradas segundo metodologia desenvolvida por Crepani et al. (1996), que classifica os solos de acordo com o grau de vulnerabilidade a erosão em três níveis: estáveis, intermediários e instáveis. Nesse contexto, as classes de solos ocorrentes na AE foram classificadas com relação à susceptibilidade a instalação de processos erosivo, conforme seguem:

- Para os solos que são considerados bem desenvolvidos, intemperizados, friáveis, com grande profundidade e porosidade, apresentando boa permeabilidade ao ar e a água, sendo, portanto, solos cujos materiais de origem são os mais decompostos, enquadrar-se a classe dos **Latossolos**, que são considerados estáveis, em função de apresentar tais características.
- Para os solos um pouco menos intemperizados que a classe dos Latossolos, localizados em topografias um pouco mais movimentadas, com menor profundidade e que apresentam mudança textural entre os horizontes superficiais (mais arenoso) e subsuperficiais (mais argiloso), características estas que favorecem o processo de erosão, estão enquadradas as classes de vulnerabilidade intermediária: os **Argissolos**.
- Para os solos jovens e pouco desenvolvidos, ainda em fase inicial de formação, uma vez que estão se desenvolvendo a partir dos materiais de origem recentemente depositados, ou então por estarem localizados em locais de alta declividade, onde a velocidade de erosão é igual ou superior a velocidade de transformação da rocha em solo, estão enquadradas as classes mais vulneráveis (instáveis): os **Gleissolos e Cambissolos**.

Conforme descrito no anteriormente, predominam na AE os Latossolos, enquadrados como solos de vulnerabilidade baixa (72,78%), seguidos pela classe de solos com vulnerabilidade média, os Argissolos (22,60%) e de alta vulnerabilidade os Cambissolos e Gleissolos, com 4,63%. A partir da análise individualizada deste componente do meio físico, verifica-se que predominam solos de baixa e média vulnerabilidade a processo erosivos na AE.

Vale mencionar que, durante as atividades de campo buscou-se mapear focos de processos erosivos já instalados. A partir das vistorias de campo, observou-se que na AE predominam processos relacionados à movimentação de massa, com deslizamento de solo e a presença de processos erosivos em nível avançado de instalação, a exemplo de ravinas e voçorocas (Figura 6.2.60). O desencadeamento desse processo está relacionado, sobretudo, à ocorrência de condições naturais favoráveis, tais como as altas variações de

altitudes e declividades ocorrentes na AE e a predominância dos modelados de dissecação na área prevista para instalação da LT, associado a esses aspectos as intervenções antrópicas sobre a região da AE aceleram o avanço desse processo erosivos, devido, por exemplo, ao desenvolvimento de atividades econômicas (criação de gado) que implicam na remoção da vegetação que protege os solos.

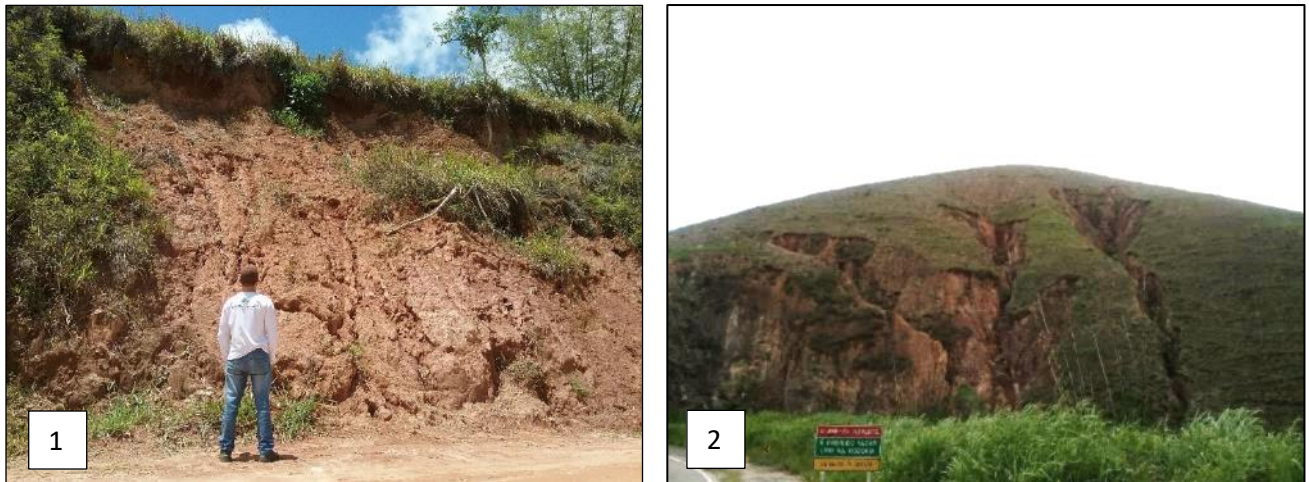


Figura 6.2.60. Exemplos de processos erosivos instalados em vias de acesso ao longo da AE. (1) Deslizamento de solo em São José dos Campos/SP; (2) Processo erosivo em estágio avançado (voçoroca) em Barra Mansa/RJ.

Para esses locais, recomenda-se que nas fases de instalação e operação/manutenção sejam aplicadas técnicas de engenharia, sobretudo nas áreas previstas para instalação das praças das torres, de forma a evitar o avanço dos processos erosivos já instalados. Além disso, há de se adotar medidas de controle e prevenção para o surgimento de novos focos erosivos, os quais serão tratados no Capítulo 10 (Medidas Mitigadoras, Compensatórias e Programas Ambientais) do EIA.

Todavia, vale mencionar que no item 6.2.4.5, que trata sobre a Vulnerabilidade Geotécnica, as classes pedológicas mapeadas são relacionadas com os demais componentes do meio físico, de forma a permitir uma avaliação mais integrada sobre a região de estudo.

6.2.4.4. Sismicidade

Os dados de sismicidade ocorrentes na AE do futuro empreendimento (limite das ottobacias nível 6) foram agrupados de duas fontes oficiais brasileiras: Boletim Sísmico da Universidade de São Paulo (USP, 2014) e da Rede Sismográfica Brasileira (RSBR, 2017). A partir de ambos projetos supracitados, buscou-se extrair possíveis eventos sismográficos ocorrentes na AE ao longo dos últimos anos.

O Boletim Sísmico da Universidade de São Paulo é fruto da reanálise do catálogo de diversos eventos e consiste num banco de dados tabulado e especializado geograficamente, apresentando as coordenadas do ponto, data e hora do evento em questão e a magnitude dos terremotos ocorridos principalmente no Brasil que são detectados e analisados pelo centro de sismologia. Já a Rede Sismográfica Brasileira foi concebida no âmbito da Rede de Estudos Geotectônicos Petrobras-Universidades (RGEOTEC) e consiste na compilação de dados de diversos projetos.

6.2.4.4.1. Resultados

Após a correlação dos dados extraídos de ambas as fontes anteriormente citadas, percebeu-se a existência de oito pontos presentes na AE, ocorrendo desde o limite de São Paulo com Minas Gerais, quanto em maior concentração na porção central do traçado, assim como na extremidade leste da LT.

Na Tabela 6.2.1 são apresentadas as principais informações inerentes a esses pontos cartografados ao longo da AE:

Tabela 6.2.1. Informações acerca dos pontos que indicam eventos sísmicos na AE.

Ponto	Coordenada (E)	Coordenada (N)	Fuso	Magnitude	Data	Hora
P01	401.515,87	7.470.550,54	23S	2,8	1997	-
P02	470.233,07	7.480.805,44	23S	1,6	30/06/2016	22:26:41
P03	478.468,08	7.463.109,71	23S	2,4	1996	-
P04	489.742,09	7.470.868,52	23S	2,5	06/05/2015	20:17:34
P05	479.445,09	7.500.745,21	23S	4,4	1861	-
P06	551.464,52	7.552.812,21	23S	2,6	1986	-
P07	562.615,30	7.480.704,14	23S	1,8	03/02/2013	19:05:44
P08	608.040,61	7.519.985,11	23S	2,0	1989	-

Nota: As coordenadas UTM estão projetadas para o Datum SIRGAS 2000.

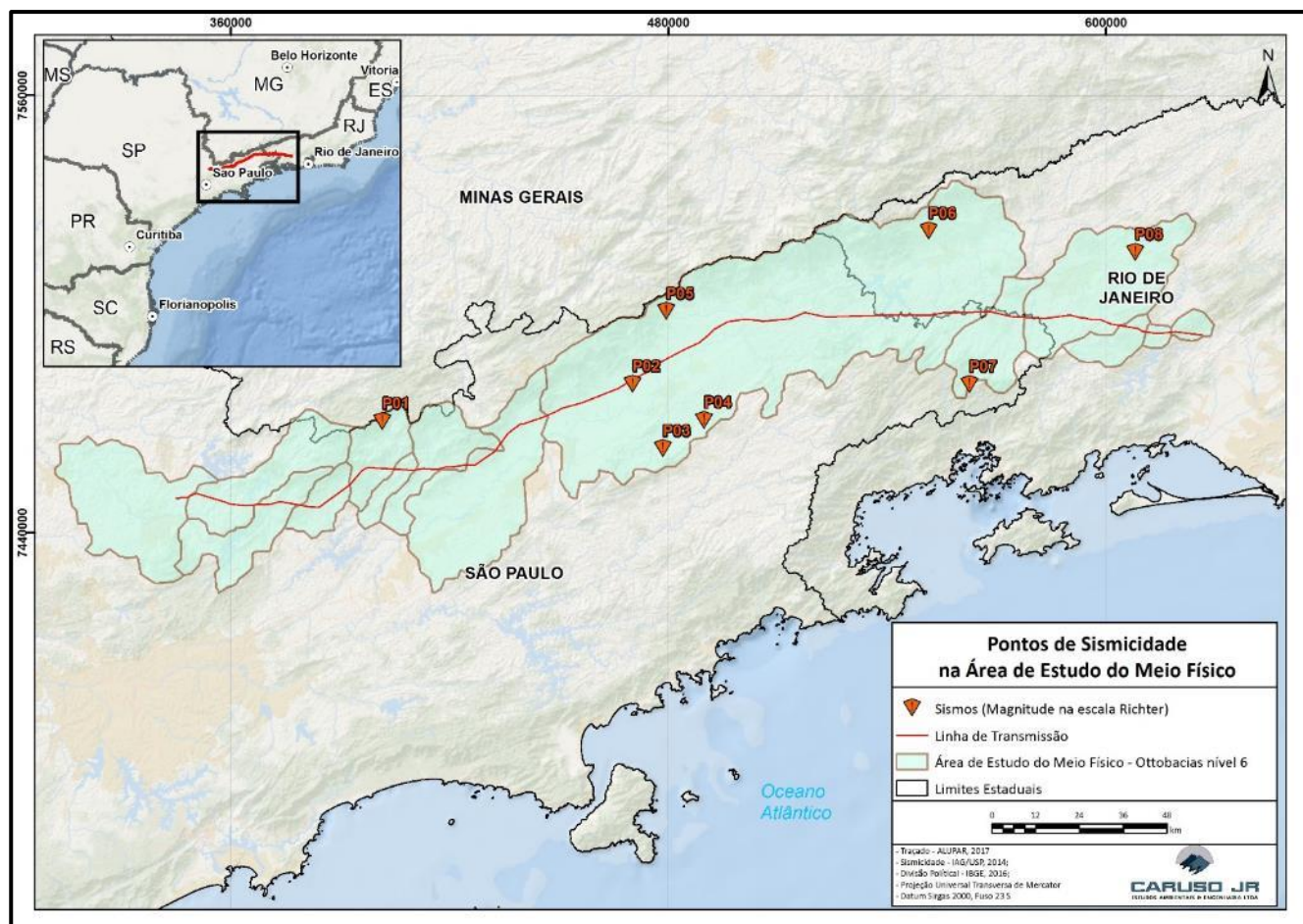


Figura 6.2.61. Localização dos pontos de sismicidade em relação a AE.

Considerando os valores de magnitude apresentados na Escala de Richter, é possível observar que os pontos P02 e P07 tratam-se de microsismos, que geralmente não são perceptíveis pelos seres humanos. Os pontos P01, P03, P04, P06 e P08 apresentam sismos que muitas vezes não são sentidos pelo homem, sendo apenas registrados por sismógrafos. Já o ponto P05 trata-se de um sismo de baixa magnitude, que causa tremores e ruídos em objetos, mas que normalmente não causam danos significativos. Diante dos resultados não são estimados riscos ao projeto (em termos de estabilidade geotécnica) em relação aos eventos sísmicos.

6.2.4.5. Vulnerabilidade geotécnica

Para caracterização da Vulnerabilidade Geológico-Geotécnica da Área de Estudo (AE), adaptou-se a metodologia desenvolvida por Crepani et al. (1996), a partir do conceito de ecodinâmica de Tricart (1977), que por sua vez baseia-se na relação de morfogênese/pedogênese, para a análise de unidades de paisagem natural.

É importante ressaltar que a AE definida para o item de vulnerabilidade geotécnica compõe uma faixa de 2,0km de largura (sendo 1,0km para cada lado do eixo do traçado da LT), uma vez que representam uma área de maior interesse para a implantação do empreendimento.

De acordo com Crepani (op. cit), para se analisar uma unidade de paisagem natural é necessário conhecer sua gênese, constituição física, forma e estágio de evolução, bem como o tipo de vegetação que se desenvolve sobre ela. Estas informações são fornecidas pela Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Fitogeografia (uso e ocupação do solo), e precisam ser integradas para que se tenha um retrato fiel do comportamento de cada unidade frente a sua ocupação. A climatologia também apresenta relevância de análise, pois fornece informações importantes a respeito das características climáticas da região, o que permite uma quantificação empírica do grau de risco a que está submetida uma unidade de paisagem.

De posse do conhecimento e dados a respeito desses fatores, é possível localizar e analisar pontos de vulnerabilidade geotécnica de um determinado local. Deste modo, para a caracterização da vulnerabilidade geológico-geotécnica da AE, adaptou-se a metodologia desenvolvida por de Crepani *et al.* (1996) que propõe que cada um dos temas (Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Fitogeografia e Climatologia) sejam avaliados quanto à relação de morfogênese/pedogênese. Segundo o referido autor, quando se predomina a morfogênese, prevalecem os processos erosivos modificadores das formas de relevo, e quando se predomina a pedogênese, prevalecem os processos formadores de solos. Partindo destes princípios, a classificação do grau de vulnerabilidade de cada tema foi demonstrada pela atribuição de valores de estabilidade (1 a 3), conforme observado no Quadro 6.2.9.

Quadro 6.2.9. Avaliação da vulnerabilidade geológico-geotécnica das paisagens naturais.

Unidade	Relação pedogênese/morfogênese	Valor
Estável	Prevalece a pedogênese	1,0
Intermediário	Equilíbrio na relação	2,0
Instável	Prevalece a morfogênese	3,0

Dentro desse contexto, serão explicitadas a seguir as classes e unidades geoambientais de cada tema, hierarquizando-as em relação ao grau de estabilidade geológico-geotécnica.

6.2.4.5.1. Geologia

No que tange aos aspectos geológicos na definição das classes de vulnerabilidade geológico-geotécnica da AE, as unidades geológicas, caracterizadas no diagnóstico de Geologia, foram divididas em três variáveis: embasamento rochoso, sedimentar e depósitos recentes.

O embasamento rochoso é representado por 26 unidades e subunidades geológicas que são apresentadas no Quadro 6.2.10. Essa variável abrange as unidades geológicas com baixo grau de vulnerabilidade geológico-geotécnica, sendo atribuídos valores de estabilidade (1,0), pois a litologia dessas classes caracteriza-se, de modo geral, por rochas consolidadas e com alto grau de coesão.

A classe sedimentar reúne 4 unidades geológicas apresentadas no Quadro 6.2.10. Essas foram hierarquizadas com grau de vulnerabilidade intermediária (2,0), pois representam, em diversos pontos das áreas de influência do empreendimento, rochas incoerentes apresentando características que podem acelerar processos erosivos, tais como voçorocamentos e ravinamentos.

Os depósitos recentes são representados por uma unidade geológica cartografada na AE e que é explicitada no Quadro 6.2.10. Essa variável apresenta alto grau de vulnerabilidade geotécnica, sendo atribuído valor de instabilidade (3,0), pois os Depósitos Recentes são constituídos, de modo geral, por materiais inconsolidados a semiconsolidados.

Quadro 6.2.10. Avaliação da vulnerabilidade geológico-geotécnica das paisagens naturais para o tema geologia.

Variáveis	Unidades geológicas	Vulnerabilidade	Valor
Embasamento Rochoso	MP2si, NP3ay2Srt, NP3ay3Ips, NP3ay3Sqc, NP3ay3Ssa, NP3ey1Isi, NP3ey1S, NP3ey1Sro, NP3py2Ssi, NP3py2Stb, NP3srbt, NP3srer, NP3sy1C, NP3sy1I, NP3sy1Ibp, NP3sy1Imp, NP3sy1Imt, NP3sy3Apc, NPegb, NPexm, NPps, NPvm, NPvog, PP2q e E1ay4Iaz	Estável	1,0
Sedimentar	Esp, Np, Et e Er	Intermediária	2,0
Depósitos Recentes	Q2a	Instável	3,0

6.2.4.5.2. Geomorfologia

Considerando os aspectos geomorfológicos, as unidades também foram divididas em três variáveis: Relevo Aplainado, Relevo de Transição e Relevo Acidentado. A definição de cada uma dessas três unidades decorreu do mapeamento da declividade na Área de Estudo, uma vez que se constatou uma grande variação altimétrica em pequenos intervalos geográficos durante as atividades de campo realizadas pela equipe técnica

deste estudo. Nesse caso, entende-se que a declividade é um dado extremamente relevante para a definição das classes de vulnerabilidade geotécnica

O Relevo Aplainado representa os terrenos com menor variação altimétrica, gerando uma declividade entre 0 e 10º de inclinação. Essas áreas caracterizam-se por serem aplainadas gerando uma relação de relevo estabilizado e pouco propenso para o desencadeamento de processos erosivos. Para essas unidades foram atribuídos valores de estabilidade (1,0).

Já o Relevo de Transição reúne as áreas que apresentam uma declividade intermediária, que variam de 10º a 25º de inclinação natural do terreno, onde se sugeriu que estas unidades apresentam vulnerabilidade intermediária (2,0) para a instalação e desencadeamento de processos erosivos.

Para o Relevo Acidentado agrupou-se as áreas de maior movimentação natural do relevo, representadas pelas áreas com declividade superior a 25º. Esses polígonos foram representados, sobretudo, pelas unidades geomofológicas da Serra dos Órgãos e Alinhamento de Cristas do Paraíba do Sul. Para este tipo de relevo foi aplicado o índice 3,0, sugerindo que estas unidades geomorfológicas se configuram como formas de relevo instáveis e, por conseguinte, mais vulneráveis geotecnicamente.

Quadro 6.2.11. Avaliação da vulnerabilidade geológico-geotécnica das paisagens naturais para o tema geomorfologia.

Variáveis	Classe de declividade	Vulnerabilidade	Valor
Relevo Aplainado	0 – 10º	Estável	1,0
Relevo de Transição	10 – 25º	Intermediária	2,0
Relevo Acidentado	>25º	Instável	3,0

6.2.4.5.3. Pedologia

Para o item de pedologia foram consideradas as classes de solo que interceptam a Área de Estudo, classificando-as de acordo com uma maior susceptibilidade a erosões, por conta da maturidade do solo. Nesse caso, as unidades pedológicas foram divididas nas classes de Solos Desenvolvidos, Solos Intermediários e Solos Pouco Desenvolvidos.

Para a pedologia, os solos que são considerados bem desenvolvidos, intemperizados, friáveis, com grande profundidade e porosidade, apresentando boa permeabilidade do ar e água, sendo, portanto, solos cujos materiais de origem são mais decompostos, atribuiu-se valores de estabilidade (1,0). Este agrupamento é representado pela classe dos Latossolos, em função desta apresentar tais características.

Para os solos menos intemperizados que a classe dos Latossolos, localizados em topografias um pouco mais movimentadas (superfície de relevo suavemente ondulado a ondulado), com menor profundidade e que apresentam mudança de textura entre os horizontes superficiais (mais arenosos) e subsuperficiais (mais argilosos), atribuiu-se valores intermediários (2,0), pois estas características favorecem o desenvolvimento de processos erosivos. Dessa forma, está enquadrada a classe dos Argissolos.

Para os solos jovens e/ou pouco desenvolvidos, que se apresentam em fase inicial de formação, uma vez que ainda estão se desenvolvendo a partir dos materiais de origem recentemente depositados, ou por estarem localizados em locais de alta declividade, onde a velocidade de erosão é igual ou superior à velocidade de transformação da rocha em solo, foram atribuídos valores de instabilidade (3,0). Para esse agrupamento está enquadrada a classe de Gleissolos e Cambissolos.

Quadro 6.2.12. Avaliação da vulnerabilidade geológico-geotécnica das paisagens naturais para o tema pedologia.

Variáveis	Unidade pedológica	Vulnerabilidade	Valor
Solos desenvolvidos	Latossolos	Estável	1,0
Solos intermediários	Argissolos	Intermediária	2,0
Solos pouco desenvolvidos	Gleissolos e Cambissolos	Instável	3,0

6.2.4.5.4. Climatologia

A pluviosidade é a variável mais considerada no âmbito de vulnerabilidade climática para a análise da fragilidade ambiental, visto que, as condições externas oferecem energia que irão fluir pelo sistema como um todo. Nesse viés, a quantidade e a intensidade dos fenômenos determinarão o fornecimento de energia ao sistema, que resultarão em um grau de fragilidade.

São vários os aspectos que juntos compõe a dinâmica dos ambientes, sendo responsáveis pelos fenômenos erosivos. A intensidade da chuva, associada com a capacidade do solo de resistir aos eventos externos, deve ser analisada, para que se possa compreender o funcionamento do sistema, bem como a sua estabilidade.

Para a análise de vulnerabilidade geotécnica, os dados climáticos de maior interesse foram os pluviométricos, uma vez que, a sua intensidade/frequência permite alcançar resultados, embora generalizados, da capacidade erosiva.

De acordo com o modelo proposto por Crepani *et al.* (2004) “(...) o valor da intensidade pluviométrica para uma determinada área pode ser obtido dividindo-se o valor da pluviosidade média anual (em milímetros = mm) pela duração do período chuvoso (em meses)”. O valor da intensidade pluviométrica

representa o valor da energia responsável pela erosividade da chuva. Deste modo, quanto maior for o resultado, maior será a capacidade de erosão.

Para tanto, foi elaborada pelos autores uma escala de erosividade que representa a variável pluviométrica no comportamento morfodinâmico através das características físicas das águas pluviais. A partir dessas informações, foi possível relacionar os valores de intensidade pluviométrica aos de vulnerabilidade proposto por Crepani et al. (2001, apud CREPANI et al., 2004) adaptando os valores em três classes (Quadro 6.2.14).

Considerando os aspectos climatológicos na definição das classes de vulnerabilidade das unidades de paisagem natural da AE, optou-se por os dados disponibilizados por quatro estações meteorológicas que se encontram mais próximas possível da AE, referentes às Normais Climatológicas de (1961-1990) na avaliação do comportamento dos índices pluviométricos (Quadro 6.2.13). A partir da extração dos valores de pluviometria e meses chuvosos de cada uma das estações meteorológicas, interpolou-se os valores para a AE, com o intuito de conferir polígonos distintos com valores de pluviosidade e meses chuvosos para a AE. Por meio desses dados, foi possível relacionar a intensidade pluviométrica com os valores de vulnerabilidade à perda de solo proposto por Crepani *et al.* (2001 apud CREPANI et al., 2004).

Assim sendo, Crepani et al. (2004) utilizam a intensidade pluviométrica para analisar a fragilidade de um determinado local ter escorregamentos e deslizamentos. Para calcular os valores de intensidade pluviométrica, é necessário o conhecimento de quanto chove e quando chove. O primeiro foi obtido através do mapa de Isoietas e o segundo através do gráfico de Precipitação Acumulada Média Mensal das estações meteorológicas aqui utilizadas. Apesar de não estarem situados sobre todos os municípios interceptados, os dados dessas estações auxiliaram na análise da distribuição das chuvas durante os meses, generalizando o comportamento para toda a região. De posse desses dados, são divididas as médias dos totais pluviométricos anuais pela duração do período chuvoso (em meses), de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{Intensidade Pluviométrica (mm/mês)} = \frac{\text{Precipitação Média Anual}}{\text{Meses com chuva}}$$

Quadro 6.2.13. Relação das estações meteorológicas selecionadas para o item de Vulnerabilidade Geotécnica, bem como os valores extraídos de cada uma para o cálculo de intensidade pluviométrica.

Estação meteorológica	Total pluviométrico anual (mm)	Quantidade de meses chuvosos	Intensidade pluviométrica (mm)
São José dos Campos	1.155,0	6	192,5
Taubaté	1.396,8	6	232,8
Piraí	1.240,8	6	206,8

Estação meteorológica	Total pluviométrico anual (mm)	Quantidade de meses chuvosos	Intensidade pluviométrica (mm)
Resende	1.552,5	6	258,8

A intensidade pluviométrica representa uma relação entre duas características (quanto chove, medido pela precipitação média anual, e quando chove, medido pelos meses chuvosos), resultado que determina, em última análise, na quantidade de energia potencial disponível para transformar-se em energia cinética (“run off” ou enxurrada). A maior importância da intensidade pluviométrica é facilmente verificada quando se observa que uma elevada pluviosidade anual, distribuída de forma semelhante ao longo de todo período chuvoso (intensidade pluviométrica baixa), tem um poder erosivo muito menor do que uma precipitação anual mais reduzida, que se despeja torrencialmente em um determinado período do ano (intensidade pluviométrica alta).

A partir da análise dos dados apresentados no Quadro 6.2.13 e com base na metodologia de Crepani (2001), definiu-se três classes de vulnerabilidade geotécnica para o item de climatologia, os quais são apresentados no Quadro 6.2.14.

Quadro 6.2.14. Avaliação da vulnerabilidade geológico-geotécnica das paisagens naturais para o tema climatologia.

Variáveis	Área cartografada nessa classe	Vulnerabilidade	Valor
<50 - 175 (mm)	-	Estável	1,0
175 - 425 (mm)	Toda a Área de Estudo	Intermediária	2,0
>425 (mm)	-	Instável	3,0

6.2.4.5.5. Fitogeografia

Para a fitogeografia, de modo análogo aos demais temas, estabeleceu-se um grau de estabilidade ou vulnerabilidade (1 a 3) para as unidades ambientais de acordo com a densidade de cobertura do solo.

As classes de uso e cobertura do solo existentes em determinado local influenciam diretamente na sua capacidade de resistir ou não à erosão, pois se constituem de um instrumento de defesa contra os efeitos dos processos modificadores do relevo. Essa defesa está associada à proteção do solo aos agentes causadores de erosão, como água e vento. É sabido que a cobertura do solo, por exemplo, a vegetação, evita, em um primeiro momento, o impacto da gota de chuva, que tem como principal efeito a desagregação das partículas de solo e, posteriormente, a selagem da superfície (fato que favorece o escoamento superficial e consequente carreamento de partículas). Além disso, a presença da cobertura protege o solo contra a compactação, que

reduz a sua capacidade de absorção e que também favorece o escoamento superficial. Desse modo, as áreas cobertas por tipologias vegetais também contribuem na infiltração da água no solo, devido à presença de componentes bióticos que trabalham na estruturação do solo, como as raízes, microrganismos e animais, aumentando, assim, a sua porosidade e permeabilidade. Assim, solos cobertos por classes vegetais mais densas conferem maior proteção e consequentemente maior estabilidade ao solo.

Para locais onde a cobertura favorece a estabilidade do solo, ou seja, nos locais da AE onde a cobertura do solo se apresenta com maior densidade, oferecendo maior proteção, atribuiu-se valores de estabilidade (1,0). Podem ser consideradas nessa classe as tipologias: vegetação arbórea e área urbana.

Para locais onde a cobertura favorece medianamente a estabilidade do solo (menos densa), apresentando cobertura do solo, porém não de forma uniforme, sendo mais densa em determinados locais que em outros, sugeriu-se valores intermediários de vulnerabilidade geotécnica (2,0). Nesta classe enquadram-se as tipologias: vegetação herbácea e silvicultura.

Em lugares onde a cobertura não favorece a estabilidade do solo, com uma cobertura rala ou inexistente, deixando o solo mais susceptível aos processos erosivos, estão enquadradas as tipologias cultura, corpos d'água e áreas antropizadas. Para estas tipologias foram atribuídos valores de instabilidade geológico-geotécnica (3,0).

Quadro 6.2.15. Avaliação da vulnerabilidade geológico-geotécnica das paisagens naturais para o tema fitogeografia.

Variáveis	Tipologias de Uso e Ocupação do Solo	Vulnerabilidade	Valor
Cobertura densa	Vegetação arbórea e áreas urbanas	Estável	1,0
Cobertura intermediária	Vegetação herbácea e silvicultura	Intermediária	2,0
Cobertura rala ou inexistente	Cultura, corpos d'água e áreas antropizadas	Instável	3,0

6.2.4.5.6. Resultados

Após a etapa de classificação de cada tema (Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Fitogeografia e Climatologia) foi realizado a sobreposição dessas informações em ambiente computacional – Sistema de Informação Geográfica – SIG). Para isso, aplicou-se a ferramenta *Raster Calculator*, do Programa ArcGIS, a qual realiza o cruzamento de polígonos considerando a classificação realizada em cada um. Para tanto, a ferramenta exige que sejam atribuídos pesos para cada um dos temas considerados na integração das informações. Como são cinco temas, estipulou-se 20% de importância para cada um deles, somando 100% exigidos pela ferramenta *Raster Calculator*.

O resultado do cruzamento dos dados é um arquivo do tipo raster (matricial) apresentando áreas com valores 1,0, 2,0 ou 3,0, levando em consideração o cruzamento dos dados classificados anteriormente. Os valores obtidos na integração dos temas estão apresentados na Tabela 6.2.2 e na Figura 6.2.62. A espacialização das classes de vulnerabilidade também é apresentada no Mapa 6.2.7 – Mapa de Vulnerabilidade Geotécnica do Caderno de Mapas.

Tabela 6.2.2. Representatividade de cada classe de vulnerabilidade geotécnica para a AE.

Classe de vulnerabilidade geotécnica	Área (ha)	Representatividade (%)
Estável (1,0)	7.551,36	12,68
Intermediária (2,0)	37.299,10	62,64
Instável (3,0)	14.697,42	24,68

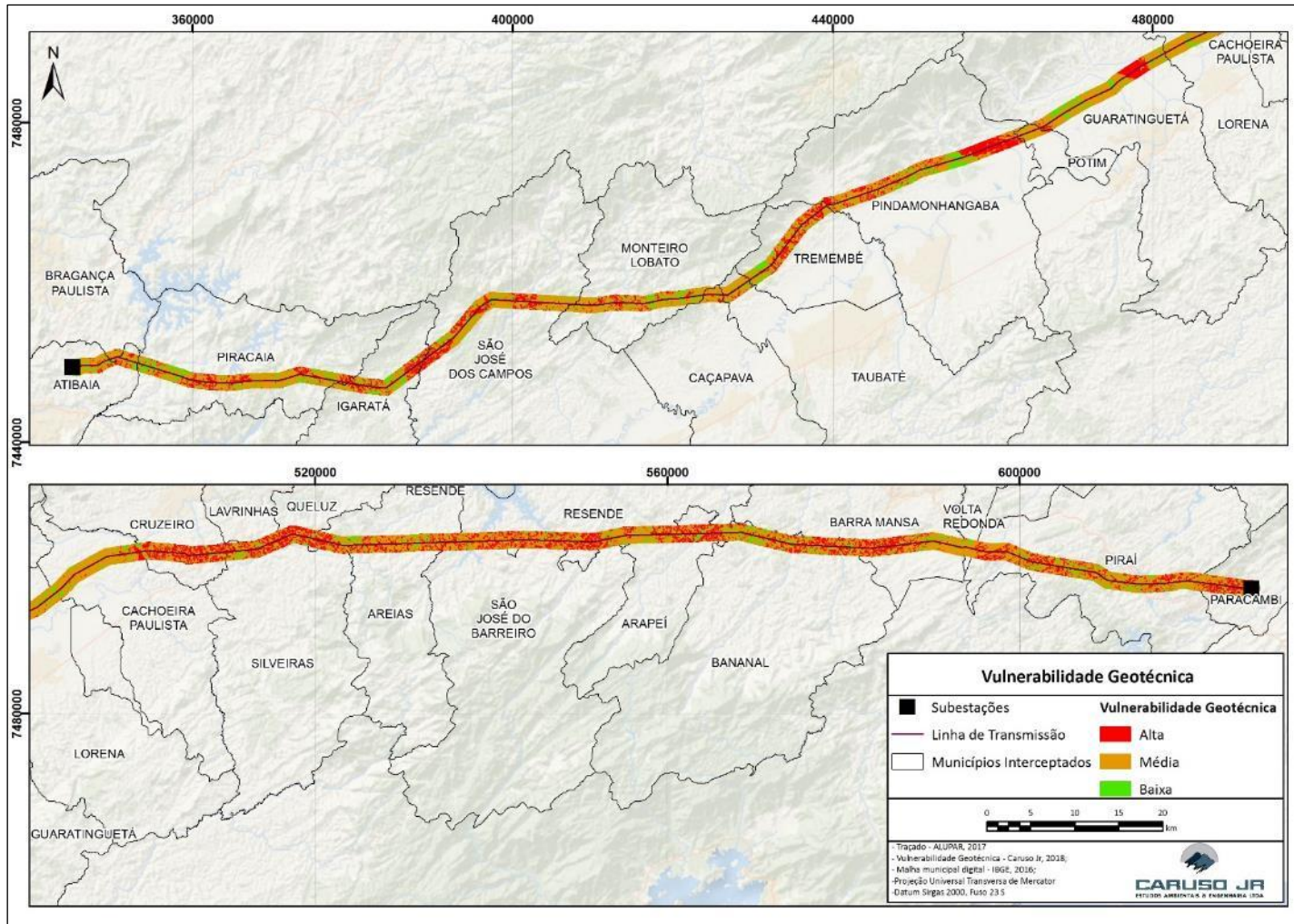


Figura 6.2.62. Especialização das classes de Vulnerabilidade Geotécnica na AE.

Analisando os resultados apresentados na Tabela 6.2.2, percebe-se um predomínio de intermediária vulnerabilidade geotécnica na AE, seguida pela instabilidade e, em menor representatividade, baixa vulnerabilidade. A baixa ocorrência de polígonos classificados como “estável geotecnicamente” e, em contrapartida, alta proporção de “intermediária” e “instável” se dá pelos seguintes motivos:

- Grande parte da AE é representada por áreas de relevo movimentado, com declividade considerável, favorecendo a ocorrência de processos erosivos e, principalmente, de movimentos de massa (Figura 6.2.63). Exemplos disso são as classes de Alinhamento de Cristas do Paraíba do Sul e Serra dos Órgãos;
- A intensidade pluviométrica em toda a AE é considerada intermediária. Nesse caso, toda a área de estudo recebe valor 2,0 em 20% do total da área na correlação dos parâmetros considerados neste mapeamento de vulnerabilidade geotécnica;
- O uso e cobertura do solo ao longo da AE mostra uma extrema predominância de áreas desprovidas de uma cobertura vegetal arbórea ou de áreas urbanas, que porventura auxiliem na prevenção do surgimento de fenômenos de dinâmica de superfície;
- As classes geológicas majoritariamente cristalinas são anuladas em diversos casos por estarem em relevos acidentados. Nesse caso, os valores de estabilidade geotécnica do tema geologia são sobrepostos com a instabilidade das declividades superiores a 25°, tornando um cenário de intermediário risco geotécnico;
- O mesmo acontece quando boa parte dos relevos menos movimentados – que recebem valores de estabilidade geotécnica – se sobrepõem com classes de uso do solo de baixa proteção ao terreno e que, conseqüentemente, recebem uma pontuação de alta vulnerabilidade geotécnica.



Figura 6.2.63. Exemplos de movimentos de massa encontrados ao longo da AE.

Visto isso, o mapeamento da vulnerabilidade geotécnica da área de estudo mostrou um resultado que condiz com a realidade identificada nas vistorias de campo pela equipe técnica. O cenário identificado em campo foi de uma área com relevo notadamente movimentado, apresentando diversos movimentos de massa e processos erosivos ao longo de seu percurso. Esse fato demanda técnicas especiais de engenharia para a instalação e operação do empreendimento. A instalação das torres de transmissão deverá levar em consideração essas especificidades com o intuito de não comprometer o pleno funcionamento do sistema de transmissão de energia, após implantada a LT.

6.2.5. RECURSOS MINERÁRIOS

O presente item trata da caracterização dos recursos minerais de interesse econômico por meio da identificação e especificação dos processos minerários ativos, instaurados na AE compreendida pela faixa de 2,0km (sendo 1,0km para cada lado do eixo da LT), com destaque para àqueles eventualmente inseridos (parcial ou totalmente) na faixa de servidão da LT em foco (ADA). O levantamento de informações foi ainda complementado pela verificação *in loco* (dados primários) da ocorrência de processos minerários por meio de caminhamentos ao longo da AE.

6.2.5.1. Levantamento de dados

O levantamento dos Direitos Minerários incidentes sobre a AE da LT 500kV Fernão Dias – Terminal Rio foi realizado no sítio eletrônico do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), atual Agência Nacional de Mineração (ANM), em fevereiro de 2018, por meio de consulta ao Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE), que possibilita obter a localização georreferenciada dos títulos minerários, associada às informações do Cadastro Mineiro (SICOM), que reúne as informações sobre a situação dos processos de mineração com contínuas atualizações no sistema.

Para a validação de dados e identificação da ocorrência de eventuais atividades minerárias, de caráter informal, na AE foram realizadas atividades de campo que consistiram em caminhamentos ao longo da AE, acompanhados da marcação de pontos (coordenadas UTM por meio de um receptor GPS) quando identificadas atividades de mineração ativas.

Para a espacialização dos processos identificados, foram obtidos os arquivos *shapefile* com as informações dos títulos minerários do DNPM, sendo possível a identificação dos polígonos e registro desses por substância requerida e por fase do processo. De posse desses dados foi realizado então o cruzamento das poligonais obtidas, com a AE (faixa de 2,0km - sendo 1,0km para cada lado da LT), em ambiente de SIG, consolidando a elaboração do mapa dos processos minerários. Na sequência, esses processos foram analisados em função da sua distribuição por fase, substâncias requeridas e usos pretendidos, de forma a resultar em um panorama da situação dos processos minerários na AE do futuro empreendimento.

Durante as atividades de levantamento de dados primários não foram identificados quaisquer processos minerários, seja de caráter formal ou informal, de modo que o presente item se baseia nas informações obtidas por meio da base de dados do DNPM.

De acordo com informações consultadas no banco de dados do SIGMINE, foram identificados 75 processos minerários com ocorrência na AE do empreendimento, destes, quatro estão em fase de Disponibilidade, cinco em Requerimento de licenciamento/Licenciamento, 17 em Requerimento de pesquisa, 42 em Autorização de pesquisa, três em Requerimento de lavra e quatro em Concessão de lavra. A Tabela 6.2.3 apresenta o resultado do levantamento dessas informações. Adicionalmente, a Figura 6.2.64 corresponde à espacialização desses processos no corredor de mapeamento. Destaca-se que a localização dos processos interceptados pela AE é apresentada em escala de maior detalhe no Mapa 6.2.2. Mapa Geológico e no Mapa 6.2.8. Mapa de Recursos Minerais (Caderno de Mapas).



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

Tabela 6.2.3. Identificação dos processos minerários incidentes na AE.

Processo	Área (ha)	Fase	Último evento	Nome	Substância	Uso	Local	Município	UF
7873/1941	4,89	Concessão de lavra	499 - conc lav/portaria caducada s/efeito conces publ em 28/03/2017	Moreira moagem de minerios ltda	Dolomito	Não informado	AE	Barra mansa	SP
820770/1979	40,6	Licenciamento	736 - licen/documento diverso protocolizado em 07/07/2015	Pedreira anhanguera do vale ltda.	Gnaise	Não informado	AE	Pindamonhan gaba	SP
820745/1990	1959	Autorização de pesquisa	264 - aut pesq/pagamento tah efetuado em 31/07/2007	Koiti gyotoku	Turfa	Não informado	ADA	Guaratinguetá	SP
821381/1996	999,82	Autorização de pesquisa	662 - notificação adm pgto débito multa em 03/12/2008	Valdir de almeida pena	Quartzo industrial	Fabricação de ligas	AE	Caçapava	SP
821385/1996	999,82	Autorização de pesquisa	662 - notificação adm pgto débito multa em 03/12/2008	Valdir de almeida pena	Quartzo industrial	Fabricação de ligas	ADA	Caçapava	SP
820821/1997	49,99	Requerimento de lavra	362 - req lav/prorrogação prazo exigência solicitado em 10/03/2016	Eco blasting servico e comercio ltda	Gnaise	Não informado	AE	Pindamonhan gaba	SP
820559/1998	49,97	Concessão de lavra	436 - conc lav/documento diverso protocolizado em 27/05/2015	M a favaro shimazu	Argila	Não informado	AE	Cachoeira paulista	SP
820568/2001	49,98	Concessão de lavra	436 - conc lav/documento diverso protocolizado em 09/10/2017	Água mineral selica eireli	Água mineral	Industrial	ADA	Piracaia	SP
821385/2001	909,96	Autorização de pesquisa	638 - aut pesq/auto infração multa-relatório pesq em 26/10/2017	Martins lara & lara ltda.	Argila refratária	Industrial	ADA	Cachoeira paulista	SP
820399/2002	979,63	Autorização de pesquisa	236 - aut pesq/documento diverso protocolizado em 28/03/2016	Wagner wanderlei caetano de abreu	Argila refratária	Industrial	ADA	Cachoeira paulista	SP
820629/2003	999,99	Requerimento de pesquisa	2 - documento diverso protocolizado em 23/04/2007	Emerson panis kaseker	Granito ornamental	Revestimento	AE	São José dos campos	SP
820006/2004	396,11	Autorização de pesquisa	290 - aut pesq/relatorio pesq final apresentado em 04/12/2015	Martins lara & lara ltda.	Areia	Construção civil	ADA	Cachoeira paulista	SP
890268/2004	49,57	Concessão de lavra	448 - conc lav/rotulo água mineral protocolizado em 06/11/2017	Hidromineral la bananal	Água mineral	Não informado	ADA	Barra mansa	SP
820623/2007	551,48	Autorização de pesquisa	264 - aut pesq/pagamento tah efetuado em 31/07/2017	Leroy teixeira de moura	Areia	Construção civil	AE	Pindamonhan gaba	SP
820059/2008	19,92	Licenciamento	784 - licen/homologa renúncia licenciamento publicado em 04/04/2017	Ronaldo aparecido do prado me ltda.	Argila	Cerâmica vermelha	AE	Atibaia	SP
820225/2009	1994,04	Requerimento de pesquisa	100 - req pesq/requerimento pesquisa protocolizado em 08/04/2009	Eduardo caldas dalla vecchia	Turfa	Energético	ADA	Pindamonhan gaba	SP



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

Processo	Área (ha)	Fase	Último evento	Nome	Substância	Uso	Local	Município	UF
820681/2010	301,42	Autorização de pesquisa	265 - aut pesq/prorrogação prazo alvará solicitado em 10/02/2017	Vale do paititi ltda me	Granito	Revestimento	AE	Pindamonhan gaba	SP
821222/2010	1897,54	Requerimento de pesquisa	150 - req pesq/desistencia protocolizada em 22/04/2014	Mtransminas minerações ltda.	Turfa	Insumo agrícola	ADA	Pindamonhan gaba	SP
821219/2010	1591,16	Autorização de pesquisa	318 - aut pesq/relatorio pesq não apv art 30 ii cm pub em 13/04/2016	Mtransminas minerações ltda.	Turfa	Insumo agrícola	ADA	Guaratinguetá	SP
821218/2010	982,99	Autorização de pesquisa	318 - aut pesq/relatorio pesq não apv art 30 ii cm pub em 13/04/2016	Mtransminas minerações ltda.	Turfa	Insumo agrícola	ADA	Lorena	SP
821216/2010	1407,06	Autorização de pesquisa	318 - aut pesq/relatorio pesq não apv art 30 ii cm pub em 26/12/2016	Mtransminas minerações ltda.	Turfa	Insumo agrícola	ADA	Pindamonhan gaba	SP
821221/2010	1714,29	Autorização de pesquisa	318 - aut pesq/relatorio pesq não apv art 30 ii cm pub em 26/12/2016	Mtransminas minerações ltda.	Turfa	Insumo agrícola	ADA	Guaratinguetá	SP
821234/2010	49,85	Autorização de pesquisa	317 - aut pesq/relatorio pesq aprov art 30 i cm publ em 28/06/2017	M a favaro shimazu	Saibro	Construção civil	AE	Cachoeira paulista	SP
821225/2010	39,99	Autorização de pesquisa	318 - aut pesq/relatorio pesq não apv art 30 ii cm pub em 13/04/2016	Mtransminas minerações ltda.	Turfa	Insumo agrícola	AE	Cachoeira paulista	SP
820310/2011	408,7	Autorização de pesquisa	278 - aut pesq/renuncia alvará pesq protocoliz em 09/01/2013	Alvaro marcondes ferreira	Granito	Revestimento	ADA	Pindamonhan gaba	SP
821190/1986	90,38	Requerimento de lavra	365 - req lav/cumprimento exigência protocoliz em 16/07/2014	Ponte alta extração de areia ltda.	Granito	Não informado	AE	São José dos campos	SP
820680/2011	903,1	Requerimento de pesquisa	135 - req pesq/cumprimento exigência protocoli em 12/11/2014	Consmar extração, comércio e transporte de minérios ltda.	Granito	Revestimento	ADA	Piracaia	SP
890366/2012	49,93	Autorização de pesquisa	251 - aut pesq/prorrogação prazo exigência solicitado em 05/06/2017	J j mineradora ltda	Granito	Brita	AE	Pirai	RJ
890365/2012	49,88	Autorização de pesquisa	251 - aut pesq/prorrogação prazo exigência solicitado em 05/06/2017	J j mineradora ltda	Granito	Brita	ADA	Pirai	RJ
821121/2011	949,88	Autorização de pesquisa	545 - aut pesq/transf direitos -cessão parcial protocolizada em 26/09/2017	B. Marini mineradora me	Argila	Industrial	ADA	Barra mansa	SP
820469/2012	955,53	Requerimento de pesquisa	136 - req pesq/documento diverso protocolizado em 15/02/2013	Socal s a mineração e intercâmbio comercial e industrial	Folhelho	Industrial	ADA	Guaratinguetá	SP
820472/2012	768,17	Requerimento de pesquisa	136 - req pesq/documento diverso protocolizado em 15/02/2013	Socal s a mineração e intercâmbio comercial e industrial	Folhelho	Industrial	ADA	Pindamonhan gaba	SP



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

Processo	Área (ha)	Fase	Último evento	Nome	Substância	Uso	Local	Município	UF
820473/2012	994,04	Requerimento de pesquisa	136 - req pesq/documento diverso protocolizado em 06/02/2013	Sociais a mineração e intercâmbio comercial e industrial	Folhelho	Industrial	ADA	Guaratinguetá	SP
820470/2012	812,3	Autorização de pesquisa	264 - aut pesq/pagamento tah efetuado em 31/01/2017	Sociais a mineração e intercâmbio comercial e industrial	Folhelho	Industrial	ADA	Guaratinguetá	SP
820646/1993	894,85	Autorização de pesquisa	236 - aut pesq/documento diverso protocolizado em 28/09/2017	Wagner wanderlei caetano de abreu fi	Argila refratária	Não informado	AE	Cachoeira paulista	SP
820870/2012	846,38	Requerimento de pesquisa	136 - req pesq/documento diverso protocolizado em 24/10/2017	Mineração nova caj ltda	Areia	Construção civil	AE	Guaratinguetá	SP
820416/2013	49,95	Autorização de pesquisa	236 - aut pesq/documento diverso protocolizado em 24/10/2017	Mineração caj ltda.	Areia	Construção civil	AE	Guaratinguetá	SP
820418/2013	477,13	Autorização de pesquisa	209 - aut pesq/inicio de pesquisa comunicado em 21/01/2016	Mineração caj ltda.	Areia	Construção civil	AE	Guaratinguetá	SP
890494/2013	48,89	Autorização de pesquisa	662 - notificação adm pgto débito multa em 23/08/2017	Jorge serfiotis	Água mineral	Engarrafamento	AE	Barra mansa	RJ
820697/2013	4,99	Requerimento de licenciamento	1154 - req licen/documento diverso protocolizado em 17/02/2014	Clodulpho adib rahal	Argila	Cerâmica vermelha	AE	Piracaia	SP
820011/2013	1244,55	Autorização de pesquisa	290 - aut pesq/relatorio pesq final apresentado em 23/10/2015	Empresa de mineração fiori do taboão ltda.	Areia	Construção civil	AE	Guaratinguetá	SP
820262/2013	1112,13	Autorização de pesquisa	197 - aut pesq/indeferimento prorrogação prazo alvara em 20/10/2017	Mineração campo verde roseira ltda.	Areia	Construção civil	ADA	Guaratinguetá	SP
820260/2013	49,97	Autorização de pesquisa	290 - aut pesq/relatorio pesq final apresentado em 18/02/2015	Mineração campo verde roseira ltda.	Areia	Construção civil	ADA	Guaratinguetá	SP
890278/2014	289,44	Autorização de pesquisa	638 - aut pesq/auto infração multa-relatório pesq em 14/08/2017	Engelider construtora e mineradora ltda	Saibro	Construção civil	AE	Paracambi	RJ
820559/2014	2,89	Requerimento de licenciamento	1167 - req licen/protocolo órgão ambiental protocolizado em 13/07/2015	Luciana bernardes de oliveira primo	Argila	Cerâmica vermelha	ADA	Piracaia	SP
821257/2013	915,75	Autorização de pesquisa	318 - aut pesq/relatorio pesq não apv art 30 ii cm pub em 10/07/2017	Pedreira pedra negra ltda.	Argila	Industrial	ADA	Taubaté	SP
821357/2013	22,59	Autorização de pesquisa	794 - aut pesq/relatorio pesq positivo apresentado em 05/12/2016	Martins lara & lara ltda.	Argila	Cerâmica vermelha	ADA	Cachoeira paulista	SP



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

Processo	Área (ha)	Fase	Último evento	Nome	Substância	Uso	Local	Município	UF
890340/2014	845,68	Requerimento de pesquisa	100 - req pesq/requerimento pesquisa protocolizado em 29/04/2014	Engelider construtora e mineradora ltda	Granito	Revestimento	ADA	Pirai	RJ
821512/2013	303,98	Autorização de pesquisa	265 - aut pesq/prorrogação prazo alvará solicitado em 04/05/2017	Socals a mineração e intercâmbio comercial e industrial	Rocha pirobetuminosa	Energético	AE	Pindamonhangaba	SP
820433/2014	793,68	Autorização de pesquisa	264 - aut pesq/pagamento tah efetuado em 31/01/2017	Marcos goulart de abreu vomhof	Argila	Industrial	ADA	Bananal	SP
890669/2014	893,36	Requerimento de pesquisa	131 - req pesq/exigência publicada em 04/04/2017	João batista e oliveira vila	Saibro	Construção civil	ADA	Barra mansa	RJ
821353/2014	370,15	Autorização de pesquisa	265 - aut pesq/prorrogação prazo alvará solicitado em 08/08/2017	Nabor antônio cruzariol neto	Saibro	Construção civil	ADA	Tremembé	SP
821359/2014	985,99	Autorização de pesquisa	265 - aut pesq/prorrogação prazo alvará solicitado em 16/08/2017	Shi qindi	Quartzo	Artesanato mineral	ADA	Tremembé	SP
820116/2015	49,99	Autorização de pesquisa	236 - aut pesq/documento diverso protocolizado em 17/08/2017	Empresa mineradora boa sorte ltda	Areia	Construção civil	ADA	Guaratinguetá	SP
820134/2015	236,99	Autorização de pesquisa	264 - aut pesq/pagamento tah efetuado em 26/07/2017	Rosa maria couto monteiro	Granito	Revestimento	ADA	Pindamonhangaba	SP
821347/2014	999,76	Autorização de pesquisa	264 - aut pesq/pagamento tah efetuado em 22/12/2016	Julio cesar melo ferreira	Argila	Industrial	ADA	Barra mansa	RJ
821352/2014	969,17	Autorização de pesquisa	178 - aut pesq/notificação adm l pgto débito tah em 25/10/2017	Shi qindi	Quartzo	Artesanato mineral	ADA	Tremembé	SP
820006/2015	582,3	Requerimento de pesquisa	132 - req pesq/prorrogação prazo exigência solicitado em 18/12/2015	Mineração leste paulista ltda me	Granito	Revestimento	ADA	Cruzeiro	SP
820118/2015	49,78	Autorização de pesquisa	236 - aut pesq/documento diverso protocolizado em 17/08/2017	Empresa mineradora boa sorte ltda	Areia	Construção civil	AE	Guaratinguetá	SP
820117/2015	49,68	Autorização de pesquisa	236 - aut pesq/documento diverso protocolizado em 17/08/2017	Empresa mineradora boa sorte ltda	Areia	Construção civil	AE	Guaratinguetá	SP
820460/2015	955,21	Requerimento de pesquisa	132 - req pesq/prorrogação prazo exigência solicitado em 13/05/2016	Lara indústria e comércio de materiais ltda. Eireli	Argila	Industrial	ADA	Cachoeira paulista	SP
890513/2012	1251,27	Autorização de pesquisa	236 - aut pesq/documento diverso protocolizado em 08/05/2017	Rcam empreendimentos ltda	Saibro	Construção civil	AE	Paracambi	RJ
820358/2005	4,9	Licenciamento	742 - licen/prorrogação licenciamento autorizada em 13/04/2016	Martins lara & lara ltda.	Argila	Industrial	AE	Cachoeira paulista	SP



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

Processo	Área (ha)	Fase	Último evento	Nome	Substância	Uso	Local	Município	UF
820198/2016	477,13	Autorização de pesquisa	236 - aut pesq/documento diverso protocolizado em 24/10/2017	Mineração caj Ltda.	Areia	Construção civil	AE	Guaratinguetá	SP
890142/2016	987,63	Requerimento de pesquisa	100 - req pesq/requerimento pesquisa protocolizado em 02/05/2016	Granigeo consultoria Ltda. Epp.	Saibro	Construção civil	AE	Paracambi	RJ
820897/2016	971,64	Requerimento de pesquisa	100 - req pesq/requerimento pesquisa protocolizado em 06/12/2016	Pedreira pedra negra Ltda.	Argila	Industrial	ADA	Pindamonhan gaba	SP
820096/2017	894,47	Requerimento de pesquisa	136 - req pesq/documento diverso protocolizado em 28/09/2017	Anuar de oliveira lauar engenharia	Areia	Construção civil	AE	Cachoeira paulista	SP
820526/2016	856,14	Autorização de pesquisa	209 - aut pesq/inicio de pesquisa comunicado em 11/08/2017	B. Marini mineradora me	Argila	Industrial	ADA	Barra mansa	SP
820600/2017	11,79	Requerimento de pesquisa	1274 - req pesq/req proveniente de cessão parcial protoc em 26/09/2017	Hidromineral la bananal	Argila	Industrial	ADA	Bananal	SP
820731/2017	24,08	Requerimento de pesquisa	100 - req pesq/requerimento pesquisa protocolizado em 06/11/2017	Mário collado amador	Gnaisse	Brita	AE	Pindamonhan gaba	SP
820821/1997	879,11	Requerimento de lavra	362 - req lav/prorrogação prazo exigência solicitado em 10/03/2016	Eco blasting servico e comercio Ltda	Gnaisse	Não informado	ADA	Pindamonhan gaba	SP
821413/1996	1000	Disponibilidade	136 - req pesq/documento diverso protocolizado em 28/10/2015	José ricardo koraicho	Quartzo	Não informado	ADA	Monteiro lobato	SP
821414/1996	1000	Disponibilidade	136 - req pesq/documento diverso protocolizado em 28/10/2015	José ricardo koraicho	Quartzo	Não informado	ADA	Monteiro lobato	SP
300087/2017	21,27	Disponibilidade	1828 - disponib/área descartada liberada para edital em 17/05/2017	Dado não cadastrado	Dado não cadastrado	Dado não cadastrado	ADA	Barra mansa	RJ
890056/2002	830,14	Disponibilidade	236 - aut pesq/documento diverso protocolizado em 24/02/2017	Ricardo fred schwarz pascoli	Quartzo	Construção civil	ADA	Pirai	RJ

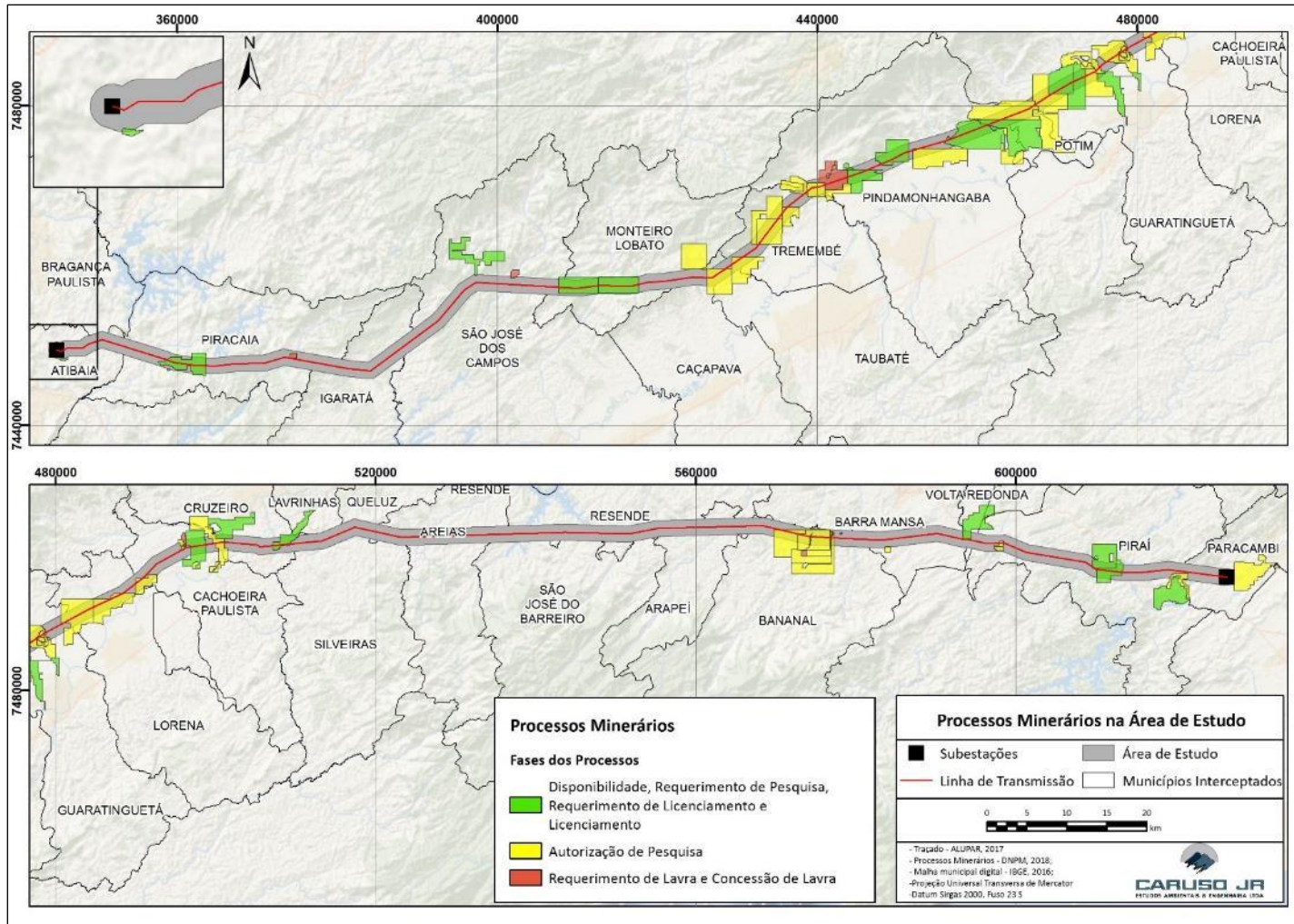


Figura 6.2.64. Espacialização dos processos minerários identificados na AE.

Para a identificação da situação legal dos processos identificados faz-se necessário o esclarecimento acerca do previsto no Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (e alterações), que institui o Código de Mineração, e que define em seu Art. 2º os regimes de aproveitamento das substâncias minerais, a saber:

- **Regime de Concessão:** Quando depender de portaria de concessão do Ministério de Minas e Energia;
- **Regime de Autorização:** Quando depender de expedição de alvará de autorização do Diretor-Geral do DNPM;
- **Regime de Licenciamento:** Quando depender de licença expedida em obediência a regulamentos administrativos locais e de registro da licença do DNPM;
- **Regime de Permissão de Lavra Garimpeira:** Quando depender de portaria de permissão do Diretor-Geral do DNPM; e
- **Regime de Monopolização:** Quando, em virtude de lei especial, depender da execução direta ou indireta do Governo Federal.

A seguir são detalhadas as atividades desenvolvidas no âmbito de cada fase do processo. Para fins de entendimento, de acordo com o art. 14º do Código de Mineração, entende-se como “pesquisa mineral” a execução dos trabalhos necessários à definição da jazida, sua avaliação e a determinação da exequibilidade do seu aproveitamento econômico, englobando trabalhos de campo e laboratório. Já a definição de “lavra” é dada pelo art. 36º do mesmo documento, onde é descrito que lavra é o conjunto de operações coordenadas objetivando o aproveitamento industrial da jazida, desde a extração das substâncias minerais úteis que contiver, até o beneficiamento das mesmas.

De acordo com os dados levantados para AE, verifica-se que os processos instaurados estão enquadrados em três regime de aproveitamento mineral, quais sejam:

- Regime de Licenciamento - inclui a fase de Requerimento de Licenciamento e Licenciamento;
- Regime de Autorização – incluem as fases de Requerimento de Pesquisa e Autorização de Pesquisa; e
- Regime de Concessão – incluem as fases de Requerimento de Lavra de Pesquisa e Concessão de Lavra.

A fase de Disponibilidade pode ser enquadrada tanto como Regime de Autorização quanto Regime de Concessão, a depender da finalidade do processo a ser instaurado no DNPM.

As informações disponibilizadas para os processos minerários incidentes na AE apontaram seis fases distintas de avanço dos processos minerários, conforme descritas a seguir:

- **Disponibilidade:** Os processos em disponibilidade fazem referência àqueles que extrapolaram os prazos definidos pelo DNPM e encontram-se disponíveis para prosseguimento do processo a partir da publicação de Editais.
- **Requerimento de licenciamento/Licenciamento:** Trata da elaboração de um requerimento para a obtenção da licença específica para os processos analisados pelo próprio município onde se localiza a área requerida. Tais processos são apenas informados ao DNPM, sendo efetivamente tratados pelo órgão regional, por se tratarem de extração de substâncias menos impactantes e em menor volume (areia, argila, etc.). Não dependem de plano de pesquisa e relatório de pesquisa para iniciar a extração, apenas registro (no DNPM) de licença específica emitida pelo município;
- **Requerimento de pesquisa:** Trata da elaboração de um plano de pesquisa para a definição da jazida pretendida, sujeita à aprovação do DNPM e contendo os elementos de instrução descritos nas disposições do art. 16º do Código de Mineração. Tem a finalidade de solicitar a autorização de pesquisa;
- **Autorização de pesquisa:** É um regime de aproveitamento mineral em que são executados os trabalhos voltados à definição da jazida, sua avaliação e a determinação da exequibilidade de seu aproveitamento econômico;
- **Requerimento de lavra:** Publicada a aprovação do Relatório Final de Pesquisa, o titular terá prazo determinado para requerer a Concessão de Lavra. O requerimento é acompanhado do Plano de Aproveitamento Econômico (PAE), no qual se exige o projeto técnico e industrial que define o plano de exploração, bem como o estudo de viabilidade econômica do empreendimento, além de mapas e plantas das edificações.
- **Concessão de lavra:** Estando o requerimento de autorização de lavra devidamente analisado e vistoriado, por técnico do Distrito do DNPM, caso essa lavra não for considerada prejudicial ao bem público ou com potencial de comprometer interesses que superem a utilidade da exploração industrial, é emitida a concessão de lavra. De

posse dessa, o titular pode realizar efetivamente o aproveitamento industrial da jazida, respeitando todas as disposições descritas no Capítulo III do Código de Mineração.

6.2.5.2. Análise e discussões

A distribuição dos processos minerários por fase na AE é apresentada a seguir na Figura 6.2.65. Conforme mencionado anteriormente, nessa faixa foram identificados 75 processos minerários, enquadrados em seis fases distintas. Destes 56% dos processos encontram-se na fase de Autorização de Pesquisa, 23% em Requerimento de Pesquisa, 7% em Requerimento de Licenciamento e Licenciamento, 5% em Disponibilidade, 5% em Concessão de Lavra e 4% em Requerimento de Lavra, conforme apresentado na Figura 6.2.65.

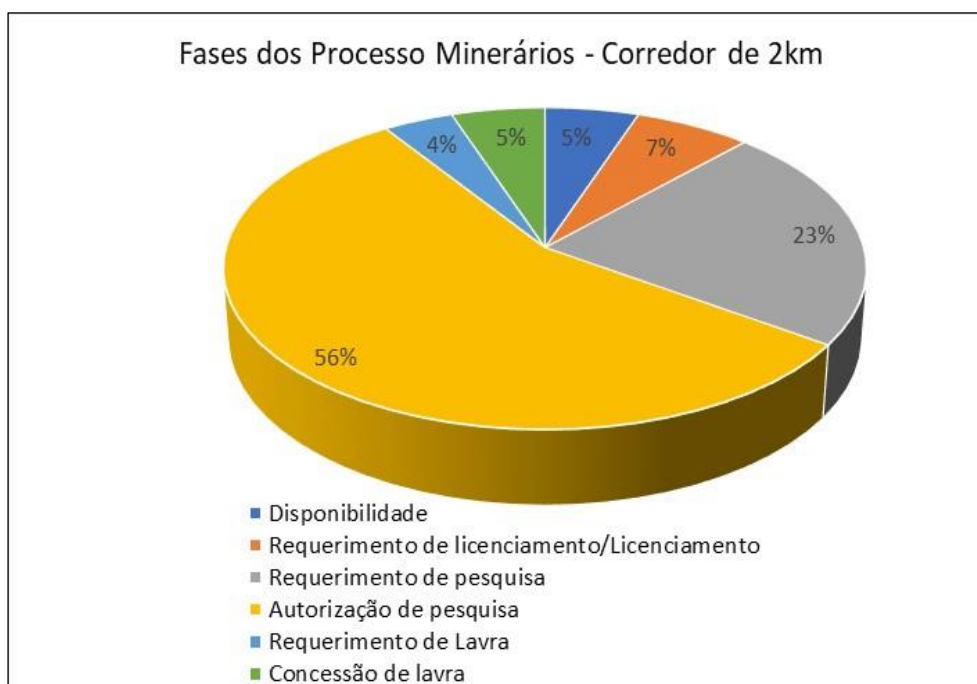


Figura 6.2.65. Distribuição dos processos minerários mapeados na AE, identificados por fase de avanço.

Já para a ADA, onde efetivamente deverá ser solicitado o bloqueio minerário para os processos que ali incidem, o gráfico da distribuição por fase, demonstrado na Figura 6.2.66, aponta, assim como para a AE, a incidência da maioria dos processos em fase de Autorização de Pesquisa (56%), seguido de Requerimento de Pesquisa (27%), Disponibilidade (9%), Concessão de Lavra (4%), Requerimento de Licenciamento/Licenciamento e Requerimento de Lavra, ambos com 2% cada.

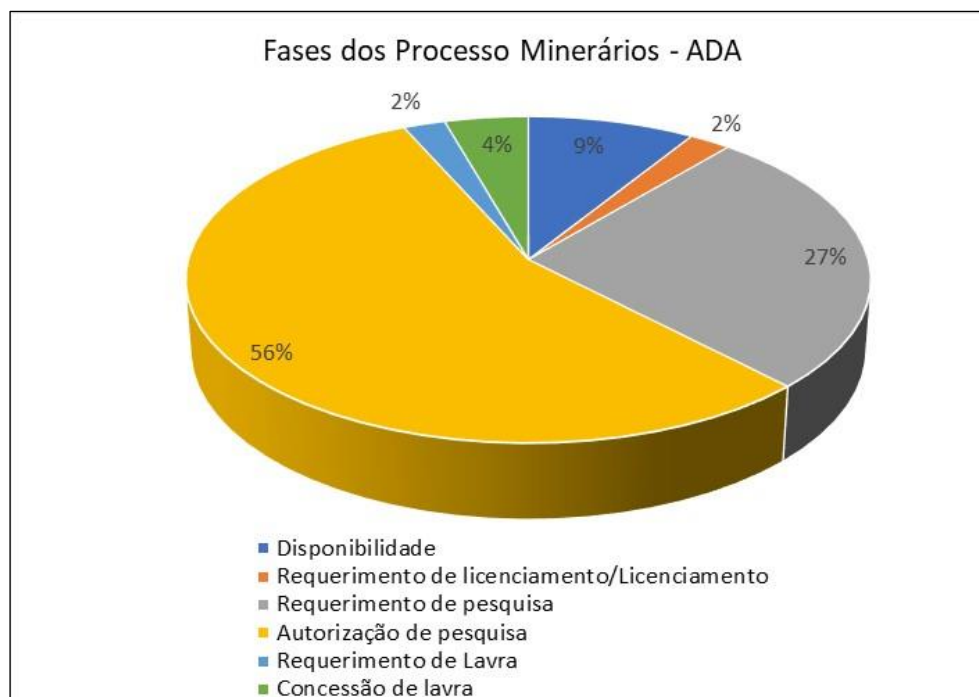


Figura 6.2.66. Distribuição dos processos minerários mapeados na ADA, identificados por fase de avanço.

Com vistas a enquadrar os processos minerários de acordo com o avanço das fases identificadas para a AE do empreendimento, a seguir no Quadro 6.2.16 apresenta-se a classificação dos processos segundo o seu grau de interferência, de acordo com o avanço da fase identificada em que o processo se encontra no DNPM.

Destaca-se que, embora o Regime de Licenciamento não necessite de pesquisa mineral, passando direto para a autorização, quando acatado o requerimento, os processos que se encontram nessa fase são ainda considerados de baixa interferência por se tratarem de explorações mais simples (extração de substâncias menos impactantes e em menor volume – limite máximo de 50ha).

Quadro 6.2.16. Enquadramento das fases de processo minerário, segundo o grau de avanço do aproveitamento mineral.

Grau de interferência	Fase	AE	ADA	Descrição
Baixa	Requerimento/Licenciamento, Requerimento de Pesquisa e Disponibilidade.	26	17	Correspondem às fases onde ainda não houveram investimentos significativos no processo minerário, uma vez que nenhuma atividade de campo fora realizada. Da mesma forma, a fase de Disponibilidade corresponde a um processo interrompido, onde não há previsão de ocorrência para sua retomada.
Média	Autorização de Pesquisa	42	25	Considerada como de média interferência, uma vez que nessa fase já é possível que tenha ocorrido o investimento necessário à pesquisa mineral, sendo mais relevante no contexto da solicitação do bloqueio mineral para aqueles processos que se sobrepõem a ADA do empreendimento.
Alta	Requerimento de Lavra e Concessão de Lavra	7	3	Considerada de alta probabilidade de interferência para o licenciamento, considerando que nessa etapa a pesquisa mineral já se encontra finalizada, tendo retornado um resultado positivo,

Grau de interferência	Fase	AE	ADA	Descrição
				uma vez que está sendo pleiteada a lavra para o polígono mineral. Apesar de essa fase ainda não permitir a extração mineral, já houve investimento no processo e, caso emitida a concessão, a atividade seria conflitante com o interesse/uso do empreendimento alvo do presente estudo

Nota-se que, para a ADA, a situação se mantém bastante semelhante à verificada na AE, com a maioria dos processos enquadrados como de baixa e média interferência. Todavia, quando comparada aos processos ativos na AE, observa-se uma significativa diminuição daqueles enquadrados de médio a alto grau, passando o somatório de ambos de 49 na AE para 28 processos na ADA, respectivamente.

Para os processos identificados na ADA deverá ser procedida a solicitação de bloqueio mineral, de forma a atender o que preconiza o Parecer PROGE nº 500/2008, que apresenta os procedimentos necessários quando a possibilidade de conflito entre a atividade de exploração de recursos minerais e de geração e transmissão de energia elétrica. O processo de bloqueio deverá ser instruído após atestada a viabilidade ambiental pela emissão da Licença Prévia (LP), sendo conduzido na fase de requerimento da Licença Ambiental de Instalação (LI).

6.2.6. PALEONTOLOGIA

A avaliação paleontológica consistiu em identificar *"in situ"*, as características geológicas, geomorfológicas e pedológicas do traçado da LT, a fim de se levantar os principais pontos e/ou intervalos passíveis de ocorrências fossilíferas, com vistas a um diagnóstico preliminar da AE, faixa de 280m para cada lado do eixo do traçado (30m da faixa de servidão acrescidos de faixa de segurança de 250m), visando a preservação e recuperação de eventuais registros paleontológicos que poderão ser seccionados durante a construção do empreendimento.

O diagnóstico focou nos afloramentos rochosos, contatos entre as diversas unidades litoestratigráficas, além das estruturas geológicas e feições geomorfológicas existentes. Ainda, pelo princípio da precaução e visando alcançar a máxima eficiência dos resultados nestes estudos prévios, foram inventariadas nomeadamente todas as sequências sedimentares, com potencialidade para a ocorrência de registros fósseis.

6.2.6.1. Procedimentos e métodos

Para a etapa preliminar dos estudos em gabinete, na qual foi realizada o inventário e compilação dos dados secundários e, por conseguinte, planificação da saída a campo, seguiu-se os seguintes trâmites: análise criteriosa do mapa geológico, cujas bases foram a Carta do Brasil ao Milionésimo (CPRM) e folhas Pindamonhangaba e Itajubá 1:100.000, executadas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, imagens do *software Google Earth*, detidas análises geológicas, geomorfológicas, paleontológicas, identificação e mapeamento dos acessos para as unidades litoestratigráficas de interesse seccionadas pelo empreendimento, além de um minucioso levantamento bibliográfico, tanto na Base PALEO – mantida pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) – quanto nos trabalhos acadêmicos realizados na região objeto desta área de estudo. A pesquisa de dados na base PALEO foi realizada para todas as unidades inseridas na AE, assim como para os municípios interceptados pela LT.

Em face dos sítios paleontológicos não configurarem áreas bem delineadas e as eventuais ocorrências fossilíferas serem notadamente pontuais, optou-se por definir as áreas de interesse para este estudo da seguinte forma:

ADA: área composta pela faixa de servidão, subestações, canteiros de obras e acessos. É de fato, a principal área de avaliação para os estudos específicos da avaliação paleontologia, havendo a necessidade de um detalhamento mais acurado face à uma possível interferência das obras junto aos depósitos fossilíferos passíveis de serem seccionados.

Faixa de Servidão: possui 30m para cada lado do eixo do traçado da LT, compondo uma faixa de 60m de largura;

AE Paleontologia: compõem a área de estudo onde foram focados os levantamentos de campo. Possui um “*buffer*” de 250m a partir do limite da faixa de servidão, ou seja, 280m a partir do eixo da LT para os seus dois lados, totalizando 560m de largura.

AE Geologia: é uma área maior de segurança, compreendendo um limite de 1km para cada lado do eixo da LT, constituindo uma faixa de 2km de largura. Foi utilizada para pontos de verificação geológica cuja localização estaria fora da AE Paleontologia.

Em campo a leitura crítica dos mapas geológicos possibilitou a identificação dos intervalos inseridos em unidades de alto e médio potencial paleontológico que, conjugado às imagens do *software Google Earth*, auxiliaram na localização e avaliação dos pontos e checagem do relevo, a fim de selecionar quebras topográficas onde pudessem ocorrer afloramentos ou contatos geológicos. A partir do cruzamento destes dados foram

selecionadas áreas para investigação paleontológica que refletem as unidades litoestratigráficas passíveis de ocorrências fossilíferas no empreendimento. Assim, foram investigados e descritos diversos pontos localizados nas áreas classificadas como de alto potencial fossilíferos ao longo da AE Paleontologia. Esta sistemática permitiu uma caracterização litológica, estrutural, geomorfológica e pedológica para uma melhor contextualização do padrão regional e, por conseguinte, estabelecer analogias com outras seções geológicas de interesse paleontológico. Todos os pontos investigados foram descritos, fotografados e georreferenciados com uso de receptor GPS.

O estudo referente à Avaliação das Potencialidades Paleontológicas foi executado em uma única etapa de campo, entre os dias 10 e 16 de novembro do ano de 2017. Considerando que a locação definitiva das torres se dará na fase de projeto executivo, o estudo em campo objetivou a seleção de intervalos com eventuais potencialidades paleontológicas tomando-se por base as unidades litoestratigráficas.

As áreas de domínio de sequências compostas por litologias ígneas, meta-ígneas ou metassedimentares de alto grau foram descartadas em razão da impossibilidade de preservação de fósseis. Diante do exposto, procurou-se analisar sobretudo as áreas com rochas sedimentares aflorantes da Bacia de Taubaté. Mesmo nestas áreas, a grande quantidade de cobertura de solos e depósitos lateríticos presentes dificultaram a delimitação definitiva dos trechos com real interesse paleontológico. O presente estudo definiu apenas o potencial para ocorrências fossilíferas dos litotipos presentes na Área de Estudo – AE.

Alguns trechos da AE Paleontologia, devido a compreender as áreas onde se intensificaram as investigações de campo tiveram seu potencial redefinido em relação às áreas da AE Geologia, levando-se em consideração o grau de intemperismo das unidades litoestratigráficas interferidas, a exemplo de alguns litotipos da Formação Tremembé.

6.2.6.2. Contexto Geológico Regional

Conforme descrito no 6.2.4.1- Geologia, o empreendimento está inserido geologicamente no contexto do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil – RCSB, que é uma feição tectônica de idade cenozoica. A partir do Jurássico Superior a região esteve sujeita aos fenômenos relacionados inicialmente à Reativação Wealdeniana (ALMEIDA, 1967), que evoluíram sucessivamente para a ruptura continental e abertura do Atlântico. Este processo tem início marcado pelo vulcanismo basáltico eocretáceo da Formação Serra Geral. De acordo com Riccomini et al. (2004) “admite-se hoje, de forma consensual, a existência de vínculo entre a instalação e desenvolvimento do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil com o Evento Sul-Atlântico”. Embora os

diferentes modelos propostos para a origem das bacias tafrogênicas presentes nessa feição, apresentem convergência ao relacioná-las com o tectonismo e a morfogênese que levaram à formação das serras do Mar e da Mantiqueira, não há consenso quanto aos seus mecanismos geradores. Por outro lado, são ainda pouco numerosos os estudos dedicados ao tectonismo deformador ou modificador dessas bacias, incluindo importante atividade neotectônica.

É nesse contexto geológico que a LT 500kV Fernão Dias - Terminal Rio está inserida, notadamente sobre litologias pré-cambrianas ígneas, metaígneas ou metassedimentares, submetidas a pressões e temperaturas que compõem um contexto tafonômico impróprio para a preservação de registros paleontológicos. Assim, apenas as litologias cenozoicas do Grupo Taubaté, presentes na porção central *Rift* Continental do Sudeste do Brasil, representadas pelas formações São Paulo, Resende e Tremembé, possuem contexto geológico compatíveis à fossilização.

6.2.6.2.1. Bacias tafrogênicas cenozóicas

Almeida (1976) havia originalmente englobado no Sistema de *Rifts* da Serra do Mar as bacias de Curitiba, São Paulo, Taubaté, Resende e o *Rift* da Guanabara, este incluindo a Bacia de Itaboraí. Riccomini (1989) ao definir o *Rift* Continental do Sudeste do Brasil - RCSB, acrescentou à feição a Bacia de Volta Redonda (Amador & Castro, 1976), no estado do Rio de Janeiro, a ocorrência de Bonfim, em São Paulo, localizada próxima à atual borda sudeste da Bacia de Taubaté, e as formações Alexandra (BIGARELLA et al., 1959), na região da Baía de Paranaguá, no Paraná, e Pariquera-Açu (BIGARELLA & MOUSINHO, 1965), no Vale do Rio Ribeira de Iguape, São Paulo. Almeida (1976) propôs ainda a existência de uma ligação pretérita, em uma única calha deposicional, das bacias de São Paulo, Taubaté, Resende e Volta Redonda, que viriam a ser posteriormente isoladas em decorrência do tectonismo deformador do *rift*. Sugeriu ainda a existência de continuidade entre as formações Alexandra e Pariquera-Açu, evidenciada pelas ocorrências de depósitos em topos de colinas e meias encostas, sob a forma de manchas isoladas, o que reforçaria a correlação anteriormente proposta por Bigarella et al. (1959). Também relacionou ao RSCB o então recém-definido Gráben de Sete Barras, contendo depósitos que foram separados da Formação Pariquera-Açu por serem considerados mais antigos (Melo et al., 1989). Riccomini & Coimbra (1992) incorporaram ao RSCB o Gráben de Barra de São João, reconhecido por Mohriak & Barros (1990) na região da plataforma continental, e uma nova área de ocorrência de sedimentos cenozoicos na região da Baía de Paranaguá, o Gráben de Guaraqueçaba. Mais recentemente, foram considerados como pertencentes ao RSCB os depósitos da área do Cafundó (MELLO et al., 1995), na região que separa as bacias sedimentares de

Resende e Volta Redonda, o Gráben de Cananéia (SOUZA et al.,1996), na região litorânea do sul de São Paulo, e a Bacia do Macacu (FERRARI & SILVA 1997), na área do Gráben da Guanabara.

No contexto mais atual, o *Rift* Continental do Sudeste do Brasil engloba as bacias de Curitiba, Taubaté, Itaboraí, Macacu, Resende, São Paulo e Curitiba e grábens de Barra de São João e Cananéia. Outras depressões dispõem de poucas informações.

Devido à uma possível origem comum destas bacias, é possível que possa existir uma correlação de seu potencial paleontológico, notadamente relacionados às formações Guabirota (Bacia de Curitiba), Tremembé, Resende e São Paulo (bacias de São Paulo, Taubaté, Volta Redonda e Resende). Das citadas unidades, apenas as formações Tremembé, São Paulo e Resende serão atravessadas pelo empreendimento. Embora estas unidades estejam presentes nas bacias de São Paulo, Resende, Volta Redonda e Taubaté, apenas esta última será interceptada pelo empreendimento.

A Formação Tremembé será atravessada pelo empreendimento entre os vértices MV 35 e MV 37, no município de Guaratinguetá/SP. Embora seja citada como de alto potencial paleontológico no registro bibliográfico, para a AE Paleontologia em questão, se mostrou bastante intemperizada, compondo espessos mantos de intemperismo, contendo solos profundos certamente impróprios à preservação de fósseis. Por este motivo, é seguro redefini-la como de médio potencial paleontológico na área de estudo.

A Formação São Paulo está distribuída no empreendimento entre os vértices MV 38 e MV 47, abrangendo os municípios de Guaratinguetá/SP, Lorena/SP e Cachoeira Paulista/SP, enquanto que a Formação Resende está presente apenas em um pequeno trecho no município de Guaratinguetá/SP, a nordeste do vértice MV 35.

6.2.6.3. Indicadores

Foram percorridos 1.096km em seis dias de investigação com uso de veículo 4x4. No total foram visitados 16 pontos de controle geológico/paleontológico inseridos nos municípios de Guaratinguetá, Lorena e Cachoeira Paulista, todos localizados no estado de São Paulo (Tabela 6.2.4). Apenas estes municípios apresentam unidades litoestratigráficas passíveis de ocorrências paleontológicas devido às suas litologias e idades serem compatíveis com a preservação de fósseis. Todos os pontos vistoriados estavam bem servidos por acessos.

Tabela 6.2.4. Pontos vistoriados na AE.

Ponto	Altitude	Data	Município	UF	Zona UTM	Norte	Leste	Cota
1	586	13/11/2017 12:27:18	Guaratinguetá	SP	23K	7480259	467834	586m
2	570	13/11/2017 13:21:14	Guaratinguetá	SP	23K	7481318	468878	570m
3	572	13/11/2017 13:44:16	Guaratinguetá	SP	23K	7482354	470787	572m
4	569	13/11/2017 11:23:44	Guaratinguetá	SP	23K	7485158	475660	569m
5	558	13/11/2017 10:36:11	Guaratinguetá	SP	23K	7487356	478927	558m
6	552	13/11/2017 10:12:41	Guaratinguetá	SP	23K	7487811	480742	552m
7	550	13/11/2017 08:52:09	Lorena	SP	23K	7490383	484777	550m
8	548	13/11/2017 08:32:33	Lorena	SP	23K	7491239	486720	548m
9	550	12/11/2017 16:20:45	Lorena	SP	23K	7491845	488081	550m
10	551	12/11/2017 15:59:30	Lorena	SP	23K	7492881	489560	551m
11	607	12/11/2017 15:20:05	Cachoeira Paulista	SP	23K	7494969	491752	607m
12	560	12/11/2017 13:50:44	Cachoeira Paulista	SP	23K	7496344	493721	560m
13	575	12/11/2017 13:08:04	Cachoeira Paulista	SP	23K	7497808	496507	575m
14	570	12/11/2017 12:53:55	Cachoeira Paulista	SP	23K	7498079	496151	570m
15	587	12/11/2017 12:06:31	Cachoeira Paulista	SP	23K	7498047	497557	587m
16	589	12/11/2017 11:16:58	Cachoeira Paulista	SP	23K	7498446	499798	589m

6.2.6.4. Dados de campo

A seguir são descritos os pontos vistoriados em campo para verificação do potencial paleontológico do empreendimento.

6.2.6.4.1. Ponto 01

Área de pastagem em relevo plano (Figura 6.2.67) no município de Guaratinguetá/SP, com cobertura de solo de granulometria arenosa e coloração marrom (Figura 6.2.68). De acordo com observações de cortes em estrada e erosões pode-se observar que o solo oriundo do intemperismo da Formação Tremembé é espesso, descartando desta maneira a possibilidade de ocorrências fossilíferas.



Figura 6.2.67. Área de pastagem com relevo plano do ponto 01, localizado no município de Guaratinguetá/SP.

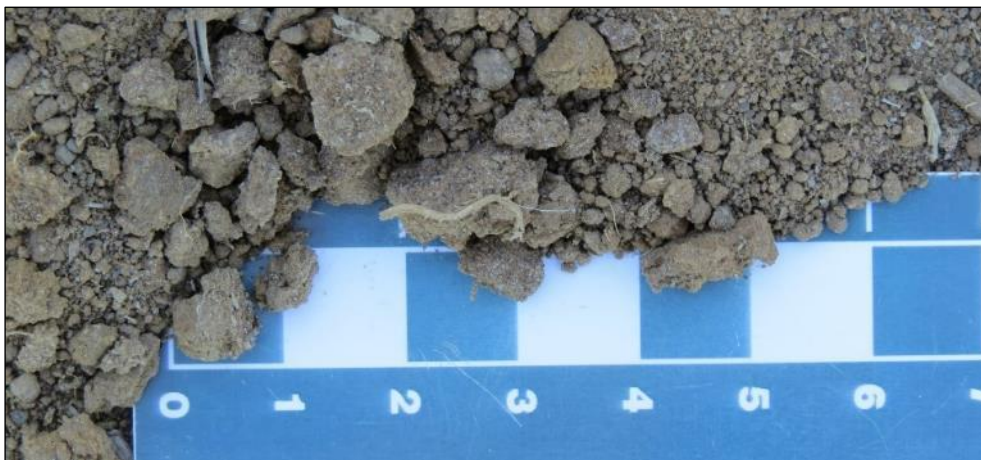


Figura 6.2.68. Solo arenoso presente no ponto 01.

6.2.6.4.2. Ponto 02

Área de pastagem em relevo plano no município de Guaratinguetá/SP, sendo possível observar ao norte a Serra da Mantiqueira (Figura 6.2.69), apresenta cobertura de solo espesso proveniente de alteração de litotipos da Formação Tremembé. Solo de granulometria arenosa e coloração marrom (Figura 6.2.70). Devido ao espesso manto de intemperismo observado na AE Paleontologia para estas regiões planas, torna-se imprópria a presença de fósseis e por conseguinte rebaixa para médio o seu potencial paleontológico.



Figura 6.2.69. Área de pastagem no município de Guaratinguetá/SP, onde foi descrito o ponto 02.



Figura 6.2.70. Solo arenoso característico do ponto 02.

6.2.6.4.3. Ponto 03

Área de pastagem em relevo plano no município de Guaratinguetá/SP (Figura 6.2.71). A cobertura de solo é proveniente de alteração de litologias da Formação Tremembé que se encontra bastante intemperizada na região, sem qualquer presença de afloramentos. O solo possui granulometria arenosa e coloração marrom (Figura 6.2.72). Face ao exposto e fundamentado na inexistência de fósseis em regiões de

solo espesso atribuídos a Formação Tremembé presentes na AE Paleontologia, toda a área entre o vértice MV 36 e o MV 38 foi rebaixada para médio potencial.



Figura 6.2.71. Área do ponto 03 no município de Guaratinguetá/SP.



Figura 6.2.72. Solo arenoso do ponto 03.

6.2.6.4.4. Ponto 04

O ponto representa a primeira área de interferência que o empreendimento secciona a Formação São Paulo em um segmento de aproximadamente 1km. É uma área de pastagem com relevo plano (Figura

6.2.73) no município de Guaratinguetá/SP, apresentando cobertura de solo de granulometria arenosa, de coloração marrom claro, com seixos arredondados de xisto, quartzo e outras litologias, incluindo grânulos lateríticos que recobrem comumente os litotipos da Formação São Paulo (Figura 6.2.74). Com base nas observações realizadas em cortes de estradas, com seções geológicas muito semelhantes a presente nesta área, ou seja, com amplo domínio de espessos solos, o que foi fator decisivo para rebaixar essa área como potencial paleontológico para médio.



Figura 6.2.73. Área de pastagem no município de Guaratinguetá/SP onde foi descrito o ponto 04.



Figura 6.2.74. Solo arenoso a granuloso observado no ponto 04.

6.2.6.4.5. Ponto 05

Área de pastagem (Figura 6.2.75) no município de Guaratinguetá/SP com cobertura de solo de granulometria arenosa, presença de seixos de quartzo arredondados e coloração marrom (Figura 6.2.76), tratando-se de possível intemperismo de rochas conglomeráticas atribuídas à Formação São Paulo. Devido à inexistência de informações de subsuperfície ou afloramentos da Formação São Paulo na área do ponto não foi possível determinar o potencial para ocorrências fósseis, tendo-se desta forma mantido como de alto potencial.



Figura 6.2.75. Área do ponto 05 no município de Guaratinguetá/SP.



Figura 6.2.76. Detalhe de solo característico do ponto 05.

6.2.6.4.6. Ponto 06

Área de pastagem com relevo plano (Figura 6.2.77) no município de Guaratinguetá/SP, apresenta cobertura de solo de granulometria areno-argilosa e coloração marrom proveniente do intemperismo de litotipos da Formação São Paulo (Figura 6.2.78). Foi possível observar em superfície rocha em elevado grau de meteorização, sendo necessária a avaliação de subsuperfície (sondagem geotécnica) para determinar a necessidade de monitoramento da área quando da etapa de fundações de bases de torres da LT.



Figura 6.2.77. Área do ponto 06 no município de Guaratinguetá/SP.



Figura 6.2.78. Detalhe de solo presente no ponto 06.

6.2.6.4.7. Ponto 07

Afloramento de arenito da Formação São Paulo bastante intemperizado, localizado em corte de estrada vicinal (Figura 6.2.79) no município de Lorena/SP, apresentando rocha de granulometria arenosa, média, coloração arroxeada, mosqueada de ocre com matizes cinza e branco (Figura 6.2.80). É possível que estas litologias sejam seccionadas durante as escavações das bases de torres, e consequentemente a possibilidade das ocorrências de fósseis haja vista o comprovado registro paleontológico citado na bibliografia de referência.



Figura 6.2.79. Afloramento de arenito em estrada vicinal no ponto 07.

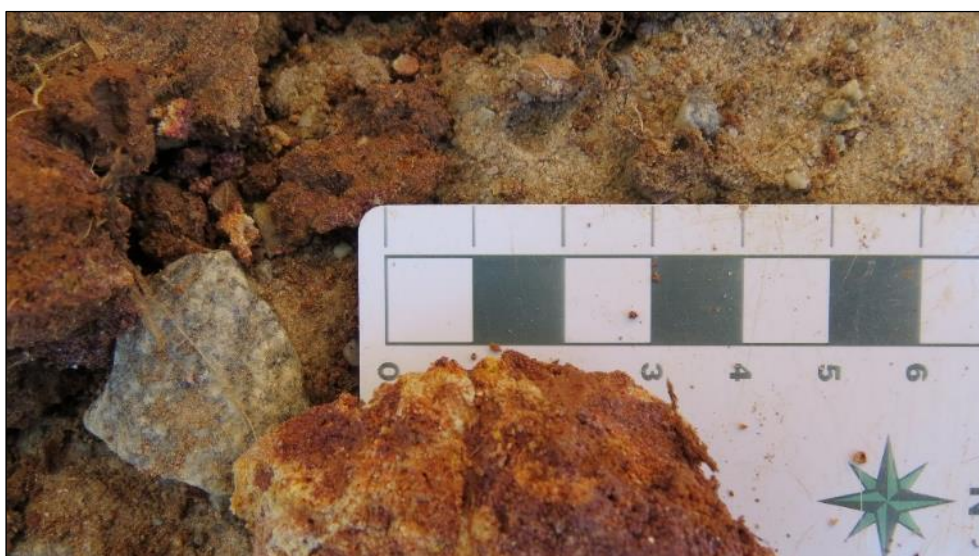


Figura 6.2.80. Arenito alterado característico do ponto 07.

6.2.6.4.8. Ponto 08

Talude às margens da rodovia SP-459 no município de Lorena/SP (Figura 6.2.81). O corte possui cerca de 10m de espessura e da base para o topo apresenta arenito argiloso creme sotoposto a arenito ocre mosqueado de vermelho (Figura 6.2.82). Em sua porção superior possui cobertura de solo arenoso marrom com cerca de 5m de espessura. Pelo princípio da precaução, mesmo com esta espessa cobertura de solo, manteve-se o potencial paleontológico como alto.



Figura 6.2.81. Afloramento em talude da SP-459 no município de Lorena/SP descrito no ponto 08.



Figura 6.2.82. Detalhe de arenito característico do ponto 08.

6.2.6.4.9. Ponto 09

Afloramento de argilito intemperizado pertencente à Formação São Paulo, observado em corte de estrada vicinal (Figura 6.2.83) no município de Lorena/SP, apresentando na base argilito de coloração arroxeada mosqueado de branco com 60cm de espessura (Figura 6.2.84). Sobrepondo, ocorre um argilito roxo com cerca de 20cm, recoberto por solo de coloração marrom avermelhado de cerca de 1,60m de espessura. Não foram identificados fósseis, porém o potencial paleontológico da unidade foi mantido.



Figura 6.2.83. Afloramento do Ponto 09 em corte de estrada no município de Lorena/SP.



Figura 6.2.84. Detalhe de argilito característico do ponto 09.

6.2.6.4.10. Ponto 10

Presença de arenito siltoso atribuído a Formação São Paulo (Figura 6.2.85) no município de Lorena/SP. A rocha possui coloração marrom, mosqueada de ocre, cinza e vermelho (Figura 6.2.86), posicionada a mais de 2m de profundidade, recoberta por solo arenoso de coloração marrom. Não foram identificados fósseis, entretanto foi mantido como alto o potencial paleontológico para esta região.



Figura 6.2.85. Afloramento de arenito da Formação São Paulo.

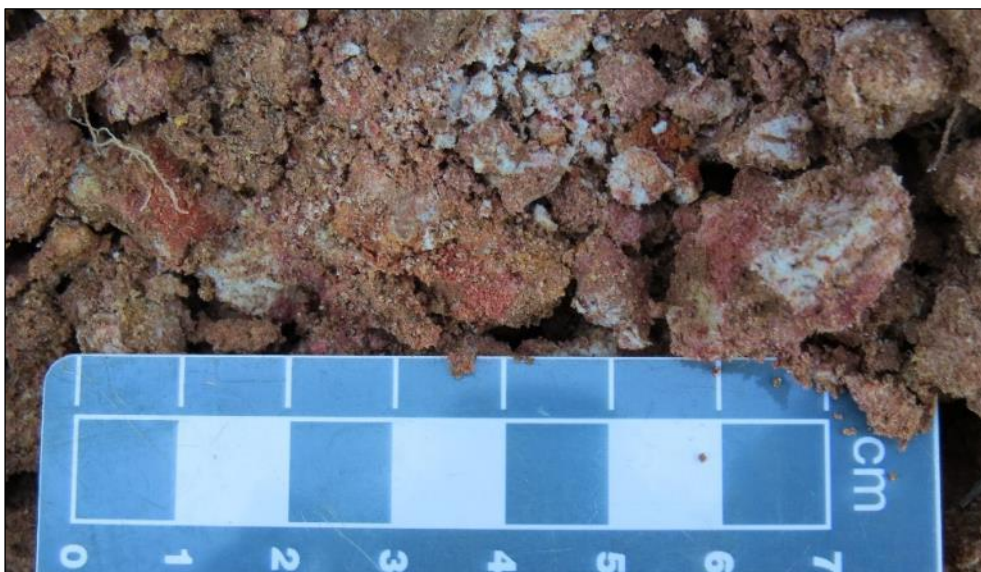


Figura 6.2.86. Detalhe de arenito proveniente do ponto 10.

6.2.6.4.11. Ponto 11

Área de pastagem (Figura 6.2.87) no município de Cachoeira Paulista/SP cujas características indicam cobertura de solo com mais de 3,5m de profundidade. Solo de granulometria arenosa fina a siltosa, de coloração marrom (Figura 6.2.88), embora seja pouco provável a presença de fósseis devido ao contexto pedológico, o potencial paleontológico da unidade foi mantido como alto até que se possa melhor caracterizá-la a partir das análises de sondagens geotécnicas durante o início da fase construtiva do empreendimento.



Figura 6.2.87. Área do ponto 11 no município de Cachoeira Paulista/SP.



Figura 6.2.88. Solo característico do ponto 11.

6.2.6.4.12. Ponto 12

Área de pastagem no município de Cachoeira Paulista/SP em região sem ocorrência de afloramentos (Figura 6.2.89). Apresenta cobertura de solo de granulometria fração areia muito fina e coloração marrom amarelado (Figura 6.2.90). Devido à impossibilidade de se constatar a presença de litotipos da Formação São Paulo em subsuperfície, o potencial paleontológico da unidade foi mantido para a região.



Figura 6.2.89. Área do ponto 12 em pastagens no município de Cachoeira Paulista/SP.

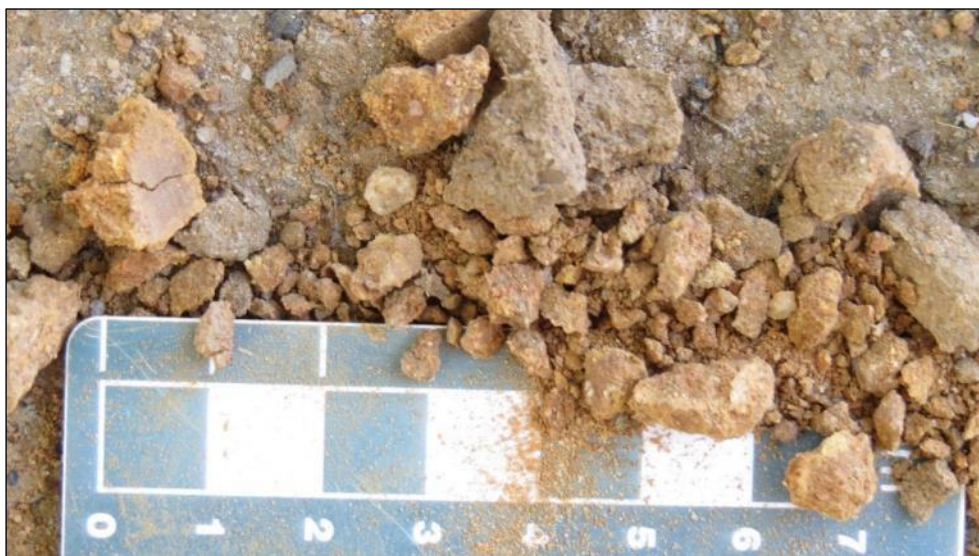


Figura 6.2.90. Detalhe de solo do ponto 12.

6.2.6.4.13. Ponto 13

Afloramento em corte de rodovia no município de Cachoeira Paulista/SP com 5m de espessura (Figura 6.2.91) mostrando do topo para a base com espessura de 1,8m, capa de solo de granulometria areno-argilosa, coloração marrom claro a ocre, sotoposto a este nível e com cerca de 1,5m ocorre conglomerado clasto-suportado com seixos de quartzo e matriz fração areno-argilosa. A porção inferior da seção é constituída por arenito creme, mosqueado de ocre e vermelho, com nódulos de arcóseo (Figura 6.2.92). Este contexto, remete à Formação São Paulo, embora não tenha sido encontrado fósseis, manteve-se o potencial paleontológico alto, uma vez que essa unidade será atravessada durante a fase construtiva da LT, a qual foram encontrados ocorrência de fósseis na bibliografia consultada.



Figura 6.2.91. Afloramento de arenito da Formação São Paulo no ponto 13, no município de Cachoeira Paulista/SP.

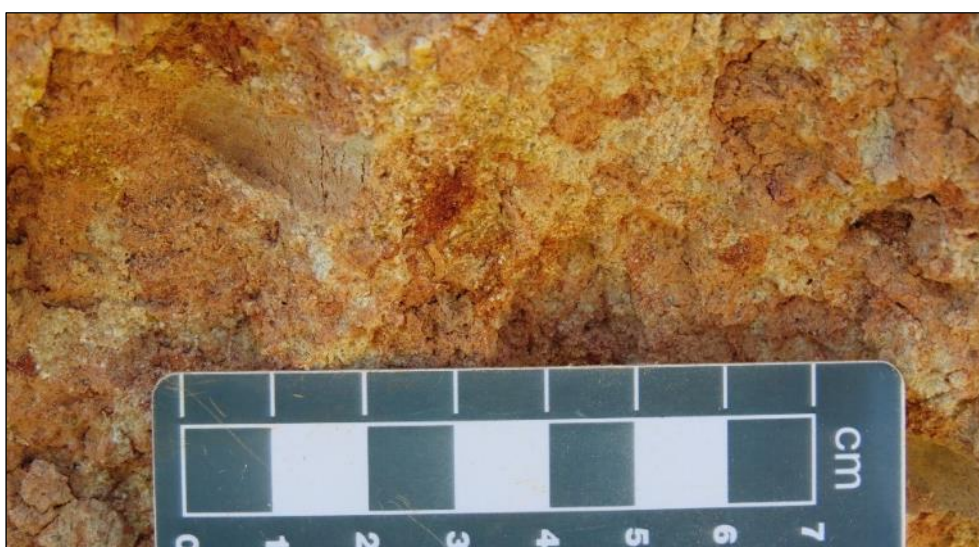


Figura 6.2.92. Detalhe de arenito proveniente do ponto 13.

6.2.6.4.14. Ponto 14

Afloramento de litologias da Formação São Paulo apresentando granodecrescência descendente (Figura 6.2.93). Na porção inferior presença de argilito arroxeadado, sobreposto por argilito de coloração amarelada, mosqueado de branco e roxo, contendo bastante caulim. Rumo ao topo, ocorre siltito cinza e uma cobertura de solo ocre (Figura 6.2.94). A rocha está a uma profundidade média entre 2 a 4m. Não foram

identificados fósseis durante a investigação, porém o potencial paleontológico da unidade foi mantido devido à presença dos litotipos da Formação São Paulo em subsuperfície.



Figura 6.2.93. Afloramento de litologias da Formação São Paulo, no município de Cachoeira Paulista/SP.



Figura 6.2.94. Rochas características da Formação São Paulo no ponto 14.

6.2.6.4.15. Ponto 15

Área de plantio de eucalipto em relevo de baixas colinas arredondadas (Figura 6.2.95) no município de Cachoeira Paulista/SP. Ocorre em superfície solo de granulometria arenosa e coloração amarelada (Figura 6.2.96), proveniente de intemperismo da Formação São Paulo. Devido à impossibilidade de definição da profundidade da rocha em subsuperfície, o potencial paleontológico foi mantido em alto, até que se faça na próxima etapa uma campanha de sondagem e melhor avaliação dessa área.



Figura 6.2.95. Área do ponto 15.

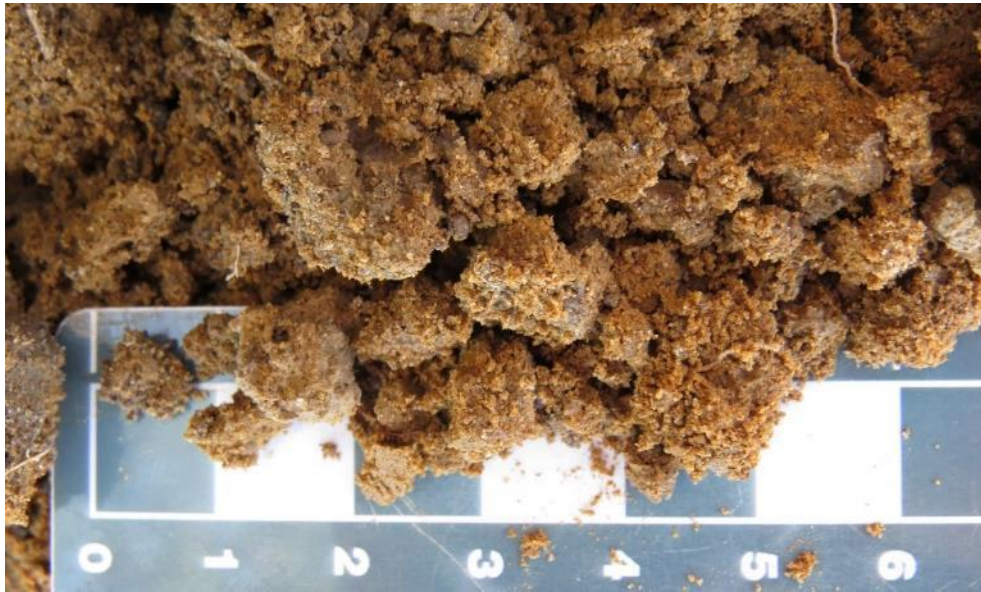


Figura 6.2.96. Detalhe de solo característico do ponto 15.

6.2.6.4.16. Ponto 16

Área de pastagem no município de Cachoeira Paulista/SP em vertente de colina (Figura 6.2.97), com presença de cobertura de solo arenoso de coloração marrom (Figura 6.2.98) comuns à pedogênese de litologias da Formação São Paulo. Não ocorrem afloramentos na área, não tendo sido possível definir a espessura de solo, desta forma o potencial da unidade foi mantido como alto para a Formação São Paulo até que se tenha acesso a dados de sondagens para uma melhor avaliação.



Figura 6.2.97. Área do ponto 16, localizado no município de Cachoeira Paulista/SP.



Figura 6.2.98. Solo característico do ponto 16.

6.2.6.5. Potencial paleontológico do empreendimento

Como foi exposto nos capítulos anteriores, a LT 500kV Fernão Dias - Terminal Rio está inserida notadamente sobre litologias pré-cambrianas ígneas, meta-ígneas ou metassedimentares, submetidas a pressões e temperaturas que compõem um contexto tafonômico impróprio à preservação de registros paleontológicos. Apenas as litologias cenozoicas representadas pelo Grupo Taubaté são passíveis de ocorrências fossilíferas.

De acordo com a busca textual executada somado aos registros paleontológicos da base PALEO da CPRM (2017), apenas a Formação Tremembé possui registros paleontológicos descritos na bibliografia especializada.

A pesquisa na base PALEO foi executada tanto para as unidades litoestratigráficas interferidas quanto para os municípios interceptados pela LT. A busca por municípios revelou 35 registros para Tremembé/SP, 90 registros em São José dos Campos/SP e um em Monteiro Lobato/SP. Desses, apenas os de Tremembé estão relacionados às unidades presentes na AE de Paleontologia com potencial para achados paleontológicos, estando os demais localizados a mais de 14km do empreendimento. A busca a partir dos registros mapeados por unidades litoestratigráficas retornou apenas os mesmos 35 registros da Formação Tremembé, todos distantes a cerca de 9,1km da diretriz do empreendimento, uma vez que estão concentrados em um único sítio (Fazenda Santa Fé), conforme Quadro 6.2.17.

Quadro 6.2.17. Ocorrências fósseis da base PALEO de acordo com as unidades litoestratigráficas interferidas pelo empreendimento.

Identificação	Localidade	Unidade Litoestratigráfica	Material	Macrofósseis
CPRJ003329	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Placa fixa da carapaça dorsal	cingulata, dasypodidae, eocoloeophorus gliptodontoides, mammalia
CPRJ003342	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Placa fixa da carapaça dorsal	cingulata, dasypodidae, eocoloeophorus gliptodontoides, mammalia
CPRJ003317	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Placa fixa da carapaça dorsal	cingulata, dasypodidae, eocoloeophorus gliptodontoides, mammalia
CPRJ003325	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Placa fixa da carapaça dorsal	cingulata, dasypodidae, eocoloeophorus gliptodontoides, mammalia
CPRJ003326	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	17 placas (fixas e móveis) da carapaça dorsal	cingulata, dasypodidae, eocoloeophorus gliptodontoides, mammalia
CPRJ003327	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Placa fixa da carapaça dorsal	cingulata, dasypodidae, eocoloeophorus gliptodontoides, mammalia
CPRJ003331	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Dente molariforme (superior?)	cingulata, dasypodidae, eocoloeophorus gliptodontoides, mammalia
CPRJ003335	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Placa móvel da carapaça dorsal	cingulata, dasypodidae, eocoloeophorus gliptodontoides, mammalia
CPRJ003336	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Placa móvel da carapaça dorsal	cingulata, dasypodidae, eocoloeophorus gliptodontoides, mammalia
CPRJ003337	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Placa móvel da carapaça dorsal	cingulata, dasypodidae, eocoloeophorus gliptodontoides, mammalia
CPRJ003308	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Canino inferior esquerdo	mammalia, metatheria, proborhyaenidae, proborhyaenidae indet.
CPRJ003314	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Fragmento distal de fêmur direito	cingulata, dasypodidae, eocoloeophorus gliptodontoides, mammalia
CPRJ003315	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Dente molariforme	cingulata, dasypodidae, eocoloeophorus gliptodontoides, mammalia

Identificação	Localidade	Unidade Litoestratigráfica	Material	Macrofósseis
CPRJ003332	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Placa móvel da carapaça dorsal	cingulata, dasypodidae, eocoloeophorus gliptodontoides, mammalia
CPRJ003338	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Placa móvel da carapaça dorsal	cingulata, dasypodidae, eocoloeophorus gliptodontoides, mammalia
CPRJ003340	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Placa fixa da carapaça dorsal	cingulata, dasypodidae, eocoloeophorus gliptodontoides, mammalia
CPRJ003341	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Placa fixa da carapaça dorsal	cingulata, dasypodidae, eocoloeophorus gliptodontoides, mammalia
CPRJ003311	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Tíbia esquerda incompleta, tíbia direita fragmentada, fíbula direita fragmentada, duas vértebras caudais e uma falange	mammalia, metatheria indet.
CPRJ003312	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Tíbia esquerda fragmentada, fíbula esquerda fragmentada, astrágalo esquerdo, calcâneo esquerdo, vértebra lombar fragmentada, falanges do pé esquerdo	hathliacynidae indet., mammalia, metatheria
CPRJ003320	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Placa fixa da carapaça dorsal	cingulata, dasypodidae, eocoloeophorus gliptodontoides, mammalia
CPRJ003322	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Placa fixa da carapaça dorsal	cingulata, dasypodidae, eocoloeophorus gliptodontoides, mammalia
CPRJ003339	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Placa móvel da carapaça dorsal	cingulata, dasypodidae, eocoloeophorus gliptodontoides, mammalia
CPRJ003313	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Fragmento proximal de fêmur esquerdo	cingulata, dasypodidae, eocoloeophorus gliptodontoides, mammalia
CPRJ003316	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Placa móvel da carapaça dorsal	cingulata, dasypodidae, eocoloeophorus gliptodontoides, mammalia
CPRJ003318	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Placa fixa da carapaça dorsal	cingulata, dasypodidae, eocoloeophorus gliptodontoides, mammalia

Identificação	Localidade	Unidade Litoestratigráfica	Material	Macrofósseis
CPRJ003319	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Placa fixa da carapaça dorsal	cingulata, dasypodidae, eocoloeophorus gliptodontoides, mammalia
CPRJ003323	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Placa móvel da carapaça dorsal	cingulata, dasypodidae, eocoloeophorus gliptodontoides, mammalia
CPRJ003330	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Placa fixa da carapaça dorsal	cingulata, dasypodidae, eocoloeophorus gliptodontoides, mammalia
CPRJ003321	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Placa fixa da carapaça dorsal	cingulata, dasypodidae, eocoloeophorus gliptodontoides, mammalia
CPRJ003324	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Placa fixa da carapaça dorsal	cingulata, dasypodidae, eocoloeophorus gliptodontoides, mammalia
CPRJ003334	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Placa móvel da carapaça dorsal	cingulata, dasypodidae, eocoloeophorus gliptodontoides, mammalia
CPRJ003309	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Canino superior direito	mammalia, metatheria, proborhyaenidae, proborhyaenidae indet.
CPRJ003310	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Fragmento de maxilar direito com M2 e M3	mammalia, metatheria, proborhyaenidae, proborhyaenidae indet.
CPRJ003328	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Placa fixa da carapaça dorsal	cingulata, dasypodidae, eocoloeophorus gliptodontoides, mammalia
CPRJ003333	Fazenda Santa Fé	Formação Tremembé	Placa móvel da carapaça dorsal	cingulata, dasypodidae, eocoloeophorus gliptodontoides, mammalia

Fonte: Elaborado a partir de CPRM, 2017.

Embora a Base PALEO só tenha indicado a ocorrência de 35 registros fósseis, a pesquisa bibliográfica apontou a existência de incontáveis fósseis retirados da Formação Tremembé. Estes, estão representados por peixes, mamíferos e vegetais diversos, presentes notadamente nos folhelhos pirobetuminosos da unidade. Os primeiros registros paleontológicos desta unidade são de 1898, constituindo peixes fósseis tais como: *Arius iheringi n. sp.*; *Tetragonopterus avus, n. sp.*; *Tetragonopterus ligniticus n. sp.*; *Percichthys antiquus n. sp.* e *Acara sp.* Esses fósseis estão associados a dois sítios Paleontológico do SIGEP (sítio 78 e sítio 87)

Um sítio denominado Jazigo Rodovia Quiririm - Campos do Jordão, km 11, em Tremembé/SP, localizado a cerca de 5,2km do empreendimento, contendo macrofósseis de vegetais do Terciário, está

registrado na Comissão Brasileira de Sítios Arqueológicos – SIGEP/CPRM como sítio 87. Localiza-se na rodovia estadual Floriano Rodrigues Pinheiro (SP-123), quilômetro 11 (Rodovia de Quiririm a Campos do Jordão), no município de Campos do Jordão, fora da AE Paleontologia (Figura 6.2.99).

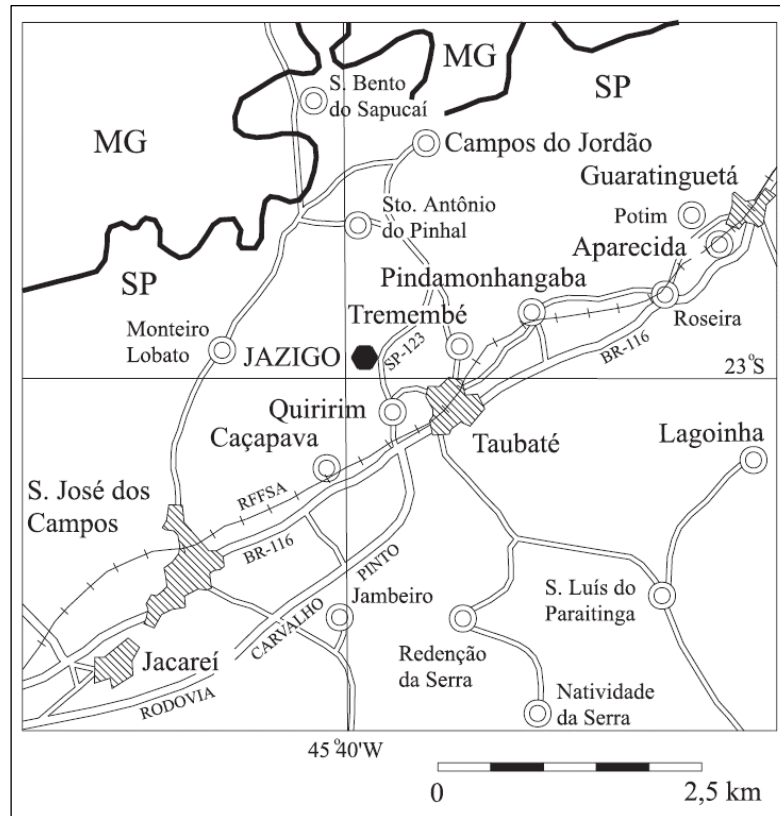


Figura 6.2.99. Localização do jazigo da rodovia estadual Floriano Rodrigues Pinheiro (SP-123), quilômetro 11 (Rodovia de Quiririm a Campos do Jordão). Fonte: SIGEP 87, 2002

As primeiras formas identificadas no sítio 87 foram insetos do gênero *Archaeolycorea?* sp. e da espécie *Nepticula almeidae* (MARTINS-NETO 1989) e o crustáceo designado *Propalaemon longispinata* (MARTINS-NETO & MEZZALIRA, 1989; 1991), porém o grande potencial do sítio se trata da paleoflora, com mais de 1600 espécimes coletados de diversos gêneros vegetais.

O mais vasto registro da Formação Tremembé está relacionado a outra localidade, registrada no SIGEP/CPRM como “Sítio Fazenda Santa Fé” (SIGEP 78), no município de Tremembé/SP, porém fora da AE de Paleontologia, a cerca de 5,2km da diretriz da LT. É considerado como a maior associação de fósseis do Terciário Brasileiro, envolvendo microfósseis, icnofósseis, invertebrados, vertebrados e vegetais preservados por diferentes processos de fossilização, em sedimentos finos (folhelhos e argilas) de ambiente lacustre, atribuído ao Oligoceno, dos quais alguns são citados também pela base PALEO/CPRM (Quadro 6.2.17).

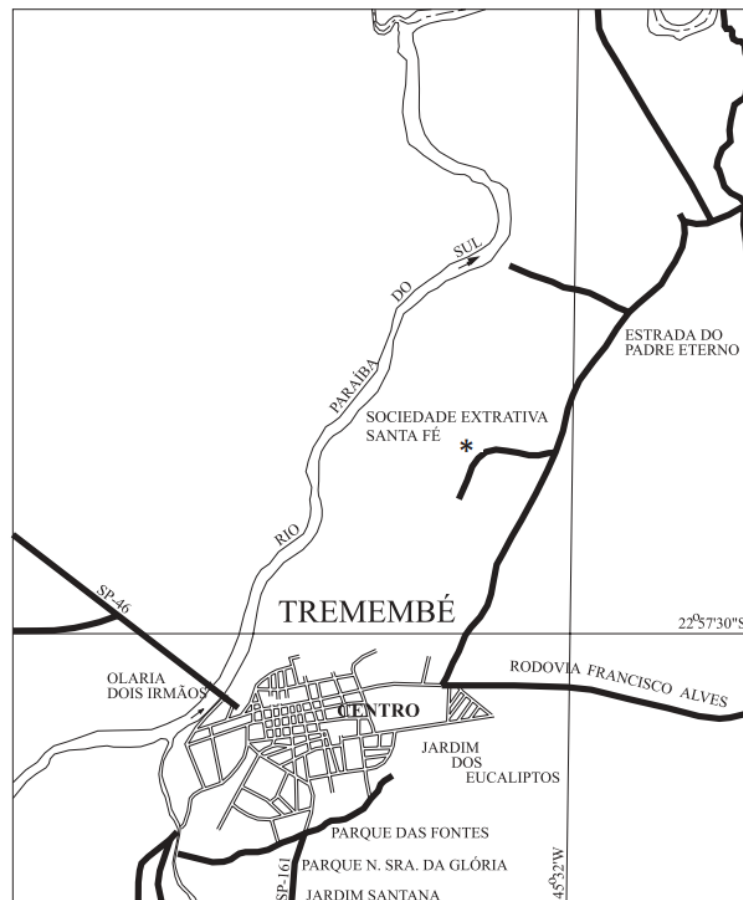


Figura 6.2.100: Localização do sítio fossilífero da “Extrativa Santa Fé” SIGEP 78. *sítio fossilífero. Fonte: SIGEP 78 (2002).

Embora os registros das Formações São Paulo e Resende sejam escassos, sendo o primeiro relacionado a lenhos e o segundo a palinórfos, estas unidades possuem idades semelhantes à da Formação Tremembé e podem abrigar o mesmo conteúdo paleontológico, ainda que não ocorram os folhelhos pirobetuminosos fossilíferos.

6.2.6.6. Síntese conclusiva e recomendações

Durante a investigação que deu origem a este diagnóstico de Avaliação das Potencialidades Paleontológicas, comprovou-se que grande parte do traçado está inserido sobre litologias afossilíferas, compostas por granitos e gnaisses ou em substratos provenientes de seu intemperismo. Muitas áreas de domínio das litologias metassedimentares de alto grau metamórfico, também foram atravessadas e não representam potencial paleontológico. Apenas as formações atribuídas ao Grupo Taubaté podem apresentar ocorrências paleontológicas, entretanto, estas unidades se fazem presentes na área do empreendimento por

espessos mantos de intemperismo, gerando solos profundos associados a regiões bastante planas, em áreas de pastagem. De acordo com a pesquisa bibliográfica, apenas a Formação Tremembé possui registro paleontológico considerável, além de menções a lenhos fósseis da Formação São Paulo e a palinomorfos da Formação Resende.

De maneira a tornar mais compreensível e objetiva a avaliação aqui apresentada, definiu-se quatro classes de potencialidades paleontológicas para a área de estudo:

1ª Alto Potencial Paleontológico: Se tratam de unidades litoestratigráfica com comprovado registro de fósseis na bibliografia especializada. Entre as unidades presentes estão inseridas nesta classe as Formações Tremembé, São Paulo e Resende. Embora parte dos litotipos da Formação Tremembé tenha sido redefinidos para de médio potencial na AE Paleontologia, as torres que estiverem inseridas nestas áreas necessitarão de monitoramento sistêmico por equipe de especialistas durante a fase construtiva, caso se confirme o potencial fossilífero nessas áreas. A necessidade ou não deste monitoramento, porém, estará vinculado à avaliação dos dados de sondagens geotécnica de cada torre. Apenas serão selecionadas as torres cujas sondagens indicarem presença de rochas até uma profundidade máxima de 3,5m, haja vista que em rochas abaixo dessa profundidade o resgate de fósseis é inviável.

2ª Médio Potencial Paleontológico: não necessitarão de monitoramento sistemático, porém durante suas escavações será necessária uma atenção maior das equipes, haja vista a possibilidade de achados fortuitos relacionados a fauna pleistocênica ou outro registro da fauna e flora cenozoica. Estão inseridas nesta classe os depósitos de terraços na AE Paleontologia.

3ª Baixo Potencial Paleontológico: São todas as demais unidades sedimentares e metassedimentares, estando estas liberadas para escavação sem acompanhamento paleontológico.

4ª Potencial Paleontológico Inexistente: São todas as unidades ígneas e meta-ígneas, estando estas totalmente liberadas para escavação.

Como resultado dessa investigação foi produzido um mapa de manchas, compreendendo as quatro classes de potencial paleontológico definidas neste estudo, contendo as áreas com real interesse paleontológico na AE Paleontologia, onde deverão concentrar as ações a serem contempladas para preservação do patrimônio paleontológico da Linha de Transmissão 500kV Fernão Dias – Terminal Rio, preliminarmente elencados no item 6.2.6.6.1 - Recomendações. Este resultado também está descrito na Tabela 6.2.5, que apresenta a classificação de acordo com o grau de avaliação das potencialidades paleontológicas, identificada por trecho da LT.

Tabela 6.2.5. Síntese dos resultados da Avaliação das Potencialidades Paleontológicas da LT 500kV Fernão Dias - Terminal Rio

Potencial Paleontológico	Km Inicial	km Final
Inexistente	0,00	193,15
Baixo	193,15	248,01
Médio	248,01	275,55
Alto	275,55	299,24
Médio	299,24	300,30

As informações com identificação das manchas de potencialidades paleontológicas para o empreendimento, resultado da avaliação do contexto litológico somado à investigação de campo, é apresentado na Figura 6.2.101, enquanto que no Caderno de Mapas é apresentado o Mapa 6.2.9. Mapa de Potencial Paleontológico, cujas informações são disponibilizadas em escala de maior detalhe.



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

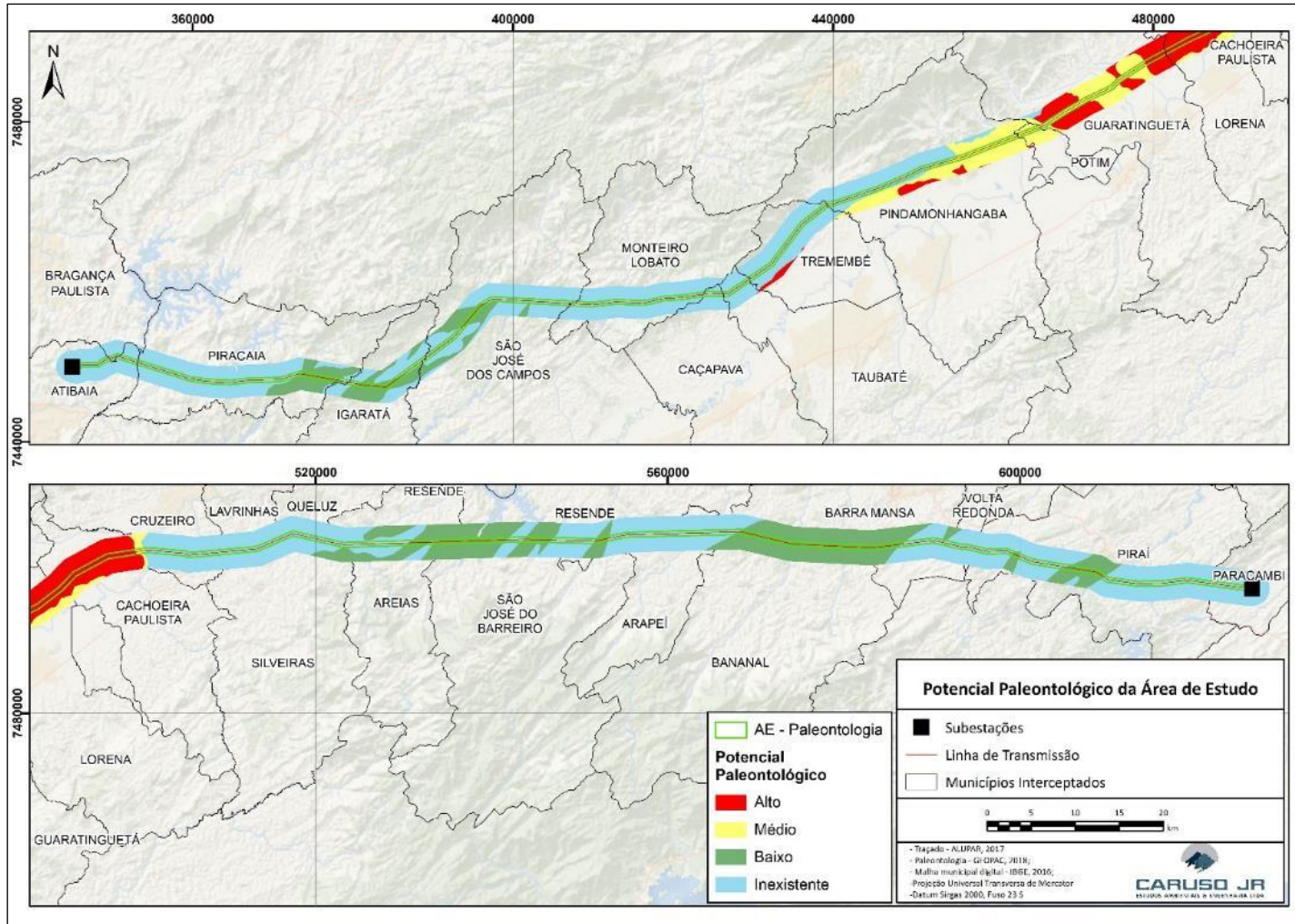


Figura 6.2.101. Potencial paleontológico identificado para AE de Paleontologia.

6.2.6.6.1. Recomendações

Haja vista a comprovada presença de fósseis associados à Formação Tremembé que é cronocorrelata às formações São Paulo e Resende, com possibilidades de ocorrências paleontológicas, torna-se imprescindível a implantação de ações de proteção para o patrimônio paleontológico passível de ser interferido pelo empreendimento em consonância ao que pressupõem o IBAMA e o Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, atual Agência Nacional de Mineração. Nesse sentido, propõe-se as ações descritas na sequência, a serem realizadas no âmbito do Programa de Prospecção, Monitoramento e Resgate do Patrimônio Paleontológico:

- Treinamento de reconhecimento de fósseis para as equipes de escavação das fundações de torres;
- Avaliação de dados de sondagens geotécnicas;
- Monitoramento e salvamento paleontológico, este último quando aplicável.

6.2.7. ESPELEOLOGIA

No âmbito da espeleologia, o traçado não intercepta nenhuma região cárstica de relevância nacional, estando a mais próxima associada ao Grupo Açungui (Província Mantiqueira), em distância superior a 50km do traçado da LT (Figura 6.2.102). Recentemente foram identificadas diversas cavidades em granito e gnaisses no norte do município de Resende, no estado do Rio de Janeiro, porém estão muito distantes do empreendimento, cerca de 30km, onde constam áreas da Serra da Mantiqueira com comprovado potencial espeleológico.

De acordo com o mapa de potencial para ocorrência de cavernas no Brasil, produzido por Jansen et al. (2012) (Figura 6.2.103) e adotado pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas – CECAV, ocorrem na Área de Estudo regiões cujos potenciais espeleológicos foram definidos como Alto e Muito Alto. Essas áreas identificadas como de significativo potencial espeleológico serão seccionadas pela futura LT, corroborando para a necessidade de elaboração deste estudo espeleológico.

Levando-se em consideração o macro contexto geológico, grande parte do empreendimento atravessa litologias do embasamento cristalino muito antigas, representadas por gnaisses e granitos com baixo potencial para formação de cavernas. Mesmo essas litologias, quando classificadas pelo CECAV como de Muito

Alto ou Alto potenciais, face à possibilidade de ocorrência de litologias carbonáticas, também foram alvo de investigação em campo para compor o presente estudo.

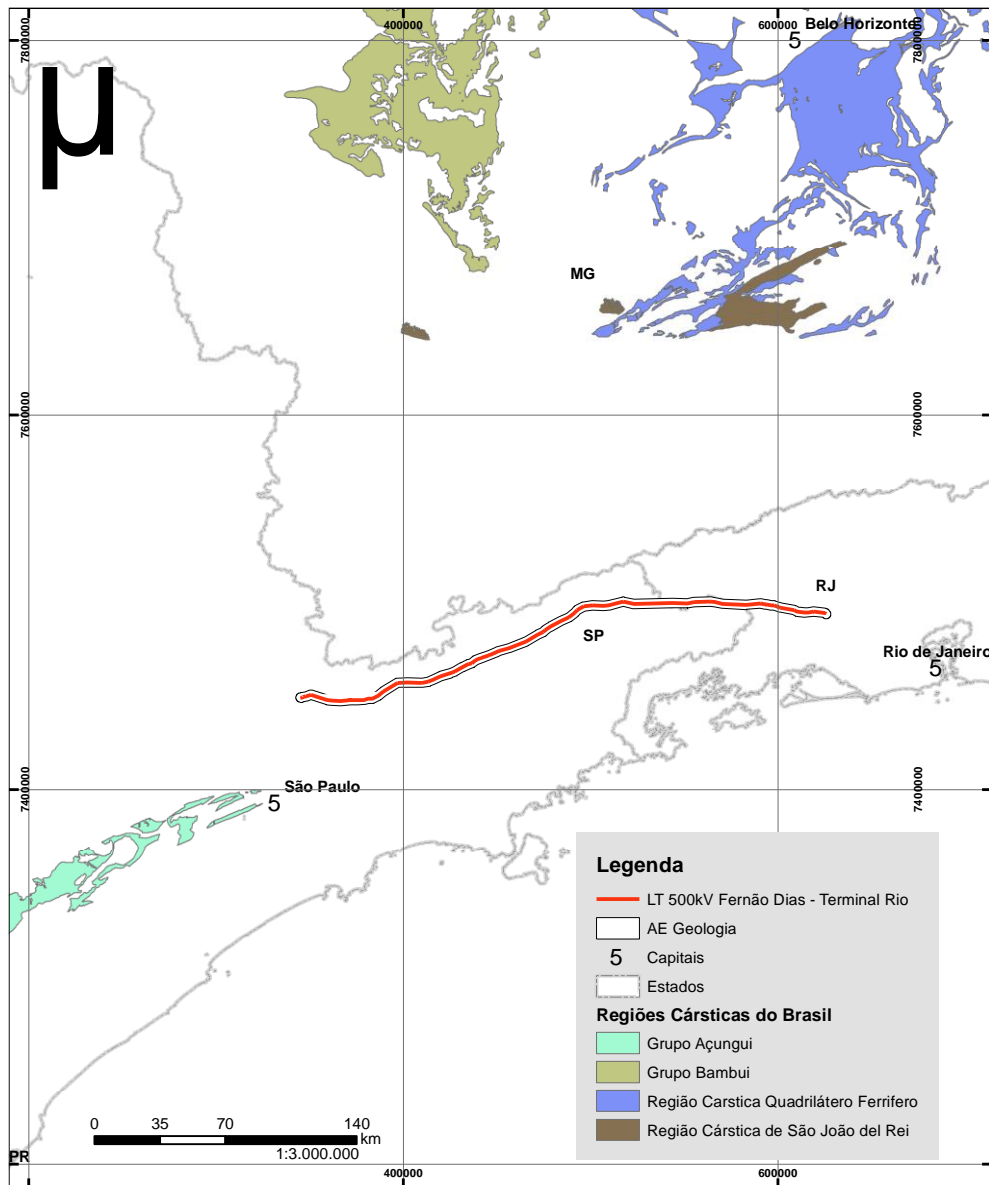


Figura 6.2.102. Identificação das regiões cársticas em relação à localização do empreendimento. Fonte: CECAV, 2009.



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

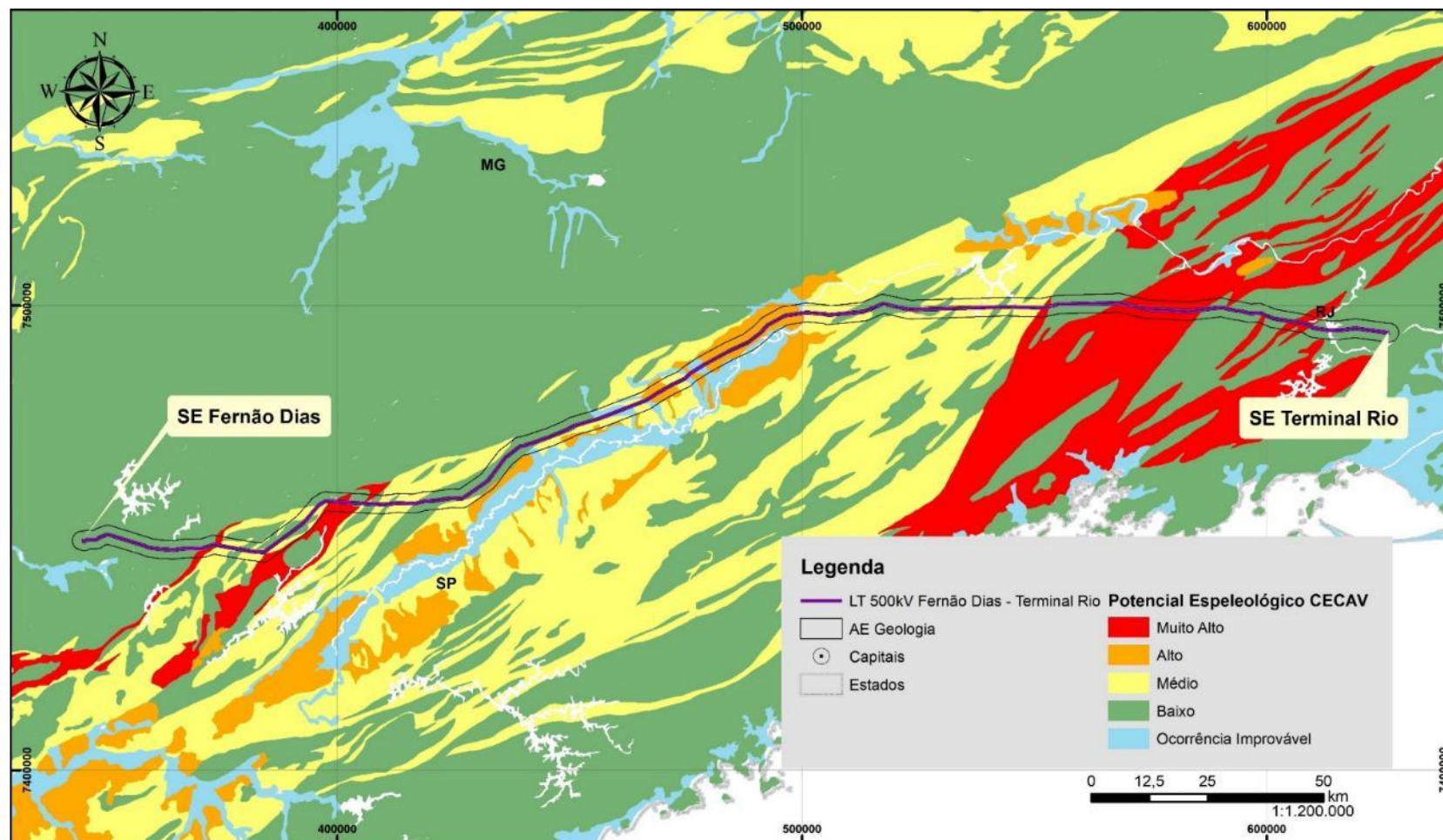


Figura 6.2.103. Potencial alto e muito alto para ocorrência de cavernas conforme CECAV em relação ao traçado da LT. Fonte: JANSEN et al., 2012.

6.2.7.1. Objetivo

O principal escopo deste estudo foi realizar a prospecção de cavidades na AE, onde as litologias interferidas foram classificadas como de alto ou muito alto potenciais para formação de cavernas, de acordo com o Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas - CECAV, de forma a consolidar o diagnóstico espeleológico para o EIA/RIMA do empreendimento em questão. Para tal foi inventariada toda a Área Diretamente Afetada - ADA (*"buffer"* de 30m, a partir do eixo da LT, totalizando 60m de largura correspondente à faixa de servidão), acrescida de uma faixa de 250m a partir do limite da ADA, resultando em uma faixa de 280m para cada lado da diretriz do traçado, totalizando 560m de largura, definida como Área de Estudo da Espeleologia – AE Espeleologia.

O caminhamento foi executado em áreas de alto e muito alto potencial espeleológicos, se estendendo por uma área ainda maior em relação à AE, de forma a realizar um estudo mais minucioso em relação à contextualização litológica, geomorfológica e espeleológica da área de inserção do empreendimento. Também foram avaliadas com rigor, por meio de caminhamentos, as localidades cujos estudos apontaram a possibilidade da presença de litotipos carbonáticos.

Foram realizadas detidas investigações na fase de coleta de dados primários, a fim de se conhecer, em detalhe, as características litológicas, estruturais e geomorfológicas das áreas interceptadas pela LT, tendo como premissa maior, identificar eventuais cavidades naturais subterrâneas que, se confirmadas, seriam propostas variantes na diretriz do traçado ou retificação no posicionamento de torres, evitando, assim, impactos ao patrimônio espeleológico. Todos os esforços foram empreendidos na identificação destes locais, por se tratarem de ambientes singulares, na maioria das vezes ecossistemas diferenciados com formas de vidas frágeis, podendo conter registros histórico/culturais e paleontológicos, alguns ainda não revelados à luz do conhecimento atual.

6.2.7.2. Procedimentos e métodos

De maneira a coibir uma possível interferência sobre o patrimônio espeleológico nacional, sobretudo, em cavidades de grande relevância espeleológica, como as desenvolvidas em litologias carbonáticas, buscou-se mapear todas as cavidades na AE Espeleologia, tendo-se como prerrogativa que a melhor forma de se preservar as cavernas é deixando-as intocáveis e distantes das ações antrópicas, que de forma direta ou indireta, podem influir no sistema cárstico regional, com impactos negativos sobre a biota, patrimônio

geológico, água, controles erosivos, aproveitamento inadequado dos aspectos de ordem histórica, cultural, arqueológica e paleontológica.

Para tal, executou-se criterioso caminhamento exocárstico nas áreas de alto e muito alto potencial espeleológico da AE Espeleologia, incluindo as variantes de traçado, mesmo onde as litologias presentes não apresentavam real potencial para ocorrência de cavernas, garantindo que o eixo do traçado se mantivesse a uma distância mínima de 280m de qualquer cavidade natural, ainda que de baixa relevância.

6.2.7.2.1. Atividade de gabinete

Os trabalhos de escritório iniciaram com a criação de uma base SIG (Sistema de Informação Geográfica), a partir do uso do software ArcGIS da ESRI. O abastecimento dos dados teve início com a primeira versão do traçado da LT em estudo. A partir da diretriz do traçado foram criados os “*buffers*” da ADA, AE Espeleologia e da AE Geologia (com 1km para ambos lados, a partir do eixo do traçado totalizando uma faixa de 2km de largura).

O aporte dos dados secundários, iniciou-se com o *download* da base do Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas - CANIE, de responsabilidade do CECAV e Instituto Chico Mendes de Biologia - ICMBio, compreendendo cavidades cadastradas e Mapa de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil, na escala de 1:2.500.000 (JANSEN, 2012) e das cavidades inseridas no Cadastro Nacional de Cavernas da Sociedade Brasileira de Espeleologia – CNE/SBE para os estados seccionados pelo empreendimento.

Utilizou-se como base geológica inicial os mapas do Brasil ao milionésimo (CPRM – GeoSGB 1:1.000.000) e um posterior refinamento através da folha 1:100.000 da CPRM (Serviço Geológico do Brasil - folha Pindamonhangaba). A geomorfologia teve como base os mapas do Projeto Radam Brasil (MME, 1983). Também foram inseridos na base SIG: hidrografia, divisas municipais e estaduais do IBGE, bem como malha viária do projeto *Open Street Map*.

Com a base SIG estruturada, foi iniciado o levantamento bibliográfico referente às publicações sobre a geologia, geomorfologia e espeleologia da AE Espeleologia.

A base SIG foi transportada para o formato KMZ do *Google*, iniciando-se um trabalho de fotointerpretação, nas quais as imagens e relevo digital do *software Google Earth Pro* e também da base TopoData foram utilizados. Nesta fase também foram identificadas as áreas com potencial espeleológico com a finalidade de se gerar um novo mapa de potencialidades espeleológicas da área em questão.

A elaboração do mapa de caminhamento para levantamento exocárstico foi embasado no Mapa de Potencialidades de Cavernas no Brasil de 1:2.500.000 (JANSEN, 2012), refinado por meio do confronto com a base geológica, geomorfológica e fotointerpretação da AE Espeleologia. O grau de potencialidade para formação de cavidades foi subdividido segundo JANSEN (2009) em: improvável, baixo, médio, alto e muito alto, de acordo com sua litologia (Quadro 6.2.18).

Quadro 6.2.18. Grau de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil de acordo com a Litologia.

Litotipo	Grau de Potencialidade
Calcário, Dolomito, Evaporito, Metacalcário, Formação ferrífera bandada, Itabirito e Jaspilito.	Muito alto
Calcrete, Carbonatito, Mármore e Marga.	Alto
Arenito, Conglomerado, Filito, Folhelho, Fosforito, Grauvaca, Metaconglomerado, Metapelito, Metassiltito, Micaxisto, Milonito, Quartzito, Pelito, Riolito, Ritmito, Rocha calcissilicática, Siltito e Xisto.	Médio
Anortosito, Arcóseo, Augengnaisse, Basalto, Charnockito, Diabasio, Diamictito, Enderbitto, Gabro, Gnaisse, Granito, Granitóide, Granodiorito, Hornfels, Kinzigito, Komatito, Laterita, Metachert, Migmatito, Monzogranito, Oliva gabro, Ortoanfíbolito, Sienito, Sienogranito, Tonalito, Trondhjemito, entre outros litotipos.	Baixo
Aluvião, Areia, Argila, Cascalho, Lamito, Linhito, Turfa e outros sedimentos.	Improvável

Fonte: JANSEN, 2009.

A partir dos dados compilados, associados às feições geomorfológicas e às cavidades inventariadas das bases CANIE e CNC, foi confeccionado o mapa refinado do potencial espeleológico preliminar, utilizado na etapa de campo para a coleta de dados primários. Nenhuma área definida como de alto ou muito alto potencial espeleológico, de acordo com o CECAV, foi suprimida deste estudo antes do caminhamento “*in loco*” para a investigação do exocárste.

Os dados levantados em campo foram integrados à base SIG confeccionada inicialmente, resultando na consolidação do Mapa de Potencial Espeleológico da Área de Estudo, sendo este um produto consistente e determinante para conclusão de que não há de fato cavidades naturais subterrâneas dentro da AE de Espeleologia.

6.2.7.2.2. Atividades em campo

As atividades de campo foram executadas em duas etapas. A primeira entre os dias 4 e 16 de novembro de 2017 e a segunda entre 18 e 21 de março de 2018. Foram realizados caminhamentos exocársticos, tendo por finalidade mapear cavidades na AE Espeleologia do empreendimento em tela. Desta forma, foi realizado uma análise acurada do traçado da LT e variantes posteriores classificados como de alto e muito alto potenciais espeleológicos. Algumas regiões de baixo e médio potenciais também foram investigadas para melhor caracterização da área de inserção do empreendimento. Ênfase maior foi dada às áreas cujo contexto

litológico e geomorfológico apresentava-se mais propício para formação de cárste ou pseudocárste. Além do caminhamento exocárstico, também foram realizadas entrevistas com superficiários (Anexo 6.2.2), em especial com os proprietários de fazendas dentro da AE Espeleologia.

Para consolidar os estudos foi realizada consulta a Sociedade Brasileira de Espeleologia - SBE em busca de Grupos Espeleológicos locais, entretanto, devido ao contexto litológico da região de estudo ser impróprio à formação de cavidades, não existem grupos específicos de atuação na área em questão.

A caracterização do potencial espeleológico do empreendimento se deu a partir da coleta de dados em pontos específicos, previamente selecionados, levando-se em consideração as feições geomorfológicas e geológicas, neste caso das litologias presentes.

Para todos os locais visitados foram coletadas: coordenadas UTM com receptores GPS/GLONASS Garmin Monterra e Montana, fotografias e descrições. Procurou-se identificar principalmente estruturas e afloramentos que caracterizassem relevo cárstico. DRONES DJI, modelos Phantom III Advanced e Spark, também foram utilizados como apoio na prospecção de locais de difícil acesso ou para localização de pontos com necessidade de investigação detalhada, bem como na identificação de novas cavidades.

As entrevistas foram executadas utilizando-se um formulário eletrônico simplificado com perguntas básicas abaixo relacionadas:

- Nome do entrevistado;
- Idade do entrevistado;
- Conhece a região da LT (Área de Estudo – AE de Espeleologia);
- Nome da Localidade (fazenda, sítio, bairro, região, etc.);
- Conhece cavidades naturais (caverna, gruta, lapa, buraco, toca, furna);
- Conhece alguma cavidade nas proximidades da Linha (AE);
- Foto da entrevista;
- Coordenadas UTM.

Concluídas as entrevistas, os dados foram transportados para uma tabela Excel, para serem tratados de forma conjunta ou separadamente para análises estatísticas.

O registro das cavidades foi feito, nesta primeira etapa de estudo, de forma cadastral. Foram anotadas coordenadas e cotas da boca das cavidades, estimativas de tamanho da entrada e desenvolvimento,

litologia, presença ou não de fauna cavernícola, classificação de classe e número de indivíduos observados ou mesmo registros biológicos presentes na cavidade, presença de espeleotemas, presença de zona afótica e fatores de preservação. Ao final do estudo todas as cavidades identificadas foram cadastradas no CANIE/CECAV.

6.2.7.3. Contexto geológico regional

Numa abrangência regional, o contexto geológico e geomorfológico do empreendimento está inserido no Rift Continental do Sudeste do Brasil que é uma feição tectônica de idade cenozoica. Desenvolveu-se sobre gnaisses, migmatitos e rochas metamórficas de baixo a médio grau, de idade arqueana a neoproterozoica, do Cinturão Ribeira (ALMEIDA et al., 1973), ou Cinturão de Dobramentos Ribeira (HASUI et al., 1975), e diversas suítes de rochas granitóides intrusivas, de idade neoproterozoica (JANASI & ULBRICH, 1991), que compõem o embasamento cristalino regional. Se estende desde Curitiba, no Paraná, até Barra de São João, no Rio de Janeiro, numa extensão de pouco mais de 900km. Morfologicamente, o *Rift* Continental do Sudeste do Brasil apresenta-se como uma faixa estreita e deprimida, alongada segundo a direção ENE, seguindo a linha de costa atual, mantendo uma distância média de 70km normalmente e alcançando o Oceano Atlântico em suas terminações sudoeste e nordeste.

Para AE de Espeleologia foram identificadas 31 unidades litoestratigráficas, conforme apresentado no item de 6.2.4.1, que trata da descrição das unidades identificadas para a AE de Geologia. Destas estão presentes na AE de Espeleologia 25 unidades, conforme relacionadas mais adiante, no Quadro 6.2.19.

De forma geral, as litologias presentes no empreendimento não possuem áreas de alto e muito alto potencial dentro da AE Espeleologia, e as regiões, antes definidas como de alto ou muito alto potencial espeleológico foram rebaixados em função da inexistência de rochas favoráveis a formação de cavidades naturais subterrâneas. No Caderno de Mapas, Mapa 6.2.10. Potencial Espeleológico das Unidades Geológicas e Geomorfológicas, são identificadas as unidades geológicas presentes na AE de Espeleologia, de acordo com a favorabilidade à formação de cavernas, considerando a classificação adotada neste estudo para o potencial espeleológico.

6.2.7.4. Contexto geomorfológico regional

Ao longo dos 303.3Km que compõe a LT 500kV Fernão Dias – Terminal Rio podem ser individualizadas sete grandes unidades geomorfológicas de caráter regional. Partindo da SE Fernão Dias, no

município de Atibaia sentido Piracaia, no estado de São Paulo, ocorre nos primeiros 10Km a primeira das unidades, o Planalto de São Roque e Jundiá. Na sequência pode ser caracterizada a unidade Planalto de Campos de Jordão com ampla distribuição nos contextos dos municípios de Piracaia/SP, Monteiro Lobato/SP e São José dos Campos/SP. A terceira unidade, a Depressão do Médio Paraíba do Sul, que tem início no município de Tremembé/SP, perpassa por Pindamonhangaba/SP e se estende até Piraí, no estado do Rio de Janeiro, de longe apresenta-se como o domínio geomorfológico de maior extensão, sendo seccionando por cerca de 70% do empreendimento. No limite entre os municípios fluminenses de Piraí e Paracambi encontra-se o Alinhamento de Cristas do Paraíba do Sul que se constitui de um conjunto montanhoso retilíneo com uma largura de cerca de 22km. Ainda no município de Piraí, em uma pequena porção à sudeste, encontra-se o Planalto da Bocaina, que se caracteriza por relevos colinosos, de topografia suave, e topos subnivelados a terrenos montanhosos. A sexta e sétima unidades, se inserem integralmente nos domínios do município de Paracambi, nominadas Serra dos Órgãos e, Colinas e Maciços Costeiros, respectivamente, sendo interferidas nos sete últimos Km da LT, chegando até a SE Terminal Rio.

De posse das informações de Geomorfologia Regional e buscando-se maior detalhe de informações, em nível de gabinete, foi feita uma fotointerpretação a partir de cartas topográficas e imagens SRTM e *Google Earth*, para identificação de diferentes padrões geomorfológicos, especialmente aqueles caracterizados por possíveis feições cársticas ou associadas a ocorrência de cavidades naturais subterrâneas (dolinas, escarpas, vales cegos, superfícies rugosas, etc.). No Mapa 6.2.10. Potencial Espeleológico das Unidades Geológicas e Geomorfológicas do Caderno de Mapas são indicadas as formas de relevo classificadas em relação à favorabilidade para formação de cavernas, de acordo com o potencial espeleológico adotado neste estudo.

A seguir será apresentado uma breve descrição das feições morfoestruturais e morfoesculturais (formas de relevo e padrões hidrográficos) de cada uma das cinco unidades, para uma melhor compreensão e analogia com as potencialidades espeleológicas.

6.2.7.4.1. Planalto de São Roque e Jundiá

Esta unidade, anteriormente compartimentada em Planalto de Ibiúna/São Roque e Planalto de Jundiá, insere-se conceitualmente, de acordo com a classificação do Projeto RADAMBRASIL (MME, 1983), associado à unidade morfoestrutural denominada Faixa de Dobramentos Remobilizados.

O modelado dominante na unidade Planalto de São Roque e Jundiá é caracterizado por relevos de morros nos domínios do município de Atibaia e de morrotes e espigões na região de Jundiá (IPT,1985). O

primeiro, em Atibaia, constitui-se por formas de topos arredondados, vertentes com perfis convexos a retilíneos. Drenagem de alta densidade, padrão dendrítico a retangular, vales abertos a fechados, planícies aluvionares interiores desenvolvidas e vales profundos. É a área do “Domínio dos Mares de Morros” definidos por Ab’Saber (1970 apud ROSS, 1985). Devido ao relevo arredondado onde não se seccionam vales fechados ou escarpas, somando-se ainda seu contexto litológico composto por paragnaissees geralmente intemperizados, o potencial para formação de cavidades naturais foi considerado baixo.

6.2.7.4.2. Planalto de Campos de Jordão

O Planalto de Campos de Jordão insere-se morfoestruturalmente dentro do Faixa de Dobramentos Remobilizados, apresentando uma grande diversidade morfoescultural, sobretudo dentro do contexto dos relevos de Morros e Montanhoso. A LT seccionará predominantemente quatro tipos de morfoesculturas: Morros Paralelos, Morros com Serras Restritas, Mar de Morros e Serras Alongadas (IPT, 1985). Os relevos de morros paralelos possuem topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos a convexos, drenagem de alta densidade, padrão treliça a localmente sub-dendrítica. O Morro com Serras Restritas, tem topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos, por vezes abruptas, presença de serras restritas (IPT, 1985). O Mar de Morros, presentes notadamente nos domínios do município de Atibaia/SP, descrito na unidade Planalto de São Roque e Jundiá, possui topos arredondados, vertentes com perfis convexos a retilíneos. E finalmente o relevo Montanhoso de Serras Alongadas, onde ocorrem as maiores altitudes, distribuídos em parte na divisa com o estado de Minas Gerais, configurando parte da Serra da Mantiqueira. Se caracteriza por topos angulosos, vertentes ravinadas com perfis retilíneos, por vezes abruptas, drenagem de alta densidade, padrão paralelo pinulado, vales fechados (IPT, 1985). Em face ao arcabouço litológico e nomeadamente às suas feições morfoesculturais e estruturais, o domínio geomorfológico Planalto de Campos de Jordão possui potencial médio para cavidades naturais subterrâneas, em especial por terem sido identificadas duas cavidades, entretanto estas não possuem relevância e impacto ao empreendimento.

6.2.7.4.3. Depressão do Médio Paraíba do Sul

Está inserida dentro do contexto morfoestrutural do Cinturão Orogênico do Atlântico, morfoescultural das Depressões Interplanálticas, sistemas de relevo de Domínio Colinoso e Suave Colinoso, com relevos subordinados de Colinas Dissecadas, Morrotes e Morros Baixos e Planícies Aluviais.

Segundo IPT (1981), para o estado de São Paulo, especialmente na macrorregião do município de Pindamonhangaba subdivide-se em Relevo Colinoso com baixas declividades destacando-se as feições: Colinas Amplas e Colinas Pequenas com Espigões Locais. As Planícies Aluviais são caracterizadas por terrenos baixos e mais ou menos planos, junto às margens dos rios, sujeitos periodicamente a inundações.

No estado do Rio de Janeiro, consiste num prolongamento da extensa zona colinosa que caracteriza a depressão do médio vale do rio Paraíba do Sul. Essa unidade, entretanto, apresenta uma sequência de alinhamentos serranos escalonados, estendendo-se das cidades de Itatiaia a Três Rios (CPRM, 2000). Essas serras configuram-se como degraus ou contrafortes da escarpa da Serra da Mantiqueira, dissecados de forma diferencial pelos sistemas de drenagem instalados (COELHO NETTO et al., 1997).

Próximo à calha do rio Paraíba do Sul, observa-se um relevo arrasado constituído por colinas estreitas baixas e pequenos morrotes alinhados. Nessa porção da depressão interplanáltica do médio vale do rio Paraíba do Sul, localizam-se importantes cidades, tais como Engenheiro Passos, Itatiaia, Resende, Floriano, Quatis, Barra Mansa, Nossa Senhora do Amparo, Volta Redonda, Pinheiral, Piraí, Barra do Piraí e Mendes. A Depressão do Médio Paraíba do Sul possui potencial baixo a improvável para cavidades, nomeadamente nas áreas planas a serem interceptadas pela linha de transmissão objeto deste estudo.

6.2.7.4.4. Planalto de Bocaina

O planalto caracteriza-se por uma alternância de relevos colinosos, de topografia suave, e topos sub-nivelados a terrenos montanhosos, apresentando amplitudes de relevo elevadas. Essas duas unidades morfológicas foram tentativamente correlacionadas por King (1956) às superfícies pós-Gondwana e Sul-Americana. Esta unidade geomorfológica é drenada por uma extensa rede de canais, cujas nascentes localizam-se próximo à borda de sua escarpa norte, seguindo uma direção preferencial de SW-NE (ICMBIO, 2006).

O Planalto da Bocaina, não possui quaisquer feições cársticas aparentes e por conseguinte pode ser caracterizado como de baixo potencial para a ocorrência de cavidades naturais subterrâneas.

6.2.7.4.5. Alinhamento de Cristas do Paraíba do Sul

Morfoesculturalmente, o vale do rio Paraíba do Sul é um vale tectônico, um "gráben" limitado pelas escarpas elevadas da Serra da Mantiqueira a noroeste e da Serra do Mar a sul-sudeste. O sistema de falhas que

compõe essa estruturação condiciona praticamente todo o relevo e a rede de drenagem com padrão retilíneo e subparalela.

O relevo tem como substrato rochoso gnaisses, migmatitos, quartzitos, granulitos, rochas intrusivas e rochas calcissilicáticas. Ocorrem ainda depósitos aluvionares nas margens do rio. A unidade possui também vertentes convexo-côncavas acentuadas e dinâmica instável (aprofundamentos variáveis de 75 a 90m), constituída muitas vezes por formações superficiais argilosas e areno-argilosas.

As formações superficiais compreendem, em geral, sequência de manto coluvial no topo, seguido de linhas de pedras e blocos de rocha alterados "*in situ*". Diante desse conjunto de morfotipos de relevo e litologias presentes, esta unidade geomorfológica de fato apresenta baixo potencial sendo desta forma desfavoráveis à presença de cavidades naturais de interesse para este estudo.

6.2.7.4.6. Serra dos Órgãos

Segundo Hartwig e Riccomini (2010), esta unidade ocorre na serra homônima, localizada entre as cidades de Petrópolis e Teresópolis, estado do Rio de Janeiro. Corresponde a um segmento da Serra do Mar que constitui uma das mais destacadas feições orográficas da borda sul-sudeste do continente sul-americano, cuja direção geral acompanha a orientação NE-ENE das estruturas do embasamento costeiro (Hasui et al. 1975, Almeida 1976). Morfoestruturalmente, esta feição está instalada no domínio da Faixa Ribeira, de idade pré-cambriana-eopaleozóica, parte do Sistema Orogênico Mantiqueira (Hasui et al. 1975, Hasui & Oliveira 1984, Trouw et al. 2000, Heilbron & Machado 2003).

Morfoesculturalmente a Serra do Órgão apresenta acentuada assimetria no relevo, representada, de sul para norte, por sua escarpa, que apresenta vertentes abruptas voltadas para sudeste, por um extenso planalto, nivelado em torno de 2.000 m, do qual sobressaem elevações superiores a 2.200m. Na Serra dos Órgãos existem indícios da presença pretérita de uma superfície de erosão, que nivelou sua cimeira em torno dos 2.000m. Os processos erosivos associados à Superfície Sul-Americana (KING, 1956) na Serra dos Órgãos são interpretados como restritos ao Neocretáceo, em razão de rochas alcalinas efusivas, datadas de $65,65 \pm 0,05$ Ma, que ocorrem sobre esta superfície a cerca de 30km ao sul desta serra estarem preservadas (FERRARI et al., 2001). Diante do exposto, a unidade geomorfológica da Serra dos Órgãos apresenta baixa potencialidade para a ocorrência de feições cársticas, apresentando-se pouco profícua para eventuais cavidades subterrâneas.

6.2.7.4.7. Compartimento Colinas e Maciços Costeiros

O compartimento Colinas e Maciços Costeiros são interferidos pela linha de transmissão apenas em seus três últimos quilômetros até a chegada à SE Terminal Rio.

Morfoestruturalmente apresenta um destaque para o maciço em sua porção central, composto por litologia dominante granítica, mas com sua porção leste gnáissica. Sua origem é intrusão granítica, onde suas bordas foram metamorfizadas. A noroeste aparece a “Serra da Cavada” que também se destaca na paisagem com altitudes maiores em função da litologia granítica. As áreas de maior declive ocorrem nos maciços graníticos “Mestre Álvaro” e “Serra da Cavada”. Morfoesculturalmente, as colinas gnáissicas apresentam os topos em altitudes variando de 0 a 60m em sua maioria e poucas variando de 60 a 200m das colinas (5 a 12% e 12 a 30% em sua maioria). Muito raras são as que ultrapassam esta declividade (BRICALLI & QUEIROZ NETO, 2004). O cenário geomorfológico apresentado pelo Compartimento Colinas e Maciços Costeiros é impróprio à formação de cavidades naturais subterrâneas, tornado este pequeno segmento a ser seccionado pela LT como de baixo potencial espeleológico

6.2.7.5. Legislação pertinente – espeleologia

A espeleologia é a área das ciências que estuda as cavidades naturais. De acordo com o parágrafo único do art. 1º do Decreto 99.556/90, cavidade natural é todo e qualquer espaço subterrâneo penetrável pelo homem com ou sem abertura identificada, popularmente conhecido como caverna, incluindo seu ambiente, conteúdo mineral e hídrico, a fauna e a flora encontrados, e o corpo rochoso onde o mesmo se insere, desde que a sua formação tenha sido formada por processos naturais, independentemente de suas dimensões ou do tipo de rocha encaixante. Nesta designação estão incluídos todos os termos regionais, tais como gruta, lapa, toca, abismo, furna e buraco.

O patrimônio espeleológico é, primeiramente, retratado na legislação brasileira como bem de posse da União, nos termos da Constituição Federal de 1988, no inciso X do Artigo 20.

Em face à sua relevância sociocultural, econômica e ambiental, a Constituição Federal no Artigo 216 estabelece que as cavernas são patrimônio cultural brasileiro e, por isso, estão submetidas a intensa fiscalização, sob a premissa de que todos possuem o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado (Art.225 – Constituição Federal).

Para tal, o Estado criou leis que viabilizam a preservação das cavidades naturais nos aspectos cultural, econômico e ambiental, como:

- Decreto nº 99.556, de 01/10/1990 - Dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional, e dá outras providências.
- Decreto nº 6.640, de 07/11/2008 - Dá nova redação aos arts. 1º, 2º, 3º, 4º e 5º e acrescenta os arts. 5-A e 5-B ao Decreto nº 99.556, de 1º de outubro de 1990, que dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional.
- Instrução Normativa nº 100 de 05/06/2006 - regulamenta o mergulho em caverna.
- Instrução Normativa nº 30 de 19/09/2012 - Estabelecer procedimentos administrativos e técnicos para a execução de compensação espeleológica de que trata o art. 4º, § 3º, do Decreto nº 99.556, de 1º de outubro de 1990, alterado pelo Decreto nº 6.640, de 7 de novembro de 2008, para empreendimentos que ocasionem impacto negativo irreversível em cavidade natural subterrânea classificada com grau de relevância alto, e que não possuam na sua área, conforme análise do órgão licenciador, outras cavidades representativas que possam ser preservadas sob a forma de cavidades testemunho.
- Instrução Normativa/ICMBIO nº 01, de 24/01/2017 - Estabelece procedimentos para definição de outras formas de compensação ao impacto negativo irreversível em cavidade natural subterrânea com grau de relevância alto, conforme previsto no art. 4º, § 3º do Decreto nº 99.556, de 1º outubro de 1990.
- Portaria IBAMA nº 887 de 15/06/1990: Dispõe sobre o uso das cavidades subterrâneas, entre outros.
- Portaria IBAMA nº 015 de 23/02/2001: Disciplina o acesso e uso de cavernas turísticas na Chapada Diamantina/BA.
- Portaria ICMBIO nº 078 de 03/09/2009: Cria o Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas - CECAV.
- Portaria MMA nº 358 de 30/09/2009: Institui o Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico.

- Resolução CONAMA nº 009/86 de 24/01/1986 - Dispõe sobre a criação de Comissão Especial para estudos do Patrimônio Espeleológico.
- Resolução CONAMA nº 237/97 de 19/12/1997 - Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental.
- Resolução CONAMA nº 347/04 de 10/09/2004 - Dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico.

Da legislação citada anteriormente, vale ressaltar os seguintes pontos normativos:

O CECAV, criado pela Portaria nº 78/2009, passou a ter como objetivo realizar pesquisas científicas e ações de manejo para conservação dos ambientes cavernícolas e espécies associadas, assim como auxiliar no manejo das Unidades de Conservação federais com ambientes cavernícolas.

A Resolução CONAMA nº 347/2004 estabelece no art. 4º que a localização, construção, instalação, ampliação, modificação e operação de empreendimentos e atividades, considerados efetiva ou potencialmente poluidores ou degradadores do patrimônio espeleológico ou de sua área de influência dependerão de prévio licenciamento pelo órgão ambiental competente, nos termos da legislação vigente. Estabelece ainda que, as autorizações ou licenças ambientais, na hipótese de cavidade natural subterrânea relevante ou de sua área de influência, na forma do art. 2º inciso II, dependerão, no processo de licenciamento, de anuência prévia do IBAMA (art. 4º, § 1º).

A Resolução CONAMA nº 347/2004 ainda estabelece um raio mínimo de 250m, a partir da projeção horizontal da caverna, que compreende elementos do ecossistema cavernícola e sua interligação com o ambiente externo, responsáveis pela manutenção da integridade física e equilíbrio ecológico.

Apesar das competências e atribuições do ICMBIO e do CECAV nos processos de regulação do patrimônio espeleológico, a mesma Resolução CONAMA nº 347/2004, no tocante ao licenciamento ambiental, versa sobre o patrimônio espeleológico nacional e estabelece que o órgão ambiental competente pelo licenciamento do empreendimento ou atividade é responsável por analisar os estudos espeleológicos e avaliar o grau de impacto ao patrimônio espeleológico afetado.

6.2.7.6. Espeleologia regional

O estudo de cavernas em território nacional geralmente está focado em cavidades desenvolvidas em litologias clássicas como o quartzito, arenito, minério de ferro e, notadamente, as rochas carbonáticas.

Existem publicações adotadas como base pelo CECAV que identificam o potencial para formação de cavernas de acordo com a litologia presente. Jansen *et al.* (2012) fizeram esta classificação dividindo o potencial espeleológico em cinco classes: ocorrência improvável, baixo, médio, alto e muito alto.

Esta classificação foi discutida a partir de informações de bases de dados espeleológicos, por meio da contagem de cavidades presentes em cada litologia. Devido à alta solubilidade das rochas carbonáticas, estas vêm em primeiro lugar, seguidas pelas cavidades em minério de ferro, também muito solúveis. Os arenitos são mais complexos, haja vista que nem todos possuem a mesma cimentação, que pode ou não facilitar a formação e cavidades. Os quartzitos são susceptíveis a formação de cavidades devido a um fator estrutural. Já as demais litologias, geralmente pouco solúveis e imprevisíveis, por serem pouco estudadas, e por não comporem uma cárste propriamente dita, apresentam, em sua grande maioria, baixo desenvolvimento e baixa relevância.

Estima-se que apenas 5% das cavidades do território brasileiros estão cadastradas em bases de dados. Isso se deve ao fato do Brasil possuir área continental e uma diversidade litológica muito rica. Praticamente qualquer litologia pode desenvolver cavidade, mas a espeleologia é pouco difundida e, mesmo que uma cavidade seja conhecida por uma comunidade inteira, poderá levar anos para que seja cadastrada nas bases espeleológicas, pelo simples fato de que aquela população desconhece a facilidade de tal ação ou mesmo pela falta de interesse.

As áreas cuja litologia e, até mesmo geomorfologia, são propícias para a ocorrência de cavernas no Brasil, são chamadas de Províncias Espeleológicas. Essas regiões, geralmente são caracterizadas por ocorrência de unidades litoestratigráficas carbonáticas ou areníticas.

O traçado da LT 500 kV Fernão Dias – Terminal Rio não secciona nenhuma região com potencial cárstico reconhecido. Em verdade, está distante mais de 50km de qualquer província cárstica conhecida, mais precisamente a norte da Província Mantiqueira – Grupo Açungui. Embora não seccione litologias carbonáticas ou regiões cársticas conhecidas, a diretriz da LT atravessa regiões com vertentes de alta declividade, com potencial espeleológico citado em bibliografia especializada. A Serra da Mantiqueira é uma destas regiões. Um recente trabalho de mapeamento espeleológico no município de Resende - RJ (ALMEIDA *et al.*, 2017), mapeou nove cavidades em gnaisses na Mantiqueira, sendo que algumas apresentaram espeleotemas e até mesmo registros arqueológicos (cerâmica e material lítico).

Grande parte do empreendimento, cerca de 70% do traçado, secciona rochas cristalinas compostas por granito e gnaisses, com ocorrências de cavidades a aproximadamente 1.727m da AE de Espeleologia, distante cerca de 2km do empreendimento. O restante está representado por depósitos de alúvio, colúvio e elúvio, além de unidades terciárias pouco consolidadas do Grupo Taubaté. Embora esta última estivesse mapeada como de alto potencial para formação de cavernas, notadamente pela possível presença de litologias carbonáticas em sua descrição litológica, estes carbonatos não ocorrem em campo para nenhuma das unidades e seu potencial foi rebaixado na AE Espeleologia.

Ainda que o estado de São Paulo seja reconhecido por abrigar milhares de cavidades, apenas cinco destas estão cadastradas em um raio de 5km do empreendimento, todas em granitos. A mais distante está a 3.750m do empreendimento (Gruta das Lavras III, registrada no CANIE com o código 010262.00584.35.49904) e a mais próxima a 1.727m da diretriz da LT (Gruta Lavrinhas 1, cadastrada com o código 019614.00001.35.26605). Todas estas cavidades possuem baixo desenvolvimento, o que está em acordo com suas litologias (Tabela 6.2.6).

Tabela 6.2.6. Cavidades da base CANIE/CECAV registradas até 20km da diretriz da LT 500kV Fernão Dias - Terminal Rio

CANIE	Caverna	Latitude	Longitude	UF	Município	Litologia	Distância (Km)
019614.00001.35.26605	Gruta Lavrinhas 1	-22,6004	-44,867102	SP	Lavrinhas	Granito	1,7
010261.00583.35.49904	Gruta do Professor Mathias	-22,961316	-46,005711	SP	São José dos Campos	Granito	2,6
010263.00585.35.49904	Gruta das Lavras IV	-22,95076	-46,003214	SP	São José dos Campos	Granito	3,7
010264.00586.35.49904	Toca do Pito	-22,950755	-46,003214	SP	São José dos Campos	Granito	3,7
010262.00584.35.49904	Gruta das Lavras III	-22,950274	-46,002773	SP	São José dos Campos	Granito	3,8
019615.00002.35.26605	Gruta Lavrinhas 2	-22,567156	-44,917102	SP	Lavrinhas	Gnaiss/ Migmatito	6,1
012748.00596.35.49607	Gruta Jacu	-22,667064	-44,63355	SP	São José do Barreiro	Gnaiss	6,3
009801.00578.35.07100	Gruta da Água Fria	-23,133778	-46,500438	SP	Bom Jesus dos Perdões	Granito	8,4
009799.00576.35.07100	Gruta do Camping III	-23,150475	-46,500435	SP	Bom Jesus dos Perdões	Granito	10,2
009797.00574.35.07100	Gruta do Camping I	-23,150478	-46,50044	SP	Bom Jesus dos Perdões	Granito	10,2
009800.00577.35.07100	Gruta do Camping V	-23,150478	-46,500438	SP	Bom Jesus dos Perdões	Granito	10,2
009798.00575.35.07100	Gruta do Camping II	-23,15048	-46,500438	SP	Bom Jesus dos Perdões	Granito	10,2
009771.00573.35.04107	Gruta da Pedra Grande	-23,150405	-46,516969	SP	Atibaia	Granito	10,2
012815.00598.35.03158	Gruta do Arapeí	-22,701315	-44,466255	SP	Arapeí	Calcário	10,5
019604.00574.35.07605	Gruta da Ressurgência	-22,980283	-46,576455	SP	Bragança Paulista	Granito	10,6
019613.00575.35.07605	Gruta Fenda Oblíqua	-22,980105	-46,576394	SP	Bragança Paulista	Granito	10,6

CANIE	Caverna	Latitude	Longitude	UF	Município	Litologia	Distância (Km)
019602.00573.35.07605	Gruta da Laje	-22,979458	-46,576327	SP	Bragança Paulista	Granito	10,7
019601.00572.35.07605	Gruta da Diáclase	-22,979008	-46,578363	SP	Bragança Paulista	Granito	10,8
012578.00594.35.13405	Gruta do Reino Encantado	-22,520759	-44,946818	SP	Cruzeiro	Dolomito	11,3
009715.00571.35.07605	Gruta dos Sete Salões	-22,967177	-46,583738	SP	Bragança Paulista	Granito	12,2
009714.00570.35.07605	Gruta do Oitavo Salão	-22,967177	-46,58374	SP	Bragança Paulista	Granito	12,2
023327.00576.35.07605	Toca da Paineira (SP01059)	-22,925386	-46,46954	SP	Bragança Paulista	Granito	13,3
021238.02978.35.25508	Gruta do Lopo	-22,904722	-46,342778	SP	Joanópolis	Basalto/Granito	18,4
022777.00001.33.04409	Toca da Nega (RJ00641)	-22,785943	-44,235127	RJ	Rio Claro	Gnaiss/Metacálcario/Mármore/Quartzito	19,0
010158.02977.35.25508	Gruta da Jabuticaba	-22,9	-46,3333	SP	Joanópolis	Granito	19,2
009733.00572.35.04107	Gruta da Terra Preta	-23,233778	-46,550439	SP	Atibaia	Granito	19,9
011362.00587.35.48609	Gruta dos Crioulos	-22,700392	-45,625261	SP	São Bento do Sapucaí	Granito	20,0

6.2.7.7. Resultados

6.2.7.7.1. Potencial espeleológico do empreendimento

Em consonância ao que fora apresentado nos capítulos anteriores, o empreendimento não secciona nenhuma região cárstica reconhecida ou mesmo litologias que apresentem alto e muito alto potenciais espeleológicos, ainda que o mapa de potencial para ocorrência de cavernas no Brasil, utilizado como base pelo CECAV (Jansen et al., 2012), tenha apresentado alto e muito alto potencial para três áreas do empreendimento, a saber: a parte mediana do primeiro terço do traçado, nos municípios de Piracaia/SP e São José dos Campos/SP, na metade do empreendimento nos municípios de Guaratinguetá/SP, Lorena/SP e Cachoeira Paulista/SP e os municípios de Bananal/RJ e Barra Mansa/RJ no último terço da LT.

Na primeira reavaliação, ainda de dados secundários, por meio de uma compilação de mapas geológicos nas escalas de 1:1.000.000 e 1:100.000, conforme citado no item 6.2.7.2, foram inseridas algumas unidades cujo mapeamento geológico apresentava a possibilidade de ocorrência de litologias carbonáticas. Mesmo após esta reavaliação, as áreas que estavam classificadas como de alto e muito alto potenciais para ocorrência de cavernas pelo CECAV foram mantidas buscando assim evitar qualquer interferência do empreendimento no patrimônio espeleológico na Área de Estudo e seu entorno imediato. Dessa forma, optou-

se por avaliar estas áreas afim de verificar o real potencial espeleológico de suas litologias e relevos. A diretriz inicial sofreu pequena alteração na porção leste do traçado da LT para desvios de pontos notáveis, a exemplo de fragmentos florestais e unidades de conservação, ensejando em complementação de atividades de campo pela equipe de espeleologia, realizada em uma segunda etapa de trabalho, entre os dias 18 e 21 de março de 2018, conforme citado no item 6.2.7.2.2.

Embora parte das unidades litoestratigráficas interferidas pelo empreendimento apresentem litologias carbonáticas em suas descrições bibliográficas, essas não estão presentes na AE Espeleologia. Na verdade, grande parte está representada por granitos e gnaisses ou por vezes sequências meta-vulcano-sedimentares de pouco interesse espeleológico, além dos litotipos do Grupo Taubaté que estão representados no empreendimento por argilitos, arenitos e conglomerados, notadamente intemperizados e comendo espessas coberturas de solo sem potencial espeleológico (Quadro 6.2.19).

Durante o caminhamento e as entrevistas (Anexo 6.2.2), focadas na prospecção espeleológica, foram identificadas e cadastradas três novas cavidades que, embora estejam fora da AE Espeleologia, estão inseridas na AE Geologia (entre 800 e 2000m de distância da diretriz da LT).

Após finalizadas as duas etapas de campo e reavaliação dos dados em laboratório foi elaborado o Mapa de Potencial Espeleológico para a AE, em escala de 1.100.000 (Mapa 6.2.11. do Caderno de Mapas).



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

Quadro 6.2.19. Potencial espeleológico das unidades geológicas mapeadas na AE.

Unidade	Litologia descrita	Litologia presente no empreendimento	Potencial espeleológico preliminar	Potencial espeleológico no empreendimento	Presente na AE Espeleologia
Complexo Paraíba do Sul, unidade terrígena com intercalações carbonáticas	Charnockito, Gnaise, Kinzigito, Mármore, Rocha Calcissilicática, Xisto, Quartzito, Metacalcário, Metacalcário Dolomítico, Metagrauvaca, Metacalcário Calcítico	Gnaise, Biotita Gnaise	Muito alto	Baixo	Sim
Suíte Serra das Araras	Granito, Monzogranito, Sienogranito, Anfibolito, Paragnaisse, Leucogranito	Granito, Monzogranito, Sienogranito, Anfibolito, Paragnaisse, Leucogranito	Baixo	Baixo	Sim
Complexo Embu, unidade paragnáissica	Biotita Gnaise	Biotita Gnaise	Baixo	Baixo	Sim
Formação São Paulo	Arenito, Argilito, Siltito, Arenito Conglomerático	Argilitos, Arenitos e Conglomerados pouco consolidados	Alto	Baixo	Sim
Complexo Varginha-Guaxupé, unidade paragnáissica migmatítica superior	Paragnaisse, Mica xisto, Biotita Gnaise	Paragnaisse, Mica xisto, Biotita Gnaise	Alto	Baixo	Sim
Corpo Granito Rio Turvo	Granitóide	Granitóide	Baixo	Baixo	Sim
Suíte Quirino	Granito, Granodiorito, Quartzo-Diorito	Granito, Granodiorito, Quartzo-Diorito	Baixo	Baixo	Sim
Complexo Embu, unidade de xistos, localmente migmatíticos	Mica xisto, Quartzo Xisto	Mica xisto, Quartzo Xisto	Médio	Médio	Sim
Suíte Pedra Selada	Granito	Granito	Baixo	Baixo	Sim
Complexo granítico Socorro, Suíte Bragança Paulista	Granodiorito, Monzonito, Sienito	Granodiorito, Monzonito, Sienito	Baixo	Baixo	Não
Corpo Granito Quebra Cangalha, Suíte Serra das Araras	Biotita Granito	Biotita Granito	Baixo	Baixo	Sim
Corpo Granito Arrozal, Suíte Getulândia	Granito	Granito	Baixo	Baixo	Sim
Unidade Depósitos aluvionares	Areia, Cascalho	Argila, Silte	Improvável	Improvável	Sim



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

Unidade	Litologia descrita	Litologia presente no empreendimento	Potencial espeleológico preliminar	Potencial espeleológico no empreendimento	Presente na AE Espeleologia
Formação Resende	Arenito, Conglomerado, Diamictito, Lamito	Espesso manto de alteração	Sedimentar (ou Sedimentos)	Baixo	Sim
Complexo Embu, unidade de gnaisses bandados	Gnaise Granítico, Biotita Gnaise	Gnaise Granítico, Biotita Gnaise	Baixo	Baixo	Sim
Formação Pindamonhangaba	Arenito, Argilito, Conglomerado suportado por Matriz, Siltito, Arenito Conglomerático	Arenito, Argilito, Conglomerado suportado por Matriz, Siltito, Arenito Conglomerático	Médio	Médio	Sim
Formação Tremembé	Argilito, Folhelho, Marga, Calcário Dolomítico	Espesso manto de alteração	Muito alto	Improvável	Sim
Corpo Charnockitóides sinorogênicos, do orógeno Socorro-Guaxupé	Charnockito, Enderbitto, Granito, Jotunito, Mangerito, Monzogranito, Norito, Quartzo-Sienito	Charnockito, Enderbitto, Granito, Jotunito, Mangerito, Monzogranito, Norito, Quartzo-Sienito	Baixo	Baixo	Não
Corpo Granitóides tipo I, sinorogênicos, do orógeno Socorro-Guaxupé	Granito, Granodiorito, Monzonito, Sienito	Granito, Granodiorito, Monzonito, Sienito	Baixo	Baixo	Não
Grupo São Roque, Formação Boturuna	Rocha Piroclástica, Ortoanfíbilito, Metarcóseo, Metarenito Quartzoso, Metagrauvaca Feldspática, Metapelito	Ortoanfíbilito	Muito alto	Baixo	Não
Corpo Granito Mato Mole	Granito	Granito	Baixo	Baixo	Sim
Corpo Granitóides tipo S, sinorogênicos do Terreno Embu	Granito, Monzogranito, Tonalito	Granito, Granodiorito, Monzonito, Sienito	Baixo	Baixo	Sim
Complexo Varginha-Guaxupé, unidade ortognáissica migmatítica intermediária	Anatexito, Gnaise Granítico, Migmatito Estromático, Gnaise Tonalítico	Anatexito, Gnaise Granítico, Migmatito Estromático, Gnaise Tonalítico	Baixo	Baixo	Sim
Corpo Granito Roncador	Granito	Granito	Baixo	Baixo	Sim
Complexo granítico Granito Santa Isabel	Granito, Granodiorito, Quartzo-Monzonito	Granito, Granodiorito, Quartzo-Monzonito	Baixo	Baixo	Sim
Grupo Serra do Itaberaba	Turmalinito, Anfíbilito, Rocha Calcissilicática, Formação Ferrífera Bandada, Metandesito, Metabasalto, Metarriolito, Metatufo, Metarcóseo, Rocha Sedimentar	Anfíbilito, Quartzito e Micaxisto	Muito alto	Médio	Sim



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

Unidade	Litologia descrita	Litologia presente no empreendimento	Potencial espeleológico preliminar	Potencial espeleológico no empreendimento	Presente na AE Espeleologia
	Vulcanoclástica, Biotita Xisto, Muscovita Quartzito				
Grupo São Roque, Formação Estrada dos Romeiros	Metarenito Quartzoso, Metapelito, Metarritmito	Metarenito Quartzoso, Metapelito, Metarritmito	Muito alto	Médio	Não
Suíte Granitóide Piracaia	Monzodiorito, Monzonito, Sienito	Monzodiorito, Monzonito, Sienito	Baixo	Baixo	Sim
Corpo Granito Terra Boa	Granodiorito, Biotita Granito	Granodiorito, Biotita Granito	Baixo	Baixo	Sim
Corpo Granito Serra dos Indios	Biotita Granito, Migmatito	Biotita Granito, Migmatito	Baixo	Baixo	Não
Corpo Granito Morro do Pão	Granodiorito, Monzonito, Quartzo-Monzodiorito	Granodiorito, Monzonito, Quartzo-Monzodiorito	Baixo	Baixo	Sim

6.2.7.7.1.1. Descrição da Área de Prospecção Espeleológica

Na Tabela 6.2.7 estão descritos os pontos registrados durante os estudos de campo, identificados também no Mapa de Potencial Espeleológico (Mapa 6.2.11 do Caderno de Mapas).

Tabela 6.2.7. Relação de pontos mapeados em campo e descrição de suas características.

Ponto	Descrição	Cota	UTM 23k		Fotos (Anexo 6.2.3)
			Y	X	
1	Área da subestação com presença de solo de granulometria areno-argilosa e coloração vermelho escuro, contendo mica e quartzo. Cobertura proveniente do intemperismo de gnaisses do Complexo Varginha-Guaxupé. Não ocorrem feições cársticas ou litologias com potencial para formação de cavernas.	813	7449240	0345264	1, 2, 3
2	Margem direita de drenagem mostrando apenas cobertura de solo de granulometria areno-argilosa e coloração marrom, muito rico em matéria orgânica. Não ocorrem feições cársticas ou litologias com potencial espeleológico na área.	763	7449417	0345779	4, 5, 6
3	Corte em estrada vicinal de acesso a fazenda mostrando solo de granulometria areno-argilosa, coloração marrom, contendo mica. Não foram observadas litologias com potencial espeleológico como metamargas ou mármores.	770	7449544	0346119	7, 8
4	Área de pastagem em relevo bastante plano contendo matacões de gnaise. Não ocorrem feições de interesse espeleológico na área.	830	7449804	0347891	9, 10
5	Perfil ao longo de estrada vicinal em vertente de colina arredondada, mostrando espesso manto de intemperismo de fração arenosa e coloração marrom, com eventuais fragmentos de quartzo e muscovita, provenientes do intemperismo de gnaisses da Formação Varginha Guaxupé. Não ocorrem litologias com potencial para ocorrências espeleológicas.	791	7450065	0348843	11, 12, 13
6	Área de pastagem com colinas arredondadas sem ocorrência de feições espeleológicas.	843	7450311	0349366	14
7	Afloramento de gnaise com textura fanerítica média e coloração rosada a ocre, bastante alterado. Litologia do Complexo Varginha Guaxupé sem potencial para ocorrências de cavidades.	836	7450675	0350735	15, 16
8	Área de mata ciliar ao longo de drenagem mostrando cobertura de solo espesso de cor marrom, proveniente do intemperismo de litologias metamórficas de baixo potencial espeleológico do Complexo Varginha Guaxupé.	795	7450178	0351453	17, 18
9	Área de pastagem com colinas arredondadas sem ocorrência de feições espeleológicas.	950	7447484	0362514	19
10	Área de pastagem com colinas arredondadas sem ocorrência de afloramentos ou feições espeleológicas.	1022	7447611	0362883	20, 21
11	Área de pastagem com colinas arredondadas sem ocorrência de afloramentos ou feições espeleológicas.	941	7447522	0363226	22
12	Área de pastagem em morro arredondado com matacões de gnaise com foliação incipiente. Rocha de textura média e coloração acinzentada do Complexo Varginha Guaxupé. Não ocorrem feições cársticas ou qualquer litotipo com potencial para formação de cavernas.	900	7447475	0363690	23, 24, 25

Ponto	Descrição	Cota	UTM 23k		Fotos (Anexo 6.2.3)
			Y	X	
13	Área de pastagem, de relevo aplanado, próxima a linha de transmissão já implantada. Não ocorrem litologias ou feições de interesse espeleológico.	874	7447039	0364226	26, 27
14	Afloramento de gnaiss associados ao Complexo Varginha-Guaxupé de coloração avermelhada, com presença de veios de quartzo. Não ocorrem rochas com feições cársticas na região.	876	7447339	0365242	28, 29, 30
15	Afloramento de gnaiss do Complexo Varginha Guaxupé. Baixo potencial para ocorrência de cavidades.	891	7447173	0367019	31, 32
16	Afloramento de granito porfirítico em vertente de alta declividade mostrando rocha com feldspatos e quartzo centimétricos leitosos imersos em minerais escuros, possivelmente micas. Não ocorrem feições cársticas. A toca descrita pelo senhor Alziro na entrevista Ent-8 na verdade não compreende uma cavidade natural devido às dimensões reduzidas. Não ocorrem litologias com alto potencial espeleológico.	1063	7448167	0372417	33, 34
17	Afloramento de micaxisto intemperizado de coloração roxa. Ocorrem muscovitas milimétricas a centimétricas. Não existem feições cársticas na localidade, tão pouco litologias com potencial espeleológico.	917	7447650	0372766	35, 36, 37
18	Área de mata atlântica em vertente de alta declividade formando vale em V fechado, com espesso manto de intemperismo sem ocorrência de litotipos com potencial espeleológico ou qualquer feição Cárstica.	865	7447763	0373720	38, 39
19	Corte em estrada vicinal mostrando manto de intemperismo de granulometria arenosa, e coloração marrom claro. A areia é predominantemente quartzosa com pátina de óxido de ferro. Não ocorrem feições cársticas ou litologias com potencial espeleológico.	834	7447826	0374183	40, 41
20	Afloramento de gnaiss intemperizado de coloração arroxeadada. Não foram identificadas feições cársticas.	885	7447685	0376231	42, 43
21	Área representando mar de morros com cristas angulosas e vales em U. Não foram observadas feições de interesse espeleológico.	969	7447724	0377379	44
22	Afloramento de gnaiss de textura fina a média e coloração cinza escuro. Não ocorrem feições cársticas ou litologias com potencial espeleológico.	981	7447823	0378471	45, 46
23	Área de pastagem com colinas de topos arredondados. Não ocorrem feições regionais de interesse espeleológico.	909	7447762	0379871	47, 48
24	Afloramento em corte de estrada vicinal mostrando granito-migmatito de textura média a fina. Área de morros de vertentes suaves sem ocorrência de feições cársticas.	873	7448570	0381453	49, 50, 51
25	Área de pastagem com colinas de topos arredondados. Não ocorrem feições de interesse espeleológico na região.	714	7448514	0382565	52, 53
26	Área de pastagens e matas com relevo de mar de morros arredondados sem ocorrência de feições de interesse espeleológico. Não se observou afloramentos durante o sobrevoo com uso de drone.	697	7448586	0383284	54, 55
27	Plantação de eucalipto em relevo de mar de morros com grandes fragmentos de mata. Não foram observadas feições de interesse espeleológico.	747	7448607	0383823	56, 57

Ponto	Descrição	Cota	UTM 23k		Fotos (Anexo 6.2.3)
			Y	X	
28	Área de mata em relevo de mar de morros com plantações de eucalipto nos topos de colinas arredondadas. Não foram observadas feições de interesse espeleológico.	686	7448597	0384481	58, 59
29	Grande vale ocupado por pastagem em planície. Ausência de feições cársticas.	681	7448613	0384965	60, 61
30	Extensa área de mata com plantações de eucalipto em topos de colinas. Os vales possuem pequenas drenagens. A vegetação se apresenta muito densa sem possibilidades para observação direta da superfície, porém o contexto geomorfológico não é propício a formação de cavernas.	711	7451122	0386020	62, 63
31	Área de pastagem em relevo de mar de morros sem qualquer presença de afloramentos ou feições cársticas.	734	7451566	0387596	64, 65
32	Presença de grandes matacões arredondados em vale com solo hidromórfico. Os matacões estão arranjados de forma caótica sem presença de feições pseudocársticas. Área sem interesse espeleológico.	677	7452591	0389191	66, 67
33	Área de mata em relevo de mar de morros com topos arredondados e vales em U. Não ocorrem feições de interesse espeleológico.	753	7453324	0390707	68, 69
34	Pastagem em topo de colina arredondada. Não foram observadas feições de interesse espeleológico ou mesmo afloramentos.	769	7453666	0391278	70, 71
35	Área de pastagem em colina de topo arredondado apresentando cobertura de solo de granulometria areno-argilosa de coloração marrom contendo grânulos de quartzo. Não ocorrem feições cársticas na área.	761	7455033	0392994	72, 73
36	Pastagem em relevos característicos de mar de morros bastante suavizados. Região sem interesse espeleológico.	760	7456161	0395353	74, 75
37	Planície em vale de vertentes com topos arredondados ocupadas por extensas áreas de pastagem sem qualquer ocorrência de litologias ou feições de interesse espeleológico.	705	7456635	0396151	76, 77
38	Seção geológica em corte de estrada vicinal mostrando espesso manto de intemperismo composto por areia fina em matriz argilosa de coloração vermelha com eventuais grânulos de quartzo. Não ocorrem feições de interesse espeleológico.	677	7456863	0396511	78, 79
39	Nascente de drenagem em topo de morrote. Ausência de feições cársticas.	692	7457059	0397114	80
40	Vertente escarpada e retilínea com afloramento de gnaiss bastante intemperizado. Rocha de coloração ocre. Não ocorrem feições cársticas na área.	761	7457460	0398427	81, 82
41	Afloramento de gnaiss intemperizado, de coloração avermelhada, textura fanerítica fina, com diáclases ortogonais. Não correm feições cársticas na área.	722	7457207	0399112	83, 84
42	Área de mata em sopé de vertente mostrando cobertura de solo profundo composto por fração argilo-arenosa e coloração marrom possivelmente espesso. Não ocorrem feições cársticas na área ou litologias com interesse espeleológico.	702	7457356	0400122	85, 86
43	Vertente escarpada, ocupada por área de floresta, mostrando cobertura de solo siltoso e coloração marrom. Não ocorrem feições cársticas.	747	7457338	0400987	87, 88

Ponto	Descrição	Cota	UTM 23k		Fotos (Anexo 6.2.3)
			Y	X	
44	Área de relevo plano ocupada por pastagem com espessa cobertura de solo argiloso de coloração marrom. Sem potencial espeleológico.	586	7480260	0467835	89, 90
45	Área de relevo plano ocupada por pastagem com presença de solo arenoso de coloração marrom. Área sem potencial para ocorrências de feições cársticas.	570	7481319	0468878	91, 92
46	Área de relevo muito plano sem qualquer potencial para formação de cavernas.	552	7480982	0468977	93, 94
47	Área ocupada por pastagem com presença de solo de coloração marrom, sem potencial para ocorrência de cavidades naturais.	572	7482354	0470788	95, 96
48	Área plana ocupada por pastagem com presença de solo espesso, de granulometria arenosa e coloração marrom claro, eventualmente contendo seixos arredondados de xisto, quartzo e outras litologias. Sem potencial para ocorrências espeleológicas.	569	7485158	0475661	97, 98
49	Área ocupada por pastagem com presença de solo espesso, de granulometria arenosa e coloração marrom, por vezes contendo seixos de quartzo arredondados. Possível intemperismo de conglomerados da Formação São Paulo. Ausência de feições cársticas.	558	7487357	0478928	99, 100
50	Área de relevo plano dominada por solos espessos. Ausência de potencial espeleológico.	575	7488131	0480448	101
51	Área ocupada por pastagem com cobertura de solo espesso de granulometria areno-argiloso e coloração marrom. Área plana com vertentes bastante suavizadas de acordo com a avaliação através de drone.	552	7487811	0480743	102, 103, 104
52	Área de relevo plano e solo espesso sem potencial para formação de cavernas.	558	7488937	0481879	105, 106
53	Área de relevo plano sem potencial para formação de cavernas, mesmo no topo das vertentes próximas às nascentes de drenagens.	578	7489448	0482661	107, 108
54	Área de relevo plano sem potencial para formação de cavernas.	567	7490017	0484165	109, 110
55	Afloramento de arenito intemperizado. A 1,6m de profundidade mostra rocha de granulometria média, de coloração arroxeada, mosqueada de ocre, cinza e branco. Não ocorrem feições cársticas na região ou mesmo litologias com potencial espeleológico.	550	7490384	0484777	111, 112
56	Afloramento da Formação São Paulo contendo rocha intemperizada apresentando granodecrescência descendente fração areno - argilosa na base e arenoso para o topo. A seção geológica possui cerca de 10m de espessura, sendo que a rocha se encontra a 5m de profundidade. Não ocorrem feições cársticas na área.	548	7491239	0486721	113, 114, 115
57	Afloramento intemperizado da Formação São Paulo em corte de estrada vicinal mostrando na base argilito de coloração arroxeado, mosqueado de branco com 60cm. Acima ocorre um argilito de cor roxo com cerca de 20cm de espessura recoberto por solo marrom avermelhado. Não ocorrem feições de interesse espeleológico ou litologias carbonáticas com potencial para formação de cavernas.	550	7491846	0488081	116, 117
58	Área de plantação de eucalipto em relevo plano, sem potencial para formação de cavernas.	584	7492121	0488402	118, 119

Ponto	Descrição	Cota	UTM 23k		Fotos (Anexo 6.2.3)
			Y	X	
59	Área de plantação de eucalipto em relevo de colinas rebaixadas e topos arredondados, sem potencial para formação de cavernas.	574	7492479	0488961	120, 121
60	Afloramento de arenito siltoso da Formação São Paulo. Rocha de coloração marrom mosqueada de ocre e vermelho. A rocha está a mais de 2m de profundidade e não apresenta potencial para formação de cavernas.	551	7492882	0489561	122, 123
61	Área de plantação de eucalipto em relevo de colinas rebaixadas e topos arredondados sem potencial para formação de cavernas.	554	7493430	0490177	124, 125
62	Área plana ocupada por pastagem, ao lado de LT já implantada. Não ocorrem feições cársticas ou mesmo litologias com potencial para formação de cavernas.	566	7494127	0491004	126, 127
63	Área ocupada por pastagem com cobertura de solos profundos de granulometria areia-siltosa e coloração marrom. Ausência de potencial para ocorrências paleontológicas. O sobrevoo executado demonstrou que a LT só seccionará pastagens a 2km sentido vante e ré do ponto.	607	7494970	0491753	128, 129
64	Área plana ocupada por pastagem, sem ocorrências de feições cársticas.	580	7495599	0492399	130, 131
65	Área ocupada por pastagem com cobertura de solo de granulometria areia fina e coloração marrom amarelada. Relevo de baixas colinas arredondadas. Área sem potencial para ocorrências espeleológicas.	560	7496344	0493722	132, 133
66	Área plana ao lado da SE Cachoeira Paulista, mostrando extensas regiões ocupadas por pastagens sem qualquer potencial espeleológico.	580	7497285	0495153	134, 135
67	Afloramento da Formação São Paulo em corte de rodovia com 5m de espessura, com seção mostrando do topo para a base capa de solo de granulometria areno-argilosa, coloração marrom claro a ocre com 1,8m, sobrepondo 1,5m de conglomerado clasto, suportado com seixos de quartzo e matriz fração areno-argilosa de cor ocre. Até a base, presença de arenito creme mosqueado de ocre e vermelho com nódulos de arcóseo. Não ocorrem litologias com potencial espeleológico ou qualquer feição cárstica na região.	575	7497809	0496507	136, 137, 138
68	Afloramento associado à Formação São Paulo, com granodrecrescência descendente. Na base ocorre argilito de coloração arroxeadada que é utilizado como recurso mineral, sobrepondo este, ocorre um argilito de coloração amarelada, mosqueado de branco e roxo, contendo bastante caulim. Para o topo ocorrem siltito cinza, com uma cobertura de solo ocre. Não existem feições cársticas na região.	570	7498080	0496152	139, 140, 141, 142
69	Área plana ocupada por pastagem sem qualquer potencial espeleológico.	569	7497959	0496915	143, 144
70	Plantação de eucalipto com presença de solo espesso, fração areia e coloração amarelada. Ausência de potencial espeleológico.	587	7498048	0497557	145, 146
71	Área ocupada por pastagem com relevo suave de colinas arredondadas, sem potencial espeleológico.	589	7498199	0498672	147, 148
72	Área ocupada por pastagem em relevo de colinas suaves e topos arredondados com cobertura de solo laterítico, com matriz argilosa. Não ocorrem feições cársticas.	589	7498447	0499799	149, 150

Ponto	Descrição	Cota	UTM 23k		Fotos (Anexo 6.2.3)
			Y	X	
73	Afloramento de biotita gnaiss em vertente escarpada. Não ocorrem feições cársticas ou litologias com potencial espeleológico.	588	7499723	0551844	151, 152, 153
74	Área de mata com presença de matações de gnaiss rico em biotita e gnaiss, contendo óxidos de ferro. Não ocorrem feições cársticas ou litologias com potencial para ocorrência de cavernas.	489	7500069	0552829	154, 155
75	Corte de estrada vicinal apresentando afloramento de saprolito de gnaiss, com veios de quartzo e sem qualquer ocorrência de feições cársticas.	487	7499284	0552866	156, 157, 158
76	Área ocupada por pastagem próxima à drenagem, com cobertura de solo fração areno-argilosa e coloração vermelha contendo mica. Não ocorrem feições cársticas.	495	7500384	0567617	159, 160
77	Áreas de relevo com predomínio de morrotes, com vertentes retilíneas a convexas e topos arredondados. Sem ocorrência de feições de interesse espeleológico.	512	7500506	0568454	161, 162
78	Vertente convexa com cobertura de solo de coloração avermelhada, proveniente do intemperismo de gnaisses. Não ocorrem relevos ou litologias com potencial espeleológico na região.	548	7500112	0568715	163, 164
79	Travessia de gasoduto em área ocupada por pastagem. O relevo é formado por cristas alinhadas, com topos angulosos e vertentes normalmente côncavas com vales em U aberto. Não foram observadas feições cársticas.	505	7500242	0569212	165, 166
80	Área ocupada por pastagem em relevo de mar de morros e sem qualquer presença de afloramentos ou feições cársticas.	500	7500055	0570286	167, 168
81	Vale margeado por vertentes de baixa declividade, com cobertura de solo de granulometria areno-argilosa e coloração vermelha a marrom. Não ocorrem litologias ou relevos com potencial para ocorrência de cavidades.	449	7499690	0572029	169, 170, 171
82	Vertente de vale escarpado em área de mata secundária com cobertura de solo de granulometria areno-argilosa e coloração marrom. Não ocorrem feições cársticas ou litologias com potencialidade para ocorrência de cavidades na região.	454	7499971	0572306	172, 173
83	Afloramento de saprolito de gnaiss em corte de estrada vicinal. Não ocorrem feições cársticas na área e também durante todo o caminhamento. As litologias presentes não possuem potencial para formação de cavidades.	460	7499247	0573487	174, 175
84	Área ocupada por pastagem em topo de colina, com presença de solo de fração arenosa e coloração marrom e sem qualquer potencial para ocorrência de cavidades. Os vales observados são em V aberto e não ocorrem erosões significativas.	518	7498842	0575020	176, 177
85	Área ocupada por pastagem com relevo suave de colinas arredondadas e sem potencial espeleológico.	537	7498903	0576787	178, 179
86	Área ocupada por pastagem com relevo suave de colinas arredondadas, sem potencial espeleológico.	508	7499101	0577365	180, 181
87	Vertente de colina escarpada com cobertura de solo de granulometria arenosa e coloração vermelha, possivelmente proveniente de intemperismo de gnaisses. Não ocorrem litologias com potencial para ocorrência de cavidades ou qualquer feição cárstica.	514	7499040	0578659	182, 183, 184

Ponto	Descrição	Cota	UTM 23k		Fotos (Anexo 6.2.3)
			Y	X	
88	Área de mata com presença de solo com fração areno-argilosa e rico em matéria orgânica. Não ocorrem feições cársticas na área.	443	7498940	0579299	185, 186
89	Área de mata com presença de solo com granulometria areno-argilosa, muito rico em matéria orgânica. Não ocorrem qualquer tipo de feição cárstica na região.	460	7498871	0579745	187, 188, 189
90	Área de mata em vertente escarpada de morrote arredondado, onde ocorre apenas solo apresentando granulometria areno-argilosa e sem qualquer potencial para ocorrência de cavidades.	476	7498873	0580640	190, 191
91	Vertente de colina com topo arredondado e cobertura de solo de granulometria areno-argilosa possivelmente originado do intemperismo de gnaisses. Não ocorre erosões ou qualquer tipo de feição cárstica.	501	7498799	0582039	192, 193, 194
92	Vale em V com cobertura de solo profundo, apresentando fração argilo-arenoso e coloração marrom. Ausência de feições cársticas.	486	7498858	0583718	195, 196
93	Topo de morrote com cobertura de solo de granulometria argilo-arenosa, contendo grânulos de quartzo leitoso e fragmentos de muscovita, possivelmente provenientes da alteração de micaxistos. Ocorrem ravinamentos extensos, porém não formam feições cársticas.	592	7498468	0584340	197, 198
94	Afloramento de quartzito micáceo grosseiro, intensamente metamorfozado, friável, em vale com vertentes íngremes, bastante encaixado. Não ocorrem litologias com potencial espeleológico. Nenhuma feição cárstica foi observada.	522	7498915	0585004	199, 200, 201
95	Vertente escarpada com cobertura de litossolo composto por fragmentos de quartzo e muscovita com até 3cm de diâmetro. Também foram observados blocos de quartzito micáceo bastante grosseiro. Embora ocorram ravinamentos por toda parte, não são formadas feições de interesse espeleológico.	537	7499244	0585502	202, 203, 204
96	Afloramento de gnaiss muito quartzoso em ferrovia abandonada, onde se observa rocha bandada com mica e quartzo. Não ocorrem litologias com potencial para formação de cavidades na área.	427	7499277	0586029	205, 206, 207
97	Área ocupada por pastagem ao lado de LT já implantada com relevo do tipo mar de morros formado por pequenas colinas de topos arredondados. Não ocorrem feições cársticas ou litologias de interesse espeleológico.	490	7499472	0591238	208, 209
98	Corte em estrada vicinal mostrando espesso manto de intemperismo proveniente de gnaisses ou granitos. Não ocorrem feições cársticas na área.	464	7497600	0599529	210, 211
99	Seção geológica em corte de estrada vicinal onde se observa espesso manto de intemperismo de coloração ocre. Não ocorrem feições cárstica na área.	461	7496551	0604677	212, 213, 214
100	Área de mata com cobertura de solo de granulometria areno-argiloso. Relevo arredondado sem potencial cárstico.	490	7496498	0605512	215, 216
101	Mata em vertente escarpada com presença de solo de granulometria areno-argilosa e coloração marrom proveniente do intemperismo de litologias do Complexo Paraíba do Sul. Não ocorrem feições cársticas ou litologias com potencial para formação de cavidades.	497	7496411	0606131	217, 218, 219

Ponto	Descrição	Cota	UTM 23k		Fotos (Anexo 6.2.3)
			Y	X	
102	Área de mata em vertente de média declividade apresentando cobertura de solo fração areno-argiloso de coloração marrom e sem potencial para ocorrência de cavidades.	504	7495982	0606856	220, 221, 222
103	Área de mata com relevo escarpado com espesso manto de intemperismo, com granulometria areno-argiloso de coloração ocre. Não ocorrem feições cársticas na região.	471	7496152	0607866	223, 224, 225
104	Área de mata em vertente escarpada. O solo é proveniente do intemperismo de rochas gnáissicas. A região não apresenta nenhum potencial espeleológico.	431	7495899	0608132	226, 227
105	Área de pastagem em relevo de colinas arredondadas com cobertura de sedimentos de granulometria areno-argilosa sem potencial para ocorrência de cavidades. Nas imagens aéreas foi possível observar vegetação densa em vales arredondados, também sem potencial espeleológico.	415	7495943	0609352	228, 229, 230
106	Topo de morro arredondado com vertentes suaves convexas de onde observa-se relevo de mar de morros. Cobertura de solo de granulometria areno argiloso e coloração acinzentado. Não ocorrem feições de interesse espeleológico na localidade.	991	7448534	0373377	231, 232
107	Corte em estrada de acesso em meio a plantação de eucalipto mostrando relevo de vertentes escarpadas associadas a morro de topo arredondado com manto profundo de intemperismo, chegando a ultrapassar 4 m de espessura. Existem blocos de xisto arroxeados bastante intemperizados e friáveis. O relevo e caracterizado por mar de morros de topos arredondados e vertentes convexas. Não ocorrem feições cársticas na área.	916	7448448	0373921	233, 234
108	Área de mata Atlântica em terreno plano com solo orgânico de granulometria fração areia de cor marrom. Devido à falta de litologias e relevo propícios à formação de cavidades, o ponto não apresenta nenhum potencial espeleológico.	814	7448348	0374318	235, 236
109	Área de plantação de eucalipto com cobertura de solo de coloração marrom contendo imersos fragmentos de quartzito micáceo de coloração rosada. O relevo é representado por colina com vertente escarpada e topo arredondado. Não ocorrem feições cársticas na área.	883	7448318	0374548	237, 238
110	Corte em estrada de acesso para plantação de eucalipto mostrado rocha meta-ígnea máfica de textura afanítica a fanerítica fina contendo grande quantidade de óxido de ferro. Não ocorrem feições de interesse espeleológico. Vertente bastante escarpada e topo de morro arredondado.	755	7457786	0398652	239, 240
111	Vertente escarpada de morro em área de mata Atlântica primária mostrando rampa de colúvio com espessa serapilheira recobrimdo solo orgânico marrom escuro de granulometria areno argiloso. Não ocorrem afloramentos ou feições de interesse espeleológico. O topo do morro é arredondado e é possível identificar quartzitos arroxeados em corte de acesso em cota topográfica acima deste ponto.	773	7457776	0398621	241, 242, 243
112	Vertente bastante escarpada de vale em V composta de solo de granulometria argilo-arenoso de coloração vermelha. Ocorrem blocos intemperizados de rocha rica em óxidos de ferro. Não ocorrem feições cársticas na área.	709	7457789	0399272	244, 245

Ponto	Descrição	Cota	UTM 23k		Fotos (Anexo 6.2.3)
			Y	X	
113	Vertente escarpada com fundo de vale arredondado. Não ocorrem afloramentos ou quaisquer feições de interesse espeleológico no local.	777	7457760	0400405	246, 247
114	Afloramento de paragnaisse com forte presença de foliação. Ocorre um manto de intemperismo com espessura superior a 2,5m. Não ocorrem feições cársticas na área.	804	7457640	0400492	248, 249
115	Área de mata Atlântica com espesso manto de intemperismo com cobertura de solo orgânico em vertente muito escarpada. Não ocorrem litologias ou qualquer feição de interesse espeleológico.	816	7457717	0400917	250, 251
116	Área de mata em vertente escarpada mostrando cobertura de solo de granulometria argilo arenoso e cor vermelha. Não apresenta feições espeleológicas.	762	7457634	0401527	252, 253
117	Afloramento de paragnaisse arroxeadado com grande quantidade de óxidos de ferro, entrecortados de veios de quartzo leitoso. O relevo é de montanhas e morros de topos arredondados e vertentes convexas muito íngremes. Não ocorrem feições cársticas ou litologias com potencial espeleológico.	670	7457607	0402334	254, 255

6.2.7.7.2. Cavidades Identificadas

6.2.7.7.2.1. Gruta da Serra do Tanque Estourado 1

Localização e caracterização

A Cavidade está localizada em uma vertente de relevo bastante íngreme e vegetação arbórea densa. O contexto litológico em que se insere é constituído por rocha granítica, fanerítica fina de coloração cinza, atribuída à Formação Morro do Pão. Os litotipos como granodiorito, quartzo, monzodiorito e monzonito também se fazem presentes nesta unidade estratigráfica. Sua entrada principal é composta por um arranjo caótico de blocos, contendo um bloco horizontal de maior dimensão compondo o teto da cavidade (Figura 6.2.104). A sua entrada possui aproximadamente 5m de largura por 5m de altura, com desenvolvimento horizontal de aproximadamente 10m (Figura 6.2.105 e Figura 6.2.106). Não foi observado fauna cavernícola na cavidade. A Tabela 6.2.8 apresenta as características gerais da gruta identificada a aproximadamente 1.930m do eixo da LT.

Tabela 6.2.8. Características gerais da Gruta Serra do Tanque Estourado 1

Coordenadas UTM	Altitude da Boca	Distância para eixo da LT	Município	Litologia	Registro CANIE/CECAV:
23K 382364E 7448974N	755 m	1.930 m	Igaratá - SP	Granito	023351.00001.35.20202

A sua gênese está relacionada com o processo de esfoliação esferoidal, gerando formas arredondadas concêntricas, constituídos de rocha fresca. Este processo se dá em rochas maciças fraturadas em grandes blocos de formato quadrangular no qual o intemperismo atua de forma mais intensa nos vértices do que nas arestas. Na maioria das vezes são gerados pelos deslocamentos destes grandes blocos e o acúmulo no sopé das vertentes, oportunizando um arranjo tridimensional caótico, gerando reentrâncias diversas e, por conseguinte as cavidades.



Figura 6.2.104. Detalhe do teto da cavidade formado por um único bloco acomodado sobre matacões menores que compõe as paredes laterais da cavidade.

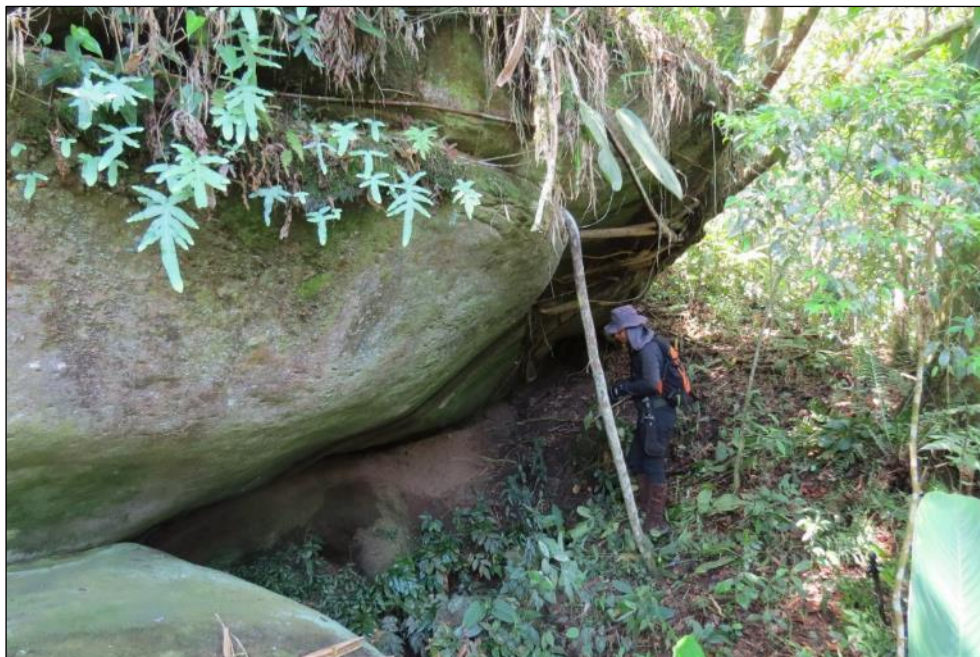


Figura 6.2.105. Entrada da cavidade.



Figura 6.2.106. Vista do interior da cavidade.

O acesso a essa cavidade tem início na cidade de Igaratá – SP, saindo do centro, com entrada na estrada de terra Monte Alegre e seguindo-se por 1.9km por estrada vicinal Rio do Peixe. Ao atingir 2.2km, virar-se à direita na estrada vicinal Morro Azul, onde seguindo-se por mais 3.2km, e na sequência toma-se o caminho à esquerda em estrada de terra sem nome. Ao deslocar-se por 8.9km, essa estrada terminará no cruzamento com a estrada vicinal Roberto Gomes Bolanhos, onde deverá seguir-se pela esquerda, por mais 4.7km, ao

término entra-se novamente à esquerda, seguindo-se pela mesma estrada por 2.3km, deve-se virar à direita, pela estrada da Fazenda Macaco Bigorna, deslocando-se até o antigo tanque de água da propriedade, que se encontra rompido. A partir desse ponto o acesso se faz apenas por caminhada, seguindo por uma pequena trilha na margem direita do tanque, na sequência deve-se adentrar na mata de vegetação bastante densa à esquerda, após caminhar por 200m. Ao entrar na mata, deverá seguir-se na direção W por 210m, onde deve-se cruzar um lago com aproximadamente 3m de largura, que deságua no antigo tanque estourado. Após a travessia do lago, seguir por 105m no sentido NW, em uma área de encosta íngreme e de vegetação densa, onde está a entrada da cavidade.

Em relação à diretriz do empreendimento está localizada a 1936m do traçado, estando fora da área de influência da cavidade, portanto, não sendo interferida pela LT. A cavidade está localizada fora da área de estudo da espeleologia (AE Espeleologia), cujo “buffer” é de 280m em relação ao eixo da LT (Figura 6.2.107).

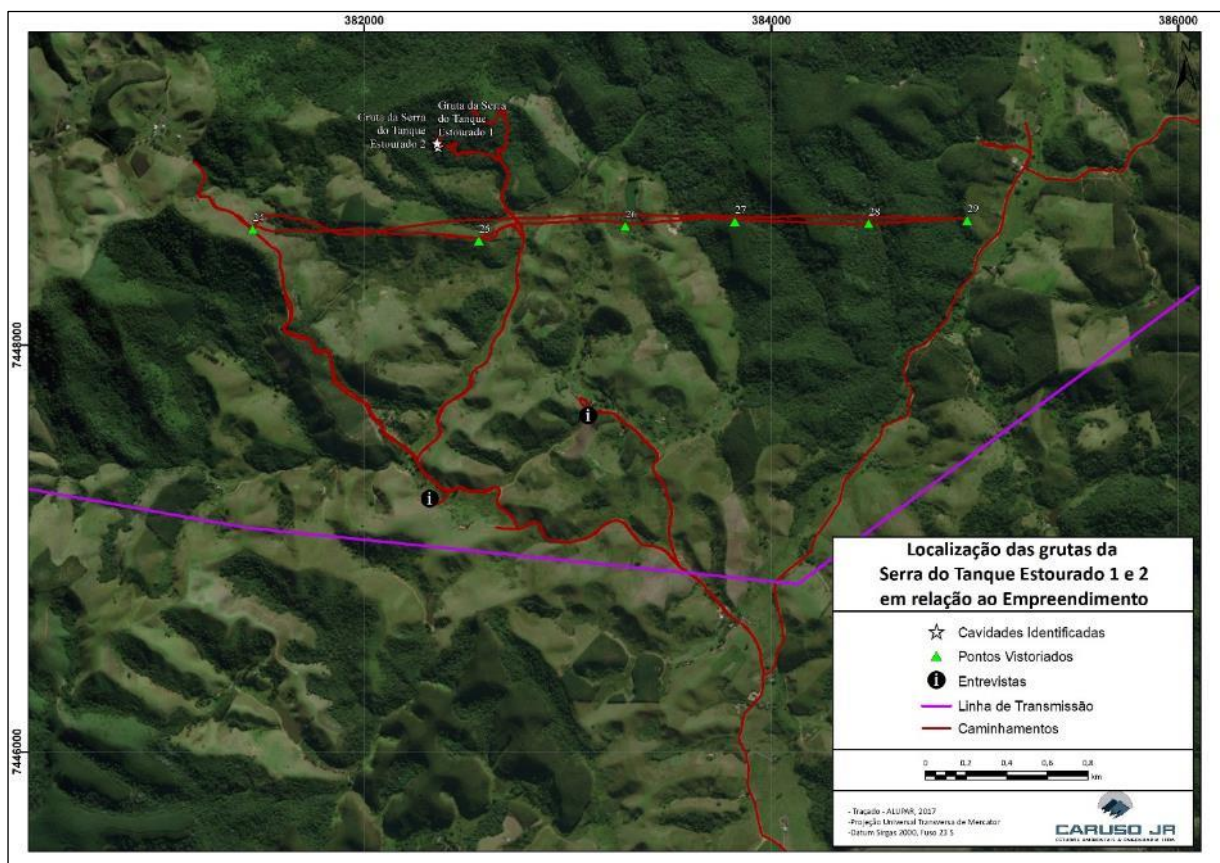


Figura 6.2.107. Localização da cavidade em relação ao empreendimento.

6.2.7.7.2.2. Gruta da Serra do Tanque Estourado 2

Assim como a cavidade anterior, a Gruta da Serra do Tanque Estourado 2, está inserida em uma região de vertente escarpada e vegetação arbustiva densa e está localizada a 1958m de distância do eixo da LT. Encontra-se localizada a 20m ao N da cavidade 1, sendo ambas bastantes similares, quanto à forma, dimensões e gênese. A rocha também é um granito de textura fanerítica fina e de coloração cinza. Sua entrada principal é composta por um arranjo caótico de blocos, contendo um grande bloco formando o teto da cavidade (Figura 6.2.108). A Tabela 6.2.9 apresenta a localização e características gerais.

Tabela 6.2.9. Características gerais da Gruta Serra do Tanque Estourado 2.

Coordenadas UTM	Altitude da Boca	Distância para eixo da LT	Município	Litologia	Registro CANIE/CECAV
23k 382358E 7448992N	756 m	1958 m	Igaratá - SP	Granito	023352.00002.35.20202

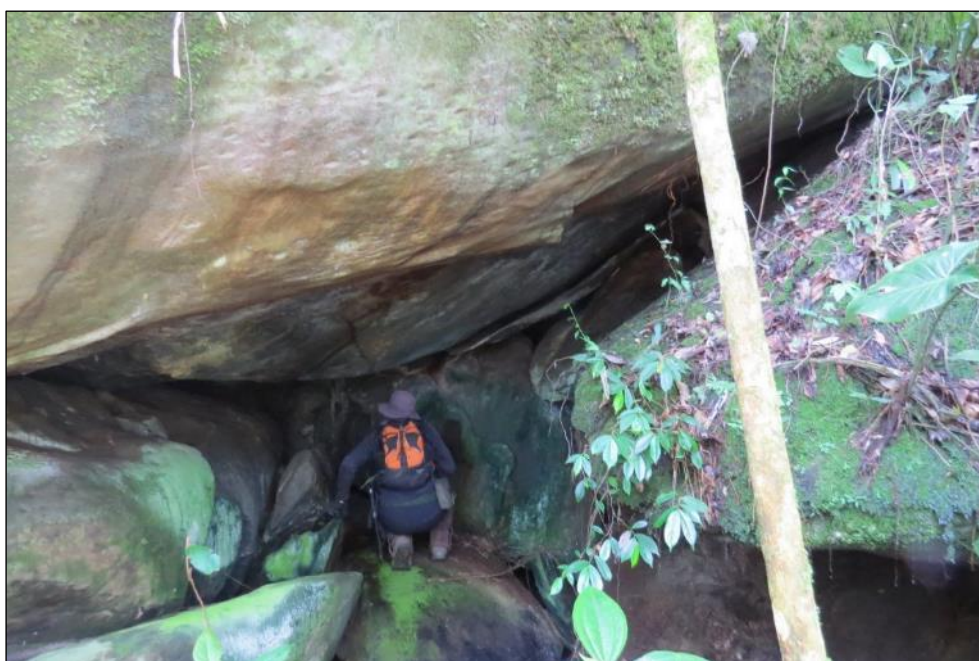


Figura 6.2.108. Detalhe de bloco formando teto da cavidade.

A sua entrada possui aproximadamente 8m de abertura por 5m de altura, com desenvolvimento horizontal de aproximadamente 8m (Figura 6.2.109 e Figura 6.2.110). Não foi observado fauna cavernícola na cavidade. Tal como na cavidade próxima, descrita anteriormente, sua gênese está relacionada com o processo de esfoliação esferoidal, gerando formas arredondadas concêntricas, constituídos de rocha fresca. Este processo se dá em rochas maciças fraturadas em grandes blocos de formato quadrangular no qual o intemperismo atua de forma mais intensa nos vértices do que nas arestas. Na maioria das vezes são gerados pelos deslocamentos

desses grandes blocos e o acúmulo no sopé das vertentes oportunizando um arranjo tridimensional caótico, gerando reentrâncias diversas e, por conseguinte as cavidades.



Figura 6.2.109. Entrada da cavidade.



Figura 6.2.110. Vista do interior da cavidade.

Se insere geologicamente na Formação Morro do Pão, representada sobretudo por granito, podendo ainda apresentar granodiorito, quartzo, monzodiorito e monzonito.

Assim como descrito para a cavidade anterior, o acesso a essa cavidade tem início na cidade de Igaratá – SP, saindo do centro, com entrada na estrada de terra Monte Alegre e seguindo-se por 1.9km por estrada vicinal Rio do Peixe. Ao atingir 2.2km, virar-se à direita na estrada vicinal Morro Azul, onde seguindo-se por mais 3.2km, e na sequência toma-se o caminho à esquerda em estrada de terra sem nome. Ao deslocar-se por 8.9km, essa estrada terminará no cruzamento com a estrada vicinal Roberto Gomes Bolanhos, onde deverá seguir-se pela esquerda, por mais 4.7km, ao término entra-se novamente à esquerda, seguindo-se pela mesma estrada por 2.3km, deve-se virar à direita, pela estrada da Fazenda Macaco Bigorna, deslocando-se até o antigo tanque de água da propriedade, que se encontra rompido. A partir desse ponto o acesso se faz apenas por caminhada, seguindo por uma pequena trilha na margem direita do tanque, na sequência deve-se adentrar na mata de vegetação bastante densa à esquerda, após caminhar por 200m. Ao entrar na mata, deverá seguir-se na direção W por 210m, onde deve-se cruzar um lago com aproximadamente 3m de largura, que deságua no antigo tanque estourado. Após a travessia do lago, seguir por 105m no sentido NW, em uma área bastante escarpada e de vegetação densa, onde está inserida a Gruta da Serra do Tanque Estourado 1, e a partir dessa seguir por 20m no sentido N, onde está a boca da cavidade.

Em relação ao empreendimento está situada a 1958m do eixo da LT, fora da área de influência da cavidade, não sendo interferida pela LT. A cavidade está localizada fora da área de estudo da espeleologia (AE Espeleologia), cujo “buffer” é de 280m para cada lado do traçado da LT (Figura 6.2.107).

6.2.7.7.2.3. Abrigo do Embauzinho

A cavidade foi classificada como abrigo e recebeu esse nome por estar situada no bairro de Embauzinho, pertencente a cidade de Cachoeira Paulista - SP. O abrigo possui formato de boca triangular com 12m de largura, 3m de altura com 3m de desenvolvimento (Figura 6.2.111 e Figura 6.2.112). A Tabela 6.2.10 apresenta a localização e características gerais da cavidade localizada próxima ao empreendimento, a cerca de 791m do eixo da LT.

Tabela 6.2.10. Características gerais da Gruta Serra do Tanque Estourado 2.

Coordenadas UTM	Altitude da Boca	Distância para eixo da LT	Município	Litologia	Registro CANIE/CECAV
23k 500543E 7497677N	529m	791m	Cachoeira Paulista/SP	Biotita Xisto	023350.00001.35.08603



Figura 6.2.111. Vista frontal da cavidade.



Figura 6.2.112. Vista do interior da cavidade.

O contexto litológico é composto por biotita xisto de coloração cinza escuro, pertencente ao Complexo Embu. Sua gênese é atribuída ao fraturamento do maciço rochoso com abatimento de grandes blocos.

A cavidade não possui nenhuma relevância, notadamente pelo pequeno desenvolvimento, sem zonas de penumbra ou afólicas e não apresenta fauna cavernícola ou mesmo silvestre que a utilizem como abrigo. A cavidade está muito antropizada e compõe área de descanso para bovinos criados na fazenda onde está inserida.

O acesso é realizado a partir do centro da cidade de Cachoeira Paulista/SP, seguindo pela Avenida Marginal Rio Paraíba, que liga à cidade ao bairro rural de Embauzinho. Após o término da cidade, seguir por 4.1km, a cavidade estará à esquerda, bem ao lado da avenida.

Em relação ao empreendimento, está situada a 791m do eixo da LT, fora da área de influência da cavidade, não sendo interferida pela LT. A cavidade está localizada fora da área de estudo da espeleologia (AE Espeleologia), cujo “buffer” é de 280m (Figura 6.2.113).

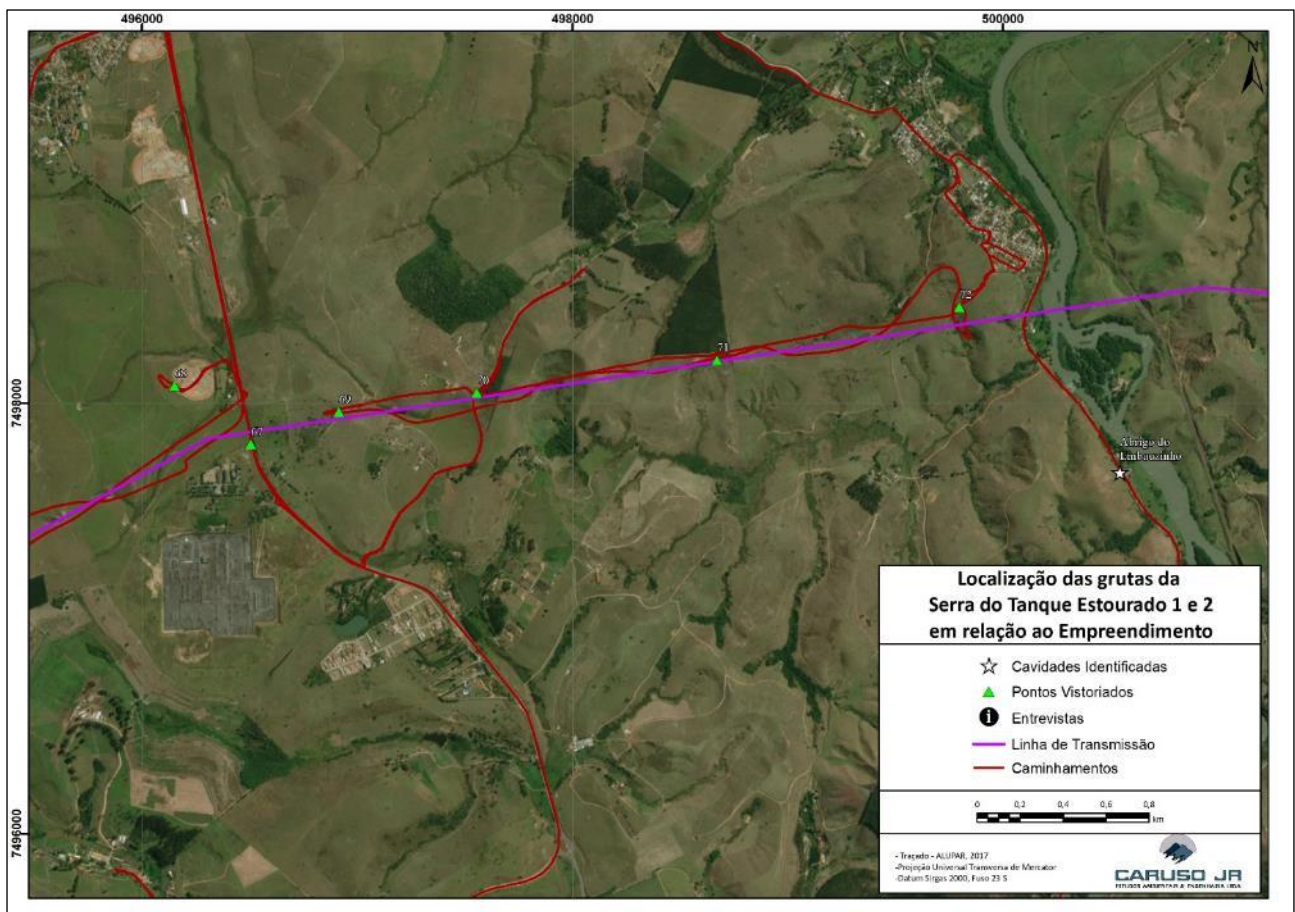


Figura 6.2.113. Localização da cavidade em relação ao empreendimento.

6.2.7.8. Considerações finais

Em face às litologias apresentadas pelas sequências geológicas seccionadas pelo empreendimento, compostas notadamente por granitos, gnaisses, xistos e quartzitos, em especial atribuídos às diversas sequências que compõem os embasamentos cristalinos regionais, e que geralmente estão representados por mar de morros, além de depósitos pouco litificados relacionados ao Grupo Taubaté, o potencial espeleológico da Área de Estudo é, predominantemente, baixo e médio. Não ocorrem áreas de alto e muito alto potencial dentro da AE Espeleologia, e as regiões, antes definidas como alto ou muito alto potenciais espeleológicos foram rebaixados em função da inexistência de litologias e contextos geomorfológicos passíveis de formação de cavidades naturais subterrâneas.

As regiões dominadas por rochas graníticas e gnaisses formam relevos arredondados, compondo mar de morros com raros depósitos de tálus que, geralmente, são os responsáveis pela formação de cavidades naturais, haja vista, o arranjo caótico formado pelo acúmulo de grandes matacões, que a princípio poderiam gerar reentrâncias e, por conseguinte, cavidades de pequeno porte. Embora tenham sido registradas duas cavidades nesse contexto (Gruta da Serra do Tanque Estourado 1 e 2), essas possuem desenvolvimento pequeno e ausência de espeleotemas ou fauna que as atribuam alguma relevância espeleológica, estando todas relativamente distantes do empreendimento, 1930m e 1958m, respectivamente. Nesse contexto, todas as cavidades estão fora da AE Espeleologia, ou seja, a mais de 280m do eixo do traçado e não serão impactadas direta ou indiretamente pelo empreendimento.

Em um afloramento de xisto no bairro do Embauzinho foi identificado ainda um pequeno abrigo (Abrigo do Embauzinho) sem ocorrência de espeleotemas, fauna ou zonas afóticas. Está distante do empreendimento (791m, o mais próximo do traçado) e não será impactado por ele.

As três cavidades identificadas e descritas neste estudo já foram inseridas na base CANIE/CECAV e validadas com o Nível 2 conforme a classificação que se segue.

- Nível 0: dado cadastrado sem validação de unidade da federação e município;
- Nível 1: dado cujas coordenadas situam-se dentro da unidade da federação e do município informado pelo cadastrante. As cavernas cadastradas pelo CECV encontram-se inseridas nesse nível;
- Nível 2: dado cujas coordenadas foram coletadas ou conferidas *in loco* segundo os procedimentos metodológicos definidos pelo CECV; e

- Nível 3: dado cujas coordenadas se referem à caverna de nível 2, devidamente topografada, com mapa inserido e disponibilizado no Cadastro.

Diante do exposto, como as pequenas cavidades existentes estão dentro da classificação de baixa relevância e não ocorrem regiões classificadas como de alto ou muito alto potencial para formação de cavernas, torna-se inócuo o avanço dos estudos destas “eventuais cavidades”, como maneira de se adotar medidas mitigadoras e até mesmo conservacionistas para a preservação dessas áreas, uma vez que não serão afetadas pelo empreendimento.

Devido à grande extensão da LT sobre vegetação densa de Mata Atlântica é recomendável um treinamento para as equipes de supressão vegetal, visando a adoção de medidas preventivas para eventuais identificações de possíveis cavidades não registradas durante esta etapa de avaliação, notadamente nas serras localizadas nos municípios de Piracaia/SP, Igaratá/SP e São José dos Campos/SP, garantindo assim a total proteção do patrimônio espeleológico nacional.

6.2.8. NÍVEL DE RUÍDO

O conforto acústico pela alteração dos níveis do ruído ambiental é um dos itens que vem ganhando interesse crescente em todos os segmentos da sociedade, pois a poluição sonora pode afetar negativamente o bem-estar das pessoas e o equilíbrio do meio natural.

O som é a sensação produzida no sistema auditivo por vibrações das moléculas de ar, propagadas a partir de uma estrutura vibrante, desde que induzida de forma adequada, pois nem toda a vibração gera uma onda sonora perceptível. Já o ruído pode ser definido como um som emitido sem harmonia, geralmente em conotação negativa (BISTAFA, 2006), ou seja, um som indesejável, incômodo ao indivíduo e/ou prejudicial ao organismo ou ao desempenho de alguma atividade. A poluição sonora, segundo Murgel (2007), pode ser considerada então a alteração das características ambientais naturais do meio pelo ruído, ou seja, quando esse ultrapassa o nível de pressão sonora confortável para o contexto local.

De acordo com Murgel op. cit., em decorrência do crescimento das cidades a poluição sonora tornou-se um dos mais sérios problemas urbanos, ainda que nem sempre seja considerado de controle prioritário pelas autoridades. A crescente preocupação da sociedade moderna para com o ruído como fonte de incômodo (poluição sonora), demanda que medidas corretivas sejam implantadas visando o seu controle (ALVES FILHO, 1997). A exposição ao ruído pode comprometer a saúde e a qualidade de vida das pessoas. Ademais,

assim como para a sociedade, o desconforto acústico é causador de efeitos negativos sobre o meio natural, incidindo diretamente no comportamento da fauna local.

Destaca-se ainda que a atuação do ruído é diferente em diferentes ambientes. Ruídos incômodo em determinadas localidades podem ser aceitáveis ou até úteis em outras, dependendo do contexto local e do rol de atividades realizadas. Assim, a avaliação do ruído ambiental deve sempre considerar a origem do ruído e o contexto em que está inserido, se valendo de ferramentas como o zoneamento e o uso e ocupação do solo para tanto.

Os ruídos gerados por linhas de transmissão de energia elétrica são pouco representativos quando comparados a outras tipologias de empreendimentos, especialmente em função de sua baixa incidência, sendo praticamente desprezível durante a fase de operação. Assim, entende-se que os maiores incômodos associados ao ruído para empreendimentos dessa natureza estão nas ações executadas da fase de instalação, as quais se distribuem ao longo do traçado. Todavia as frentes de trabalho permanecem pouco tempo em cada localidade, sendo esse incômodo, quando existente, passageiro. Entretanto, é necessário se identificar as localidades que poderão estar expostas ao ruído proveniente das atividades do empreendimento em sua fase de implantação e operação, avaliando possíveis incômodos gerados.

6.2.8.1. Identificação de receptores sensíveis ao ruído

Para identificação dos receptores mais sensíveis ao ruído que será gerado pela instalação e operação da LT foram mapeadas (por fotointerpretação e identificação a campo) todas as localidades limítrofes ou com maior proximidade da ADA, que corresponde à área passível de intervenção pela implantação do empreendimento (portanto sujeita à emissão de ruídos das atividades), bem como a área na qual deverá se limitar o ruído da operação.

Da mesma forma, foram também mantidas como vulneráveis ao ruído aquelas localidades verificadas sobrepostas ou próximas às vias de acesso principais até a ADA, considerando a logística mais provável dos veículos e equipamentos utilizados na fase de instalação. Isso porque, durante a instalação do empreendimento, diferentes acessos serão utilizados para as frentes de trabalho, sendo priorizada a utilização de acessos existentes sobre a abertura de novos. Ainda poderão ser suscetíveis aos ruídos gerados na fase de instalação aquelas localidades limítrofes aos canteiros de obras, todavia, não se tem neste momento a localização desses, fato pelo qual essas comunidades/localidades não foram mapeadas.

Por localidades compreende-se tanto os bairros e comunidades consolidadas como também os agrupamentos residenciais mais expressivos. Importante salientar que, em função do tipo de ocupação do solo na AE, não se consideraram como receptores sensíveis as residências e/ou benfeitorias isoladas ou mesmo grupamentos pouco expressivos.

Ademais, o tipo de uso da terra na região também é considerado, sendo priorizado como receptores sensíveis aqueles que contemplam uso predominantemente residencial, onde a tolerância para os níveis de ruído é naturalmente menor do que usos industriais, por exemplo.

Os resultados da identificação das localidades mais vulneráveis ao ruído da instalação e operação do empreendimento estão apresentados no Quadro 6.2.20.

Quadro 6.2.20 Resultado do levantamento dos receptores de ruído na instalação e operação da LT.

Receptores	UF	Município	Descrição	Coordenadas planas (Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23 S)	
				E (m)	N (m)
Localidade 1	SP	Atibaia	Comunidade Boa Vista em acesso próximo da SE Fernão Dias	345755,00	7449128,00
Localidade 2	SP	Atibaia	Residências e benfeitorias próximas ao Sítio Inuí	348790,43	7450433,53
Localidade 3	SP	Atibaia	Residências próximas da faixa de servidão	350071,19	7450529,83
Localidade 4	SP	Atibaia	Residências em acesso próximo ao bairro Cachoeira	351379,00	7450310,00
Localidade 5	SP	Piracaia	Bairro Vale da Cachoeira	357839,00	7449274,00
Localidade 6	SP	Piracaia	Bairro San Marino	358864,00	7448557,00
Localidade 7	SP	Piracaia	Residências em acesso próximo ao bairro Morro Vermelho	361620,00	7447710,00
Localidade 8	SP	São José dos Campos	Residências ao longo da estrada Guirra, no bairro Guirra.	394328,50	7456501,58
Localidade 9	SP	São José dos Campos	Residências ao longo da estrada Rio do Peixe, no bairro Rio do Peixe	402266,81	7457766,48
Localidade 10	SP	São José dos Campos	Residências ao longo da rua Alto das Tábuas, no bairro Roncador	405719,29	7457121,22
Localidade 11	SP	Taubaté	Sítios e pousadas ao longo da Estrada Pedra Branca	426194,17	7458566,32
Localidade 12	SP	Tremembé	Residências ao longo de acesso no bairro Maracaibo	433220,82	7462830,56
Localidade 13	SP	Tremembé	Residências ao longo de acesso bairro Mato Dentro	436336,42	7467546,23
Localidade 14	SP	Pindamonhangaba	Residências em acesso próximo do traçado no bairro Piracoama	440604,47	7469803,80
Localidade 15	SP	Pindamonhangaba	Residências ao longo de acesso no bairro Ribeirão Grande	456039,00	7476147,00
Localidade 16	SP	Guaratinguetá	Residências em acesso próximo do traçado no bairro Soares	465027,89	7479401,52
Localidade 17	SP	Guaratinguetá	Residências ao longo de acesso no Bairro do Pirizal e Fazenda Santo Antônio	467600,15	7480910,56
Localidade 18	SP	Guaratinguetá	Comunidade Mato Seco em acesso próximo do traçado	471595,00	7481877,00
Localidade 19	SP	Guaratinguetá	Bairro Santa Edwiges	476092,79	7484582,51
Localidade 20	SP	Cachoeira Paulista	Comunidade na estrada do Jardim	494230,48	7496468,75

Receptores	UF	Município	Descrição	Coordenadas planas (Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23 S)	
				E (m)	N (m)
			próximo do traçado		
Localidade 21	SP	Cachoeira Paulista	Residências próximas da faixa de servidão na Comunidade Aguadas	497260,78	7497886,71
Localidade 22	SP	Cachoeira Paulista	Bairro Embauzinho	499929,58	7498857,70
Localidade 23	RJ	Volta Redonda	Bairro Roma	594362,58	7499597,09
Localidade 24	RJ	Piraí	Residências em acesso na Comunidade Vale Verde	609189,74	7496375,56
Localidade 25	RJ	Paracambi	Residências ao longo da estrada da Floresta próxima da SE Terminal Rio	623748,90	7494620,00

Foram identificadas 25 localidades que, por se situarem próximas da ADA do empreendimento, poderão estar mais vulneráveis à variação acústica das atividades da fase de instalação e/ou operação.

Para a avaliação do ruído sobre as localidades identificadas, primeiramente deve-se entender quais as fontes de ruído relacionadas ao empreendimento em suas diferentes fases. Durante a fase de instalação, o ruído é proveniente da movimentação de veículos e maquinários para a instalação das torres de transmissão e cabeamentos. O ruído da instalação é pontual, permanecendo somente durante a atividade naquele trecho. Esse ruído é gerado a partir de atividades como a movimentação de veículos, supressão de vegetação e a montagem das torres, serviços esses que permanecem por pouco tempo em cada local e emitem níveis de ruído que se limitam a pequenas distâncias, com potencial para afetar somente comunidades adjacentes. Nessa fase a operação dos canteiros de obras também é uma fonte de emissão de ruídos, no entanto, durante a fase de planejamento (elaboração do EIA/RIMA) não se dispõe da localização exata dos canteiros de obras. Todavia, cabe destacar que eles serão instalados prioritariamente em locais afastados de centros urbanos, já considerando os aspectos relacionados a eles.

Quanto à fase de operação da LT, o ruído gerado é na maior parte dos casos desprezível em se tratando de incômodo à população. As linhas de transmissão emitem ruído em sua operação a partir do efeito “corona”, que é característico da condução de energia elétrica de alta tensão. Esse ruído pode se intensificar em dias úmidos ou chuvosos, pois a nebulosidade resulta em uma atmosfera mais condutiva. Além da corona audível, outra fonte de ruído da operação são as atividades periódicas de manutenção que deverão ser realizadas, mas que apresentam grandes intervalos entre sua realização e em sua grande maioria representam níveis de pressão sonora poucos representativos, sendo desprezíveis no âmbito do incômodo à população.

Diante disso, pode-se avaliar como os receptores identificados estariam sujeitos aos níveis de ruído da instalação e operação. As localidades 1 e 25 correspondem a comunidades/grupamentos de residências distribuídas ao longo da via principal de acesso próxima das SEs Fernão Dias e Terminal Rio, respectivamente.

Nessas vias de acesso o tráfego em função das atividades de instalação do empreendimento pode gerar certo grau de ruído, se estendendo por períodos maiores do que nas demais frentes de trabalho, considerando as atividades nas SEs além de na LT, porém esses serão também pouco intensos, haja vista que as SEs já estarão construídas e que o empreendimento prevê apenas a sua ampliação. No que tange à operação, não se estimam incômodos, uma vez que a corona audível deve se restringir aos limites da faixa de servidão.

A maior parte das localidades identificadas corresponde a comunidades/grupamentos de residências distribuídas ao longo de vias de acesso (localidades, 2, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 17 e 24). As localidades 5, 6, 19, 22 e 23 estão igualmente localizadas em vias de acesso para a ADA do empreendimento, porém essas correspondem a bairros predominantemente residenciais, com maior número de residências. Nesses locais, a utilização das vias para se acessar à ADA durante a fase de instalação pode ser considerada uma fonte de emissão de ruído, apesar de as atividades terem baixa permanência em cada trecho. Semelhante ao descrito anteriormente, a operação do empreendimento não deve ter influência significativa sobre o conforto acústico dessas localidades.

Por fim, as localidades 3, 14, 16, 18, 20 e 21 correspondem a áreas associadas ou não a acessos que se encontram bastante próximas da faixa de servidão e que, por esse motivo, poderão perceber ruídos das atividades de implantação do empreendimento, apesar de sua baixa permanência em cada trecho. Na operação, devido à maior proximidade da ADA, caso os moradores se aproximem da faixa de servidão o ruído da operação (corona audível) também poderá ser notado.

6.2.9. SÍNTESE

A Área de Estudo da LT 500kV Fernão Dias – Terminal Rio, devido a sua extensão de aproximadamente 300,3km, é caracterizada por diversas variações sobre o contexto fisiográfico.

O empreendimento encontra-se integralmente inserido na região Sudeste do país, cuja posição geográfica e o contexto geológico influencia nos aspectos físicos da região interceptada pelo traçado da LT. Os diversos eventos de escalas tectônicas a qual tem sido submetida a AE, propiciaram a formação de um relevo de elevadas altitudes, que tendem a diminuir no sentido leste da AE, quando a paisagem passa de unidade de relevo planáltico para regiões mais baixas da Depressão do Médio Paraíba do Sul até chegar à unidade Colinas e Maciços Costeiros. As características físicas presentes na AE são marcadas por uma forte influência da litologia da região, que abriga rochas antigas de origem ígnea e metamórfica, tais como gnaiesses e migmatitos e, com menor ocorrência, os depósitos sedimentares associados ao Grupo Taubaté – Formações Resende, São Paulo e

Tremembé, que compõem a região central do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil – RCSB, além dos depósitos aluvionares situados nas calhas de curso d'águas.

Quanto à pedologia predominam na AE os Latossolos associados às altas altitudes, com ocorrência nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Os Gleissolos cobrem a porção central da AE, no estado de São Paulo, e encontram-se localizados na Depressão do Médio Paraíba do Sul, próximos aos cursos d'água, uma vez que este tipo de solo se forma em condições de saturação com água. Já os Argissolos ocorrem em menor escala a oeste e leste da AE. Os Cambissolos, que possuem como características a presença significativa de fragmentos de rocha e o fato de serem solos pouco desenvolvidos, estão localizados na AE na unidade geomorfológica Planalto de Campos do Jordão, em áreas próximas às escarpas da Serra da Mantiqueira.

O contexto geológico da região favorece, nas áreas de localização das bacias sedimentares associadas ao RCSB, potencialidade para vestígios paleontológicos, portanto, essas áreas deverão ser objeto de uma investigação em maior nível de detalhe. Por outro lado, devido à presença de embasamento cristalino na maior parte do traçado e o contexto geomorfológico da AE, a região não favorece a formação de cavidades naturais subterrâneas, tendo sido reavaliadas em campo as áreas classificadas como de alto e muito alto potencial pelo CECAV que, após excursão de campo, foram reclassificadas como de médio e baixo potencial ou mesmo inexistente para o aparecimento de cavernas.

Essa complexa e vasta caracterização geológica e geomorfológica, bem como a localização geográfica da AE são fatores que também influenciam fortemente na composição climática na região, que é caracterizada por um mosaico de tipos climáticos, apresentando grande variação local e abrigando cinco diferentes tipos climáticos, com predomínio na AE do clima subtropical úmido com inverno seco e verão quente (Cwa), seguido por algumas regiões com clima subtropical úmido de verão quente (Cfa) e verão ameno (Cfb). Em função disso, as temperaturas em toda a AE são bastante elevadas nos meses entre setembro a março, com uma leve queda nos meses de inverno. Da mesma forma, a precipitação é maior nos meses de verão, chegando a 279mm no mês mais chuvoso, com uma considerável baixa nas chuvas durante o inverno, com apenas 20mm no mês menos chuvoso.

No que tange à hidrografia local, nota-se que no estado de São Paulo a porção central, correspondente às áreas de planaltos, contribui com a drenagem para a Região Hidrográfica do Paraná, enquanto que a área costeira do estado e a porção do Vale do Paraíba paulista contribuem para a Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste. No âmbito do Rio de Janeiro, todo o estado contribui apenas para a Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste.

Da mesma forma, a porção interceptada da RH Atlântico Sudeste tem como particularidade o fato de compreender o Vale do Paraíba, para o qual converge toda a drenagem da região em função dos divisores topográficos existentes, a saber: a Serra da Mantiqueira a noroeste e da Serra do Mar a sudeste. Portanto, no Vale do Paraíba, apesar de estarem compreendidos diversos afluentes menores associados às formações serranas, o rio Paraíba do Sul apresenta grande extensão e vazão, sendo o principal curso-d'água associado à região hidrográfica nesse trecho.

As condições de climatológicas incidentes sobre a região de estudo, associada às características geológicas, geomorfológicas e aliadas à ocorrência de duas classes de solos instáveis (Gleissolos e Cambissolos), bem como às altas variações de declividade e às características de uso e ocupação do solo identificados para AE, que apresenta-se com predomínio de áreas antropizadas, culturas diversas, áreas urbanizadas e vegetação espaça e pouco densa, resultou no enquadramento predominantemente na classe de vulnerabilidade geotécnica intermediária (62,64%), seguida por trechos instáveis (24,68%) e estável (12,68%). A partir desse resultado, é recomendada que a equipe de engenharia do empreendimento adote técnicas especiais para a instalação e operação do empreendimento. Não foram encontrados na AE registros de eventos de abalos da terra significativos, a exemplo dos terremotos.

Quanto aos recursos minerais, constam registrados 45 processos minerários solicitados na área pretendida para o empreendimento no Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), atual Agência Nacional de Mineração (ANM), dos quais apenas três encontram-se em fase de extração (concessão de lavra), o qual é classificado como de alta interferência. Os demais estão em fases distintas de análise pelo órgão, sendo estes classificados como de média/baixa probabilidade de interferência.

Por fim, quanto ao nível de ruído, foram identificadas na AE 25 localidades (comunidades ou grupamento de residências) ao longo do traçado da LT que podem estar sujeitas a influência do ruído do empreendimento devido a sua localização próxima da ADA. Contudo, os ruídos associados à Linhas de Transmissão são praticamente desprezíveis para sua operação, limitando-se à sua faixa de servidão, enquanto que para a instalação o possível incômodo deverá ser pontual, pois as atividades permanecem por pouco tempo em cada trecho ao longo da LT.



6.2.10. ANEXOS



Anexo 6.2.1. Tabela de Hidrografia da Área de Estudo



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

RH	ID	Ottobacia (nível 6)	Trecho de Curso- d'água		Área de cont. à montante (km2)	Curso-d'água				Cruzad o pela LT
			Código	Comp. (km)		Código	Comp. (km)	Nome	Ordem	
Paraná	1	846647	165248	7,02	25,71	84664716	7,02	Córrego da Moenda	6	Não
	1	846647	165251	1,76	1796,38	84664	192,88	Rio Atibaia	5	Não
	1	846647	165258	16,69	90,81	8466472	16,69	Ribeirão da Fazenda Velha	6	Não
	1	846647	165266	9,58	40,59	84664712	9,58	Córrego dos Pereiras	6	Não
	1	846647	165267	3,4	1974,25	84664	192,88	Rio Atibaia	5	Não
	1	846647	165294	5,11	1925,41	84664	192,88	Rio Atibaia	5	Não
	1	846647	165296	4,15	1831,94	84664	192,88	Rio Atibaia	5	Não
	1	846647	165370	8,45	1703,63	84664	192,88	Rio Atibaia	5	Não
	1	846647	165386	1,16	1547,79	84664	192,88	Rio Atibaia	5	Não
	1	846647	165458	19,05	111,09	8466476	19,05	Ribeirão das Pedras	6	Não
	1	846647	165467	11,22	76,81	84664714	11,22	Ribeirão do Morro Azul	6	Não
	1	846647	165515	15,57	80,81	84664794	15,57	Sem Nome	6	Sim
	1	846647	165537	12,8	1435,04	84664	192,88	Rio Atibaia	5	Não
	1	846647	165539	4,1	1138,16	84664	192,88	Rio Atibaia	5	Não
	1	846647	165544	1,42	1182,57	84664	192,88	Rio Atibaia	5	Não
	1	846647	165545	1,22	1305,94	84664	192,88	Rio Atibaia	5	Não
	1	846647	165548	5,68	1044	84664	192,88	Rio Atibaia	5	Não
	1	846647	165702	19,48	109,15	8466474	19,48	Ribeirão Maracanã	6	Não
	1	846647	165707	13,03	70,4	84664772	13,03	Ribeirão Folha Larga	6	Não
	1	846647	165739	11,21	42,5	84664792	11,21	Ribeirão Itapetinga	6	Não
	1	846647	165796	13,23	122	8466478	24,28	Ribeirão do Onofre	6	Não
	1	846647	165803	10,67	38,15	84664782	10,67	Ribeirão dos Pintos	7	Não
	1	846647	165862	11,05	40,75	8466478	24,28	Ribeirão do Onofre	6	Não
	2	846648	165532	18,75	116,32	846648	51,58	Rio Atibainha	6	Sim
	2	846648	165628	5,46	456,48	846648	51,58	Rio Atibainha	6	Não
	2	846648	165731	16,89	247,66	846648	51,58	Rio Atibainha	6	Não
	2	846648	165732	10,47	374,2	846648	51,58	Rio Atibainha	6	Não
	2	846648	165751	11,96	53,71	8466486	11,96	Ribeirão do Pião	7	Não
	2	846648	165828	12,71	60,65	8466482	12,71	Córrego Cachoeirinha	7	Não
	2	846648	165960	12,95	83,28	8466484	12,95	Sem Nome	7	Não
	3	846649	165265	16,17	110,59	8466496	16,17	Ribeirão Cancã	6	Não
	3	846649	165304	24,47	141,9	84664	192,88	Rio da	5	Não



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

RH	ID	Ottobacia (nível 6)	Trecho de Curso- d'água		Área de cont. à montante (km2)	Curso-d'água				Cruzad o pela LT
			Código	Comp. (km)		Código	Comp. (km)	Nome	Ordem	
								Cachoeira		
	3	846649	165497	30,61	438,27	84664	192,88	Rio da Cachoeira	5	Sim
	3	846649	165525	8,01	37,65	8466492	8,01	Ribeirão das Anhumas	6	Sim
	3	846649	165533	6,46	526,8	84664	192,88	Rio da Cachoeira	5	Não
	3	846649	165547	2,09	569,02	84664	192,88	Rio da Cachoeira	5	Não
	3	846649	165616	15,12	72,9	8466494	15,12	Rio da Freital	6	Não
Atlântico Sudeste	4	772966	118079	15,02	80,92	7729662	15,02	Ribeirão das Cobras	4	Sim
	4	772966	118086	1,22	101,24	772966	20,21	Ribeirão das Cobras	3	Não
	4	772966	118087	9,39	45,9	7729664	9,39	Sem Nome	4	Sim
	4	772966	118116	11,97	54,22	772966	20,21	Ribeirão das Cobras	3	Não
	4	772966	118134	7,01	196,76	772966	20,21	Ribeirão das Cobras	3	Não
	5	772969	117922	11,9	56,1	7729694	11,9	Rio do Peixe	3	Não
	5	772969	117936	13,42	59,12	77296	79,29	Rio do Peixe	2	Não
	5	772969	118028	18,46	211,6	77296	79,29	Rio do Peixe	2	Sim
	5	772969	118029	16,76	67,29	7729692	16,76	Sem Nome	3	Sim
	5	772969	118075	8,07	306,51	77296	79,29	Rio do Peixe	2	Não
	6	772968	118085	21,15	111,21	772968	21,15	Sem Nome	3	Sim
	6	772968	118085	21,15	111,21	772968	21,15	Sem Nome	3	Não
	7	772958	117994	8,42	167,78	772958	45	Rio Buquira ou Ferrão	2	Não
	7	772958	117995	23,93	127,07	7729582	23,93	Sem Nome	3	Não
	7	772958	118157	23,4	406,6	772958	45	Rio Buquira ou Ferrão	2	Sim
	7	772958	117937	13,16	72,72	772958	45	Rio Buquira ou Ferrão	2	Não
	7	772958	117938	10,86	60,05	7729584	10,86	Sem Nome	3	Não
	7	772958	117994	8,42	167,78	772958	45	Rio Buquira ou Ferrão	2	Não
	8	772957	117919	19,27	117,87	7729572	23,76	Sem Nome	2	Sim
	8	772957	117932	11,48	63,96	77295722	11,48	Sem Nome	3	Sim
	8	772957	117946	1,87	9079,8	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	8	772957	117947	4,49	204,7	7729572	23,76	Sem Nome	2	Não
	8	772957	118010	16,12	8872,37	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	8	772957	118011	9,37	63,96	77295732	9,37	Sem Nome	2	Sim
	8	772957	118020	1,91	8719,65	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	8	772957	118056	8,72	8646,15	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
8	772957	118069	4,71	8569,18	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não	



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

RH	ID	Ottobacia (nível 6)	Trecho de Curso- d'água		Área de cont. à montante (km ²)	Curso-d'água				Cruzad o pela LT
			Código	Comp. (km)		Código	Comp. (km)	Nome	Ordem	
	8	772957	118078	12,59	80,06	7729574	12,59	Sem Nome	2	Não
	8	772957	118083	2,82	8511,53	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	8	772957	118084	2,62	8452,15	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	8	772957	118099	12,27	51,75	77295752	12,27	Sem Nome	2	Não
	8	772957	118103	10,73	46,12	77295794	10,73	Sem Nome	2	Não
	8	772957	118104	4,79	8369,28	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	8	772957	118113	1,06	8097,15	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	8	772957	118117	2,99	8307,06	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	8	772957	118119	0,94	8114,56	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	8	772957	118120	2,28	8188,84	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	8	772957	118143	14,91	70,46	77295734	14,91	Sem Nome	2	Não
	8	772957	118146	2,81	110,43	7729576	15,03	Sem Nome	2	Não
	8	772957	118158	14,73	47,93	77295736	14,73	Sem Nome	2	Não
	8	772957	118162	7,36	16,74	77295792	7,36	Sem Nome	2	Não
	8	772957	118166	14,96	8049,44	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	8	772957	118167	2,19	7942,4	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	8	772957	118187	15,41	44,31	772957372	15,41	Sem Nome	2	Não
	8	772957	118197	15,17	56,09	77295738	15,17	Sem Nome	2	Não
	8	772957	118205	11,94	46,37	77295762	11,94	Sem Nome	3	Não
	8	772957	118220	12,22	58,21	7729576	15,03	Sem Nome	2	Não
	8	772957	118225	18,66	70,96	7729578	18,66	Sem Nome	2	Não
	8	772957	118248	17,11	65,96	77295796	17,11	Sem Nome	2	Não
	8	772957	117919	19,27	117,87	7729572	23,76	Sem Nome	2	Sim
	9	772955	117433	6,04	19,96	772955322 2	6,04	Sem Nome	4	Não
	9	772955	117434	7,14	38,4	772955322	13,66	Sem Nome	3	Não
	9	772955	117451	7,25	32,37	772955324	7,25	Sem Nome	3	Não
	9	772955	117472	6,52	82,81	772955322	13,66	Sem Nome	3	Não
	9	772955	117473	3,17	89,65	77295532	31,75	Sem Nome	2	Não
	9	772955	117475	17,15	47,06	77295532	31,75	Sem Nome	2	Não
	9	772955	117514	9,06	46,81	77295512	9,06	Sem Nome	2	Não
	9	772955	117552	12,65	14603,62	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117553	17,46	74,9	772955352	17,46	Sem Nome	2	Não
	9	772955	117554	3,91	13768,48	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117556	13,23	44,81	772955334	13,23	Sem Nome	2	Não
	9	772955	117557	1,41	13963,4	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117560	11,42	218,18	77295532	31,75	Sem Nome	2	Não
	9	772955	117565	1,56	14334,65	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117566	2,29	13686,33	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

RH	ID	Ottobacia (nível 6)	Trecho de Curso- d'água		Área de cont. à montante (km2)	Curso-d'água				Cruzad o pela LT
			Código	Comp. (km)		Código	Comp. (km)	Nome	Ordem	
	9	772955	117568	15,03	72,65	772955354	15,03	Sem Nome	2	Não
	9	772955	117569	1,22	14086,62	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117570	2,66	14016,62	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117573	3,15	14309,09	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117600	17,86	14755,68	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117610	20,84	100,05	772955392	20,84	Sem Nome	2	Não
	9	772955	117612	8,4	13605,45	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117613	23,47	108,26	772955356	23,47	Sem Nome	2	Não
	9	772955	117616	13,22	71,37	772955394	13,22	Sem Nome	2	Não
	9	772955	117619	4,49	12916,45	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117622	14,53	51,82	772955398	17,32	Sem Nome	2	Não
	9	772955	117623	11,31	44,23	772955398 2	11,31	Sem Nome	3	Não
	9	772955	117636	11,29	13048,46	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117640	8,86	36,66	77295552	9,46	Sem Nome	2	Não
	9	772955	117645	8,71	28,12	772955522	8,71	Sem Nome	3	Não
	9	772955	117648	8,27	12831,69	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117649	15,02	79,44	772955396	15,02	Sem Nome	2	Não
	9	772955	117650	0,1	12289,1	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117651	0,6	65,09	77295552	9,46	Sem Nome	2	Não
	9	772955	117652	2,78	100,92	772955398	17,32	Sem Nome	2	Não
	9	772955	117653	3,28	12545,69	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117656	11,59	53,39	772955622	11,59	Sem Nome	4	Não
	9	772955	117657	12,48	69,5	77295562	16,67	Sem Nome	3	Não
	9	772955	117671	9,32	21,21	772955312	9,32	Sem Nome	2	Não
	9	772955	117678	6,41	13462,62	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117680	11,73	12701,56	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117682	0,74	13309,29	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117683	4,89	13190,5	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117692	4,18	132,64	77295562	16,67	Sem Nome	3	Não
	9	772955	117696	12,68	74,96	77295564	12,68	Sem Nome	3	Não
	9	772955	117700	9,08	206,24	7729556	28,7	Sem Nome	2	Não
	9	772955	117701	15,22	69,12	772955332	15,22	Sem Nome	2	Não
	9	772955	117704	16,41	93,69	7729556	28,7	Sem Nome	2	Não
	9	772955	117712	9,56	12224	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Sim
	9	772955	117713	3,2	349,27	7729556	28,7	Sem Nome	2	Sim
	9	772955	117723	13,95	249,87	7729554	38,58	Sem Nome	2	Sim
	9	772955	117729	3,83	11849,29	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117731	1,57	11576,41	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

RH	ID	Ottobacia (nível 6)	Trecho de Curso- d'água		Área de cont. à montante (km ²)	Curso-d'água				Cruzad o pela LT
			Código	Comp. (km)		Código	Comp. (km)	Nome	Ordem	
	9	772955	117739	6,63	11493,82	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117754	18,48	108,61	772955916	18,48	Sem Nome	2	Sim
	9	772955	117756	6,87	11339,63	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117768	10,28	61,31	77295542	10,28	Sem Nome	3	Não
	9	772955	117769	27,35	129,15	77295538	27,35	Sem Nome	2	Sim
	9	772955	117781	20,52	119,58	77295536	20,52	Sem Nome	2	Sim
	9	772955	117788	12,7	252,93	77295558	33,34	Sem Nome	2	Não
	9	772955	117789	4,73	11199,71	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117796	32,73	194,6	77295534	32,73	Sem Nome	2	Sim
	9	772955	117797	22,78	118,79	772955372	22,78	Sem Nome	2	Sim
	9	772955	117803	24,63	118,37	7729554	38,58	Sem Nome	2	Sim
	9	772955	117813	33,28	191,16	77295592	33,28	Rio Piagui	2	Sim
	9	772955	117814	5,48	11072,12	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117815	40,2	218,21	7729552	40,2	Sem Nome	2	Sim
	9	772955	117823	20,63	109,22	7729558	33,34	Sem Nome	2	Não
	9	772955	117834	10,67	51,81	77295598	28,04	Sem Nome	2	Não
	9	772955	117835	7,56	28,3	772955982	7,56	Sem Nome	3	Não
	9	772955	117847	15,82	79,9	772955912	15,82	Sem Nome	2	Não
	9	772955	117858	30,67	158,34	77295596	30,67	Sem Nome	2	Sim
	9	772955	117860	6,88	10861,7	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117861	0,32	10684,05	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117870	4,04	10577,64	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117873	2,15	149,49	77295594	17,79	Sem Nome	2	Não
	9	772955	117890	24,88	116,53	772955972	24,88	Sem Nome	2	Sim
	9	772955	117897	22,08	129,15	772955914	22,08	Sem Nome	2	Não
	9	772955	117898	11,27	10414,52	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117899	4,96	10255,64	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117903	8,12	10138,05	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117904	17,37	139,06	77295598	28,04	Sem Nome	2	Sim
	9	772955	117906	15,61	73,03	77295582	15,61	Sem Nome	3	Não
	9	772955	117912	4,5	9981,61	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117913	18,41	87,12	772955992	18,41	Sem Nome	2	Sim
	9	772955	117920	4,37	9888,55	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117927	19,78	105,15	772955918	19,78	Sem Nome	2	Não
	9	772955	117929	12,59	9808,89	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117945	9,71	9650,49	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	9	772955	117964	4,89	126,28	772955996	20,46	Sem Nome	2	Não
	9	772955	117973	15,49	71,34	772955942	15,49	Sem Nome	3	Não



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

RH	ID	Ottobacia (nível 6)	Trecho de Curso- d'água		Área de cont. à montante (km2)	Curso-d'água				Cruzad o pela LT
			Código	Comp. (km)		Código	Comp. (km)	Nome	Ordem	
	9	772955	117992	15,64	75,59	77295594	17,79	Sem Nome	2	Não
	9	772955	118018	14,22	70,47	772955994	14,22	Sem Nome	2	Não
	9	772955	118021	22,71	105,78	772955952	22,71	Sem Nome	2	Não
	9	772955	118040	11,51	54,52	772955996 2	11,51	Sem Nome	3	Não
	9	772955	118050	22,33	111,12	772955974	22,33	Sem Nome	2	Não
	9	772955	118070	15,56	57,87	772955996	20,46	Sem Nome	2	Não
	9	772955	117610	20,84	100,05	772955392	20,84	Sem Nome	2	Não
	9	772955	117656	11,59	53,39	772955622	11,59	Sem Nome	4	Não
	9	772955	117657	12,48	69,5	77295562	16,67	Sem Nome	3	Não
	9	772955	117696	12,68	74,96	77295564	12,68	Sem Nome	3	Não
	9	772955	117704	16,41	93,69	7729556	28,7	Sem Nome	2	Não
	9	772955	117754	18,48	108,61	772955916	18,48	Sem Nome	2	Sim
	9	772955	117813	33,28	191,16	77295592	33,28	Rio Piagui	2	Sim
	9	772955	117834	10,67	51,81	77295598	28,04	Sem Nome	2	Não
	9	772955	117835	7,56	28,3	772955982	7,56	Sem Nome	3	Não
	9	772955	117858	30,67	158,34	77295596	30,67	Sem Nome	2	Sim
	9	772955	117890	24,88	116,53	772955972	24,88	Sem Nome	2	Não
	10	772952	117707	11,59	448,68	772952	40,79	Sem Nome	2	Não
	10	772952	117751	9,39	261,09	772952	40,79	Sem Nome	2	Sim
	10	772952	117805	23,94	127,53	7729522	23,94	Sem Nome	3	Sim
	10	772952	117869	15,44	103,78	7729524	15,44	Sem Nome	3	Não
	10	772952	117878	19,8	118,31	772952	40,79	Sem Nome	2	Não
	11	772951	117578	8,19	43,34	772951522	8,19	Sem Nome	3	Não
	11	772951	117579	8,92	43,46	77295152	11,52	Sem Nome	2	Não
	11	772951	117601	2,59	91,62	77295152	11,52	Sem Nome	2	Não
	11	772951	117605	11,16	72,87	77295112	11,16	Sem Nome	2	Não
	11	772951	117614	4,07	16705,46	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	11	772951	117617	16,02	78,99	7729512	18,34	Sem Nome	2	Não
	11	772951	117618	9,09	43,37	77295122	9,09	Sem Nome	3	Não
	11	772951	117621	3,35	16618,27	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	11	772951	117627	8,76	16083,62	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	11	772951	117631	3,69	16532,27	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	11	772951	117632	2,32	126,31	7729512	18,34	Sem Nome	2	Não
	11	772951	117643	0,83	15670,62	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	11	772951	117655	10,11	16219,99	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	11	772951	117663	3,26	16335,3	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	11	772951	117665	4,14	16398,65	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não
	11	772951	117679	10,87	15896,37	772	959,2	Paraíba do Sul	1	Não



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

RH	ID	Ottobacia (nível 6)	Trecho de Curso- d'água		Área de cont. à montante (km2)	Curso-d'água				Cruzad o pela LT
			Código	Comp. (km)		Código	Comp. (km)	Nome	Ordem	
	11	772951	117724	12,37	68,43	77295114	12,37	Sem Nome	2	Não
	11	772951	117730	11,57	52,43	77295132	11,57	Sem Nome	2	Não
	11	772951	117749	17,26	107	7729514	17,26	Sem Nome	2	Sim
	11	772951	117755	18,36	145,53	7729516	18,36	Sem Nome	2	Sim
	11	772951	117804	22,56	160,72	7729518	22,56	Sem Nome	2	Sim
	12	772945	117833	25,91	571,53	77294	92,84	Piraí	2	Sim
	13	772944	117801	7,08	41,74	772944	7,08	Rio Guandu	3	Sim
	14	773874	117787	9,75	71,43	773874	9,75	Sem Nome	2	Não



Anexo 6.2.2. Formulário de Entrevistas do Campo de Espeleologia



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA



Entrevista:	1	Idade do Entrevistado:	57 anos
Entrevistado:	Jorge	Localidade:	Fazenda do Sertão
Coordenadas: UTM 23K 589532E 7498690N			
Entrevistado conhece a região:	Sim		
Entrevistado conhece a área de estudo:	Não		
Já viu ou ouviu sobre cavidades na região:	Não		
Se sim, a cavidade está na área de estudo:	Não		



Entrevista:	2	Idade do Entrevistado:	48 anos
Entrevistado:	Manoel	Localidade:	Faz. São Lourenço
Coordenadas: UTM 23K 0599550E 7497524N			
Entrevistado conhece a região:	Sim		
Entrevistado conhece a área de estudo:	Sim		
Já viu ou ouviu sobre cavidades na região:	Sim		
Se sim, a cavidade está na área de estudo:	Não		



Entrevista:	3	Idade do Entrevistado:	46 anos
Entrevistado:	Roberto	Localidade:	Fazenda Santinho

Coordenadas: UTM 23K 0581557E 7498377N			
Entrevistado conhece a região:		Sim	
Entrevistado conhece a área de estudo:		Sim	
Já viu ou ouviu sobre cavidades na região:		Não	
Se sim, a cavidade está na área de estudo:		Não	
			
Entrevista:	4	Idade do Entrevistado:	61 anos
Entrevistado:	Sérgio Valente	Localidade:	Fazenda Bocaina
Coordenadas: UTM 23K 0579730E 7499934N			
Entrevistado conhece a região:		Sim	
Entrevistado conhece a área de estudo:		Sim	
Já viu ou ouviu sobre cavidades na região:		Não	
Se sim, a cavidade está na área de estudo:		Não	
			
Entrevista:	5	Idade do Entrevistado:	54 anos
Entrevistado:	Pedro Sales de Souza	Localidade:	Faz. Independência



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

Coordenadas: UTM 23K 0578749E 7498819N	
Entrevistado conhece a região:	Sim
Entrevistado conhece a área de estudo:	Sim
Já viu ou ouviu sobre cavidades na região:	Não
Se sim, a cavidade está na área de estudo:	Não



Entrevista:	6	Idade do Entrevistado:	53 anos
Entrevistado:	Maria Isabel	Localidade:	Fazenda Bela Vista

Coordenadas: UTM 23K 0571041E 7499645N	
Entrevistado conhece a região:	Sim
Entrevistado conhece a área de estudo:	Sim
Já viu ou ouviu sobre cavidades na região:	Não
Se sim, a cavidade está na área de estudo:	Não



Entrevista:	7	Idade do Entrevistado:	47 anos
Entrevistado:	André	Localidade:	Fazenda da Glória



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA



Coordenadas: UTM 23K 0573718E 7497134N			
Entrevistado conhece a região:		Sim	
Entrevistado conhece a área de estudo:		Sim	
Já viu ou ouviu sobre cavidades na região:		Não	
Se sim, a cavidade está na área de estudo:		Não	
			
Entrevista:	8	Idade do Entrevistado:	47 anos
Entrevistado:	Lorival	Localidade:	Sítio do Italiano
Coordenadas: UTM 23K 0346054E 7449790N			
Entrevistado conhece a região:		Sim	
Entrevistado conhece a área de estudo:		Sim	
Já viu ou ouviu sobre cavidades na região:		Não	
Se sim, a cavidade está na área de estudo:		Não	
			
Entrevista:	9	Idade do Entrevistado:	56 anos
Entrevistado:	Alzira	Localidade:	Faz. Santa Maria





Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

Coordenadas: UTM 23K 0373107E 7447546N			
Entrevistado conhece a região:		Sim	
Entrevistado conhece a área de estudo:		Sim	
Já viu ou ouviu sobre cavidades na região:		Sim	
Se sim, a cavidade está na área de estudo:		Não	
			
Entrevista:	10	Idade do Entrevistado:	39 anos
Entrevistado:	Alex Sandro	Localidade:	Sítio Santo Antônio
Coordenadas: UTM 23K 0375083E 7447459N			
Entrevistado conhece a região:		Sim	
Entrevistado conhece a área de estudo:		Sim	
Já viu ou ouviu sobre cavidades na região:		Não	
Se sim, a cavidade está na área de estudo:		Não	
			

Entrevista:	11	Idade do Entrevistado:	43 anos
Entrevistado:	Silvano	Localidade:	Sítio Primavera



Coordenadas: UTM 23K 0383101E 7447653N			
Entrevistado conhece a região:		Sim	
Entrevistado conhece a área de estudo:		Sim	
Já viu ou ouviu sobre cavidades na região:		Sim	
Se sim, a cavidade está na área de estudo:		Não	
			
Entrevista:	12	Idade do Entrevistado:	72 anos
Entrevistado:	José Antônio	Localidade:	Faz. Macaco Bigorna
Coordenadas: UTM 23K 0380630E 7447916N			
Entrevistado conhece a região:		Sim	
Entrevistado conhece a área de estudo:		Sim	
Já viu ou ouviu sobre cavidades na região:		Sim	
Se sim, a cavidade está na área de estudo:		Não	
			



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA



Entrevista:	13	Idade do Entrevistado:	57 anos
Entrevistado:	Genésio	Localidade:	Faz. Das Cobras
Coordenadas: UTM 23K 0388714E 7452028N			
Entrevistado conhece a região:		Sim	
Entrevistado conhece a área de estudo:		Sim	
Já viu ou ouviu sobre cavidades na região:		Não	
Se sim, a cavidade está na área de estudo:		Não	
			
Entrevista:	14	Idade do Entrevistado:	44 anos
Entrevistado:	Elias	Localidade:	Faz. São Pedro
Coordenadas: UTM 23K 0400627E 7456751N			
Entrevistado conhece a região:		Sim	
Entrevistado conhece a área de estudo:		Sim	
Já viu ou ouviu sobre cavidades na região:		Sim	
Se sim, a cavidade está na área de estudo:		Não	
			



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA



Entrevista:	15	Idade do Entrevistado:	54 anos
Entrevistado:	Edinalvo	Localidade:	Faz. Canção Nova
Coordenadas: UTM 23K 0492076E 7495921N			
Entrevistado conhece a região:		Sim	
Entrevistado conhece a área de estudo:		Sim	
Já viu ou ouviu sobre cavidades na região:		Não	
Se sim, a cavidade está na área de estudo:		Não	
			
Entrevista:	16	Idade do Entrevistado:	51 anos
Entrevistado:	Luiz Antônio de Almeida	Localidade:	Sítio Ponte Preta
Coordenadas: UTM 23K 0373983E 7448162N			
Entrevistado conhece a região:		Sim	
Entrevistado conhece a área de estudo:		Sim	
Já viu ou ouviu sobre cavidades na região:		Não	
Se sim, a cavidade está na área de estudo:		Não	
			



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

Entrevista:	17	Idade do Entrevistado:	55 anos
Entrevistado:	Alício	Localidade:	Faz. São Pedro
Coordenadas: UTM 23K 0399719E 7458281N			
Entrevistado conhece a região:		Sim	
Entrevistado conhece a área de estudo:		Sim	
Já viu ou ouviu sobre cavidades na região:		Não	
Se sim, a cavidade está na área de estudo:		Não	
			
Entrevista:	18	Idade do Entrevistado:	59 anos
Entrevistado:	Benedito	Localidade:	Faz. Santa Cruz
Coordenadas: UTM 23K 0401806E 7458078N			
Entrevistado conhece a região:		Sim	
Entrevistado conhece a área de estudo:		Sim	
Já viu ou ouviu sobre cavidades na região:		Não	
Se sim, a cavidade está na área de estudo:		Não	
			



Anexo 6.2.3. Tabela de Fotos Registradas no Campo de Espeleologia

Foto 1



Ponto UTM 23K X: 0345264 Y: 7449240

Foto 2



Ponto UTM 23K X: 0345264 Y: 7449240

Foto 3



Ponto UTM 23K X: 0345264 Y: 7449240

Foto 4



Ponto UTM 23K X: 0345779 Y: 7449417

Foto 5



Ponto UTM 23K X: 0345779 Y: 7449417

Foto 6



Ponto UTM 23K X: 0345779 Y: 7449417



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

Foto 7



Ponto UTM 23K X: 0346119 Y: 7449544

Foto 8



Ponto UTM 23K X: 0346119 Y: 7449544

Foto 9



Ponto UTM 23K X: 0347891 Y: 7449804

Foto 10



Ponto UTM 23K X: 0347891 Y: 7449804

Foto 11



Ponto UTM 23K X: 0348843 Y: 7450065

Foto 12



Ponto UTM 23K X: 0348843 Y: 7450065

Foto 13



Ponto UTM 23K X: 0348843 Y: 7450065

Foto 14



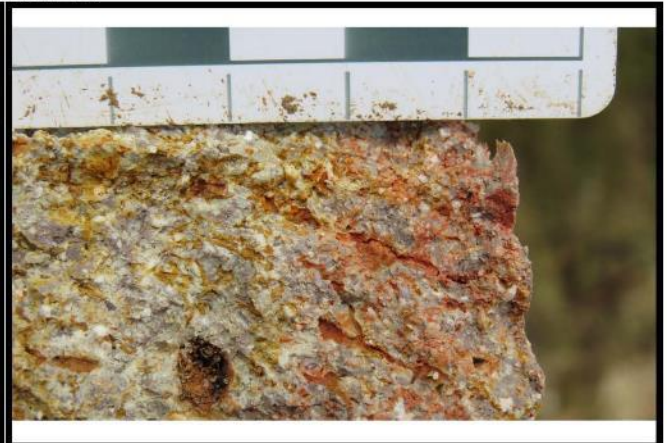
Ponto UTM 23K X: 0349366 Y: 7450311

Foto 15



Ponto UTM 23K X: 0350735 Y: 7450675

Foto 16



Ponto UTM 23K X: 0350735 Y: 7450675

Foto 17



Ponto UTM 23K X: 0351453 Y: 7450178

Foto 18



Ponto UTM 23K X: 0351453 Y: 7450178



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

Foto 19



Ponto UTM 23K X: 0362514 Y: 7447484

Foto 20



Ponto UTM 23K X: 0362883 Y: 7447611

Foto 21



Ponto UTM 23K X: 0362883 Y: 7447611

Foto 22



Ponto UTM 23K X: 0363226 Y: 7447522

Foto 23



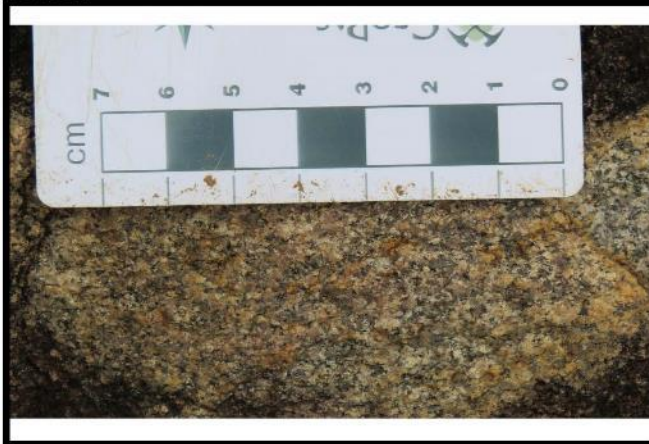
Ponto UTM 23K X: 0363690 Y: 7447475

Foto 24



Ponto UTM 23K X: 0363690 Y: 7447475

Foto 25



Ponto UTM 23K X: 0363690 Y: 7447475

Foto 26



Ponto UTM 23K X: 0364226 Y: 7447039

Foto 27



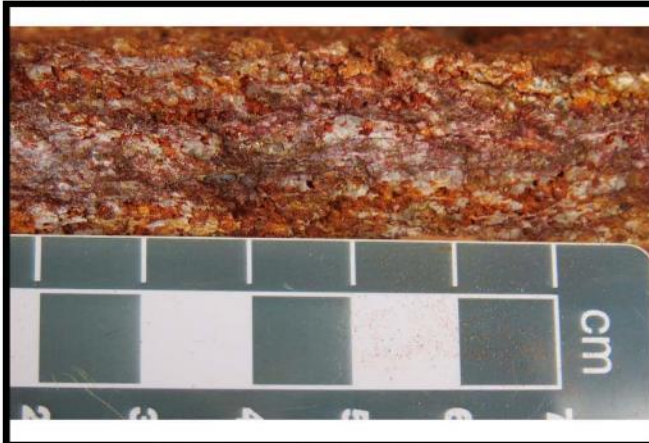
Ponto UTM 23K X: 0364226 Y: 7447039

Foto 28



Ponto UTM 23K X: 0365242 Y: 7447339

Foto 29



Ponto UTM 23K X: 0365242 Y: 7447339

Foto 30



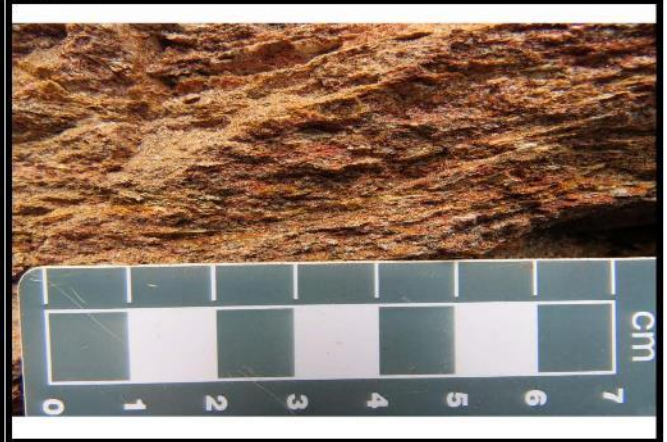
Ponto UTM 23K X: 0365242 Y: 7447339

Foto 31



Ponto UTM 23K X: 0367019 Y: 7447173

Foto 32



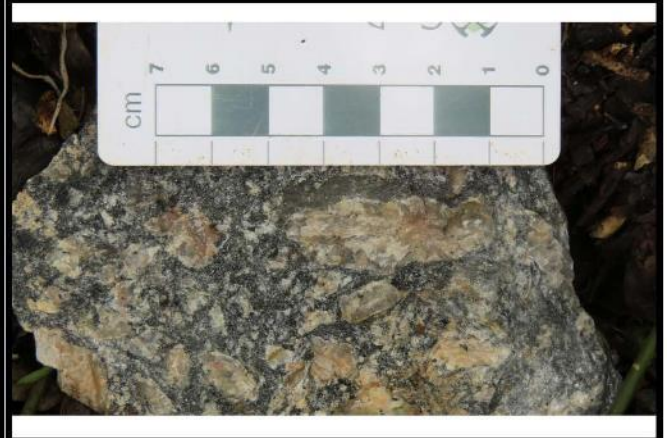
Ponto UTM 23K X: 0367019 Y: 7447173

Foto 33



Ponto UTM 23K X: 0372417 Y: 7448167

Foto 34



Ponto UTM 23K X: 0372417 Y: 7448167

Foto 35



Ponto UTM 23K X: 0372766 Y: 7447650

Foto 36



Ponto UTM 23K X: 0372766 Y: 7447650

Foto 37



Ponto UTM 23K X: 0372766 Y: 7447650

Foto 38



Ponto UTM 23K X: 0373720 Y: 7447763

Foto 39



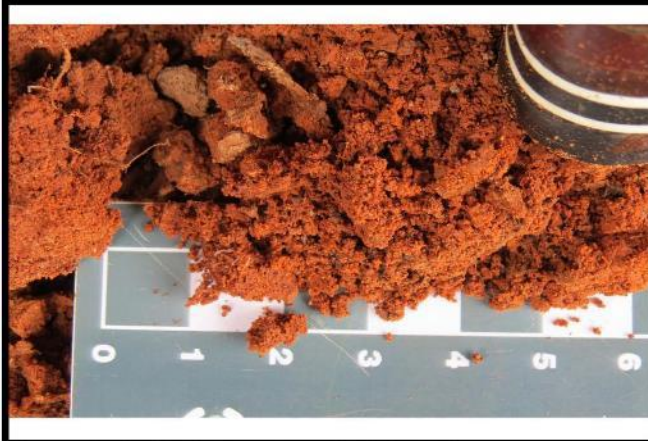
Ponto UTM 23K X: 0373720 Y: 7447763

Foto 40



Ponto UTM 23K X: 0374183 Y: 7447826

Foto 41



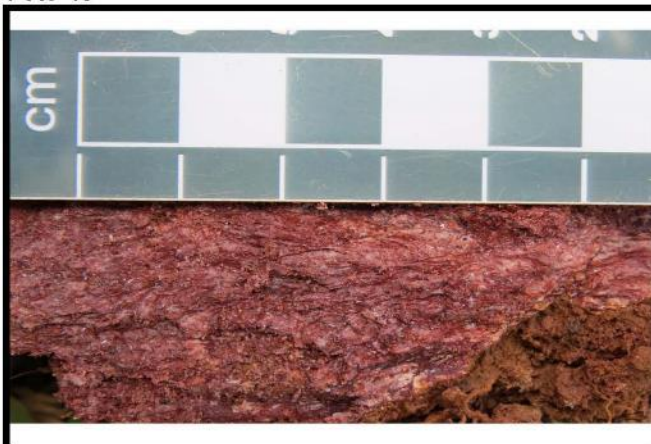
Ponto UTM 23K X: 0374183 Y: 7447826

Foto 42



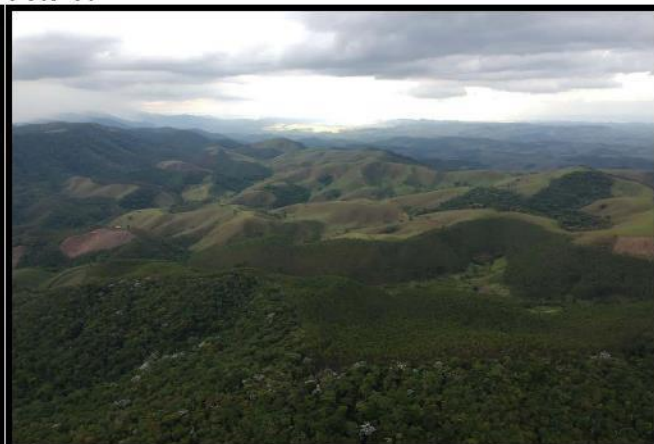
Ponto UTM 23K X: 0376231 Y: 7447685

Foto 43



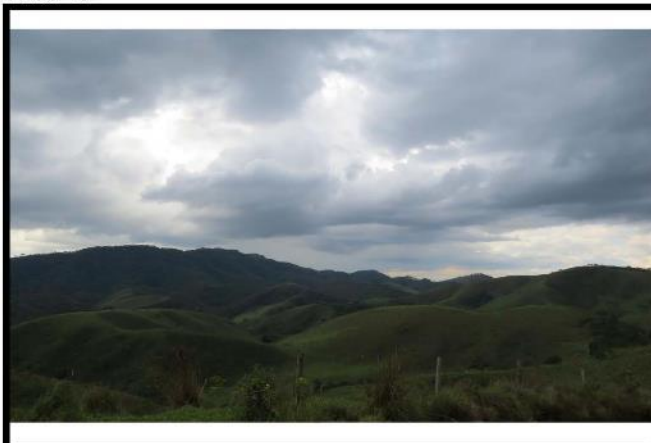
Ponto UTM 23K X: 0376231 Y: 7447685

Foto 44



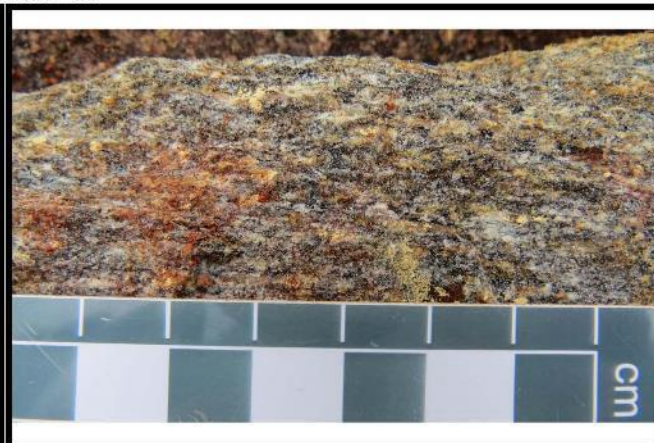
Ponto UTM 23K X: 0377379 Y: 7447724

Foto 45



Ponto UTM 23K X: 0378471 Y: 7447823

Foto 46



Ponto UTM 23K X: 0378471 Y: 7447823

Foto 47



Ponto UTM 23K X: 0379871 Y: 7447762

Foto 48



Ponto UTM 23K X: 0379871 Y: 7447762

Foto 49



Ponto UTM 23K X: 0381453 Y: 7448570

Foto 50



Ponto UTM 23K X: 0381453 Y: 7448570

Foto 51



Ponto UTM 23K X: 0381453 Y: 7448570

Foto 52



Ponto UTM 23K X: 0382565 Y: 7448514

Foto 53



Ponto UTM 23K X: 0382565 Y: 7448514

Foto 54



Ponto UTM 23K X: 0383284 Y: 7448586

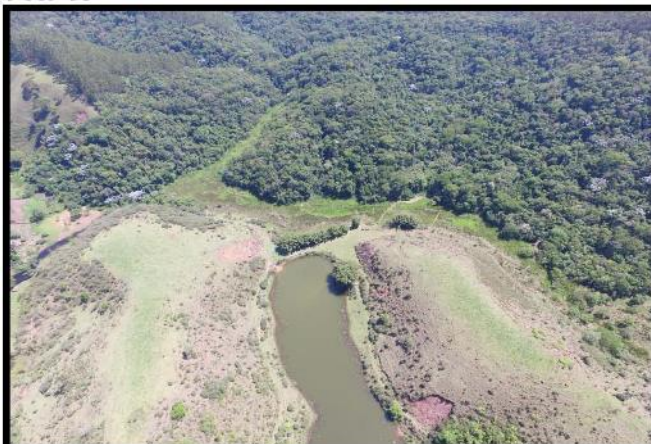


Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

Foto 55



Ponto UTM 23K X: 0383284 Y: 7448586

Foto 56



Ponto UTM 23K X: 0383823 Y: 7448607

Foto 57



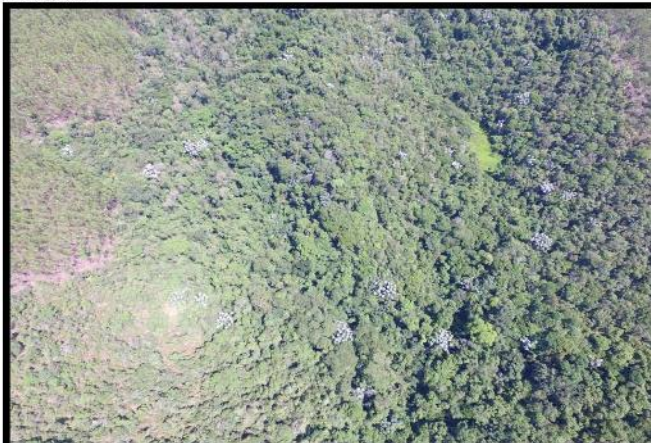
Ponto UTM 23K X: 0383823 Y: 7448607

Foto 58



Ponto UTM 23K X: 0384481 Y: 7448597

Foto 59



Ponto UTM 23K X: 0384481 Y: 7448597

Foto 60



Ponto UTM 23K X: 0384965 Y: 7448613



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

Foto 61



Ponto UTM 23K X: 0384965 Y: 7448613

Foto 62



Ponto UTM 23K X: 0386020 Y: 7451122

Foto 63



Ponto UTM 23K X: 0386020 Y: 7451122

Foto 64



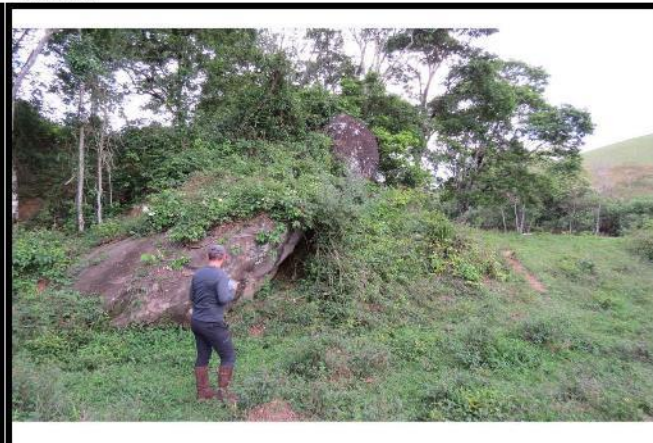
Ponto UTM 23K X: 0387596 Y: 7451566

Foto 65



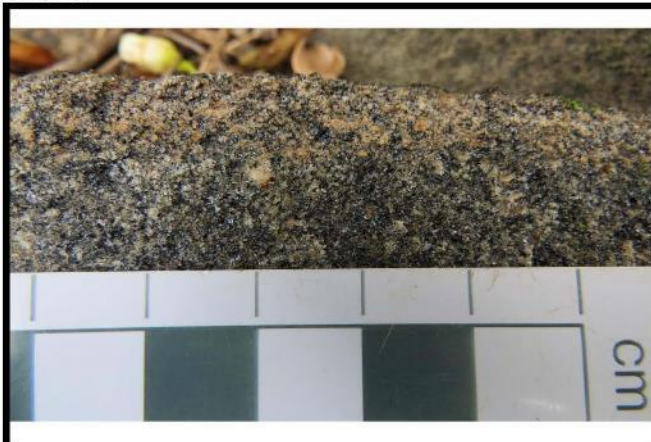
Ponto UTM 23K X: 0387596 Y: 7451566

Foto 66



Ponto UTM 23K X: 0389191 Y: 7452591

Foto 67



Ponto UTM 23K X: 0389191 Y: 7452591

Foto 68



Ponto UTM 23K X: 0390707 Y: 7453324

Foto 69



Ponto UTM 23K X: 0390707 Y: 7453324

Foto 70



Ponto UTM 23K X: 0391278 Y: 7453666

Foto 71



Ponto UTM 23K X: 0391278 Y: 7453666

Foto 72



Ponto UTM 23K X: 0392994 Y: 7455033

Foto 73



Ponto UTM 23K X: 0392994 Y: 7455033

Foto 74



Ponto UTM 23K X: 0395353 Y: 7456161

Foto 75



Ponto UTM 23K X: 0395353 Y: 7456161

Foto 76



Ponto UTM 23K X: 0396151 Y: 7456635

Foto 77



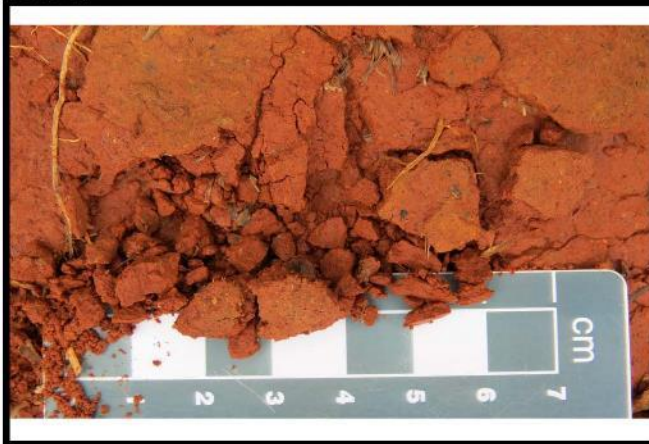
Ponto UTM 23K X: 0396151 Y: 7456635

Foto 78



Ponto UTM 23K X: 0396511 Y: 7456863

Foto 79



Ponto UTM 23K X: 0396511 Y: 7456863

Foto 80



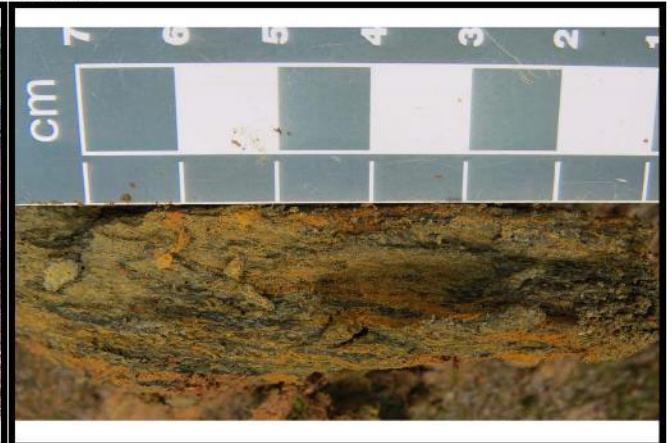
Ponto UTM 23K X: 0397114 Y: 7457059

Foto 81



Ponto UTM 23K X: 0398427 Y: 7457460

Foto 82



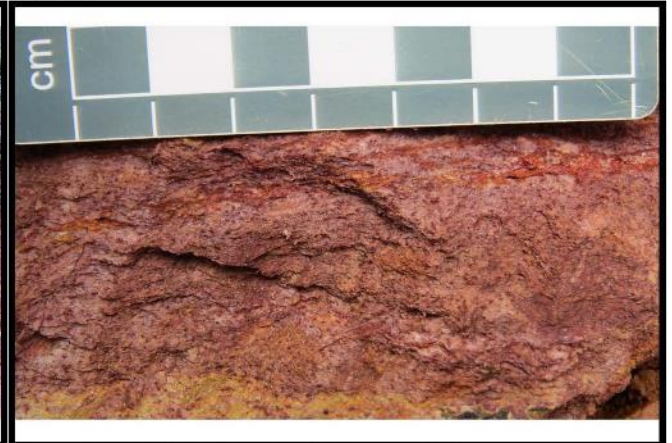
Ponto UTM 23K X: 0398427 Y: 7457460

Foto 83



Ponto UTM 23K X: 0399112 Y: 7457207

Foto 84



Ponto UTM 23K X: 0399112 Y: 7457207

Foto 85



Ponto UTM 23K X: 0400122 Y: 7457356

Foto 86



Ponto UTM 23K X: 0400122 Y: 7457356

Foto 87



Ponto UTM 23K X: 0400987 Y: 7457338

Foto 88



Ponto UTM 23K X: 0400987 Y: 7457338

Foto 89



Ponto UTM 23K X: 0467835 Y: 7480260

Foto 90



Ponto UTM 23K X: 0467835 Y: 7480260

Foto 91



Ponto UTM 23K X: 0468878 Y: 7481319

Foto 92



Ponto UTM 23K X: 0468878 Y: 7481319

Foto 93



Ponto UTM 23K X: 0468977 Y: 7480982

Foto 94



Ponto UTM 23K X: 0468977 Y: 7480982

Foto 95



Ponto UTM 23K X: 0470788 Y: 7482354

Foto 96



Ponto UTM 23K X: 0470788 Y: 7482354

Foto 97



Ponto UTM 23K X: 0475661 Y: 7485158

Foto 98



Ponto UTM 23K X: 0475661 Y: 7485158

Foto 99



Ponto UTM 23K X: 0478928 Y: 7487357

Foto 100



Ponto UTM 23K X: 0478928 Y: 7487357

Foto 101



Ponto UTM 23K X: 0480448 Y: 7488131

Foto 102



Ponto UTM 23K X: 0480743 Y: 7487811

Foto 103



Ponto UTM 23K X: 0480743 Y: 7487811

Foto 104



Ponto UTM 23K X: 0480743 Y: 7487811

Foto 105



Ponto UTM 23K X: 0481879 Y: 7488937

Foto 106



Ponto UTM 23K X: 0481879 Y: 7488937

Foto 107



Ponto UTM 23K X: 0482661 Y: 7489448

Foto 108



Ponto UTM 23K X: 0482661 Y: 7489448

Foto 109



Ponto UTM 23K X: 0484165 Y: 7490017

Foto 110



Ponto UTM 23K X: 0484165 Y: 7490017

Foto 111



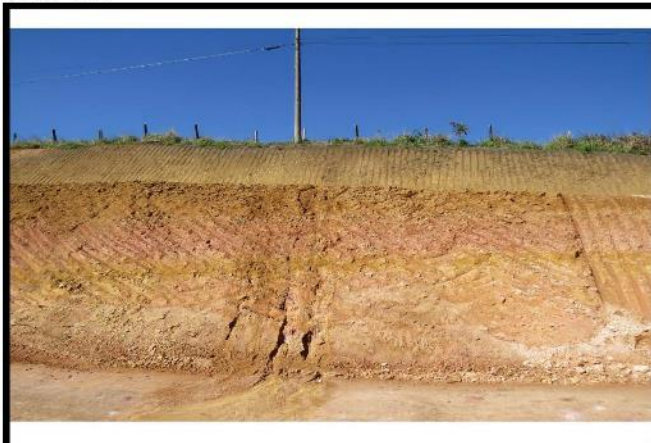
Ponto UTM 23K X: 0484777 Y: 7490384

Foto 112



Ponto UTM 23K X: 0484777 Y: 7490384

Foto 113



Ponto UTM 23K X: 0486721 Y: 7491239

Foto 114



Ponto UTM 23K X: 0486721 Y: 7491239

Foto 115



Ponto UTM 23K X: 0486721 Y: 7491239

Foto 116



Ponto UTM 23K X: 0488081 Y: 7491846

Foto 117



Ponto UTM 23K X: 0488081 Y: 7491846

Foto 118



Ponto UTM 23K X: 0488402 Y: 7492121

Foto 119



Ponto UTM 23K X: 0488402 Y: 7492121

Foto 120



Ponto UTM 23K X: 0488961 Y: 7492479



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

Foto 121



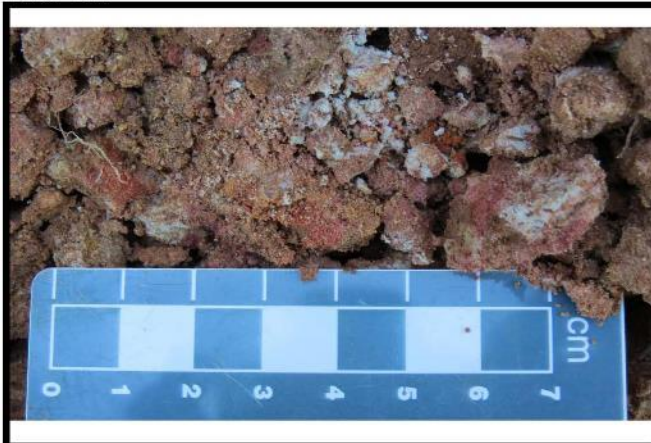
Ponto UTM 23K X: 0488961 Y: 7492479

Foto 122



Ponto UTM 23K X: 0489561 Y: 7492882

Foto 123



Ponto UTM 23K X: 0489561 Y: 7492882

Foto 124



Ponto UTM 23K X: 0490177 Y: 7493430

Foto 125



Ponto UTM 23K X: 0490177 Y: 7493430

Foto 126



Ponto UTM 23K X: 0491004 Y: 7494127

Foto 127



Ponto UTM 23K X: 0491004 Y: 7494127

Foto 128



Ponto UTM 23K X: 0491753 Y: 7494970

Foto 129



Ponto UTM 23K X: 0491753 Y: 7494970

Foto 130



Ponto UTM 23K X: 0492399 Y: 7495599

Foto 131



Ponto UTM 23K X: 0492399 Y: 7495599

Foto 132



Ponto UTM 23K X: 0493722 Y: 7496344

Foto 133



Ponto UTM 23K X: 0493722 Y: 7496344

Foto 134



Ponto UTM 23K X: 0495153 Y: 7497285

Foto 135



Ponto UTM 23K X: 0495153 Y: 7497285

Foto 136



Ponto UTM 23K X: 0496507 Y: 7497809

Foto 137



Ponto UTM 23K X: 0496507 Y: 7497809

Foto 138



Ponto UTM 23K X: 0496507 Y: 7497809

Foto 139



Ponto UTM 23K X: 0496152 Y: 7498080

Foto 140



Ponto UTM 23K X: 0496152 Y: 7498080

Foto 141



Ponto UTM 23K X: 0496152 Y: 7498080

Foto 142



Ponto UTM 23K X: 0496152 Y: 7498080

Foto 143



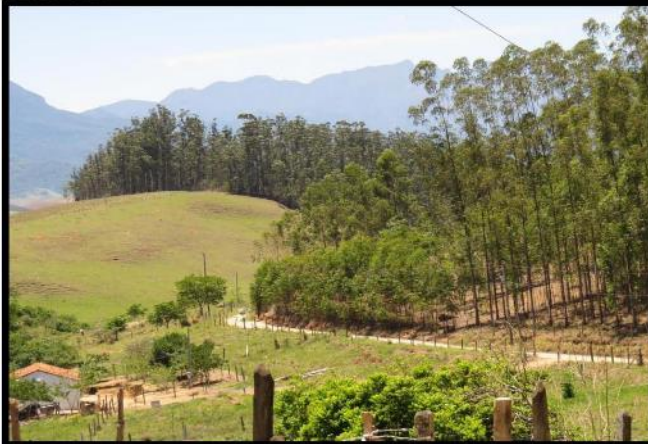
Ponto UTM 23K X: 0496915 Y: 7497959

Foto 144



Ponto UTM 23K X: 0496915 Y: 7497959

Foto 145



Ponto UTM 23K X: 0497557 Y: 7498048

Foto 146



Ponto UTM 23K X: 0497557 Y: 7498048

Foto 147



Ponto UTM 23K X: 0498672 Y: 7498199

Foto 148



Ponto UTM 23K X: 0498672 Y: 7498199

Foto 149



Ponto UTM 23K X: 0499799 Y: 7498447

Foto 150



Ponto UTM 23K X: 0499799 Y: 7498447

Foto 151



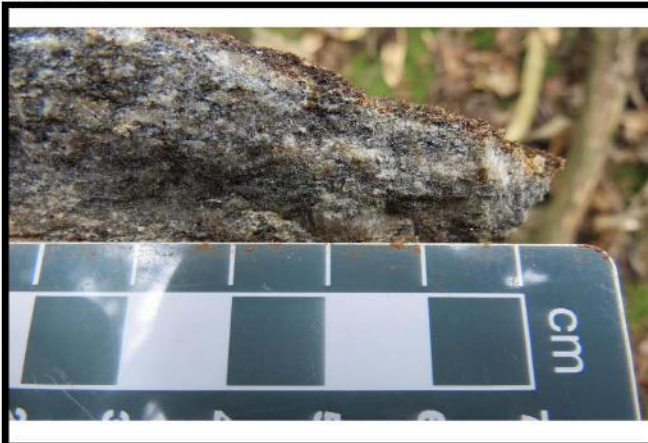
Ponto UTM 23K X: 0551844 Y: 7499723

Foto 152



Ponto UTM 23K X: 0551844 Y: 7499723

Foto 153



Ponto UTM 23K X: 0551844 Y: 7499723

Foto 154



Ponto UTM 23K X: 0552829 Y: 7500069

Foto 155



Ponto UTM 23K X: 0552829 Y: 7500069

Foto 156



Ponto UTM 23K X: 0552866 Y: 7499284

Foto 157



Ponto UTM 23K X: 0552866 Y: 7499284

Foto 158



Ponto UTM 23K X: 0552866 Y: 7499284

Foto 159



Ponto UTM 23K X: 0567617 Y: 7500384

Foto 160



Ponto UTM 23K X: 0567617 Y: 7500384

Foto 161



Ponto UTM 23K X: 0568454 Y: 7500506

Foto 162



Ponto UTM 23K X: 0568454 Y: 7500506



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

Foto 163



Ponto UTM 23K X: 0568715 Y: 7500112

Foto 164



Ponto UTM 23K X: 0568715 Y: 7500112

Foto 165



Ponto UTM 23K X: 0569212 Y: 7500242

Foto 166



Ponto UTM 23K X: 0569212 Y: 7500242

Foto 167



Ponto UTM 23K X: 0570286 Y: 7500055

Foto 168



Ponto UTM 23K X: 0570286 Y: 7500055



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

Foto 169



Ponto UTM 23K X: 0572029 Y: 7499690

Foto 170



Ponto UTM 23K X: 0572029 Y: 7499690

Foto 171



Ponto UTM 23K X: 0572029 Y: 7499690

Foto 172



Ponto UTM 23K X: 0572306 Y: 7499971

Foto 173



Ponto UTM 23K X: 0572306 Y: 7499971

Foto 174



Ponto UTM 23K X: 0573487 Y: 7499247

Foto 175



Ponto UTM 23K X: 0573487 Y: 7499247

Foto 176



Ponto UTM 23K X: 0575020 Y: 7498842

Foto 177



Ponto UTM 23K X: 0575020 Y: 7498842

Foto 178



Ponto UTM 23K X: 0576787 Y: 7498903

Foto 179



Ponto UTM 23K X: 0576787 Y: 7498903

Foto 180



Ponto UTM 23K X: 0577365 Y: 7499101



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

Foto 181



Ponto UTM 23K X: 0577365 Y: 7499101

Foto 182



Ponto UTM 23K X: 0578659 Y: 7499040

Foto 183



Ponto UTM 23K X: 0578659 Y: 7499040

Foto 184



Ponto UTM 23K X: 0578659 Y: 7499040

Foto 185



Ponto UTM 23K X: 0579299 Y: 7498940

Foto 186



Ponto UTM 23K X: 0579299 Y: 7498940

Foto 187



Ponto UTM 23K X: 0579745 Y: 7498871

Foto 188



Ponto UTM 23K X: 0579745 Y: 7498871

Foto 189



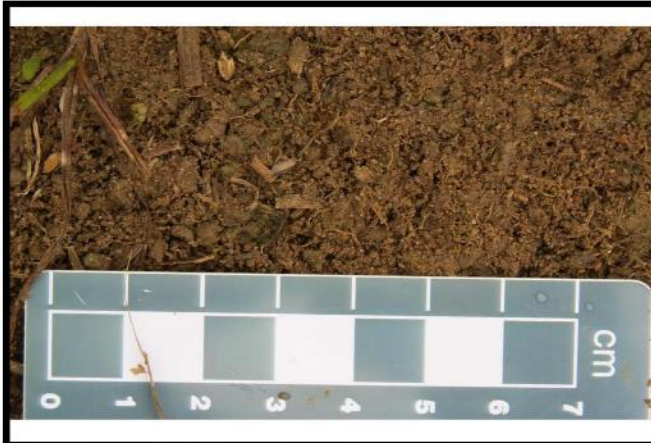
Ponto UTM 23K X: 0579745 Y: 7498871

Foto 190



Ponto UTM 23K X: 0580640 Y: 7498873

Foto 191



Ponto UTM 23K X: 0580640 Y: 7498873

Foto 192



Ponto UTM 23K X: 0582039 Y: 7498799

Foto 193



Ponto UTM 23K X: 0582039 Y: 7498799

Foto 194



Ponto UTM 23K X: 0582039 Y: 7498799

Foto 195



Ponto UTM 23K X: 0583718 Y: 7498858

Foto 196



Ponto UTM 23K X: 0583718 Y: 7498858

Foto 197



Ponto UTM 23K X: 0584340 Y: 7498468

Foto 198



Ponto UTM 23K X: 0584340 Y: 7498468

Foto 199



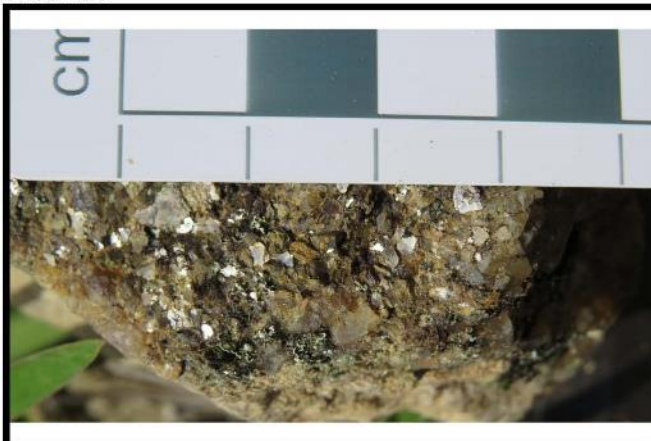
Ponto UTM 23K X: 0585004 Y: 7498915

Foto 200



Ponto UTM 23K X: 0585004 Y: 7498915

Foto 201



Ponto UTM 23K X: 0585004 Y: 7498915

Foto 202



Ponto UTM 23K X: 0585502 Y: 7499244

Foto 203



Ponto UTM 23K X: 0585502 Y: 7499244

Foto 204



Ponto UTM 23K X: 0585502 Y: 7499244



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

Foto 205



Ponto UTM 23K X: 0586029 Y: 7499277

Foto 206



Ponto UTM 23K X: 0586029 Y: 7499277

Foto 207



Ponto UTM 23K X: 0586029 Y: 7499277

Foto 208



Ponto UTM 23K X: 0591238 Y: 7499472

Foto 209



Ponto UTM 23K X: 0591238 Y: 7499472

Foto 210



Ponto UTM 23K X: 0599529 Y: 7497600

Foto 211



Ponto UTM 23K X: 0599529 Y: 7497600

Foto 212



Ponto UTM 23K X: 0604677 Y: 7496551

Foto 213



Ponto UTM 23K X: 0604677 Y: 7496551

Foto 214



Ponto UTM 23K X: 0604677 Y: 7496551

Foto 215



Ponto UTM 23K X: 0605512 Y: 7496498

Foto 216



Ponto UTM 23K X: 0605512 Y: 7496498

Foto 217



Ponto UTM 23K X: 0606131 Y: 7496411

Foto 218



Ponto UTM 23K X: 0606131 Y: 7496411

Foto 219



Ponto UTM 23K X: 0606131 Y: 7496411

Foto 220



Ponto UTM 23K X: 0606856 Y: 7495982

Foto 221



Ponto UTM 23K X: 0606856 Y: 7495982

Foto 222



Ponto UTM 23K X: 0606856 Y: 7495982



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

Foto 223



Ponto UTM 23K X: 0607866 Y: 7496152

Foto 224



Ponto UTM 23K X: 0607866 Y: 7496152

Foto 225



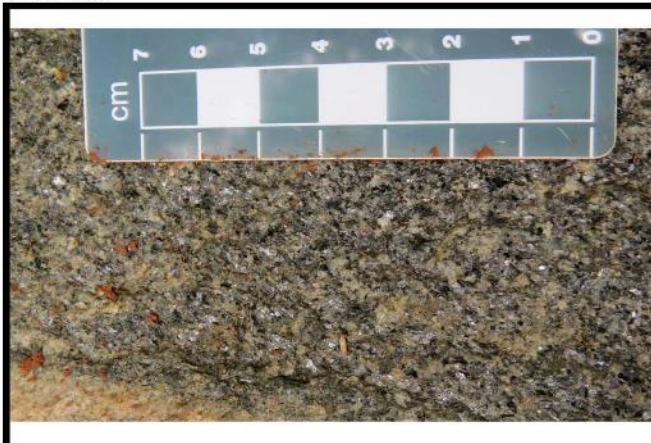
Ponto UTM 23K X: 0607866 Y: 7496152

Foto 226



Ponto UTM 23K X: 0608132 Y: 7495899

Foto 227



Ponto UTM 23K X: 0608132 Y: 7495899

Foto 228



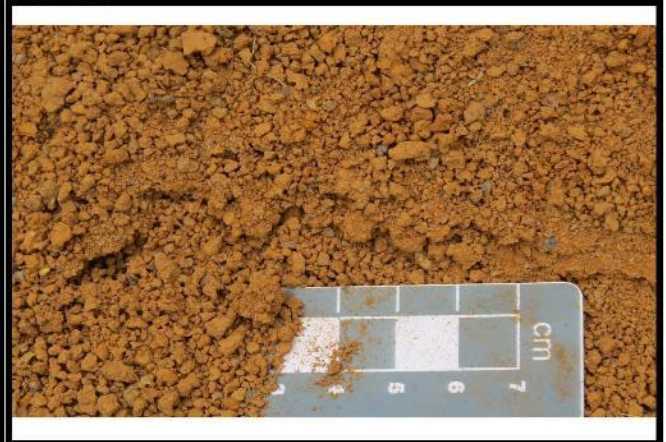
Ponto UTM 23K X: 0609352 Y: 7495943

Foto 229



Ponto UTM 23K X: 0609352 Y: 7495943

Foto 230



Ponto UTM 23K X: 0609352 Y: 7495943

Foto 231



Ponto UTM 23K X: 7448534 Y: 0373377

Foto 232



Ponto UTM 23K X: 7448534 Y: 0373377

Foto 233



Ponto UTM 23K X: 7448448 Y: 0373921

Foto 234



Ponto UTM 23K X: 7448448 Y: 0373921

Foto 235



Ponto UTM 23K X: 7448348 Y: 0374318

Foto 236



Ponto UTM 23K X: 7448348 Y: 0374318

Foto 237



Ponto UTM 23K X: 7448318 Y: 0374548

Foto 238



Ponto UTM 23K X: 7448318 Y: 0374548

Foto 239



Ponto UTM 23K X: 7457786 Y: 0398652

Foto 240



Ponto UTM 23K X: 7457786 Y: 0398652

Foto 241



Ponto UTM 23K X: 7457776 Y: 0398621

Foto 242



Ponto UTM 23K X: 7457776 Y: 0398621

Foto 243



Ponto UTM 23K X: 7457776 Y: 0398621

Foto 244



Ponto UTM 23K X: 7457789 Y: 0399272

Foto 245



Ponto UTM 23K X: 7457789 Y: 0399272

Foto 246



Ponto UTM 23K X: 7457760 Y: 0400405

Foto 247



Ponto UTM 23K X: 7457760 Y: 0400405

Foto 248



Ponto UTM 23K X: 7457640 Y: 0400492

Foto 249



Ponto UTM 23K X: 7457640 Y: 0400492

Foto 250



Ponto UTM 23K X: 7457717 Y: 0400917

Foto 251



Ponto UTM 23K X: 7457717 Y: 0400917

Foto 252



Ponto UTM 23K X: 7457634 Y: 0401527



Transmissora
Serra da Mantiqueira S.A.



CARUSO JR
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

Foto 253



Ponto UTM 23K X: 7457634 Y: 0401527

Foto 254



Ponto UTM 23K X: 7457607 Y: 0402334

Foto 255



Ponto UTM 23K X: 7457607 Y: 0402334