



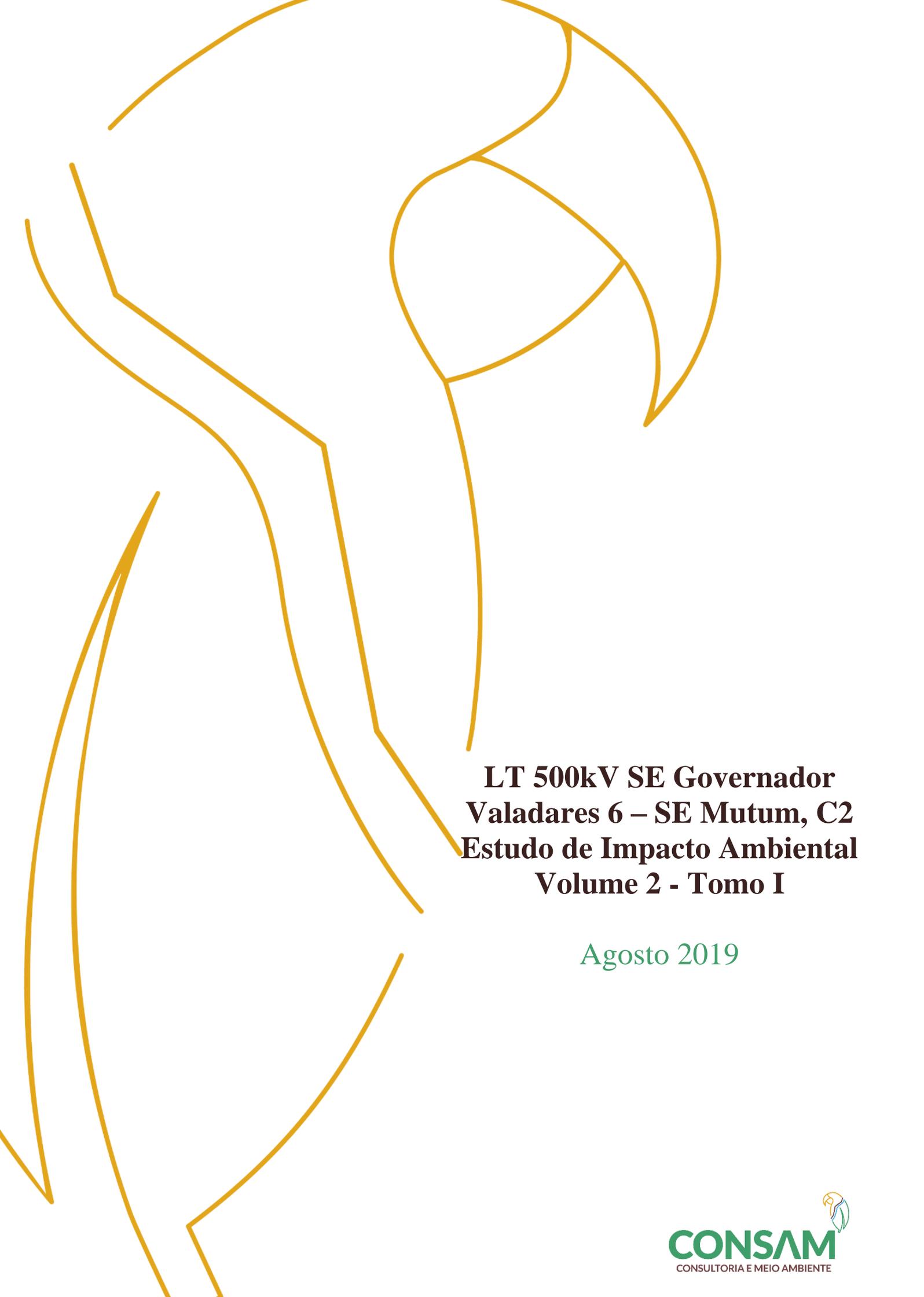
EIA

Estudo de Impacto Ambiental

Linha de Transmissão 500kV

SE Governador Valadares 6 – SE Mutum C2

Volume 2 - Tomo I



**LT 500kV SE Governador
Valadares 6 – SE Mutum, C2
Estudo de Impacto Ambiental
Volume 2 - Tomo I**

Agosto 2019



Estudo de Impacto Ambiental – Volume 2 – Tomo I

LT 500kV SE Governador Valadares 6 – SE Mutum, C2

AGOSTO 2019

SUMÁRIO

7	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	1
7.1	MEIO FÍSICO	1
7.1.1	Clima e Condições Meteorológicas	4
7.1.1.1	<i>Clima, Precipitação Pluviométrica e Balanço Hídrico</i>	<i>5</i>
7.1.1.2	<i>Nebulosidade e Insolação</i>	<i>10</i>
7.1.1.3	<i>Massas de Ar e Temperatura do Ar</i>	<i>11</i>
7.1.1.4	<i>Regime dos Ventos</i>	<i>13</i>
7.1.1.5	<i>Umidade Relativa do Ar</i>	<i>14</i>
7.1.1.6	<i>Pressão Atmosférica</i>	<i>15</i>
7.1.1.7	<i>Nível Ceráunico</i>	<i>16</i>
7.1.1.8	<i>Fenômenos meteorológicos extremos</i>	<i>19</i>
7.1.2	Recursos Hídricos	22
7.1.2.1	<i>Caracterização Hidrográfica da Região de Estudo</i>	<i>22</i>
7.1.2.2	<i>Análise dos Fenômenos de Cheias e Vazantes</i>	<i>28</i>
7.1.2.3	<i>Área Diretamente Afetada</i>	<i>31</i>
7.1.2.3.1	<i>Áreas Sujeitas à Inundações</i>	<i>40</i>
7.1.2.3.2	<i>Mapeamento de nascentes</i>	<i>45</i>
7.1.2.3.3	<i>Compartimentação Hidrogeológica</i>	<i>47</i>
7.1.2.3.4	<i>Usos Consuntivos da Água Subterrânea</i>	<i>48</i>
7.1.2.3.5	<i>Qualidade da Água</i>	<i>49</i>
7.1.3	Geologia e Geotecnia	56
7.1.3.1	<i>Províncias e Unidades Litoestratigráficas</i>	<i>57</i>
7.1.3.2	<i>Área Diretamente Afetada</i>	<i>62</i>
7.1.3.2.1	<i>Complexo Juiz de Fora</i>	<i>62</i>
7.1.3.2.2	<i>Grupo Rio Doce</i>	<i>64</i>
7.1.3.2.2.1	<i>Formação Tumiritinga</i>	<i>64</i>
7.1.3.2.2.2	<i>Formação Palmital do Sul</i>	<i>66</i>
7.1.3.2.2.3	<i>Formação João Pinto</i>	<i>67</i>
7.1.3.2.3	<i>Suíte Galiléia</i>	<i>68</i>

7.1.3.2.3.1	Tonalito São Vítor.....	69
7.1.3.2.3.2	Tonalito Galiléia.....	70
7.1.3.2.4	Suíte Urucum	72
7.1.3.2.4.1	Granito Palmital.....	72
7.1.3.2.5	Depósitos Aluvionares	74
7.1.3.2.6	Geotecnia	75
7.1.3.2.6.1	Sondagens e Ensaio Geotécnicos.....	75
7.1.3.2.6.2	Características Geotécnicas	77
7.1.4	Geomorfologia	78
7.1.4.1	Caracterização Geomorfológica	79
7.1.4.2	Unidades Geomorfológicas	86
7.1.4.3	Área Diretamente Afetada	88
7.1.4.3.1	Domínio das Unidades Agradacionais.....	88
7.1.4.3.2	Domínio das Unidades Denudacionais em Rochas Cristalinas ou Sedimentares	90
7.1.5	Pedologia.....	99
7.1.5.1	Solos da Região.....	103
7.1.5.2	Área Diretamente Afetada	107
7.1.5.2.1	Argissolos	108
7.1.5.2.2	Latosolos	115
7.1.5.2.3	Neossolos Litólicos.....	120
7.1.5.2.4	Cambissolos	125
7.1.6	Sismicidade	127
7.1.6.1	Sismicidade Natural.....	128
7.1.6.2	Risco Sísmico	130
7.1.6.3	Sismicidade Induzida	132
7.1.6.4	Área Diretamente Afetada	133
7.1.7	Vulnerabilidade Geotécnica.....	135
7.1.7.1	Metodologia	136
7.1.7.2	Descrição das Variáveis Consideradas.....	138
7.1.7.2.1	Geologia.....	138
7.1.7.2.2	Geomorfologia	139
7.1.7.2.3	Declividade	139

7.1.7.2.4	Pedologia.....	140
7.1.7.2.5	Clima.....	141
7.1.7.2.6	Hidrografia.....	142
7.1.7.2.7	Processos Erosivos.....	142
7.1.7.3	<i>Carta de Vulnerabilidade Geotécnica</i>	143
7.1.7.4	<i>Risco Geotécnico</i>	145
7.1.8	Paleontologia.....	146
7.1.8.1	<i>Área Diretamente Afetada</i>	149
7.1.9	Espeleologia.....	150
7.1.9.1	<i>Potencialidade Espeleológica</i>	155
7.1.9.2	<i>Prospecção Espeleológica</i>	158
7.1.9.3	<i>Área Diretamente Afetada</i>	162
7.1.10	Nível de Ruído.....	164
7.1.11	Recursos Minerais.....	169
7.1.11.1	<i>Área Diretamente Afetada</i>	172
7.1.12	Considerações Finais.....	175

FIGURAS

Figura 1 - Modelo esquemático dos aspectos do meio físico considerado o seu processamento/interação na paisagem.....	2
Figura 2 - Pontos de amostragem dos atributos físico-químicos na AE e ADA	3
Figura 3 - Localização das Estações Meteorológicas do INMET utilizadas.....	5
Figura 4 - Tipos climáticos no Brasil, segundo a classificação climática de Köppen.....	6
Figura 5 - Isoietas de precipitações médias anuais.....	7
Figura 6 - Resumo do balanço hídrico climatológico mensal de 1984 a 2018.....	9
Figura 7 - Dias de chuva por mês, volume precipitado por evento e volume mensal de 1984 a 2018	10
Figura 8 - Nebulosidade na região da AE e ADA entre 1984 e 2018	11
Figura 9 - Insolação mensal na região da AE e ADA entre 1984 e 2018.....	11
Figura 10 - Massas de Ar que atuam no Território Brasileiro e suas as Principais Características.....	12
Figura 11 - Temperatura Máxima, Média e Mínima do Ar na região da AE e ADA entre 1984 e 2018	13
Figura 12 - Velocidade dos Ventos na região da AE e ADA entre 1984 e 2018	14
Figura 13 - Umidade relativa do ar na região da AE e ADA entre 1984 e 2018.....	15
Figura 14 - Pressão Atmosférica na região da AE e ADA entre 1984 e 2018	16
Figura 15 - Mapa de Densidade de Descargas Atmosféricas entre 1998 e 2013	18
Figura 16 - Regiões Hidrográficas Brasileiras	22
Figura 17 - Unidade Hidrográfica na AE da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2...23	
Figura 18 - Bacias Hidrográficas na AE da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C224	
Figura 19 - Rede de drenagens principais na AE da LT.....	27
Figura 20 - Localização da estação fluviométrica utilizada	29
Figura 21 - Vazões máximas mensais no rio Doce, Estação Fluviométrica Governador Valadares (1946-2016).....	30
Figura 22 - Vazões médias mensais no rio Doce, Estação Fluviométrica Governador Valadares (1946-2016).....	30
Figura 23 - Rio Mutum na ADA da LT.....	32

Figura 24 - Córrego Boa Sorte na ADA da LT	32
Figura 25 - Rio São Manuel na ADA da LT	33
Figura 26 - Córrego do Cedro na ADA da LT	33
Figura 27 - Rio José Pedro na ADA da LT	34
Figura 28 - Rio José Pedro na ADA da LT	34
Figura 29 - Rio Manhuaçu na ADA da LT.....	35
Figura 30 - Rio Manhuaçu na ADA da LT.....	35
Figura 31 - Ribeirão Bueno na ADA da LT	36
Figura 32 - Ribeirão Bueno na ADA da LT	36
Figura 33 - Córrego do Sossego na ADA da LT	37
Figura 34 - Ribeirão João Pinto na ADA da LT.....	37
Figura 35 - Rio Caratinga na ADA da LT	38
Figura 36 - Córrego Alegre na ADA da LT	38
Figura 37 - Rio Doce na ADA da LT	39
Figura 38 - Rio Suaçuí Grande na ADA da LT.....	39
Figura 39 - Córrego São Manuel na ADA da LT	40
Figura 40 - Áreas sujeitas à inundações na ADA da LT	41
Figura 41 - Áreas de várzeas, alagadas e planícies de inundação na ADA da LT	44
Figura 42 - Nascentes na AE e ADA da LT	46
Figura 43 - Perfil geológico do poço na ADA da LT.....	49
Figura 44 - Estações utilizadas para análise da qualidade da água	51
Figura 45 - A porção continental da placa Sul-americana.....	58
Figura 46 - Províncias Estruturais do Brasil (Almeida, 1977)	59
Figura 47 - Unidades Geológicas da Área de Estudo.....	61
Figura 48 - Afloramentos do Complexo Juiz de Fora na ADA da LT	63
Figura 49 - Litotipo do Complexo Juiz de Fora na ADA da LT	63
Figura 50 - Litotipo do Complexo Juiz de Fora na ADA da LT	64
Figura 51 - Afloramento da Formação Tumiritinga na ADA da LT.....	65
Figura 52 - Litotipo da Formação Tumiritinga na ADA da LT.....	65
Figura 53 - Litotipo da Formação Palmital do Sul na ADA da LT	66
Figura 54 - Litotipo da Formação Palmital do Sul na ADA da LT.....	66
Figura 55 - Litotipo da Formação Palmital do Sul na ADA da LT.....	67
Figura 56 - Afloramento da Formação Palmital do Sul na ADA da LT	67

Figura 57 - Litotipos da Formação João Pinto na ADA da LT	68
Figura 58 - Litotipos da Formação João Pinto na ADA da LT	68
Figura 59 - Litotipos da Formação Tonalito São Vitor na ADA da LT	69
Figura 60 - Litotipos da Formação Tonalito São Vitor na ADA da LT	70
Figura 61 - Afloramentos da Formação Tonalito Galiléia na ADA da LT	70
Figura 62 - Litotipos da Formação Tonalito Galiléia na ADA da LT	71
Figura 63 - Litotipos da Formação Tonalito Galiléia na ADA da LT	71
Figura 64 - Litotipos da Formação Tonalito Galiléia na ADA da LT	72
Figura 65 - Afloramento da Formação Granito Palmital na ADA da LT	73
Figura 66 - Litotipos da Formação Granito Palmital na ADA da LT	73
Figura 67 - Litotipos da Formação Granito Palmital na ADA da LT	74
Figura 68 - Depósitos aluvionares na ADA da LT	75
Figura 69 - Classificação do relevo brasileiro	80
Figura 70 - Classificação do relevo brasileiro segundo Ross (1989)	81
Figura 71 - Altitude na AE da LT	83
Figura 72 - Declividade na AE da LT	85
Figura 73 - Unidades Geomorfológicas na AE da LT	87
Figura 74 - Relevo de planícies fluviais ou fluviolacustres na ADA da LT	89
Figura 75 - Relevo de planícies fluviais ou fluviolacustres na ADA da LT	89
Figura 76 - Relevo de planícies fluviais ou fluviolacustres na ADA da LT	90
Figura 77 - Relevo de planícies fluviais ou fluviolacustres na ADA da LT	90
Figura 78 - Relevo de colinas dissecadas e morros baixos na ADA da LT	91
Figura 79 - Relevo de colinas dissecadas e morros baixos na ADA da LT	92
Figura 80 - Relevo de colinas dissecadas e morros baixos na ADA da LT	92
Figura 81 - Relevo de colinas dissecadas e morros baixos na ADA da LT	93
Figura 82 - Relevo de colinas dissecadas e morros baixos na ADA da LT	93
Figura 83 - Relevo de colinas dissecadas e morros baixos na ADA da LT	94
Figura 84 - Relevo de morros e serras baixas na ADA da LT	95
Figura 85 - Relevo de morros e serras baixas na ADA da LT	95
Figura 86 - Relevo de morros e serras baixas na ADA da LT	96
Figura 87 - Relevo de morros e serras baixas na ADA da LT	96
Figura 88 - Relevo montanhoso na ADA da LT	97
Figura 89 - Relevo montanhoso na ADA da LT	98

Figura 90 - Relevo montanhoso na ADA da LT	98
Figura 91 - Relevo montanhoso na ADA da LT	99
Figura 92 - Relevo montanhoso na ADA da LT	99
Figura 93 - Perfil de um solo com os principais horizontes	100
Figura 94 - Coleta de amostras para análises físico-químicas do solo na AE e ADA da LT	103
Figura 95 - Solos presentes na AE da LT	105
Figura 96 - Suscetibilidade à erosão dos solos AE da LT	106
Figura 97 - Argissolo Vermelho Escuro na ADA da LT.....	109
Figura 98 - Relevo suavemente ondulado ADA da LT	109
Figura 99 - Argissolo Vermelho Amarelo na ADA da LT.....	110
Figura 100 - Processos erosivos em Argissolo Vermelho Escuro na ADA da LT.....	112
Figura 101 - Processos erosivos em Argissolo Vermelho Escuro na ADA da LT.....	112
Figura 102 - Processos erosivos em Argissolo Vermelho Escuro na ADA da LT.....	113
Figura 103 - Processos erosivos em Argissolo Vermelho Escuro na ADA da LT.....	113
Figura 104 - Processos erosivos em Argissolo Vermelho Escuro na ADA da LT.....	114
Figura 105 - Processos erosivos em Argissolo Vermelho Amarelo na ADA da LT.....	114
Figura 106 - Latossolo Vermelho Amarelo na ADA da LT.....	116
Figura 107 - Processos erosivos em áreas de ocorrência do Latossolo Vermelho Amarelo na ADA da LT.....	118
Figura 108 - Processos erosivos em áreas de ocorrência do Latossolo Vermelho Amarelo na ADA da LT.....	118
Figura 109 - Processos erosivos em áreas de ocorrência do Latossolo Vermelho Amarelo na ADA da LT.....	119
Figura 110 - Processos erosivos em áreas de ocorrência do Latossolo Vermelho Amarelo na ADA da LT.....	119
Figura 111 - Processos erosivos em áreas de ocorrência do Latossolo Vermelho Amarelo na ADA da LT.....	120
Figura 112 - Neossolo Litólico na ADA da LT.....	121
Figura 113 - Relevo na região do Neossolo Litólico na ADA da LT.....	122
Figura 114 - Processos erosivos em áreas de Neossolos litólicos na ADA da LT	123
Figura 115 - Processos erosivos em áreas de Neossolos litólicos na ADA da LT	123
Figura 116 - Processos erosivos em áreas de Neossolos litólicos na ADA da LT	124
Figura 117 - Processos erosivos em áreas de Neossolos litólicos na ADA da LT	124

Figura 118 - Cambissolo na ADA da LT	126
Figura 119 - Localização do Brasil no interior da Placa Tectônica Sul-americana	129
Figura 120 - Risco sísmico do Brasil.....	130
Figura 121 - Terremotos entre 1955 e 2018 ocorridos no Brasil.....	132
Figura 122 - Terremotos entre 1955 e 2018 ocorridos na região da AE e ADA.....	134
Figura 123 - Vulnerabilidade Geotécnica da AE da LT	144
Figura 124 - Terrenos Pré-cambrianos e principais bacias sedimentares com ocorrências fósseis no Brasil.....	148
Figura 125 - Ocorrências fossilíferas catalogadas na região	149
Figura 126 - Cavidades naturais catalogadas no território nacional e no Estado de Minas Gerais.....	153
Figura 127 - Caverna catalogada na AE da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2 ..	154
Figura 128 - Gruta Sete Salões na AE da LT	155
Figura 129 - Potencial espeleológico da Área de Estudo	157
Figura 130 - Classes de detalhamento do caminhamento prospectivo	159
Figura 131 - Amostragem realizada durante prospecção espeleológica na área estudada	161
Figura 132 - Cavernas, cavidades e grutas naturais próximas à ADA e ao traçado	163
Figura 133 - Pontos de amostragem do nível de ruídos na ADA da LT	165
Figura 134 - Processos minerários considerando corredor de 1 Km da diretriz da LT	171
Figura 135 - Processos Minerários na ADA da LT	174

TABELAS

Tabela 1 - Estações Meteorológicas Utilizadas no Estudo Climatológico.....	4
Tabela 2 - Balanço hídrico climatológico mensal de 1984 a 2018.....	8
Tabela 3 - Direções dos ventos na região da AE e ADA entre 1984 e 2018.....	14
Tabela 4 - Ranking de Incidência de Raios nos Municípios transpostos pela LT entre 2011 e 2016	19
Tabela 5 - Fenômenos meteorológicos extremos na AE da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2.....	20
Tabela 6 - Principais rios da Subunidade Doce na RH Atlântico Sudeste	23
Tabela 7 - Demanda por retirada na subunidade Doce.....	24
Tabela 8 - Balanço entre disponibilidade e demanda	25
Tabela 9 - Estação Fluviométrica utilizada	28
Tabela 10 - Drenagens transpostas e classes hierárquicas.....	31
Tabela 11 - Áreas sujeitas à inundações na ADA da LT.....	41
Tabela 12 - Áreas de várzeas, alagadas e planícies de inundação na ADA da LT.....	44
Tabela 13 - Localização e natureza dos poços tubulares da ADA LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2	48
Tabela 14 - Resultados dos parâmetros avaliados na Estação Governador Valadares.....	52
Tabela 15 - Resultados dos parâmetros avaliados na Estação Galiléia	53
Tabela 16 - Resultados dos parâmetros avaliados na Estação Conselheiro Pena.....	54
Tabela 17 - Resultados dos parâmetros avaliados na Estação Barra do Capim	55
Tabela 18 - Resultados dos parâmetros avaliados na Estação Pocrane.....	55
Tabela 19 - Coluna litoestratigráfica da AE da LT 500kV Governador Valadares 6 – Mutum, C2.....	60
Tabela 20 - Limites para parâmetros geotécnicos de solos típicos aplicados em projeto de fundações de torres	76
Tabela 21 - Limites para parâmetros geotécnicos de rochas típicos aplicados em projeto de fundações de torres	77
Tabela 22 - Classes de erodibilidade dos solos	101
Tabela 23 - Classes de declividade e relevo correspondente.....	101

Tabela 24 - Classes de suscetibilidade à erosão laminar	101
Tabela 25 - Análise química e física de um Argissolo Vermelho Escuro (UTM 24K, 243.480E/7.798.421N)	110
Tabela 26 - Análise química e física de um Argissolo Vermelho-Amarelo (UTM 24K, 236.484E/7.841.254N)	111
Tabela 27 - Análise química e física de um Latossolo Vermelho-Amarelo (UTM 24K, 236.484E/7.841.254N)	116
Tabela 28 - Análise química e física de um Neossolo Litólico (UTM 24K, 235.848E/7.863.944N).....	122
Tabela 29 - Análise química e física de um Cambissolo (UTM 24K, 228.942E/7.891.281N)...	126
Tabela 30 - Descrição dos efeitos dos sismos de acordo com sua magnitude.....	134
Tabela 31 - Vulnerabilidade Geotécnica das Unidades Territoriais Básicas.....	136
Tabela 32 - Valores de vulnerabilidade para Geologia	138
Tabela 33 - Valores de vulnerabilidade para Geomorfologia.....	139
Tabela 34 - Valores de sensibilidade para Declividade.....	140
Tabela 35 - Valores de vulnerabilidade para Pedologia	141
Tabela 36 - Valores de vulnerabilidade para o Clima	142
Tabela 37 - Valores de vulnerabilidade para a Hidrografia.....	142
Tabela 38 - Valores de vulnerabilidade para os Processos Erosivos.....	142
Tabela 39 - Classes de Vulnerabilidade Geotécnica na AE e ADA da LT	145
Tabela 40 - Registros fossilíferos catalogados na região	150
Tabela 41 - Tipos de cavidades naturais.....	152
Tabela 42 - Grau de potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil.....	156
Tabela 43 - Cavernas, cavidades e grutas naturais próximas à ADA e ao traçado	162
Tabela 44 - Pontos de avaliação de ruídos na ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2.....	164
Tabela 45 - Resultados da avaliação do nível de pressão sonora na ADA.....	167
Tabela 46 - Limites críticos de ruídos para ambiente externo, segundo a NBR 10.151:2000	168
Tabela 47 - Processos minerários na ADA da LT 500kV SE Governador Valadares 6 – SE Mutum, C2.....	172

7 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

7.1 MEIO FÍSICO

O diagnóstico do meio físico tem papel essencial em estudos de impacto ambiental, pelo fato de tratar da superfície terrestre e dos processos modeladores da paisagem. O diagnóstico ambiental integrado tem como propósito determinar as relações entre os compartimentos do meio físico e as suas características de vulnerabilidade e estabilidade, com o intuito de obter uma retratação ambiental mais acurada de modo a possibilitar o planejamento de uso e ocupação de determinada região.

A dinâmica ambiental é determinada pela interação entre os componentes bióticos, abióticos e antrópicos, em que a ocupação do meio deve se dar por meio de planejamento e estudos, buscando apropriada proteção ambiental e uso racional dos solos, dos minerais, dos recursos hídricos e características do relevo.

O meio físico compreende as rochas, solos, clima e recursos hídricos e a inter-relação entre estas áreas, sendo um dos componentes que devem ser obrigatoriamente tratados no EIA/RIMA, podendo ser considerado como passivo e/ou ativo, recebendo ou deflagrando impactos e processos, em resposta à interação, nesse caso com o traçado projetado para a Linha de Transmissão 500kV Governador Valadares 6 – Mutum, C2.

Busca-se a sua abordagem de maneira integrada, enfocando a dinâmica de cada uma de suas formas de interação, envolvendo desde fluxos energéticos atuantes no meio até seus componentes materiais. Para isso deve-se rever noções fundamentais relacionadas com a inserção do meio físico no contexto dos grandes ciclos terrestres (ciclo da água, do ar e das rochas) e suas interações (BITAR et al., 1990) (Figura 1).

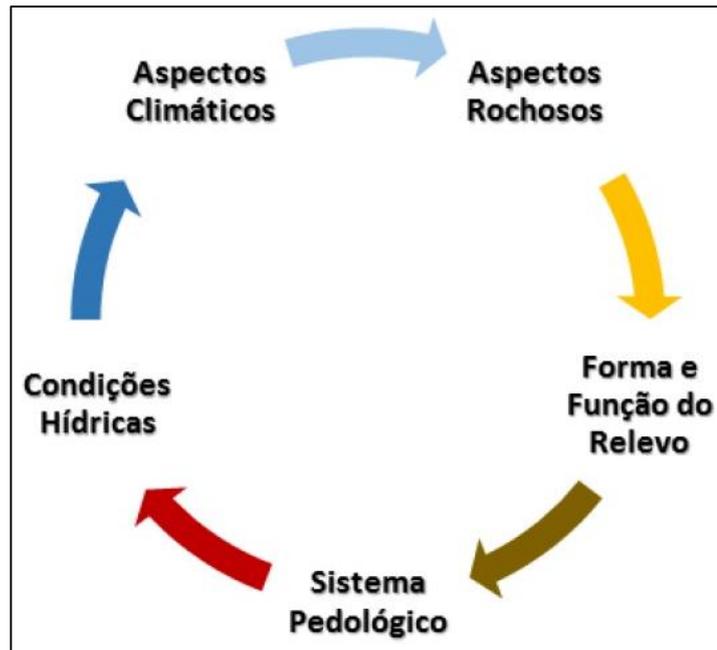


Figura 1 - Modelo esquemático dos aspectos do meio físico considerado o seu processamento/interação na paisagem

A caracterização, diagnóstico e prognóstico deste meio é necessária para se identificar as potencialidades e fragilidades, a fim de se propor alternativas técnicas e gerenciais que minimizem ou evitem danos à natureza nas fases de instalação e operação do empreendimento proposto.

No presente diagnóstico do meio físico serão apresentadas informações acerca dos principais aspectos físicos da paisagem, tais como: clima, análise de ruídos, geologia, geomorfologia, pedologia e recursos hídricos. O diagnóstico analisou separadamente cada uma dessas variáveis, dando enfoque multidisciplinar quanto aos aspectos físicos que compõem a Área de Estudo (AE) e a Área Diretamente Afetada (ADA), considerando a faixa de servidão de 64 metros, de modo a identificar as potencialidades e fragilidades do ambiente.

O estudo foi realizado a partir de bancos de dados eletrônicos, bibliografias relevantes e visitas exploratórias de campo. A etapa de campo foi realizada entre os dias 02 de dezembro a 15 de dezembro de 2018, percorrendo trechos das áreas de influência da LT 500kV Governador Valadares 6 – Mutum, C2 (Figura 2 e Mapa dos pontos de amostragem dos atributos físico-químicos, Volume 4 – Tomo I, Anexo 14), levando em consideração os compartimentos mais relevantes para o diagnóstico do meio físico. A metodologia utilizada foi a mesma tanto para a AE quanto para a ADA. Em ambas procurou-se dar o nível de precisão adequado para o tipo de empreendimento que será instalado.

A metodologia adotada e empregada na elaboração de cada atributo do meio físico que compõe o presente diagnóstico, está descrita no seu respectivo item.

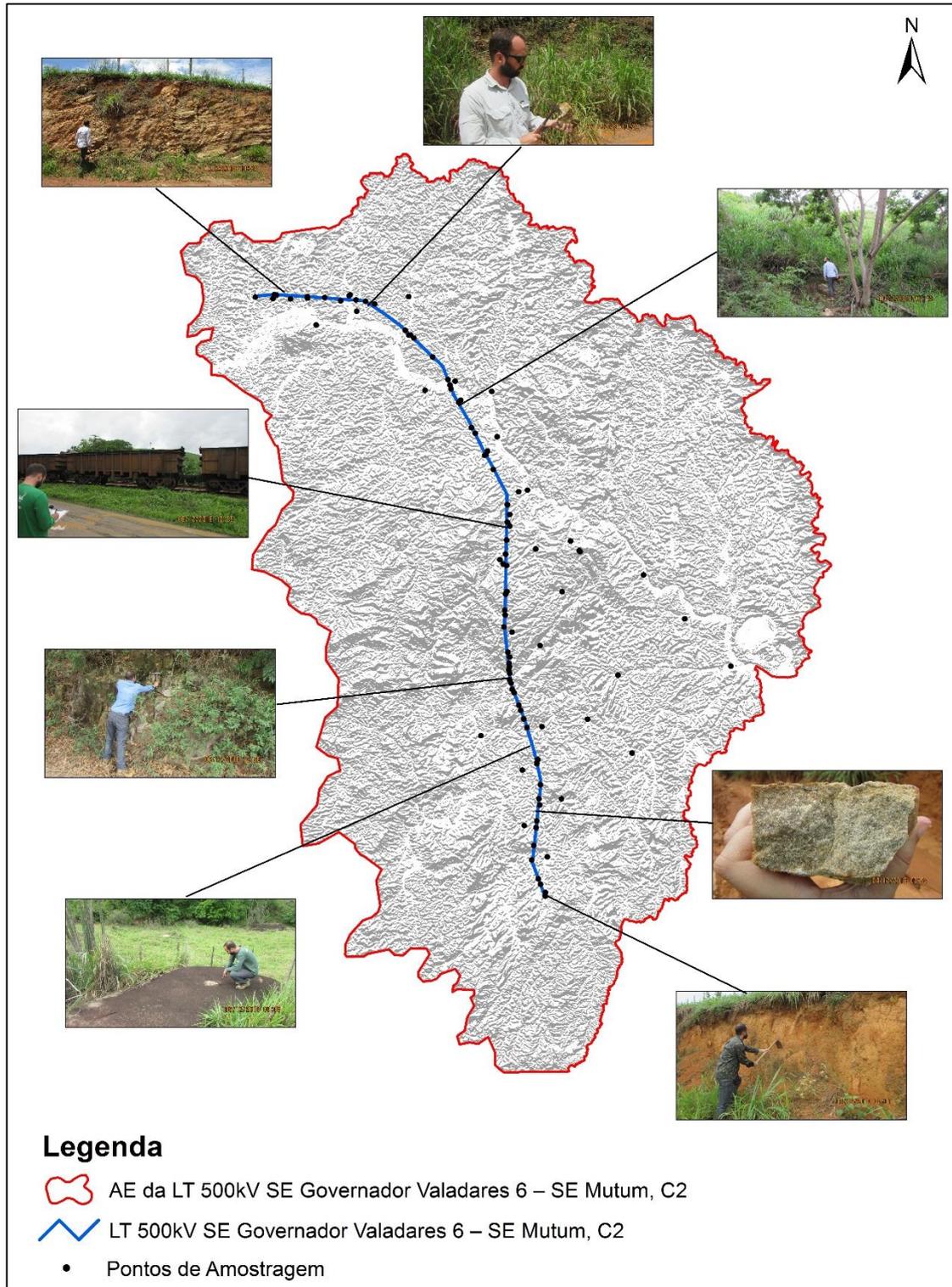


Figura 2 - Pontos de amostragem dos atributos físico-químicos na AE e ADA

7.1.1 Clima e Condições Meteorológicas

O clima refere-se às características da atmosfera inferidas de observações contínuas durante um longo período, geralmente de 30 a 35 anos. A climatologia ocupa posição central no amplo campo da ciência ambiental, uma vez que os processos atmosféricos influenciam os processos nas outras partes do ambiente, principalmente na biosfera, hidrosfera e litosfera (AYOADE, 2002).

O estudo climático da região de implantação da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2 foi realizado a partir dos dados das estações meteorológicas das cidades de Caratinga-MG, Caparaó-MG e Aimorés-MG (Tabela 1). Conforme pode ser observado na Figura 3, a AE encontra-se centralizada em relação às estações utilizadas, o que certifica representatividade aos resultados. Os dados destas estações foram obtidos no site do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>), no período de 1984 a 2018, compreendendo 35 anos de amostragem.

Os elementos climáticos analisados foram: nebulosidade; radiação solar; insolação; massas de ar e temperatura do ar; direção e velocidade dos ventos; umidade relativa do ar; pressão atmosférica; evapotranspiração; evaporação; temperaturas máximas, mínimas e médias; precipitação e regime de chuvas; nível cerâmico e classificação climática. Com os dados médios das estações meteorológicas foi calculado o balanço hídrico climatológico, segundo a metodologia de Thornthwaite e Matter (1955).

Tabela 1 - Estações Meteorológicas Utilizadas no Estudo Climatológico

Estação	Município	Estado	Localização	Situação
83.592	Caratinga	MG	Latitude: -19,73 Longitude: -42,13 Altitude: 609,65m	Operante
83.639	Caparaó	MG	Latitude: -20,51 Longitude: -41,90 Altitude: 843,18m	Operante
83.595	Aimorés	MG	Latitude: -19,49 Longitude: -41,07 Altitude: 82,74m	Operante

Fonte: INMET, 2019.

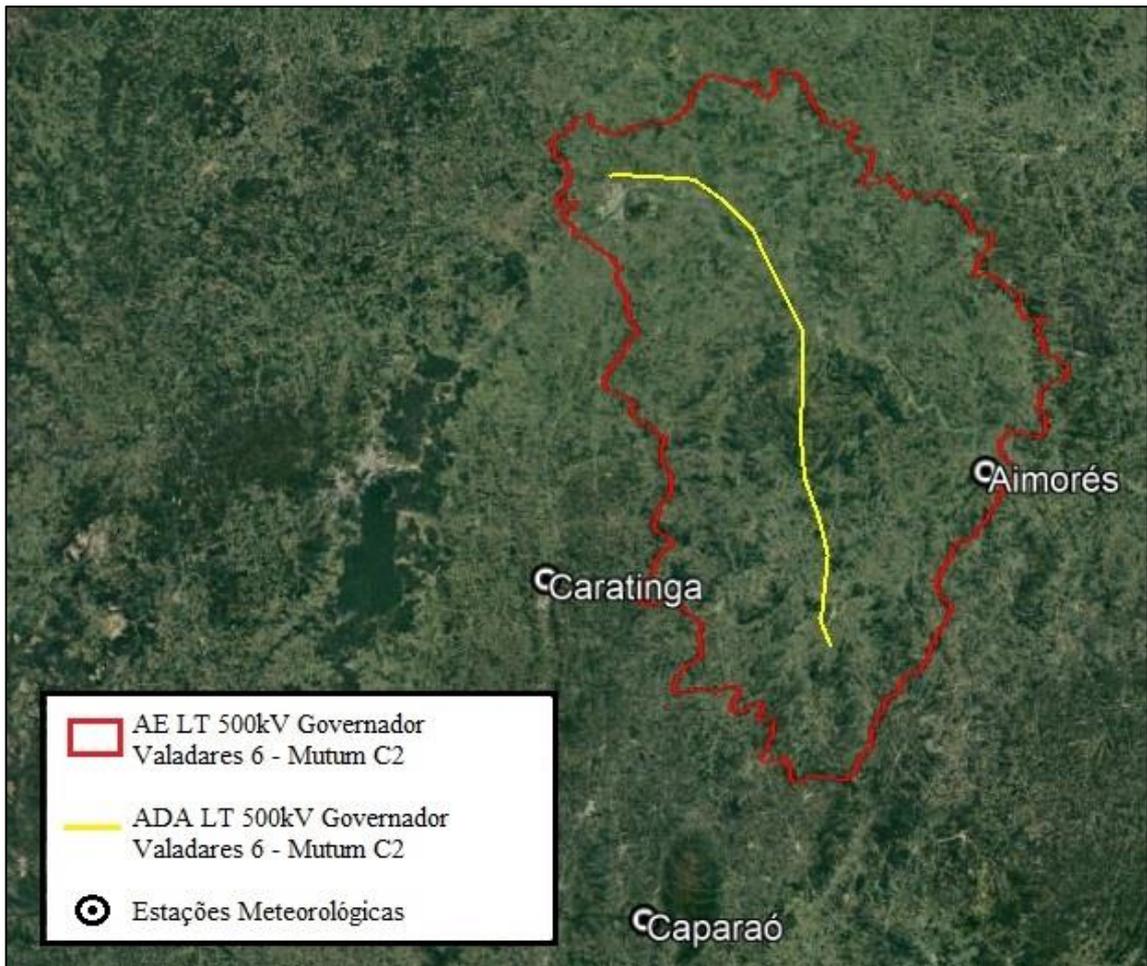


Figura 3 - Localização das Estações Meteorológicas do INMET utilizadas

7.1.1.1 Clima, Precipitação Pluviométrica e Balanço Hídrico

Segundo a classificação climática de Köppen, adotada neste trabalho, ocorrem na região onde a LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2 está projetada três tipos climáticos (Figura 4). A AE do empreendimento encontra-se majoritariamente inserida no tipo climático Aw, apresentando características de clima tropical de natureza continental, quente e úmido, com uma época sazonal seca e fria bem definida, que é equilibrada em suas necessidades hídricas, por meses chuvosos de uma época sazonal mais úmida e quente. Com base neste modelo climático, a região se individualiza por um clima do tipo Tropical Savânico “Aw”, explicado pela existência de temperaturas médias mensais superiores a 20°C o ano todo (“A”), período seco de inverno (“w”) e amplitude térmica anual inferior a 5°C.

Em algumas regiões na porção central e sul da AE ocorrem, de maneira restrita, os tipos climáticos Cwa e Cwb, correspondendo à um grupo climático de características temperadas. O

tipo climático Cwa condiciona um clima subtropical úmido, caracterizado por inverno seco e verão quente. As condições climáticas nesta região são influenciadas pelos ventos sazonais, em geral associados à alternância entre a estação das chuvas e a estação seca. Já o Cwb corresponde à um clima subtropical de altitude. Trata-se de um clima influenciado por monções, caracterizado por inverno seco e verões com temperaturas amenas.

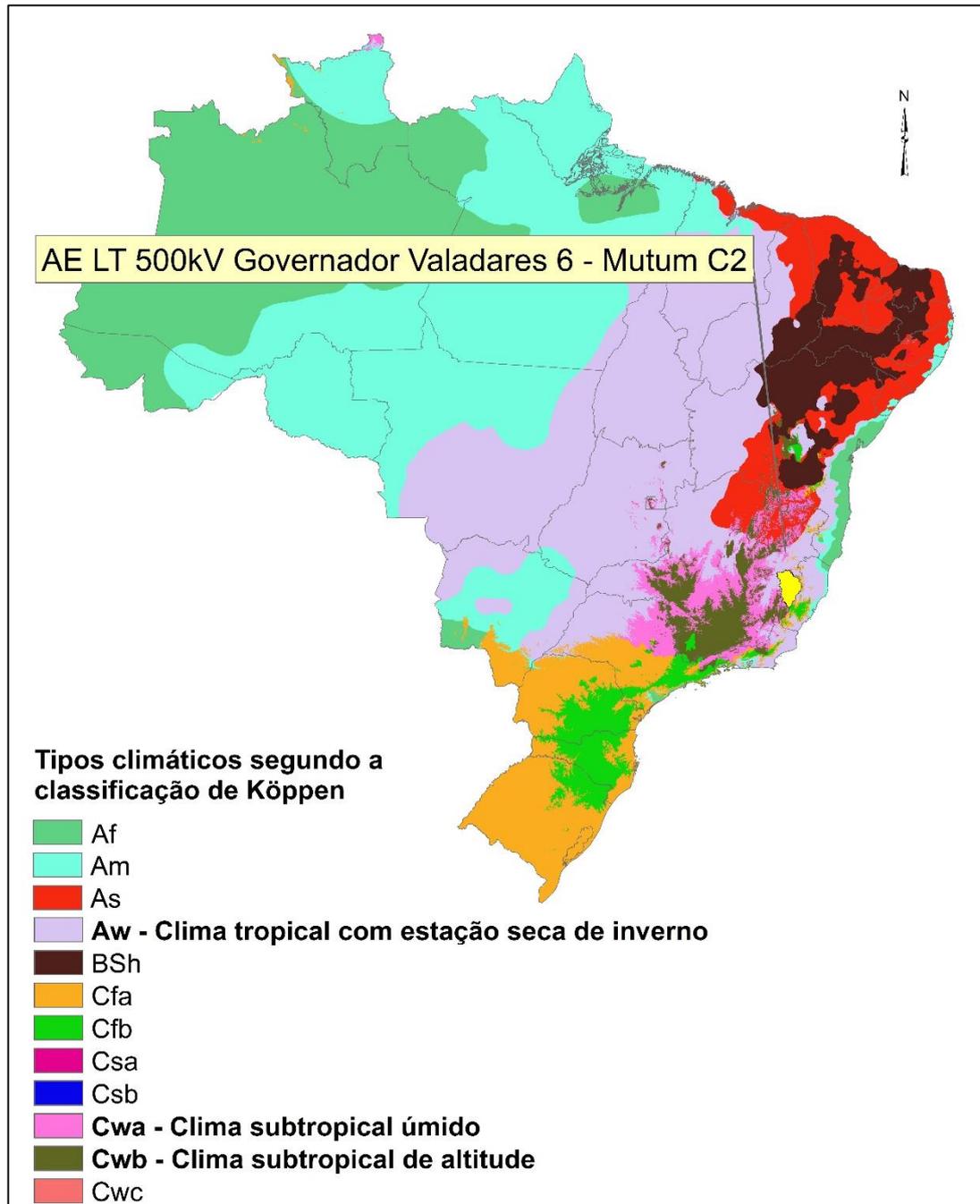


Figura 4 - Tipos climáticos no Brasil, segundo a classificação climática de Köppen.

Fonte: Alvares *et al.* (2013)

As condições climáticas definem períodos distintos com relação às chuvas. De acordo com as isoietas, que são linhas curvas que representam pontos de igual pluviosidade, a média anual precipitada na região da AE fica em torno de 1000 a 1300 mm (CPRM, 2006), obtida em uma série histórica de 30 anos (1977 a 2006) (Figura 5).

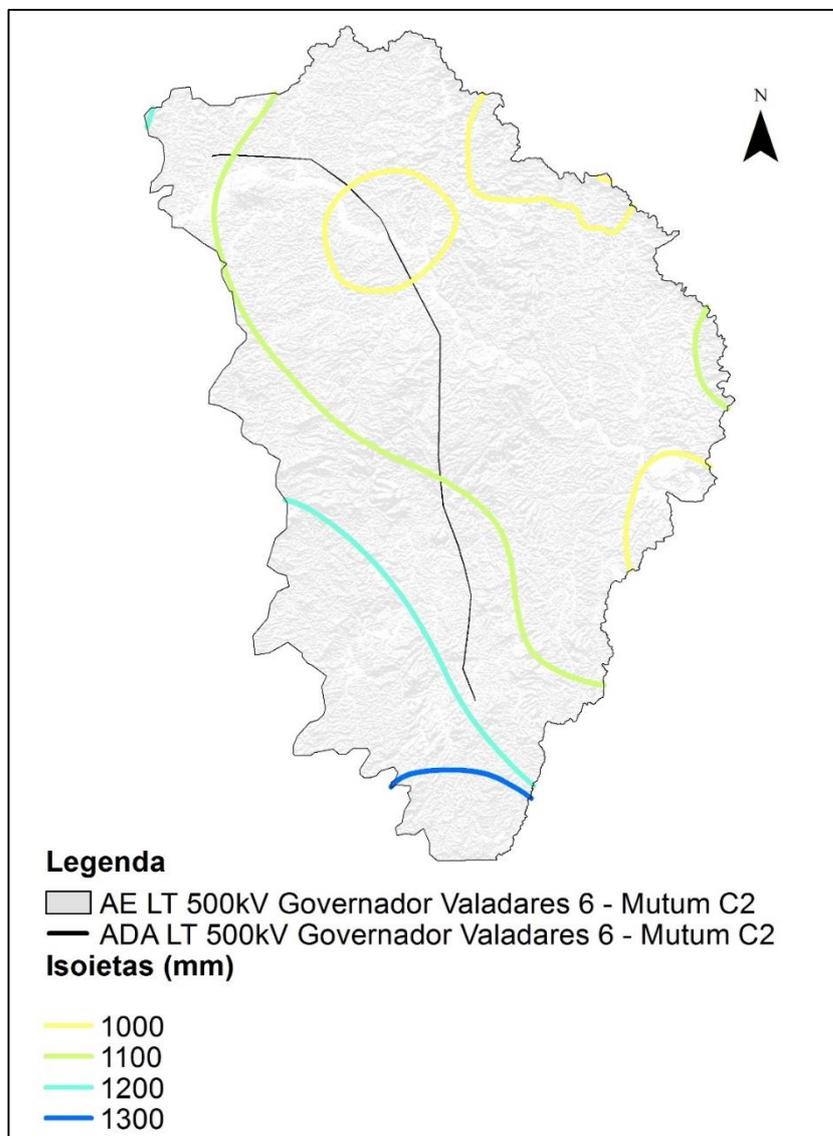


Figura 5 - Isoietas de precipitações médias anuais

Fonte: CPRM (2006)

A estação chuvosa vai de novembro à março, com média mensal de 197,30 mm, com o máximo de 256,10 mm em dezembro e o mínimo de 143,83 mm em fevereiro, quando o período chuvoso está no seu final. Esse período precipita o correspondente à 76,16% (986,48 mm) do volume total anual de chuva (1.295,21 mm). Já a estação seca vai de maio a setembro, com média

mensal de chuvas de 22,59 mm, com o máximo de 48,31 mm em maio e o mínimo de 7,43 mm mensais em julho (Tabela 2 e Figura 6). Os meses de abril e outubro são meses de transição entre a estação chuvosa e seca, nesses meses chovem 79,56 e 93,64 mm, respectivamente.

Segundo o balanço hídrico climatológico, na região da AE e ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2, a deficiência hídrica local chega a 115,43 mm, estando presente de abril a setembro. O déficit hídrico alcança seu maior valor em julho (29,79 mm). Em decorrência do alto volume de chuvas na primavera e no verão há um excedente de chuvas 413,99 mm anuais, os quais são armazenados no solo, infiltram em profundidade ou são escoados superficialmente, formando enxurradas.

Tabela 2 - Balanço hídrico climatológico mensal de 1984 a 2018

Mês	T(°C)	P	ETP	ETR	DEF	EXC
		(mm)				
Janeiro	24,51	201,14	138,47	128,93	0,00	72,21
Fevereiro	24,85	143,83	123,25	106,63	0,00	37,20
Março	24,18	177,99	126,75	115,12	0,00	62,87
Abril	22,75	79,56	101,16	87,84	8,28	0,00
Maio	20,31	48,31	73,89	64,55	16,24	0,00
Junho	18,93	16,61	67,89	41,66	25,05	0,00
Julho	19,09	7,43	66,31	37,22	29,79	0,00
Agosto	19,79	21,24	76,52	37,93	19,38	0,00
Setembro	21,36	41,94	90,18	61,32	16,69	0,00
Outubro	22,74	93,64	110,94	84,14	0,00	9,50
Novembro	23,16	207,42	120,77	107,02	0,00	100,40
Dezembro	24,09	256,10	134,64	124,29	0,00	131,81
TOTAL	265,76	1295,21	1230,77	996,65	115,43	413,99
MÉDIA	22,15	107,93	102,56	83,05	9,62	34,50

T – Temperatura média do ar; **P** – Precipitação pluviométrica; **ETP** – evapotranspiração potencial; **ETR** – Evapotranspiração Real; **DEF** – Déficit Hídrico; **EXC** – Excedente Hídrico

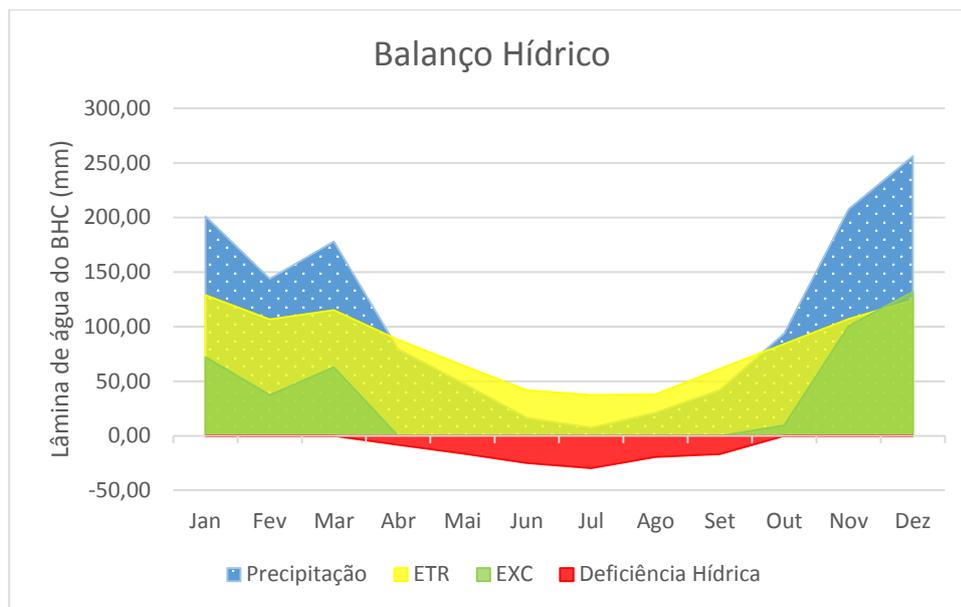


Figura 6 - Resumo do balanço hídrico climatológico mensal de 1984 a 2018

De acordo com a Figura 7, observa-se que nos meses mais chuvosos do ano também ocorrem as maiores quantidades de dias chuvosos, o que faz com que a média precipitada por dia fique em torno de 11,91 mm. Chovem aproximadamente 108 dias no ano, o que representa 29,58% do total de dias do ano. Esses dados são essencialmente relevantes para a análise do potencial erosivo das chuvas. Chuvas de alta intensidade podem exceder a capacidade de infiltração nos solos, ocasionar o escoamento superficial (*run-off*) e gerar enxurradas e erosões. De acordo com esses dados médios, o potencial erosivo das chuvas na região é baixo, porém atenção especial deve ocorrer no período chuvoso, o qual apresenta maior probabilidade de eventos de enxurradas, uma vez que a condutividade dos solos diminui em função da maior saturação destes.

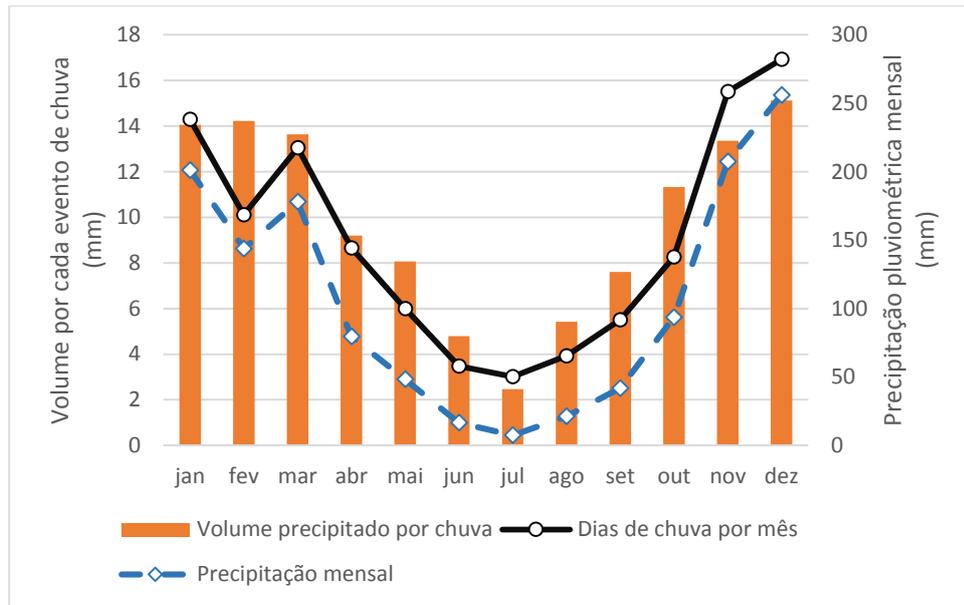


Figura 7 - Dias de chuva por mês, volume precipitado por evento e volume mensal de 1984 a 2018

7.1.1.2 *Nebulosidade e Insolação*

A nebulosidade refere-se à fração da abóboda celeste que, em dado momento, situa-se encoberta por nuvens, sendo estabelecida visualmente, imaginando-se todas as nuvens dispostas juntas e arbitrando-se, aproximadamente, a fração do céu que isso configura. A nebulosidade é determinada em oitavos ou décimos de céu encoberto, sendo importante elucidar qual das duas escalas está sendo usada. No presente trabalho, foram adotadas as medidas decimais.

Desta maneira, a nebulosidade de 5/10 (cinco décimos) ou 0,5 corresponde à metade da abóboda celeste encoberta. O valor zero indica que nenhuma nuvem foi detectada no momento da observação e 1 (10/10) configura a totalidade da abóboda encoberta (VAREJÃO-SILVA, 2001).

Em função do período chuvoso, (novembro a março), é verificada nessa estação os maiores valores de nebulosidade. Em abril ocorre um declínio (ficando a nebulosidade abaixo da média de 5,94 décimos), indicando o começo do período seco do ano (Figura 8).

Já a insolação corresponde ao número efetivo de horas de brilho solar, dependendo diretamente da nebulosidade atmosférica, apresentando valores inversamente proporcionais. Portanto, o período compreendido entre abril e setembro é quando há maior horas de sol, ficando acima da média mensal de 194 horas de sol mensais (Figura 9).

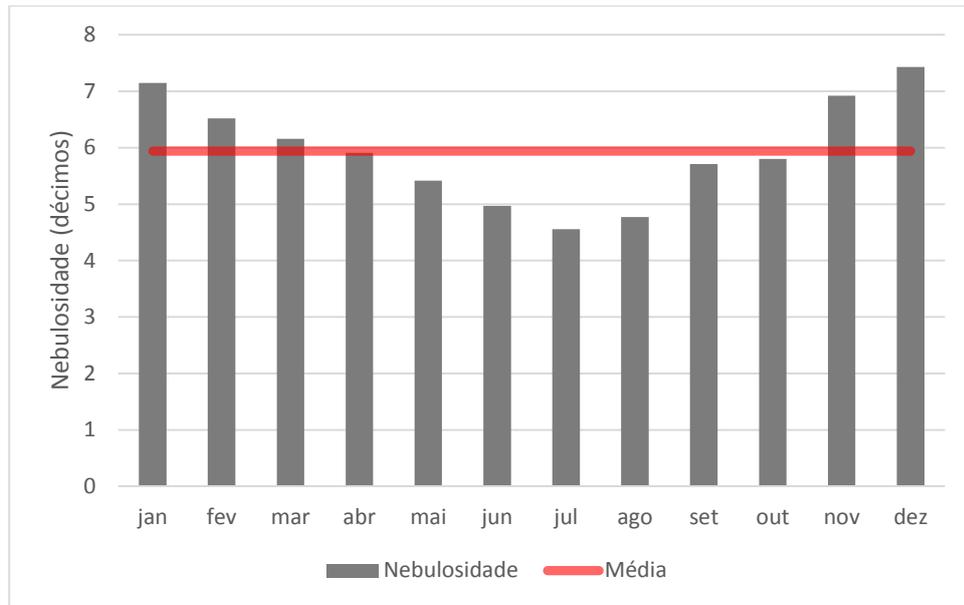


Figura 8 - Nebulosidade na região da AE e ADA entre 1984 e 2018

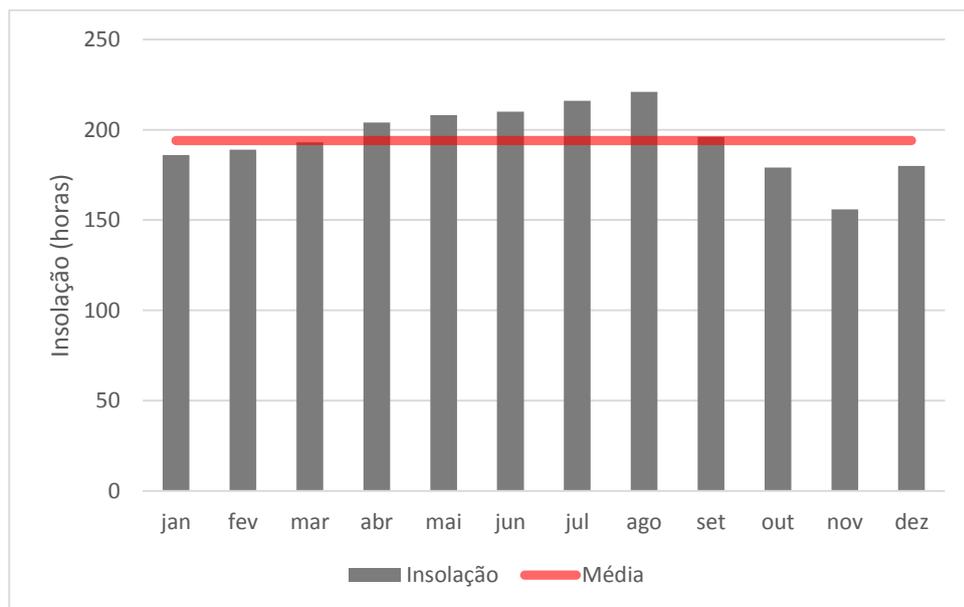


Figura 9 - Insolação mensal na região da AE e ADA entre 1984 e 2018

7.1.1.3 Massas de Ar e Temperatura do Ar

O território brasileiro é influenciado por cinco massas de ar: Equatorial Atlântica (mEa), Equatorial Continental (mEc), Tropical Atlântica (mTa), Tropical Continental (mTc) e Polar Atlântica (mPa) (Figura 10). A forte influência da mPa no inverno ocasiona intensa queda na temperatura do ar nesta época, a qual atinge o valor mínimo de 12,68°C em julho (Figura 11). Já

as temperaturas máximas do ar giram em torno de 28,42°C no decorrer de todo o ano, sendo superiores de outubro a abril, que é quando atuam as massas de ar mEa e mTa, as quais possuem ar quente e úmido. A massa Equatorial Atlântica, juntamente com a massa Equatorial Continental, são as que influenciam diretamente no regime de chuvas em todo o país. Já as massas Tropical Continental e Tropical Atlântica são as causadoras da distinção entre o período chuvoso e seco na maioria dos estados brasileiros. A temperatura média do ar ao longo do ano é de aproximadamente 22,15°C.

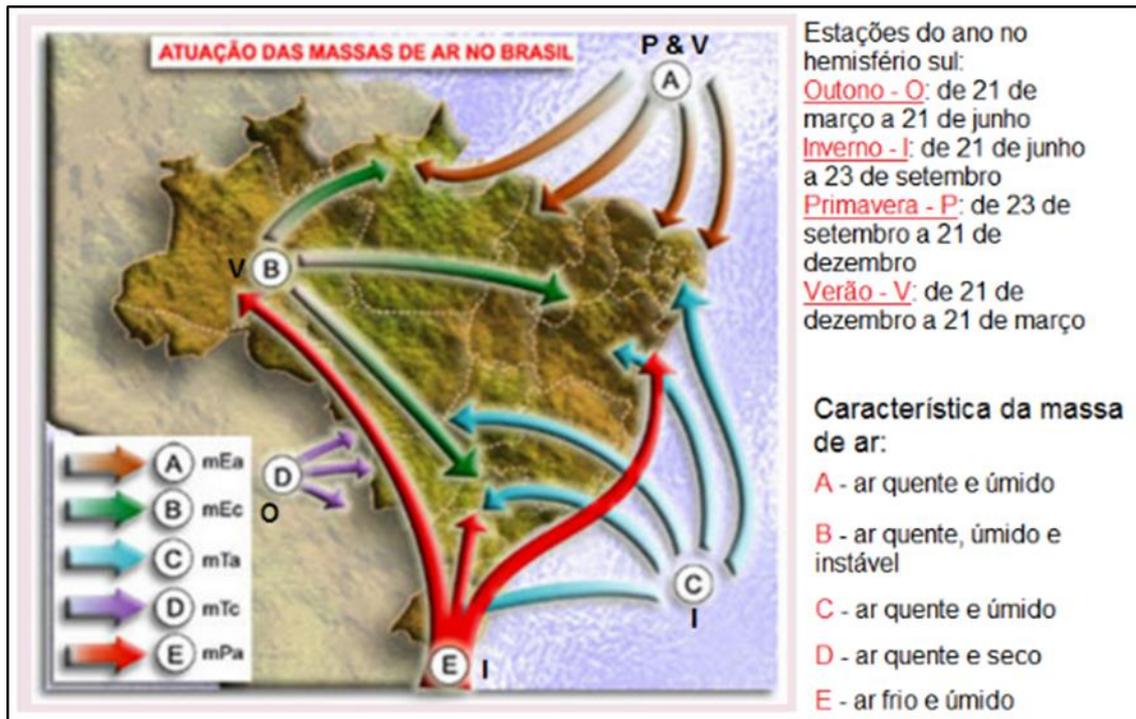


Figura 10 - Massas de Ar que atuam no Território Brasileiro e suas as Principais Características

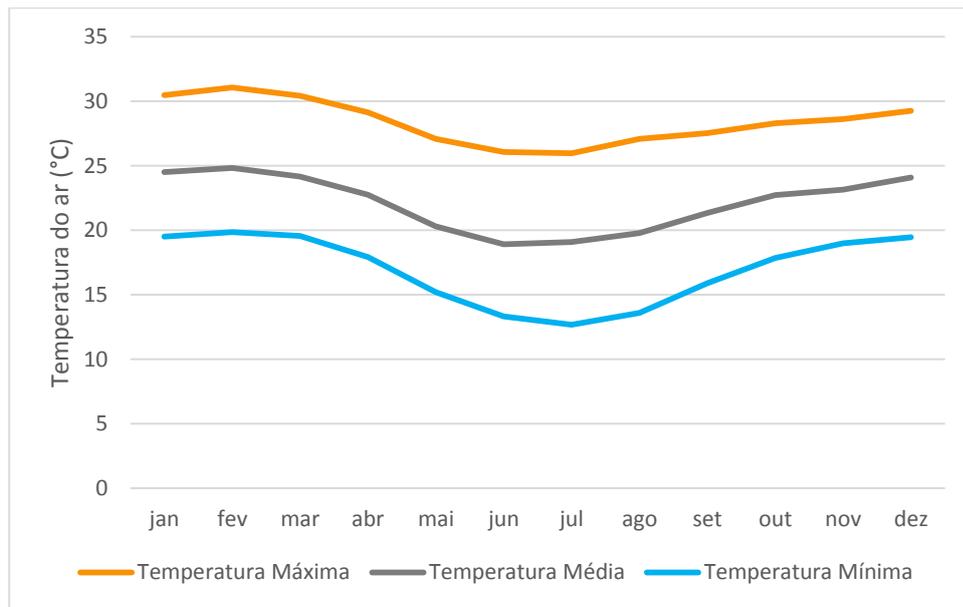


Figura 11 - Temperatura Máxima, Média e Mínima do Ar na região da AE e ADA entre 1984 e 2018

7.1.1.4 Regime dos Ventos

De acordo com Barreto *et al.* (2002), referenciado por Santos *et al.* (2004), o vento trata-se de uma variável significativa por exercer um papel crucial na distribuição de calor e umidade na atmosfera. A circulação do vento em âmbito local depende da topografia da região e sua vegetação, assim como das utilizações do solo. A radiação solar incidente sobre a superfície também é um dos aspectos que mais intervêm nos ventos. Essa radiação poderá sofrer absorção, reflexão e transmissão em variáveis graus, em concordância com a cobertura do solo, o que influenciará na dinâmica dos ventos.

Na região da AE e ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2 a oscilação na direção do vento é baixa ao longo do ano, onde predomina a direção sudeste para noroeste (Tabela 3). A velocidade máxima dos ventos pode alcançar os 4,32 m/s, com velocidade máxima média de 3,87 m/s (Figura 12). Já as velocidades médias normais giram entorno de 1,45 m/s, com pequenas oscilações no decorrer do ano. Dessa forma, a velocidade média dos ventos na região é fraca, da qual não se tem expectativa de adversidades graves como dispersão de poeira ou danos às estruturas construtivas. Segundo a Escala Beaufort da Força de Vento, na AE e ADA do empreendimento os ventos variam de aragem a brisa leve.

Tabela 3 - Direções dos ventos na região da AE e ADA entre 1984 e 2018

Mês	Direção predominante dos ventos	
	Código	Orientação
Janeiro	14,87	SE→NO
Fevereiro	16,30	SSE→NNO
Março	12,76	ESE→ONO
Abril	16,88	SSE→NNO
Mai	14,84	SE→NO
Junho	15,45	SE→NO
Julho	16,08	SSE→NNO
Agosto	12,45	ESE→ONO
Setembro	16,01	SSE→NNO
Outubro	15,99	SE→NO
Novembro	18,49	S→N
Dezembro	22,38	SSO→NNE

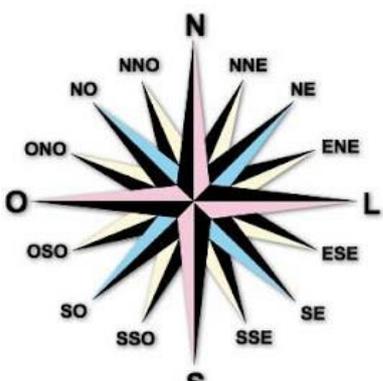
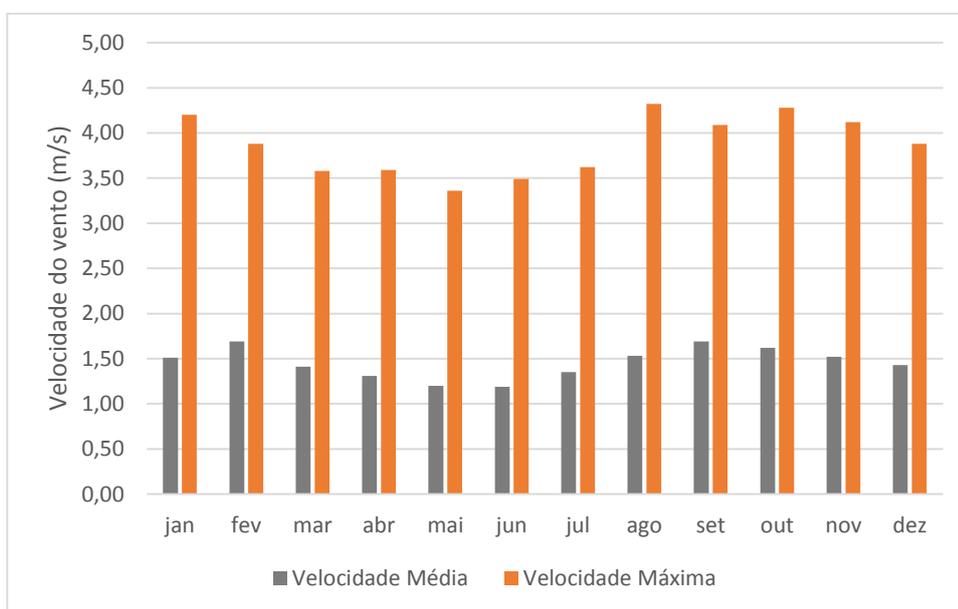



Figura 12 - Velocidade dos Ventos na região da AE e ADA entre 1984 e 2018

7.1.1.5 Umidade Relativa do Ar

Umidade é o termo geral empregado para descrever a presença de vapor d’água no ar, podendo ser quantificado de diversas maneiras. Entre elas estão a pressão de vapor, a umidade absoluta, a razão de mistura e a umidade relativa. A umidade relativa do ar aponta quão próximo o ar está da saturação, ao invés de especificar a real quantidade de vapor d’água no ar.

A umidade relativa do ar sofre baixa oscilação no decorrer do ano entre o mês mais úmido e o mais seco, mesmo assim, condiciona a ocorrência de dois períodos: um período com umidade

acima da média (outubro a abril) e baixa umidade (maio a setembro) (Figura 13). No período de alta umidade esta excede a média anual de 74,95%, atingindo o valor máximo de 78,59% em janeiro. Já o período de baixa umidade é balizado pelas umidades estarem abaixo da média anual, chegando ao valor mínimo médio de 69,66% em setembro.

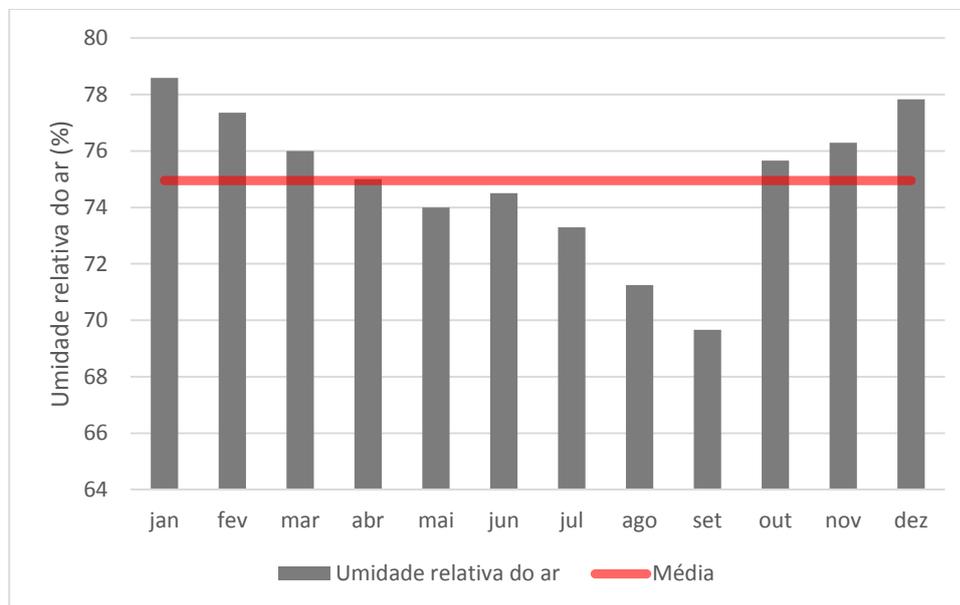


Figura 13 - Umidade relativa do ar na região da AE e ADA entre 1984 e 2018

7.1.1.6 Pressão Atmosférica

A Terra está inteiramente envolvida por uma ampla camada de ar, a atmosfera. O ar, como todas as outras matérias, tem peso. Desta maneira, seja qual for, qualquer ponto na superfície está exposto a uma pressão correspondente ao peso da coluna de ar que lhe fica sobreposta. Essa pressão, designada de pressão atmosférica, caracteriza um papel muito considerável no clima, pelo fato de suas variações estarem estreitamente vinculadas aos diferentes estados do tempo (TORRES e MACHADO, 2011).

A pressão, em qualquer ponto da superfície, se deve ao peso do ar sobre esse lugar. Para os locais em que há menor pressão, emprega-se o termo baixa pressão (BP), para áreas nas quais há maior pressão atmosférica, utiliza-se o termo alta pressão (AP). A pressão atmosférica modifica-se em consequência da temperatura, da latitude e da altitude.

A temperatura provoca variação na pressão atmosférica porque o calor dilata o ar, deixando-o mais leve e ocasionando, por consequência, menor pressão do ar sobre a superfície (baixa pressão). Isso simboliza que, para uma mesma circunstância de altitude entre dois pontos

quaisquer, a pressão sofre oscilação, contanto que a temperatura entre esses dois pontos seja diferente. Deste modo, a faixa equatorial, por ser uma região de altas temperaturas, estabelece a existência de áreas de BP; nas regiões polares, áreas bem mais frias, o ar é mais denso e pesado, configurando áreas de AP. Portanto, pode-se afirmar que, em geral, a pressão atmosférica amplifica do Equador em direção aos polos, ou seja, ela aumenta com o aumento da latitude.

A pressão atmosférica também sofre oscilações em virtude da altitude, pois, quanto mais elevado for o local, menor será a camada de ar pesando sobre ele, além do fato de o ar ser mais rarefeito em altitudes elevadas, e conseqüentemente menor será o peso exercido pelo ar sobre a superfície terrestre. Com isso, pode-se deduzir que a pressão atmosférica decresce com a altitude, resultante da diminuição da densidade do ar, da aceleração da gravidade e da temperatura do ar.

Na região da AE e ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2 verifica-se ligeiro aumento na pressão em virtude das temperaturas mais frias no outono e inverno (Figura 14). Nos meses mais frios a pressão supera a média anual, que é de 958,16 mbar.

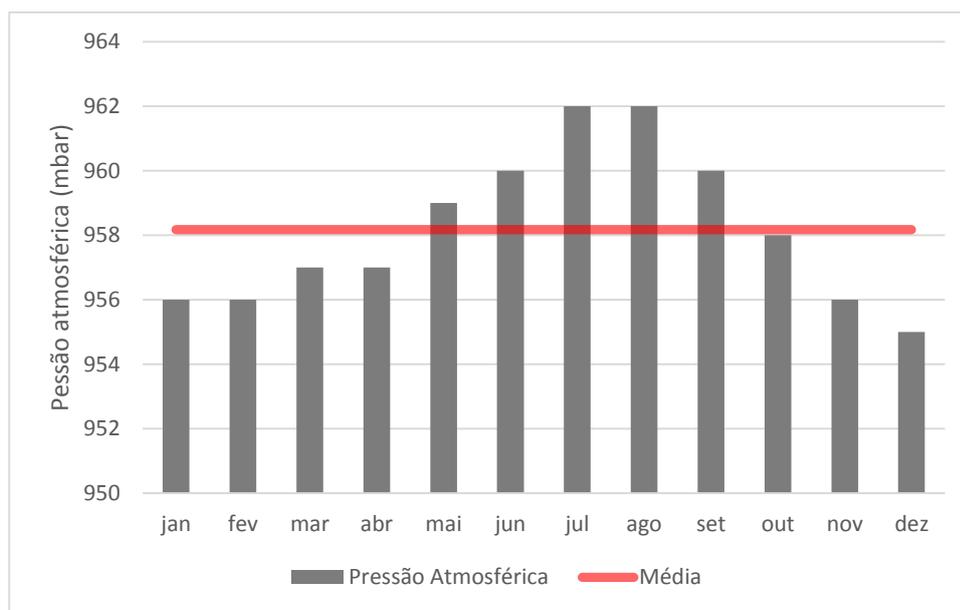


Figura 14 - Pressão Atmosférica na região da AE e ADA entre 1984 e 2018

7.1.1.7 Nível Cerâmico

O Nível Cerâmico representa a contagem dos “dias de trovoadas por ano”, ou seja, são registrados os números de dias no ano em que foi ouvido o trovão de ao menos uma descarga (DIAS *et al.*, 2009). Trata-se de um parâmetro normalmente utilizado em todo o mundo para informações sobre relâmpagos e o número de dias com tempestade, definido como índice

ceráunico, tabulado pela Word Meteorological Organization (WMO). A relevância desse estudo relaciona-se a disponibilização de informações sobre ocorrência de descargas atmosféricas, as quais permitem estabelecer um índice ceráunico para cada ponto de observação na paisagem.

No caso de projeto para instalação de Linha de Transmissão, no que se refere aos aspectos meteorológicos, algumas regiões do Brasil apresentam grande incidência de descargas atmosféricas muito fortes. O número de descargas que incidem em uma região pode ser determinado satisfatoriamente a partir do nível ceráunico.

Em regiões tropicais é frequente a ocorrência de raios, que consistem em descargas elétricas que se produzem entre nuvens de chuva ou entre a nuvem e a superfície terrestre. A detecção da intensidade, recorrência e localização de descargas atmosféricas tem como principal motivação produzir insumos para o dimensionamento de equipamentos de proteção de raios, além de fornecer conhecimentos sobre processos atmosféricos que influenciam mudanças climáticas.

De acordo com o Mapa de Densidade de Descargas Atmosféricas (ONS, 2015) (Figura 15), constata-se que, para a área de estudo, a densidade de descargas atmosféricas encontra-se entre 3 a 5/km²/ano. Esses dados correspondem à uma série histórica de 16 anos, coletados entre 1998 e 2013. Estes níveis são considerados baixos, uma vez que níveis ceráunicos com índice acima de 15 descargas/km²/ano são considerados elevados.

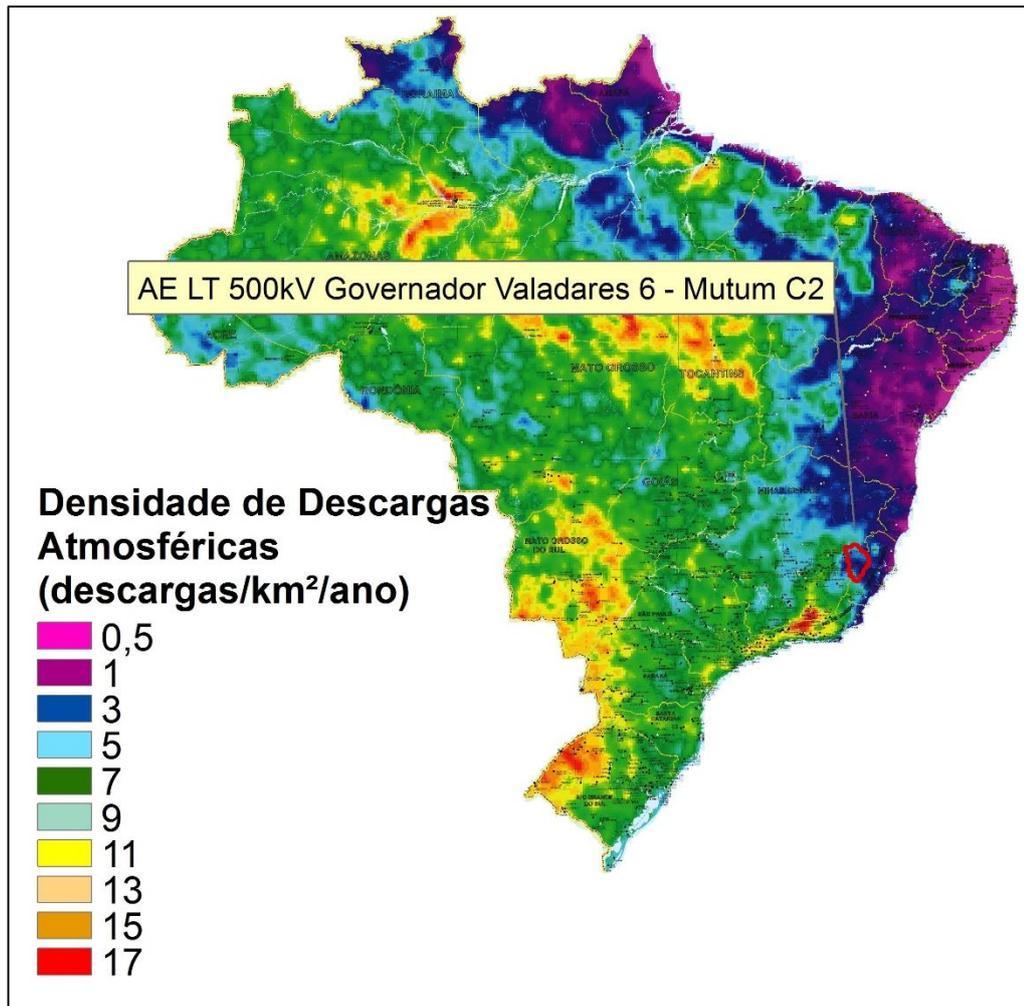


Figura 15 - Mapa de Densidade de Descargas Atmosféricas entre 1998 e 2013

Fonte: Adaptado de ONS,2015

No ano de 2017, o Grupo de Eletricidade Atmosférica (ELAT) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) publicou o novo ranking de incidência de raios nos municípios pertencentes aos estados cobertos pela Rede Brasileira de Detecção de Descargas Atmosféricas. Os dados se referem a uma média baseada em dados de 2011 a 2016, permitindo a criação do ranking feito pelo modelo de eficiência da rede denominado MED4, recém desenvolvido pelo grupo, sendo este um dos modelos mais precisos existentes no mundo para correção de dados de redes de detecção. O MED4 permite corrigir diariamente os dados da rede em função da intensidade das descargas que ocorrem numa determinada região.

Considerando somente as cidades inseridas na AE do empreendimento (Governador Valadares, Galiléia, Tumiritinga, Conselheiro Pena, Santa Rita do Ituêto, Pocrane e Mutum), a

região apresentou uma média de 1,12 descargas/km²/ano no período entre 2011 e 2016 (Tabela 4). A cidade que apresentou o índice mais elevado foi Mutum, enquanto o índice mais baixo foi observado em Santa Rita do Ituêto.

Tabela 4 - Ranking de Incidência de Raios nos Municípios transpostos pela LT entre 2011 e 2016

Concentração de Raios nos municípios transpostos pela LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2			
Cidade (MG)	Ranking		Densidade de Descargas (km ² /ano)
	Nacional	Estadual	
Governador Valadares	4325	676	1,92
Galiléia	4419	712	1,05
Tumiritinga	4239	640	1,40
Conselheiro Pena	4604	781	0,83
Santa Rita do Ituêto	4735	813	0,68
Pocrane	4480	737	0,96
Mutum	4443	724	1,01

Fonte: Adaptado de ELAT (2017)

Apesar do índice ceráunico das áreas de influência do empreendimento apresentarem um padrão aceitável, medidas preventivas no sentido de criar mecanismos de proteção à incidência de descargas na área não são descartadas.

As torres projetadas para LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2, serão dotadas de para-raios, além de aterramentos das estruturas e das cercas que serão transpostas, evitando assim acidentes e contribuindo para a segurança local, garantindo proteção de pessoas e equipamentos, aumentando a confiabilidade do sistema elétrico e implicando diretamente na redução de custos operacionais.

O sistema de aterramento, com os cabos contra-pesos e a impedância de pé de torre representam componentes essenciais no que se refere ao desempenho de um circuito de transmissão face às descargas atmosféricas. Os cabos para-raios são responsáveis por atrair para si descargas atmosféricas que, na sua ausência, atingiriam diretamente os condutores energizados.

7.1.1.8 Fenômenos meteorológicos extremos

Neste item serão apresentados informações e dados históricos quanto a suscetibilidade a inundações e a outros eventos hidrológicos e climáticos críticos na região do empreendimento.

Estes eventos muitas vezes ocorrem em um mesmo momento, devido aos mesmos fenômenos meteorológicos extremos.

Os fenômenos meteorológicos extremos aqui considerados foram: deslizamentos, enxurradas, inundações, estiagens, rompimento/colapso de barragens, tempestades com vendaval e/ou chuvas intensas e frentes frias/zona de convergência.

A análise de suscetibilidade a eventos meteorológicos extremos baseou-se na série histórica de decretações nos municípios abrangidos pela LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2, disponibilizada pelo Sistema Integrado de Informações sobre Desastres – SEDEC (S2iD, 2019). Na Tabela 5 são apresentados os principais desastres registrados nos municípios em questão em um período de 30 anos.

Tabela 5 - Fenômenos meteorológicos extremos na AE da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2

Município	Data	Documento	Evento
Governador Valadares	05/01/1997	Portaria	Enxurradas
	16/01/2003	Avadan	Inundações
	02/03/2004	Avadan	Enxurradas
	20/11/2004	Avadan	Tempestade Local/Convectiva-Vendaval
	27/01/2005	Avadan	Inundações
	04/03/2005	Avadan	Inundações
	27/11/2005	Avadan	Deslizamentos
	16/12/2005	Avadan	Inundações
	10/12/2006	Avadan	Inundações
	07/12/2007	Nopred	Tempestade Local/Convectiva-Vendaval
	06/02/2008	Nopred	Tempestade Local/Convectiva-Vendaval
	16/04/2008	Nopred	Inundações
	06/01/2009	Avadan	Inundações
	25/12/2010	Avadan	Inundações
	05/01/2011	Portaria	Inundações
	05/01/2012	Avadan	Enxurradas
	17/12/2013	Fide	Enxurradas
09/11/2015	Fide	Rompimento/colapso de barragens	
25/11/2016	Fide	Enxurradas	
Galiléia	07/01/1997	Portaria	Enxurradas
	18/01/2003	Avadan	Enxurradas
	17/01/2004	Avadan	Inundações
	31/12/2010	Avadan	Enxurradas
	04/01/2011	Portaria	Enxurradas
	06/01/2012	Avadan	Enxurradas
	18/12/2013	Fide	Frentes Frias/Zonas de Convergência
	09/11/2015	Fide	Rompimento/colapso de barragens
Tumiritinga	07/01/1997	Portaria	Enxurradas
	22/03/2005	Avadan	Inundações
	13/12/2006	Avadan	Inundações

	19/12/2008	Avadan	Inundações
	19/12/2009	Avadan	Tempestade Local/Convectiva-Vendaval
	31/12/2010	Avadan	Enxurradas
	22/12/2011	Avadan	Enxurradas
	13/04/2012	Avadan	Enxurradas
	29/01/2013	Fide	Inundações
	12/12/2013	Fide	Inundações
	09/11/2015	Fide	Rompimento/colapso de barragens
	21/01/2016	Fide	Inundações
Conselheiro Pena	18/01/2003	Avadan	Enxurradas
	11/03/2005	Avadan	Inundações
	16/11/2007	Avadan	Estiagem
	14/02/2008	Avadan	Estiagem
	02/01/2012	Avadan	Enxurradas
	18/12/2013	Fide	Tempestade Local/Convectiva-Chuvas Intensas
	09/11/2015	Fide	Rompimento/colapso de barragens
Santa Rita do Itueto	06/01/1997	Portaria	Enxurradas
	21/01/2004	Avadan	Inundações
	05/02/2004	Portaria	Inundações
	19/12/2013	Fide	Enxurradas
Pocrane	02/01/1997	Portaria	Enxurradas
	05/03/2005	Avadan	Inundações
	02/02/2009	Avadan	Inundações
	20/12/2013	Fide	Enxurradas
	31/05/2016	Fide	Estiagem
Mutum	07/01/1997	Portaria	Enxurradas
	17/01/2003	Avadan	Inundações
	14/01/2004	Avadan	Inundações
	29/12/2004	Avadan	Inundações
	12/12/2005	Nopred	Inundações
	18/12/2008	Avadan	Inundações
06/12/2009	Avadan	Inundações	

Fonte: S2iD, 2019.

Considerando a série histórica abordada nesse estudo, que compreende um período de 30 anos, foram catalogados 63 eventos climáticos extremos na AE da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2. Dos 34 eventos catalogados, destacam-se inundações e enxurradas, com 27 e 22 registros, respectivamente.

7.1.2 Recursos Hídricos

Para a caracterização dos recursos hídricos da AE e ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2, foram utilizadas as informações disponibilizadas nos sites da Agência Nacional de Águas (ANA) e do Ministério do Meio Ambiente (MMA). Também foram utilizados o Cadernos da Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste (MMA, 2006) e trabalhos científicos que abordam questões relacionadas aos recursos hídricos regionais. A hierarquia fluvial dos cursos d'água presentes na AE foi determinada segundo a classificação de Strahler (1952).

7.1.2.1 Caracterização Hidrográfica da Região de Estudo

A AE e ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2, situadas na região leste do Estado de Minas Gerais, pertencem Região Hidrográfica (RH) Atlântico Sudeste (Figura 16). Trata-se de uma RH composta pelas bacias hidrográficas dos rios que deságuam no litoral sudeste brasileiro, situada entre as coordenadas 17°44' e 25°28' de latitude sul e 39°42' a 49°57' de longitude oeste, drena uma das mais expressivas regiões brasileiras, marcada pelo elevado contingente populacional, pela diversidade econômica e pelo significativo parque industrial.

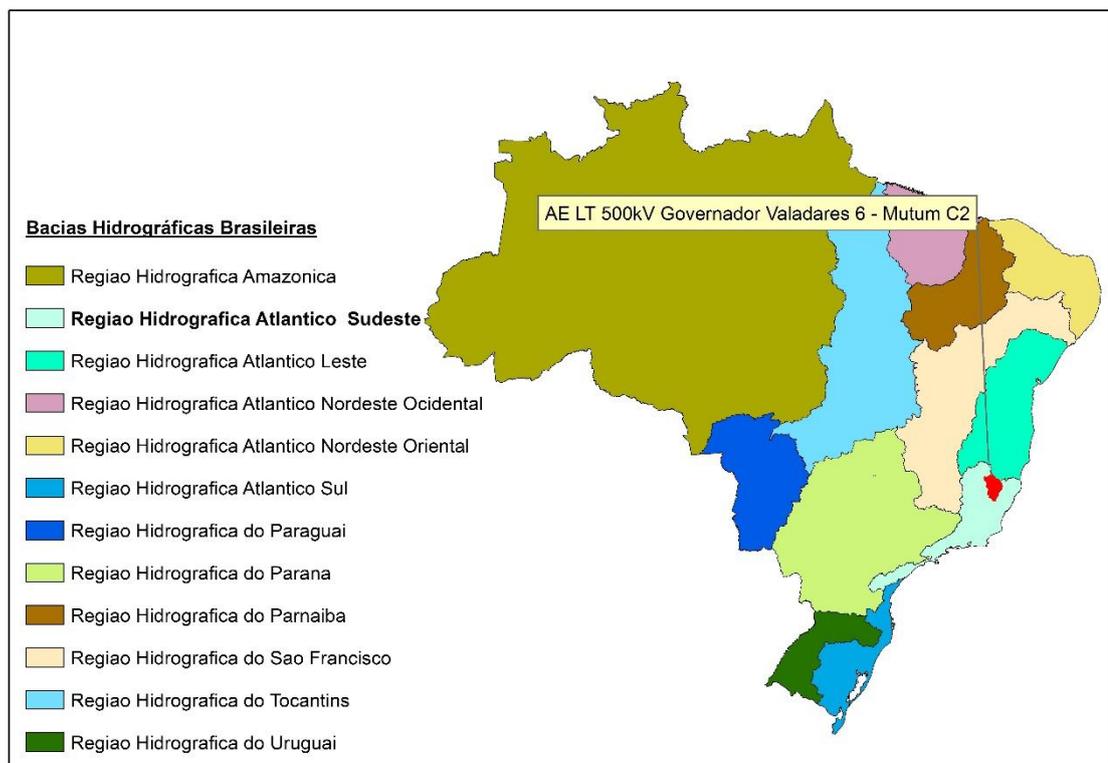


Figura 16 - Regiões Hidrográficas Brasileiras

Conforme MMA (2006), a RH Atlântico Sudeste foi dividida em 6 unidades: Paraíba do Sul, Litoral SP/PR, Litoral SP, Litoral, RJ, Litoral ES e Doce, estando a área de estudo da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2 presentes nesta última (Figura 17).

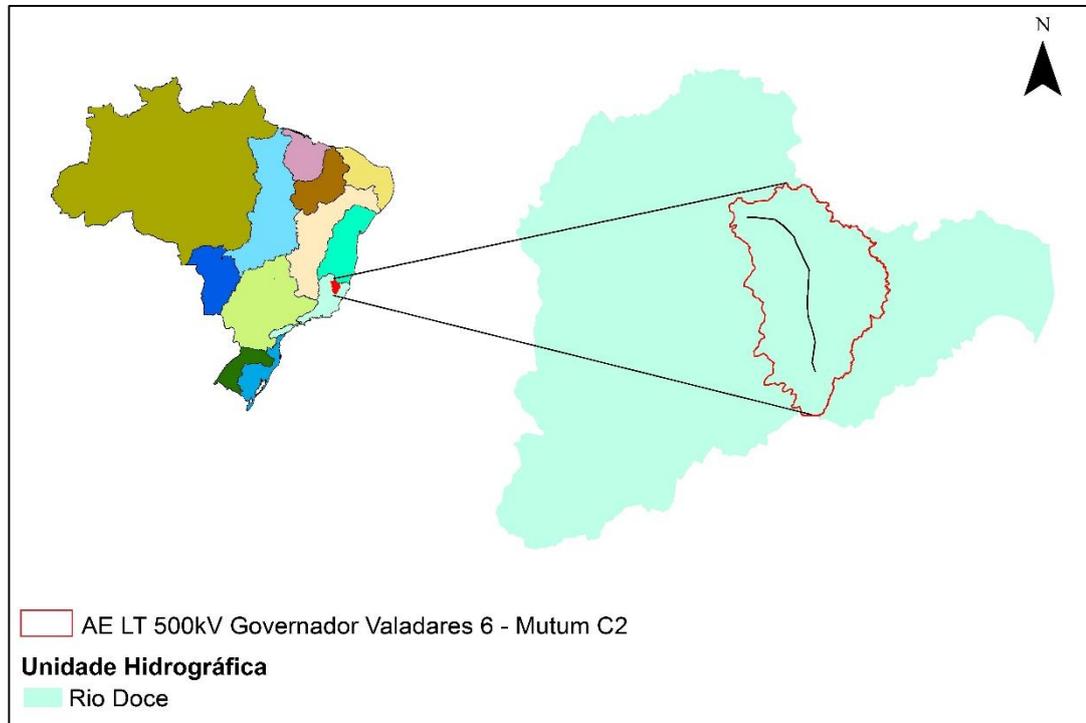


Figura 17 - Unidade Hidrográfica na AE da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2

A unidade Doce é formada principalmente pela Bacia Hidrográfica do rio Doce, incluindo ainda a Bacia do rio Barra Seca, sendo ainda compartimentada em sete segmentos (Tabela 6), estando a AE e ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2 inseridas nos segmentos Doce 04 e Doce 05, pelo fato de pertencerem às bacias dos rios Suaçuí Grande, Caratinga e Manhuaçu (Figura 18 e Mapa de Hidrografia da Área de Estudo, Volume 4 – Tomo I, Anexo 15).

Tabela 6 - Principais rios da Subunidade Doce na RH Atlântico Sudeste

Sub 1	Sub 2	Principais cursos
Doce	Barra Seca	Barra Seca
	Doce 01	Piranga; Casca; Matipó
	Doce 02	Piracicaba; Santa Bárbara
	Doce 03	Santo Antônio; Peixe; Guanhões
	Doce 04	Suaçuí Pequeno; Suaçuí Grande; Itambacuri
	Doce 05	Caratinga, Eme, Manhuaçu
	Doce 06	Guandu; Pancas; São José

Fonte: MMA, 2006.

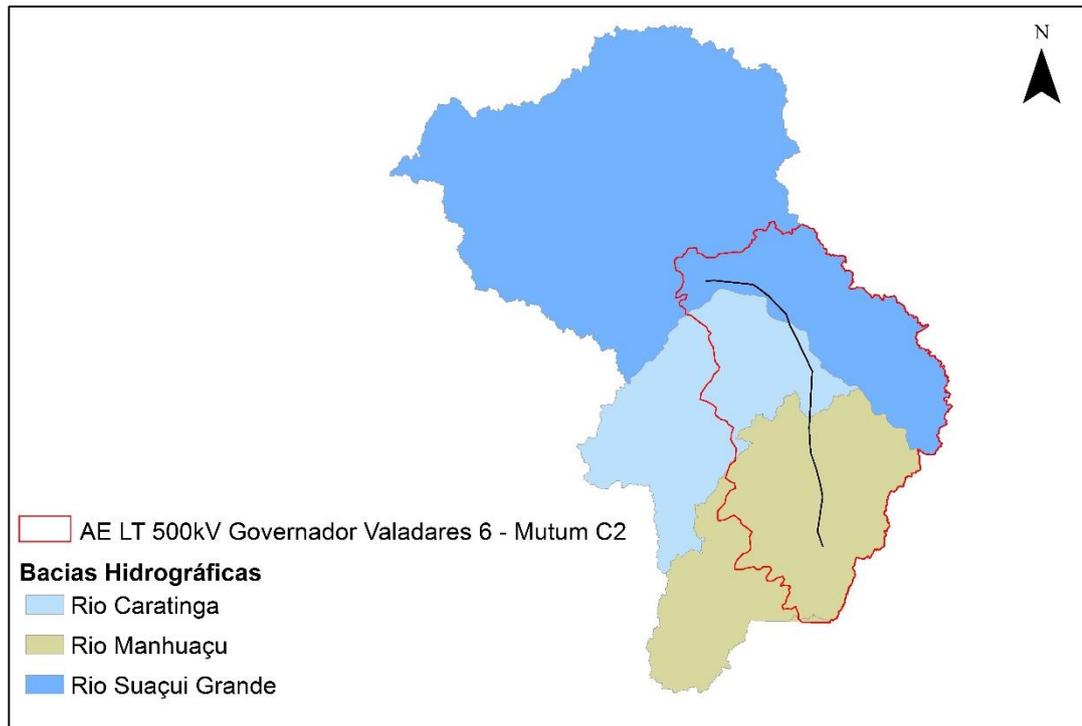


Figura 18 - Bacias Hidrográficas na AE da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2

A unidade hidrográfica bacia do rio Doce abrange 86.715 km², dos quais 86% pertencem ao Estado de Minas Gerais e 14% ao Espírito Santo (ANA, 2013). O rio Doce nasce na Serra da Mantiqueira e do Espinhaço e percorre 850 km até desaguar no Oceano Atlântico. A bacia compreende 225 municípios (200 mineiros e 25 capixabas). As maiores vazões médias nos rios da bacia ocorrem a partir do mês de novembro, atingindo o pico no mês de janeiro.

Considerando toda a unidade Doce, em relação às demandas retiradas (m³/h), constata-se uma considerável tendência para o uso com irrigação, seguido pelo uso urbano (Tabela 7).

Tabela 7 - Demanda por retirada na subunidade Doce

Sub 1	Demandas – retiradas (m ³ /h)					
	Urbana	Rural	Animal	Industrial	Irrigação	Total
Doce	23.364	4.752	6.984	10.728	50.400	96.192

Fonte: MMA, 2006.

A bacia do rio Suaçuí Grande, representante da subunidade Doce 04 na área estudada, tem área de drenagem com cerca de 21.555 km², com nascente localizada no município de Serra Azul de Minas, no Parque Estadual do Pico do Itambé, no maciço rochoso da Serra do Espinhaço, com

o nome de rio Vermelho. Com 372 km de extensão, trata-se de um dos principais afluentes da margem esquerda do rio Doce. Nessa bacia, o uso da água corresponde a 40% para abastecimento humano, 38% para irrigação, 18% para dessedentação de animais e uso industrial sendo pouco expressivo (IGAM, 2010a).

Na área estudada, as bacias dos rios Caratinga e Manhuaçu representam a subunidade Doce 05. A bacia do rio Caratinga possui área de drenagem de, aproximadamente, 6.677 km², situado na margem esquerda do rio Doce com sua nascente localizada no município de Santa Bárbara do Leste e sua foz no município de Conselheiro Pena. O uso da água corresponde a 68% para irrigação, 23% para abastecimento humano e 7% para dessedentação de animais. O uso industrial é pouco expressivo, representando 2% (IGAM, 2010b).

Já a bacia do rio Manhuaçu, localizada na divisa entre os Estados de Minas Gerais e Espírito Santo, possui área de drenagem com cerca de 9.189 km², com a nascente situada na Serra da Seritinga, divisa dos municípios de Divino e São João do Manhuaçu, percorrendo aproximadamente 347 km até desaguar na margem direita do rio Doce, acima da cidade de Aimorés. O uso da água corresponde a 59% para irrigação e 28% para abastecimento humano; os 13% restantes do total de uso da água na bacia não foram discriminados pelo órgão responsável. O uso da água para dessedentação animal e abastecimento industrial são pouco expressivos na bacia (IGAM, 2010c).

Quanto a análise do balanço entre a disponibilidade e a demanda por recursos hídricos na RH Atlântico Sudeste, foram considerados os dados definidos nas bases da ANA/SRH/MMA, de acordo com dados da vazão média acumulada, a Q_m acumulada, e a vazão com permanência de 95% no tempo, a Q_{95%} (Tabela 8). Em termos gerais, a subunidade Doce apresenta condição confortável quanto a disponibilidade hídrica, com intervalo de 5,47% na Subunidade 04, enquanto na Subunidade 05 o intervalo é de 6,10% (MMA, 2006).

Tabela 8 - Balanço entre disponibilidade e demanda

Sub 2	Demanda Total	Q _m acumulada	Q _{95%}	Demanda/ Q _m acumulada	Demanda/ Q _{95%}
Doce 04	4,27	696,97	78,11	0,41%	5,47%
Doce 05	3,66	895,06	60,01	0,79%	6,10%

Fonte: MMA, 2006.

Em termos gerais, a AE da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2, considerando todos os corpos hídricos, apresenta um padrão de drenagem predominantemente dendrítico (Figura 19), em que os tributários distribuem-se em todas as direções, e se unem formando ângulos agudos. Este padrão de drenagem é tipicamente desenvolvido sobre rochas de resistência uniforme.

A partir da análise da rede de drenagem realizada em ambiente de geoprocessamento, foi possível determinar grande ocorrência de corpos hídricos de 1^a, 2^a e 3^a ordens, com predomínio de drenagens de 1^a ordem, e ocorrências restritas de drenagens de 4^a, 5^a, 6^a, 7^a e 8^a ordens.

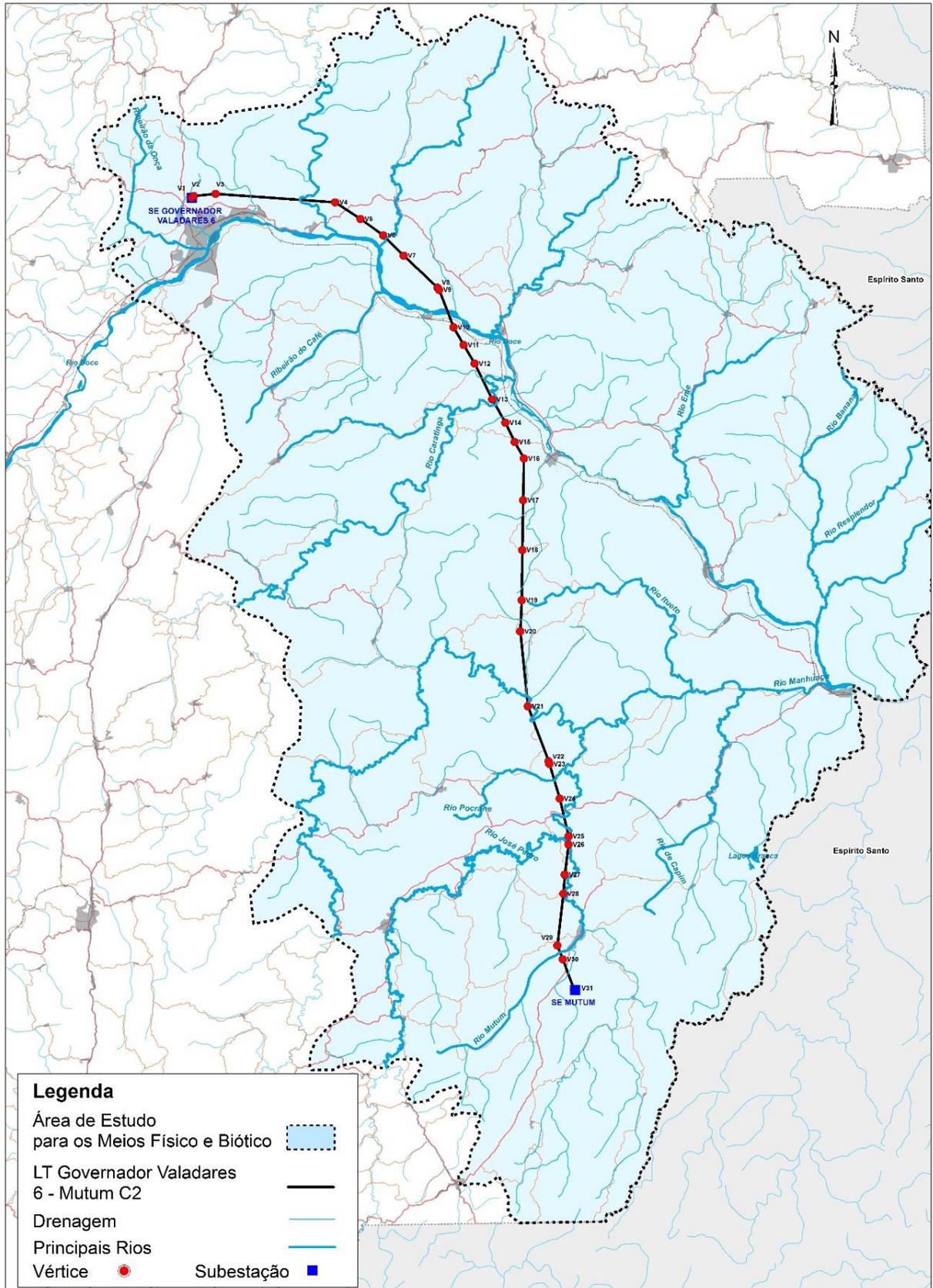


Figura 19 - Rede de drenagens principais na AE da LT

7.1.2.2 *Análise dos Fenômenos de Cheias e Vazantes*

O regime hidrológico fluvial resulta de distintos processos físicos que ocorrem na bacia hidrográfica, tais como infiltração, evapotranspiração, escoamentos superficial e subterrâneo. Cada processo possui especificações e escalas temporais particularizadas, a partir dos eventos de precipitação.

Nas bacias hidrográficas, as zonas de produção de escoamento superficial estão condicionadas às características fisiográficas locais e às condições antecedentes de umidade; podem, portanto, variar muito de uma bacia para outra (WHIPKEY e KIRKBY, 1978). Os regimes fluviais nas áreas interceptadas pela LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2 refletem as condicionantes do quadro geográfico de suas bacias.

Apesar de alguns aspectos mostrarem-se sob a forma de generalidades, como por exemplo a ocorrência de uma estação seca condicionando o período de vazantes, caracterizando o regime como tropical típico, é importante considerar alguns fatores do clima regional que dão particularidades à dinâmica hídrica dos canais interceptados e de seus coletores principais. De outra forma, a generalidade do regime hídrico regional é observada quando os deflúvios médios e as alturas pluviométricas são equiparados, ou seja, as maiores descargas tendem a ocorrer no período mais chuvoso.

Para o diagnóstico do regime hídrico, contemplando a análise de cheias e vazantes, foram utilizados dados da Estação Fluviométrica Governador Valadares, localizada no rio Doce, com informações obtidas junto a ANA, no sistema HIDROWEB (BRASIL/ANA, 2019), com a finalidade de fornecer subsídio ao projeto executivo quanto à locação de estruturas e à definição de métodos construtivos (Tabela 9 e Figura 20).

Tabela 9 - Estação Fluviométrica utilizada

Estação	Rio	Coordenadas-UTM 24K		Período
Governador Valadares	Doce	189.102	7.909.514	1986-2016

Fonte: BRASIL/ANA, 2019.

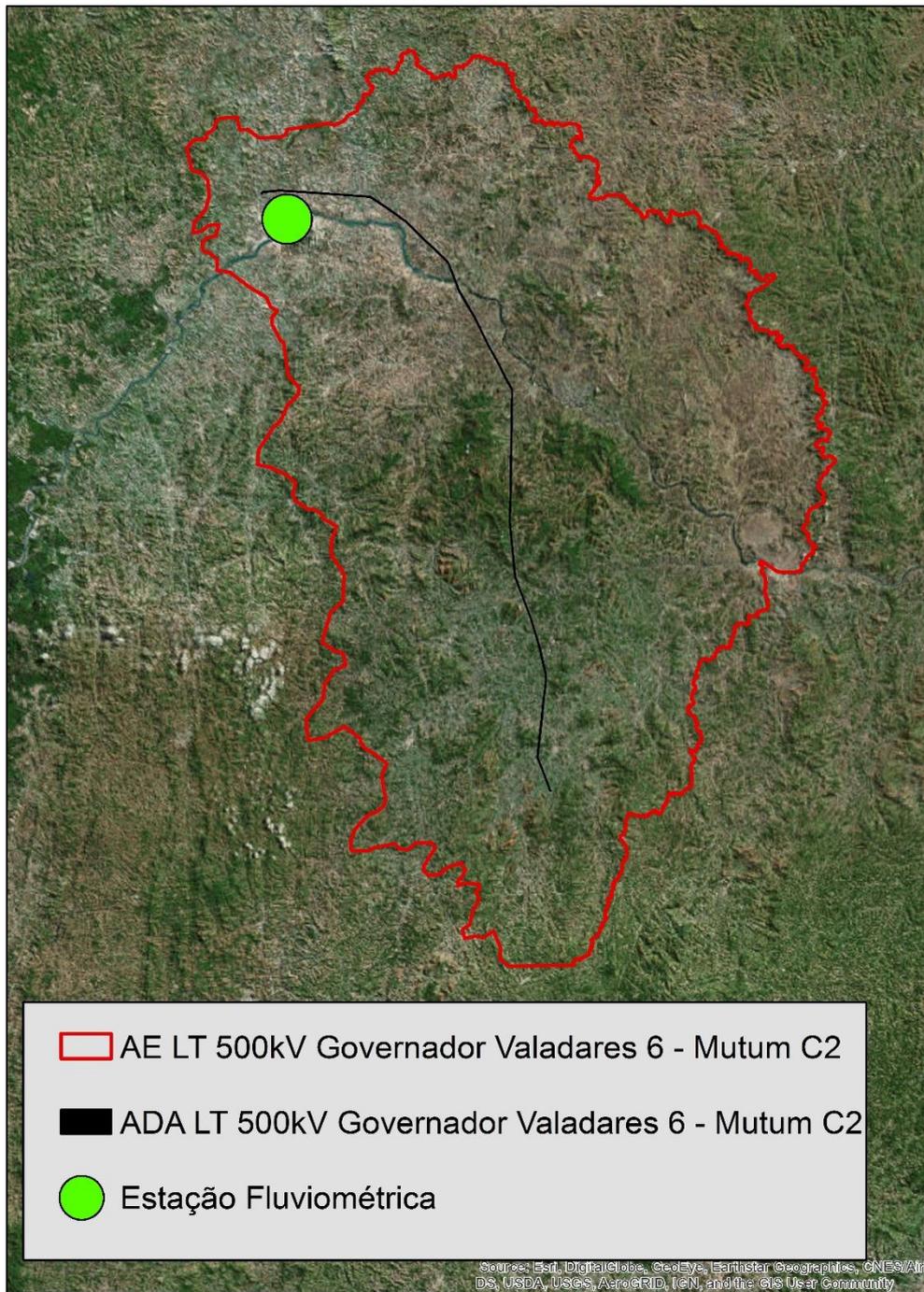


Figura 20 - Localização da estação fluviométrica utilizada

A Figura 21 apresenta as vazões máximas mensais extraídas dos dados da estação utilizada neste trabalho, enquanto a Figura 22 apresenta as vazões médias mensais.

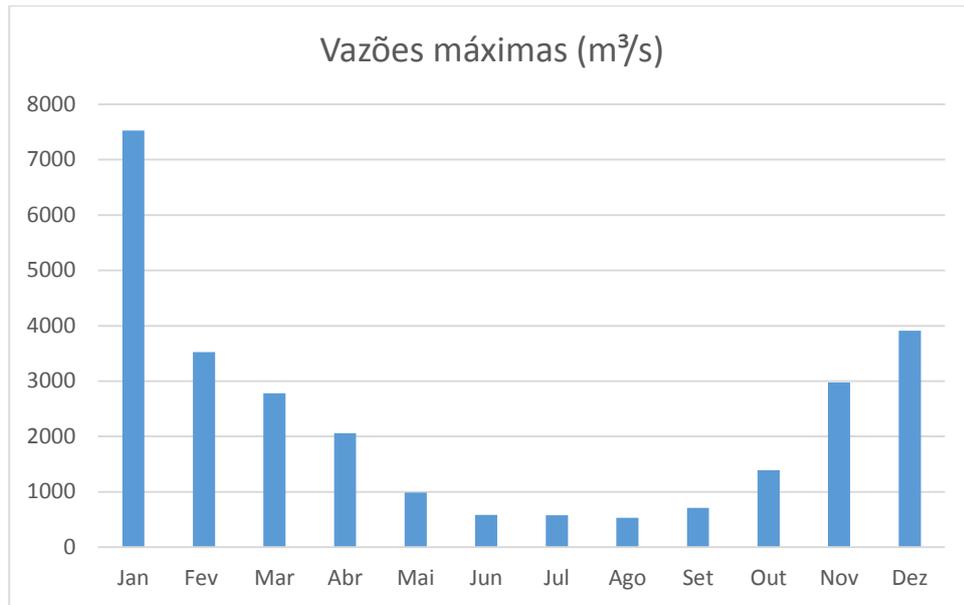


Figura 21 - Vazões máximas mensais no rio Doce, Estação Fluviométrica Governador Valadares (1946-2016)

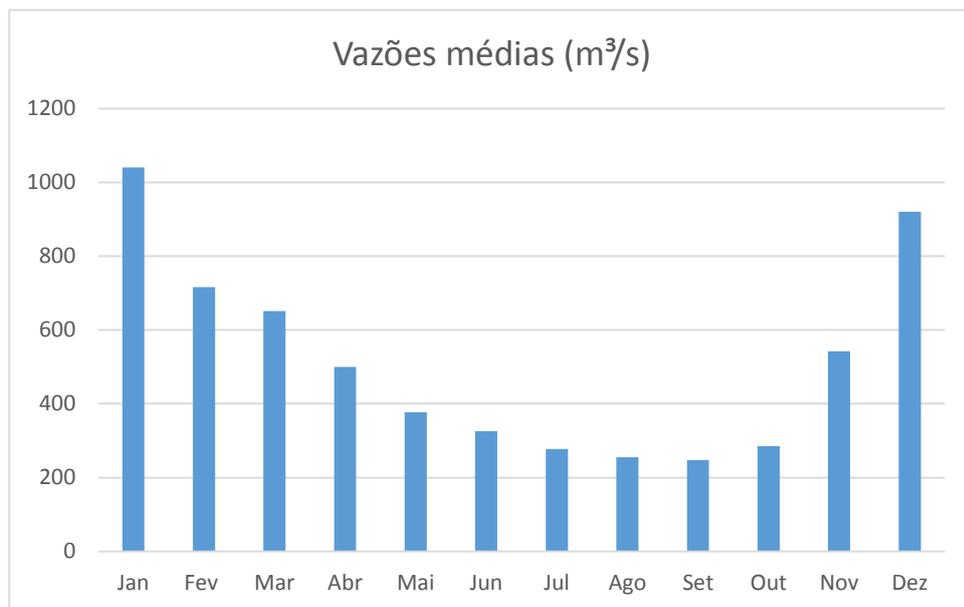


Figura 22 - Vazões médias mensais no rio Doce, Estação Fluviométrica Governador Valadares (1946-2016)

No rio analisado, de acordo com os dados obtidos na estação fluviométrica, as máximas vazões ocorrem em dezembro e janeiro e as mínimas de junho a setembro. Apesar da intermitência de alguns corpos hídricos na região do empreendimento, o regime hídrico reflete um

comportamento tipicamente tropical, com cheias no verão e vazantes durante o inverno e início da primavera.

7.1.2.3 Área Diretamente Afetada

De acordo com os mesmos preceitos adotados na classificação e descrição da AE, a ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2, também está localizada na Região Hidrográfica Atlântico Sudeste, bacia do rio Doce, nas sub-bacias dos rios Suaçuí Grande, Caratinga e Manhuaçu. A rede de drenagem na ADA apresenta o mesmo padrão dendrítico que ocorre na AE, refletindo a disposição das estruturas geológicas regionais. Em setores específicos, observam-se padrões diferenciados, também condicionados pela litoestratigrafia e pela tectônica.

Através da verificação local, realizada durante a visita de campo, e análises de produtos cartográficos, constata-se que o traçado da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2 cruzará em 130 pontos corpos hídricos de diversos tamanhos e ordens de hierarquia fluvial (Tabela 10, e Figuras 23 a 39 e Mapa de Drenagens transpostas e classes hierárquicas na Área Diretamente Afetada, Volume 4 – Tomo I, Anexo 16).

Tabela 10 - Drenagens transpostas e classes hierárquicas

Classe Hierárquica	Quantidade de Drenagens Transpostas	Total
1	72	130
2	25	
3	14	
4	4	
5	4	
6	1	
7	7	
8	3	



Figura 23 - Rio Mutum na ADA da LT

UTM 24K, 240.784E/7.805.606N



Figura 24 - Córrego Boa Sorte na ADA da LT

UTM 24K, 241.223E/7.808.463N



Figura 25 - Rio São Manuel na ADA da LT

UTM 24K, 241.809E/7.813.337N



Figura 26 - Córrego do Cedro na ADA da LT

UTM 24K, 242.365E/7.816.466N



Figura 27 - Rio José Pedro na ADA da LT

UTM 24K, 242.498E/7.820.518N



Figura 28 - Rio José Pedro na ADA da LT

UTM 24K, 241.794E/7.824.637N



Figura 29 - Rio Manhuaçu na ADA da LT

UTM 24K, 237.315E/7.838.763N



Figura 30 - Rio Manhuaçu na ADA da LT

UTM 24K, 236.484E/7.841.254N



Figura 31 - Ribeirão Bueno na ADA da LT

UTM 24K, 236.289E/7.843.277N



Figura 32 - Ribeirão Bueno na ADA da LT

UTM 24K, 236.340E/7.844.577N



Figura 33 - Córrego do Sossego na ADA da LT

UTM 24K, 236.479E/7.845.801N



Figura 34 - Ribeirão João Pinto na ADA da LT

UTM 24K, 236.526E/7.869.027N



Figura 35 - Rio Caratinga na ADA da LT

UTM 24K, 232.079E/7.886.660N



Figura 36 - Córrego Alegre na ADA da LT

UTM 24K, 229.690E/7.890.127N



Figura 37 - Rio Doce na ADA da LT

UTM 24K, 224.722E/7.899.740N



Figura 38 - Rio Suaçuí Grande na ADA da LT

UTM 24K, 203.218E/7.916.460N



Figura 39 - Córrego São Manuel na ADA da LT

UTM 24K, 200.047E/7.917.066N

7.1.2.3.1 Áreas Sujeitas à Inundações

Para identificação e caracterização das áreas alagáveis e sujeitas à inundações interceptadas pela diretriz da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2, foi realizada análise de imagens de sensores remotos, as quais foram complementadas com os estudos da etapa de campo e dados obtidos junto à ANA (2018). Assim, foi possível a identificação de feições geográficas indicadoras de áreas suscetíveis à inundação temporária, como a morfologia e topografia dos terrenos interceptados, presença de canais meandantes e lagoas marginais.

O presente trabalho diagnosticou 9 áreas que serão transpostas pela LT e apresentam potencialidade para ocorrência de inundações (Figura 40 e Tabela 11).

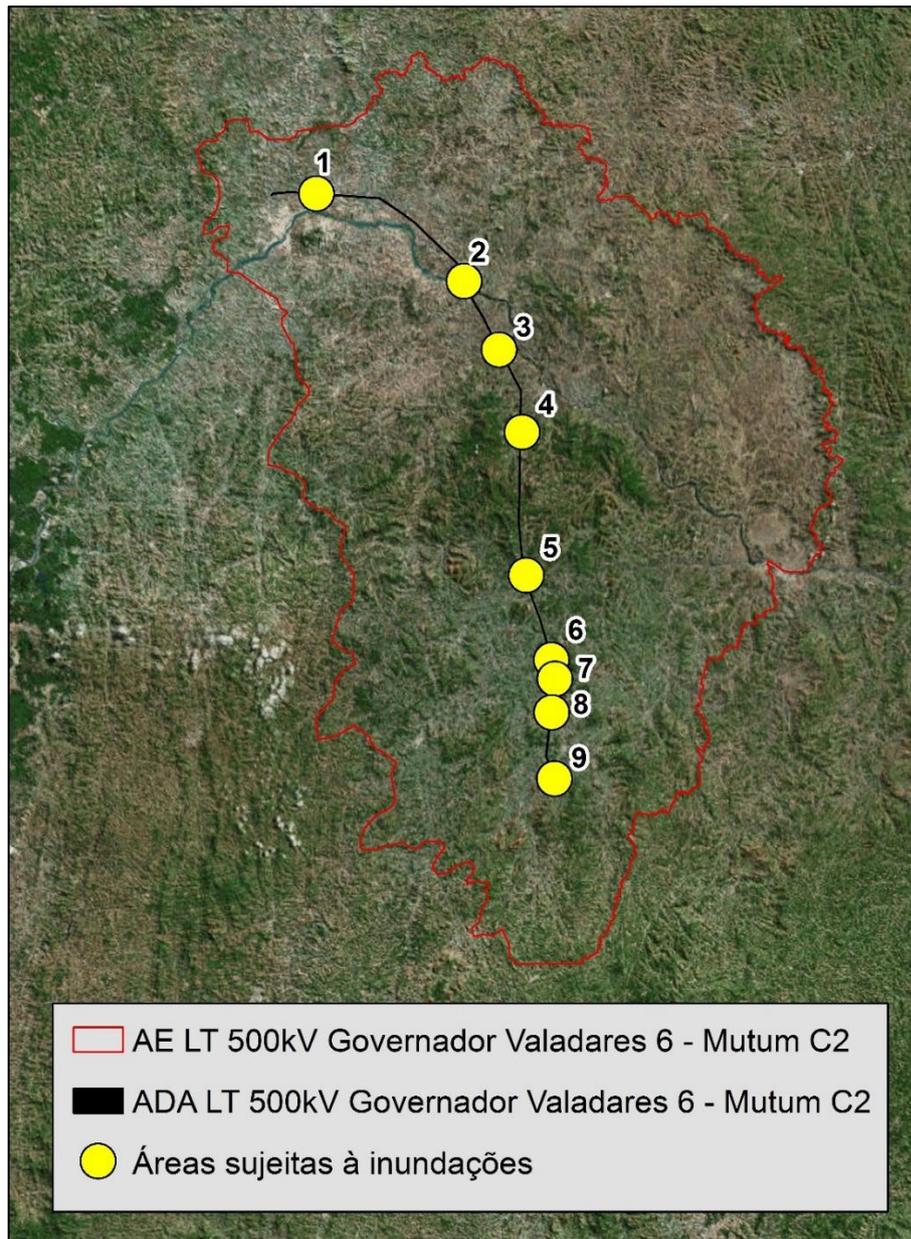


Figura 40 - Áreas sujeitas à inundações na ADA da LT

Tabela 11 - Áreas sujeitas à inundações na ADA da LT

Área	Bacia	Corpo Hídrico
1	Suaçuí Grande	Córrego do Capim
2		Córrego dos Pintos
3		Rio Doce
4	Caratinga	Córrego Santa Cruz
5	Manhuaçu	Rio Manhuaçu
6		Ribeirão Queiroga
7		Rio José Pedro
8		Córrego do Prata
9		Córrego Monte Sinai

Devido à grande extensão do empreendimento, o seu traçado interceptará algumas áreas de várzea, alagadas e de planícies de inundação (Figura 41 e Tabela 12), onde as necessidades de intervenção construtiva podem oferecer maiores possibilidades de geração de efeitos ambientais negativos.







Figura 41 - Áreas de várzeas, alagadas e planícies de inundação na ADA da LT

Tabela 12 - Áreas de várzeas, alagadas e planícies de inundação na ADA da LT

Área	Coordenada UTM-24K	
1	241.809	7.813.337
2	242.365	7.816.466
3	236.289	7.843.277
4	231.545	7.885.801
5	229.690	7.890.127
6	226.830	7.896.737
7	215.912	7.910.611
8	209.895	7.915.775
9	208.100	7.916.339
10	206.226	7.916.641
11	200.047	7.917.066
12	189.848	7.916.847
13	190.557	7.917.612
14	186.403	7.917.179

No geral, estas áreas estão associadas aos vales abertos e áreas de depressão relativa em relevos planos que enchem durante a época das chuvas.

Salienta-se que nas áreas de várzea é possível o acesso de ambos os lados, sendo que estas áreas possuem menos de 100 metros de largura. A variação na composição de rochas e solos da região conferem diferentes condições quanto à estabilidade das margens dos rios e cursos d'água ali presentes. Portanto medidas mitigadoras deverão ser indicadas e implementadas com intuito de prevenir e corrigir processos erosivos e de assoreamento durante as fases construtiva e operacional do empreendimento.

7.1.2.3.2 Mapeamento de nascentes

Justificando a densa malha de drenagem que ocorre na AE e ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2, e seguindo também o padrão regional, destaca-se a grande quantidade de Áreas de Preservação Permanente (APP) relativas à cursos d'água e nascentes.

Por se tratarem de elementos de grande escala, próxima a 1:1; a espacialização de nascentes é praticamente impossível em mapas de pequenas escalas (FELIPPE, 2009). A metodologia possível para identificar as nascentes em pequena escala é mapear os pontos iniciais dos canais de drenagem, indicando a existência delas.

Desta maneira, através de atividades de campo e análises em ambiente de geoprocessamento, foi possível mapear, quantificar e mensurar as distâncias das nascentes mais próximas com a diretriz do empreendimento (Figura 42). O mapeamento de nascentes justifica-se como parte integrante do diagnóstico para o licenciamento do empreendimento pelo fato de se tratarem de áreas que devem ser protegidas, decorrente da importância e relevância das mesmas.

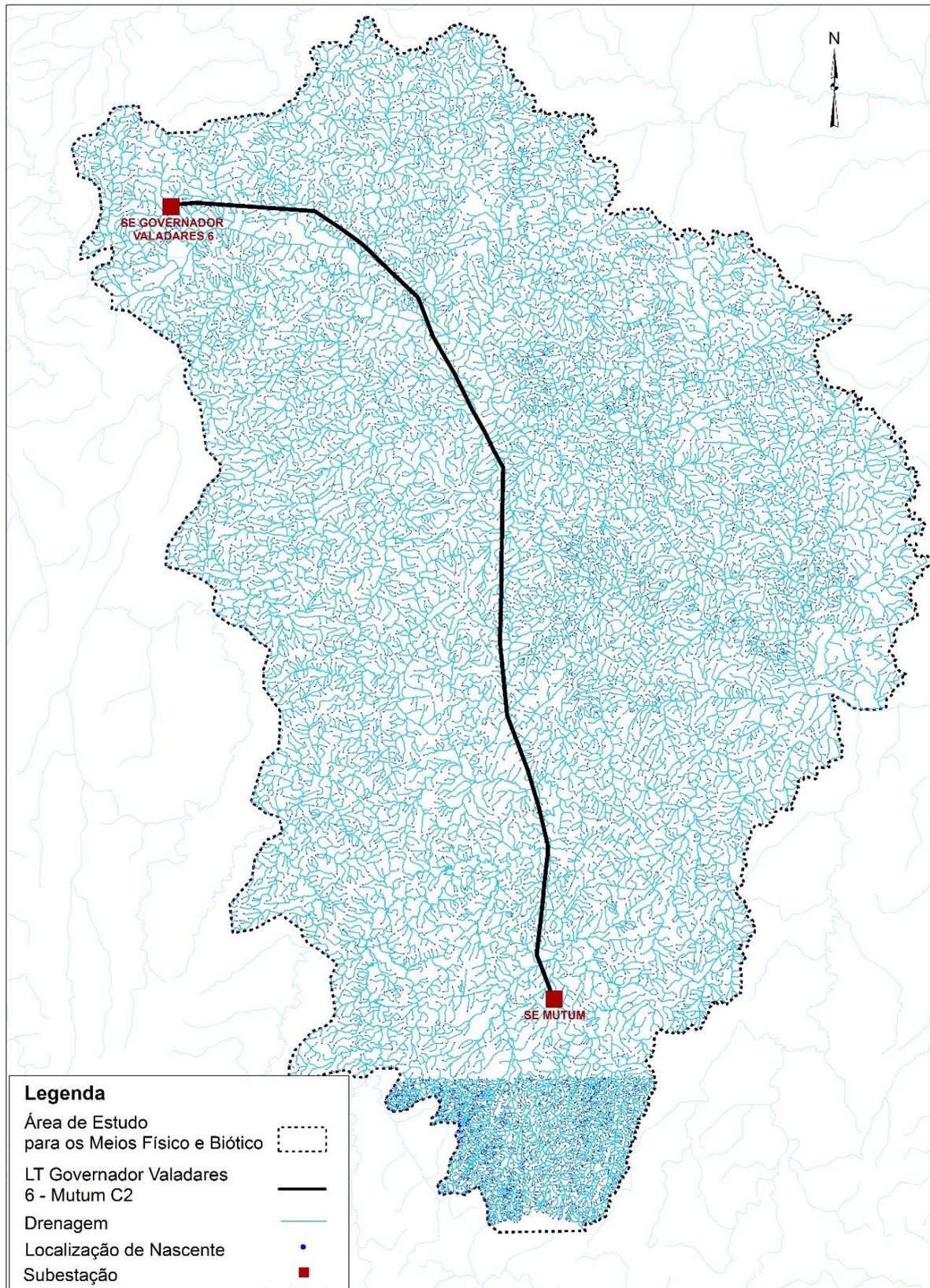


Figura 42 - Nascentes na AE e ADA da LT

7.1.2.3.3 Compartimentação Hidrogeológica

No Brasil existem 10 Províncias Hidrogeológicas (BRASIL, 1983) denominadas: Escudo Setentrional, Amazonas, Escudo Central, Parnaíba, São Francisco, Escudo Oriental, Paraná, Escudo Meridional, Centro-Oeste e Costeira. Os fatores utilizados como determinantes nas divisões propostas foram tectônica, morfologia, fisiografia e litologia. Estas províncias são regiões onde os sistemas aquíferos apresentam condições semelhantes de armazenamento, circulação e qualidade de água.

A área estudada pertence à Província Escudo Oriental, que subdivide-se em duas subprovíncias, Nordeste e Sudeste, onde predominam rochas cristalinas (gnaisses, xistos, migmatitos, granitos, quartzitos, entre outras) sendo o meio aquífero caracterizado pelas fissuras e diáclases interconectadas resultantes dos esforços tectônicos sofridos. Geralmente apresentam potencial hidrogeológico muito fraco (Nordeste) ou fraco a médio (Sudeste). No Sudeste, onde se encontra a AE e ADA do empreendimento, as condições climáticas proporcionam um manto de alteração nas rochas que pode alcançar várias dezenas de metros de espessura, favorecendo melhores condições hídricas subterrâneas, tanto no aspecto quantitativo como qualitativo. Em termos gerais, os poços apresentam vazões médias da ordem de 10 m³/h, com águas de boa qualidade química.

A compartimentação hidrogeológica da área de estudo derivou de uma avaliação do mapa geológico. A distinção entre os domínios e sistemas aquíferos foi estabelecida a partir da forma de circulação da água subterrânea, considerando-se o tipo de porosidade existente, composição mineralógica, textura, estrutura, permeabilidade e grau metamórfico.

Assim, nas áreas de influência da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2, ocorrem dois Domínios Hidrogeológicos, o Fissural e o Granular.

O Domínio Fissural, mais abrangente na área estudada, condiciona sistemas aquíferos onde os espaços ocupados pela água são representados por discontinuidades planares, ou seja, planos de fraturas, microfraturas, fissuras, juntas, zonas de cisalhamento e falhas, sendo assim a porosidade classificada como secundária. No caso desse tipo de domínio, os processos neotectônicos são de fundamental importância para a manutenção da abertura da porosidade secundária planar. O potencial destes sistemas é vinculado à abertura, densidade e interconexão das fraturas (CAMPOS e CUNHA, 2015).

Já o Domínio Granular, de ocorrência restrita e pontual nas áreas de influência do empreendimento, está condicionado por depósitos de areia fina, areia grossa e sedimentos areno-argilosos, constituindo perfis maduros e imaturos com níveis de cascalhos e, eventualmente, canga. A permeabilidade varia de alta a média, possuindo grande importância como zona de recarga do aquífero subjacente, uma vez que podem ocupar grandes extensões de áreas planas, com baixo escoamento superficial, funcionando como um estoque temporário que escoam lentamente para o aquífero subjacente.

7.1.2.3.4 Usos Consuntivos da Água Subterrânea

A região onde está projetada a LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2 compreende sistemas de aquíferos com grande variação quanto ao potencial de armazenamento de água, que está relacionado com a pluviosidade comandada pelas épocas de alta precipitação e pela constituição litológica. Foram diagnosticados, ao todo, 148 poços tubulares cadastrados na AE pelo Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS (CPRM, 2019), dos quais apenas um está inserido na ADA da LT (Tabela 13 e Figura 43).

Tabela 13 - Localização e natureza dos poços tubulares da ADA LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2

Nº Poço	Coordenada		Município	Localidade	Profundidade (m)
	UTM (E)	UTM (N)			
3100018921	235.634	7.869.066	Cons. Pena	João Pinto	100,0

Fonte: CPRM, (2019).

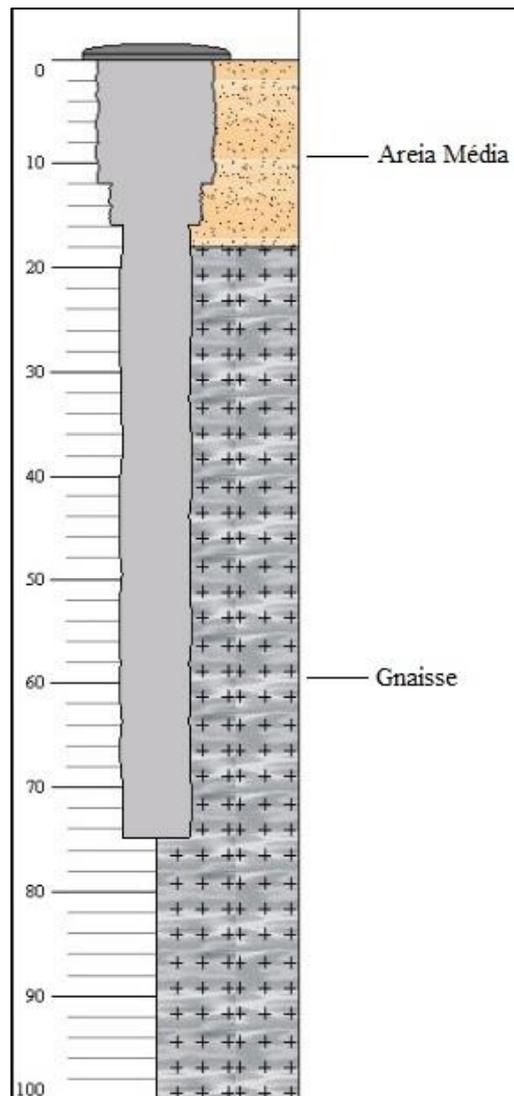


Figura 43 - Perfil geológico do poço na ADA da LT

Ressalta-se que as atividades relacionadas à instalação e operação da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2 não causarão impactos sobre a água subterrânea, uma vez que as fundações das torres autoportantes variam, em média, até 3 metros e as fundações das torres estaiadas variam de 6 a 8 metros, aliadas ao fato que o terrenos selecionados na fase de locação das torres já consideram sítios de boa qualidade para as fundações.

7.1.2.3.5 Qualidade da Água

Com o objetivo principal de caracterizar a qualidade das águas superficiais das principais drenagens transpostas pela diretriz do empreendimento, o presente tópico apresenta os dados

compilados das Estações Fluviométricas operantes mais próximas da ADA. As informações estão disponibilizadas no site da Agência Nacional de Águas (ANA) (http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/medicoes_historicas_abas.jsf).

Foram utilizados os dados de cinco estações: Estação Governador Valadares (rio Doce), Estação Galiléia (rio Doce), Estação Conselheiro Pena (rio Caratinga), Estação Barra do Capim (rio Manhuaçu) e Estação Pocrane (rio José Pedro) (Figura 44). Os dados, que contemplaram os períodos de seca e chuva, avaliaram os seguintes parâmetros: cor verdadeira, sólidos suspensos, sólidos totais dissolvidos, turbidez, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, DBO, nitrogênio orgânico, nitrito, nitrato, dureza total, cálcio, sódio, cádmio, chumbo, cobre, níquel, zinco, coliformes totais, termotolerantes e temperatura da água. A série histórica compreendeu vinte anos (1997 – 2016).

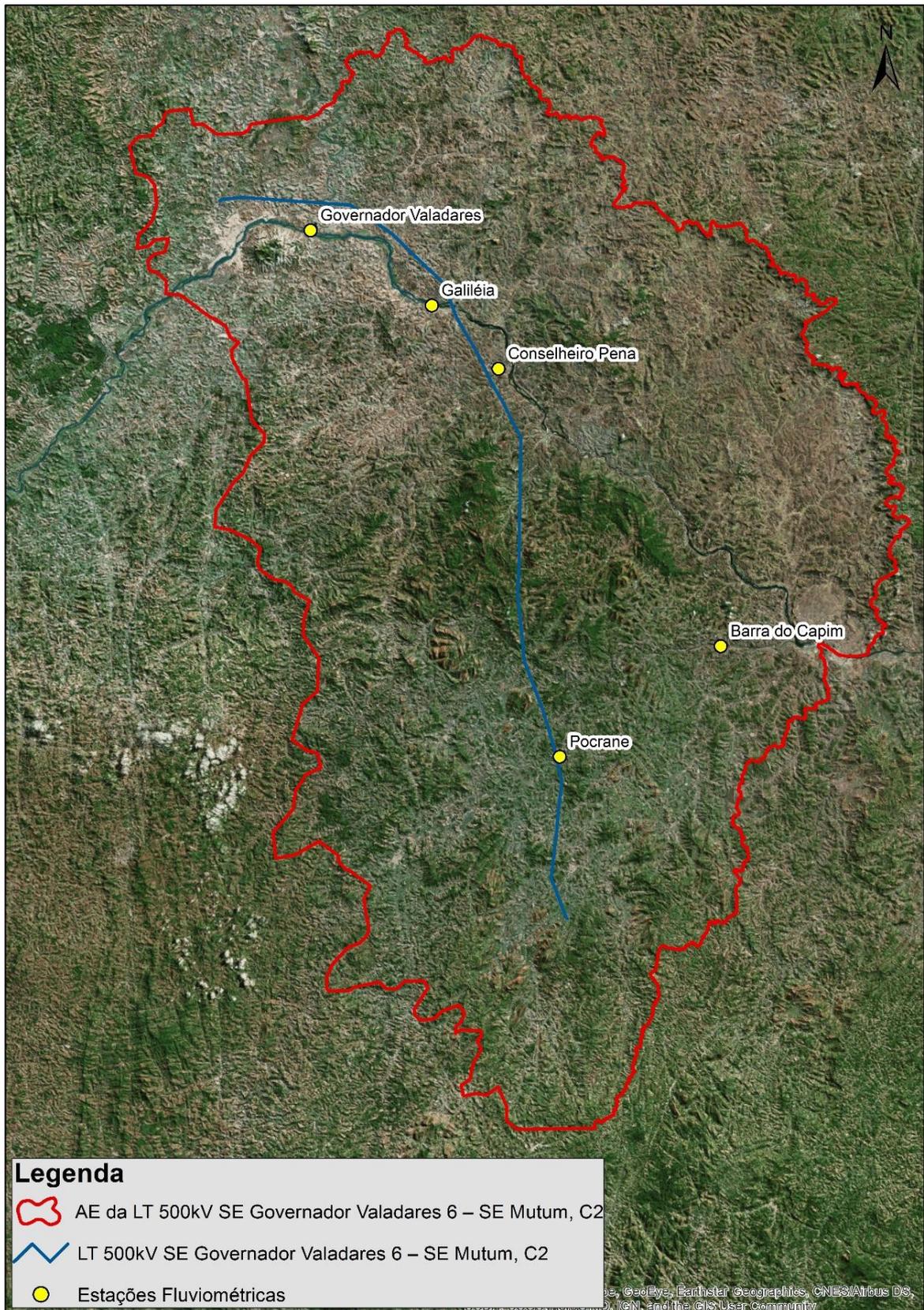


Figura 44 - Estações utilizadas para análise da qualidade da água

Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água para caracterização da qualidade da água superficial nas áreas de influência do empreendimento foram comparados com os limites estabelecidos pela Resolução Conama n°357/2005 para águas classe 2. A sazonalidade adotada para apresentação dos resultados seguiu os dados regionais referentes ao período de seca e de chuva. Dessa maneira, a estação de seca compreendeu os meses de maio a setembro, enquanto a estação chuvosa vai de novembro à março.

A Estação Governador Valadares, instalada no rio Doce, localiza-se na porção norte da área estudada. Em todos os parâmetros analisados, a estação chuvosa promoveu elevação dos valores, com exceção do oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, nitrito, nitrato e sódio (Tabela 14).

Na estação chuvosa, os índices de turbidez e níveis de chumbo apresentaram valores superiores aos limites estabelecidos pela Resolução Conama n°357/2005. Já os níveis de cádmio são superiores nas estações seca e chuvosa.

Tabela 14 - Resultados dos parâmetros avaliados na Estação Governador Valadares

Parâmetro	Estação		Resolução Conama n°357/2005
	Seca	Chuva	
Cor verdadeira (mg Pt/L)	22,17	51,55	75
Sólidos suspensos (mg/L)	18,76	113,63	NR
Sólidos totais dissolvidos (mg/L)	50,04	66,00	500
Turbidez (NTU)	21,42	158,81	100
Oxigênio dissolvido (mg/L)	7,64	6,98	<5,0
DBO (mg/L)	2,17	2,38	5
pH	6,97	6,88	Entre 6 e 9
Condutividade elétrica (µS/cm)	61,04	55,45	NR
Nitrogênio orgânico (mg/L)	0,27	0,36	NR
Nitrito (mg/L)	0,039	0,029	1
Nitrato (mg/L)	0,433	0,387	10
Dureza total (mg/L)	14,41	15,96	NR
Cálcio (mg/L)	3,88	4,92	NR
Sódio (mg/L)	7,01	3,52	NR
Cádmio (mg/L)	0,005	0,006	0,001
Chumbo (mg/L)	0,006	0,015	0,010
Cobre (mg/L)	0,005	0,016	NR
Níquel (mg/L)	0,004	0,011	0,025
Zinco (mg/L)	0,029	0,071	0,18
Coliformes totais (mg/L)	-	-	NR
Coliformes termotolerantes (mg/L)	-	-	1000
Temperatura da água (°C)	23,93	27,05	NR

Obs. Os parâmetros destacados em vermelho estão fora dos limites determinados pela Resolução Conama n°357/2005, para águas classe 2.

ANA, 1997 – 2016 (2019).

A Estação Galiléia, também localizada no rio Doce, localiza-se na porção norte da área estudada. Em todos os parâmetros analisados, a estação chuvosa promoveu elevação dos valores, com exceção do oxigênio dissolvido, pH, nitrato e sódio (Tabela 15).

Na estação chuvosa, os índices de cor verdadeira, turbidez e níveis de chumbo apresentaram valores superiores aos limites estabelecidos pela Resolução Conama n°357/2005.

Tabela 15 - Resultados dos parâmetros avaliados na Estação Galiléia

Parâmetro	Estação		Resolução Conama n°357/2005
	Seca	Chuva	
Cor verdadeira (mg Pt/L)	18,77	107,6	75
Sólidos suspensos (mg/L)	20,55	72,15	NR
Sólidos totais dissolvidos (mg/L)	50,53	58,68	500
Turbidez (NTU)	23,71	130,63	100
Oxigênio dissolvido (mg/L)	7,73	6,72	<5,0
DBO (mg/L)	2,19	2,42	5
pH	7,07	7,05	Entre 6 e 9
Condutividade elétrica (µS/cm)	61,15	61,83	NR
Nitrogênio orgânico (mg/L)	0,342	0,438	NR
Nitrito (mg/L)	0,023	0,031	1
Nitrato (mg/L)	0,43	0,31	10
Dureza total (mg/L)	15,02	17,53	NR
Cálcio (mg/L)	-	8,2	NR
Sódio (mg/L)	7,20	4,31	NR
Cádmio (mg/L)	0,0005	0,0005	0,001
Chumbo (mg/L)	0,007	0,026	0,010
Cobre (mg/L)	0,005	0,021	NR
Níquel (mg/L)	0,004	0,015	0,025
Zinco (mg/L)	0,032	0,077	0,18
Coliformes totais (mg/L)	-	-	NR
Coliformes termotolerantes (mg/L)	-	-	1000
Temperatura da água (°C)	24,64	27,88	NR

Obs. Os parâmetros destacados em vermelho estão fora dos limites determinados pela Resolução Conama n°357/2005, para águas classe 2.

ANA, 1997 – 2016 (2019).

A Estação Conselheiro Pena, instalada no rio Caratinga, localiza-se na porção centro-norte da área estudada. Em todos os parâmetros analisados, a estação chuvosa promoveu elevação dos valores, com exceção do oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, nitrito, nitrato e sódio (Tabela 16).

Na estação chuvosa, os índices de cor verdadeira e níveis de chumbo apresentaram valores superiores aos limites estabelecidos pela Resolução Conama n°357/2005.

Tabela 16 - Resultados dos parâmetros avaliados na Estação Conselheiro Pena

Parâmetro	Estação		Resolução Conama n°357/2005
	Seca	Chuva	
Cor verdadeira (mg Pt/L)	27,2	82,75	75
Sólidos suspensos (mg/L)	20,57	221,94	NR
Sólidos totais dissolvidos (mg/L)	48,76	108,33	500
Turbidez (NTU)	23,88	32,33	100
Oxigênio dissolvido (mg/L)	8,04	7,01	<5,0
DBO (mg/L)	2,18	2,35	5
pH	7,37	7,35	Entre 6 e 9
Condutividade elétrica (µS/cm)	68,40	67,94	NR
Nitrogênio orgânico (mg/L)	0,171	0,417	NR
Nitrito (mg/L)	0,018	0,007	1
Nitrato (mg/L)	0,37	0,36	10
Dureza total (mg/L)	21,36	23,7	NR
Cálcio (mg/L)	5,78	6,23	NR
Sódio (mg/L)	5,65	4,41	NR
Cádmio (mg/L)	0,000	0,001	0,001
Chumbo (mg/L)	0,007	0,017	0,010
Cobre (mg/L)	0,005	0,025	NR
Níquel (mg/L)	0,004	0,013	0,025
Zinco (mg/L)	0,04	0,06	0,18
Coliformes totais (mg/L)	2004,44	6911,46	NR
Coliformes termotolerantes (mg/L)	-	-	1000
Temperatura da água (°C)	24,75	28,91	NR

Obs. Os parâmetros destacados em vermelho estão fora dos limites determinados pela Resolução Conama n°357/2005, para águas classe 2.

ANA, 1997 – 2016 (2019).

A Estação Barra do Capim, instalada no rio Manhuaçu, localiza-se na porção leste da área estudada. Em todos os parâmetros analisados, a estação chuvosa promoveu elevação dos valores (Tabela 17). Nenhum índice apresentou valores superiores aos limites estabelecidos pela Resolução Conama n°357/2005.

Tabela 17 - Resultados dos parâmetros avaliados na Estação Barra do Capim

Parâmetro	Estação		Resolução Conama n°357/2005
	Seca	Chuva	
Cor verdadeira (mg Pt/L)	-	-	75
Sólidos suspensos (mg/L)	-	-	NR
Sólidos totais dissolvidos (mg/L)	-	-	500
Turbidez (NTU)	6,75	15,00	100
Oxigênio dissolvido (mg/L)	6,4	7,75	<5,0
DBO (mg/L)	-	-	5
pH	7,20	7,52	Entre 6 e 9
Condutividade elétrica (µS/cm)	50	51	NR
Temperatura da água (°C)	26,6	27,5	NR

Obs. Os parâmetros destacados em vermelho estão fora dos limites determinados pela Resolução Conama n°357/2005, para águas classe 2.

ANA, 1997 – 2016 (2019).

A Estação Pocrane, instalada no rio José Pedro, localiza-se na porção centro-sul da área estudada. Em todos os parâmetros analisados, a estação chuvosa promoveu elevação dos valores, com exceção do oxigênio dissolvido, nitrito e zinco (Tabela 18). Nenhum índice apresentou valores superiores aos limites estabelecidos pela Resolução Conama n°357/2005.

Tabela 18 - Resultados dos parâmetros avaliados na Estação Pocrane

Parâmetro	Estação		Resolução Conama n°357/2005
	Seca	Chuva	
Cor verdadeira (mg Pt/L)	-	49	75
Sólidos suspensos (mg/L)	46	-	NR
Sólidos totais dissolvidos (mg/L)	64	74	500
Turbidez (NTU)	28,55	77,44	100
Oxigênio dissolvido (mg/L)	7,96	7,78	<5,0
DBO (mg/L)	2,0	2,4	5
pH	6,62	6,94	Entre 6 e 9
Condutividade elétrica (µS/cm)	-	-	NR
Nitrogênio orgânico (mg/L)	0,1	0,25	NR
Nitrito (mg/L)	0,011	0,004	1
Nitrato (mg/L)	0,43	0,08	10
Dureza total (mg/L)	-	11,8	NR
Cálcio (mg/L)	-	2,4	NR
Sódio (mg/L)	-	-	NR
Cádmio (mg/L)	0,0005	0,0005	0,001
Chumbo (mg/L)	0,005	0,005	0,010
Cobre (mg/L)			NR
Níquel (mg/L)	0,004	0,004	0,025

Parâmetro	Estação		Resolução Conama n°357/2005
	Seca	Chuva	
Zinco (mg/L)	0,074	0,020	0,18
Coliformes totais (mg/L)	907	2196	NR
Coliformes termotolerantes (mg/L)	-	-	1000
Temperatura da água (°C)	27,5	28,21	NR

Obs. Os parâmetros destacados em vermelho estão fora dos limites determinados pela Resolução Conama n°357/2005, para águas classe 2.

ANA, 1997 – 2016 (2019).

7.1.3 Geologia e Geotecnia

O entendimento das propriedades do meio físico sob a perspectiva da geologia é de suma importância na análise das condicionantes que determinam a localização de sítios de empreendimentos de transmissão de energia. Para uma análise integrada dos efeitos da implantação desse tipo de empreendimento em uma determinada região, é necessária uma visualização adequada das características geológicas locais e de sua espacialização, com a identificação, delimitação e caracterização das principais províncias geotectônicas e suas litologias, padrões estruturais, coberturas superficiais e perfis de alteração.

Para caracterização geológica da Área de Estudo, a pesquisa bibliográfica baseou-se primeiramente nos trabalhos de mapeamentos geológicos regionais, tais como a Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo do Projeto RADAMBRASIL (MME, 1983), Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais (CPRM, 2009), Projeto Leste (CPRM, 2010) bem como estudo relativo a Geodiversidade do Estado de Minas Gerais (CPRM, 2010).

Os trabalhos realizados na região permitiram o reconhecimento dos aspectos físicos locais, de onde são apresentadas as características dos maciços rochosos investigados. A caracterização da área de estudo da LT 500kV Governador Valadares 6 – Mutum, C2 é fundamental para a obtenção de um diagnóstico ambiental integrado da área afetada pelo empreendimento, fornecendo alicerce para ponderações acerca dos potenciais mineral, espeleológico, paleontológico, hidrogeológico e cárstico, vocação sismogênica e possíveis riscos geológicos.

7.1.3.1 *Províncias e Unidades Litoestratigráficas*

Os estudos geológicos da AE e ADA foram concentrados nos aspectos evolutivos e litoestratigráficos, com o objetivo principal de contextualizar o substrato regional quanto a história tectônica e estrutural das principais unidades e as províncias geológicas em que estão inseridas. O estudo e caracterização das unidades litológicas e suas histórias evolutivas permitem, desse modo, uma análise integrada das características do meio físico da área em estudo, incluindo as inter-relações entre geologia, recursos minerais, sismologia, geomorfologia, pedologia, climatologia, hidrogeologia e terrenos cársticos.

A porção continental da placa tectônica Sul-americana (Figura 45) é composta por dois domínios tectônicos distintos: a cadeia de montanhas dos Andes e a Plataforma Sul-americana. O território brasileiro está inserido integralmente no contexto da Plataforma Sul-americana, que foi definida como a região de antepaís que permaneceu estável durante o desenvolvimento e evolução das faixas móveis andina e caribenha em suas bordas oeste e norte, respectivamente, no Mesozoico (SCHOBENHAUS e BRITO NEVES, 2003). A Plataforma Sul-americana é subdividida em escudos cristalinos, compostos por rochas do embasamento pré-cambriano, e coberturas fanerozoicas, incluindo as bacias paleozoicas, mesozoicas e cenozoicas.



Figura 45 - A porção continental da placa Sul-americana

Fonte: Delgado *et al.*, 2003

Almeida *et al.* (1977; 1981) subdividiram o território brasileiro em dez províncias estruturais baseado em suas gêneses: Rio Branco; Tapajós; São Francisco; Tocantins; Mantiqueira; Borborema; Amazônica; Parnaíba; Paraná, e Província Costeira e Margem Continental (Figura 46).

Das 10 Províncias Estruturais do Brasil propostas por Almeida (1977), quatro abrangem o Estado de Minas Gerais, que são Bacia do Paraná, Faixa Tocantins, Faixa Mantiqueira e o Cráton de São Francisco. A AE está totalmente inserida na Faixa Mantiqueira.

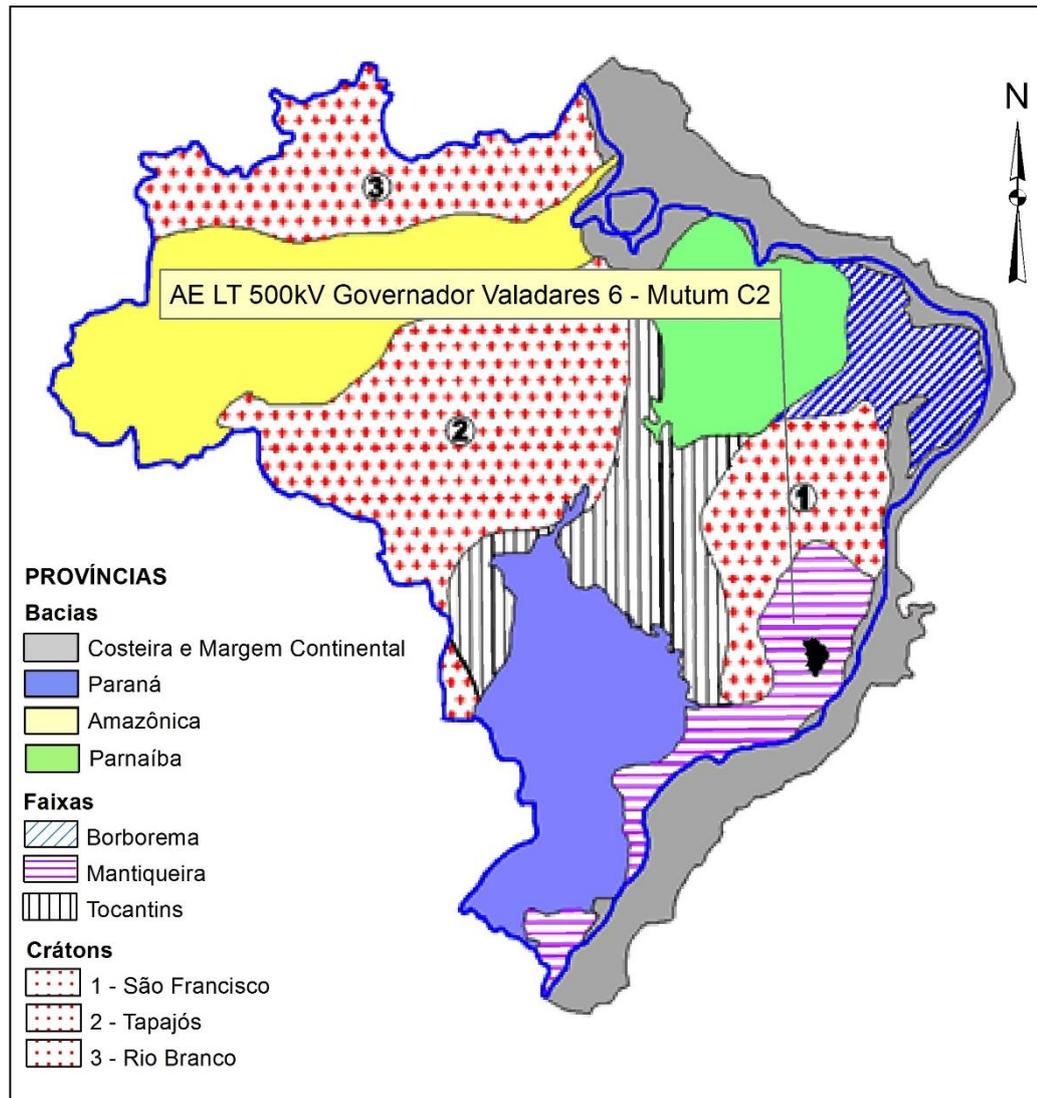


Figura 46 - Províncias Estruturais do Brasil (Almeida, 1977)

Fonte: Lacerda Filho *et al.*, 1999

A Província Mantiqueira, definida por Almeida *et al.* (1977), corresponde a uma faixa móvel que está localizada à leste dos crátons São Francisco e Rio de La Plata/Paraná ao final do Neoproterozoico e início do Paleozoico. Trata-se de uma unidade geotectônica paralela à costa atlântica do sudeste e sul do Brasil, delineando uma faixa de direção NE-SW, com mais de 3.000km de comprimento, fazendo limite com as Províncias Tocantins, São Francisco e Paraná, e é bordejada, à leste, pela margem continental.

O contexto geológico da AE constitui-se de um complexo mosaico, com litotipos que datam desde o paleoproterozoico até a paleozoico. Sobre estas unidades repousam as coberturas

sedimentares terciárias e quaternárias, como exposto na coluna estratigráfica adotada para este trabalho (Tabela 19, Figura 47 e Mapa de Geologia da Área de Estudo, Volume 4 – Tomo I, Anexo 17).

Tabela 19 - Coluna litoestratigráfica da AE da LT 500kV Governador Valadares 6 – Mutum, C2

Era	Agrupamento	Grupo/Unidade		Litologia
Cenozoico	Coberturas Terciário-Quaternárias	Depósitos Aluvionares		Areia/cascalho
		Coberturas Detrito-Lateríticas Ferruginosas		Lateritas
Paleozoico	Magmatismo Sin- a Tarditectônicos	Suíte Aimorés	Granito Caladão	Granitos
			Granito Padre Paraíso	Charnockito
Suíte Urucum		Granito Urucum	Granitos/granodioritos	
		Granito Palmital	Granitos/tonalitos	
Suíte Carlos Chagas		Leucogranito		
Suíte Galiléia		Tonalito Galiléia	Tonalitos	
		Tonalito São Vitor	Granitos tonalíticos	
		Tonalito Cuieté Velho	Granitos/granodioritos tonalíticos	
		Suíte Alto Capim		Granitos cálcio-alcálinos
		Magmatismo Sin-Tectônico	Tonalitos	Tonalito Derribadinha
Tonalito Bom Jesus do Galho	Tonalito gnaissificado			
Sequência Supracrustal	Grupo Rio Doce	Fm. João Pinto	Quartzito	
		Fm. Palmital do Sul	Xistos/gnaisses e quartzitos	
		Fm. São Tomé	Xistos, quartzitos e calcissilicáticas	
		Fm. Tumiritinga	Gnaisses, xistos e calcissilicáticas	
Paleoproterozoico	Complexos Gnáissico-Graníticos	Juiz de Fora		Ortognaisses tonalíticos
		Pocrane		Ortognaisse/paragnaisse e migmatitos

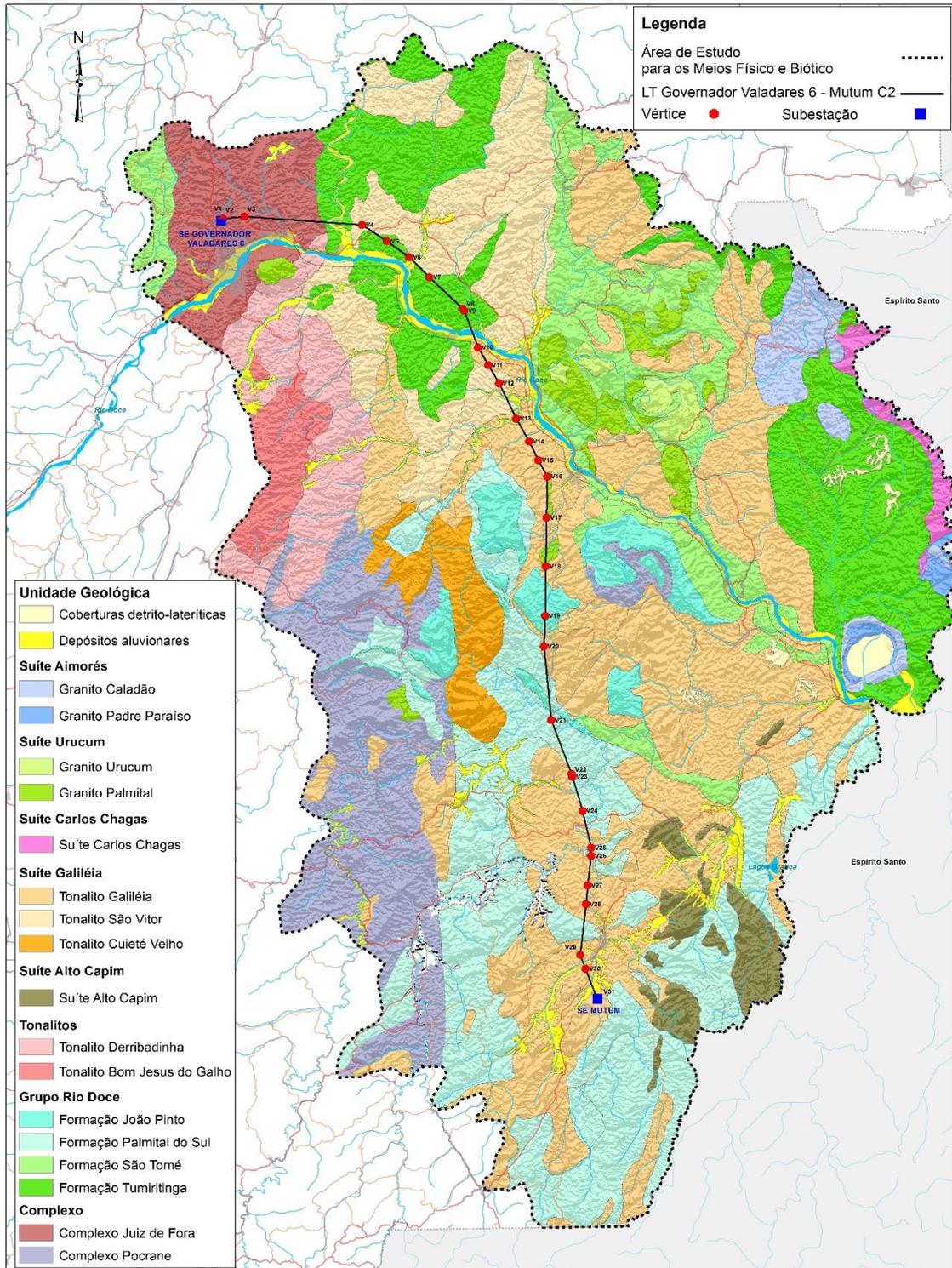


Figura 47 - Unidades Geológicas da Área de Estudo

7.1.3.2 Área Diretamente Afetada

A Área Diretamente Afetada (ADA) da LT 500kV Governador Valadares 6 – Mutum, C2 é constituída pelas rochas do Complexo Juiz de Fora, Grupo Rio Doce (Formações Tumiritinga, Palmital do Sul e João Pinto), Suíte Galiléia (Tonalitos São Vítor e Galiléia), Suíte Urucum (Granito Palmital) além dos Depósitos Aluvionares (Mapa de Geologia da Área Diretamente Afetada, Volume 4 – Tomo I, Anexo 18).

7.1.3.2.1 Complexo Juiz de Fora

As rochas do Complexo Juiz de Fora ocorrem de forma restrita no extremo norte da ADA, englobando a Subestação de Governador Valadares. Pertencentes à um terreno de domínio de complexo granito-gnaiss-migmatítico, nesta unidade predominam ortognaisses contendo abundantes porções noríticas e enderbíticas, localmente granulitos (CPRM, 2000). No geral, são rochas coesas e de baixa friabilidade, condicionando um solo de textura predominantemente argilo-síltico-arenosa, e relevo montanhoso.

Como a maioria das rochas aflorantes de classe metamórfica, os litotipos do Complexo Juiz de Fora apresentam geralmente aspecto anisotrópico bandado, de composição predominantemente tonalítica, e subordinadamente granítica e granodiorítica (CPRM, 2000).

Na ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 – Mutum, C2, o Complexo Juiz de Fora aflora na forma de grandes lajedos, e mais raramente, como pequenos morros (Figura 48), apresentando geralmente horizonte saprolitizado ou recoberto por manto de intemperismo silto-argiloso de tonalidades avermelhadas. As rochas apresentam textura granoblástica e lepidoblástica, com granulação variando de fina até grossa (Figura 49). Uma característica muito comum dessas rochas é a presença de estruturas miloníticas e protomiloníticas (Figura 50).



Figura 48 - Afloramentos do Complexo Juiz de Fora na ADA da LT
(UTM 24K, 190.127E/7.917.670N e 193.301E/7.916.826N)



Figura 49 - Litotipo do Complexo Juiz de Fora na ADA da LT
(UTM 24K, 193.301E/7.916.826N)



Figura 50 - Litotipo do Complexo Juiz de Fora na ADA da LT

(UTM 24K, 200.047E/7.917.066N)

7.1.3.2.2 Grupo Rio Doce

Na ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 – Mutum, C2, o Grupo Rio Doce é constituído pelas Formações Tumiritinga, Palmital do Sul e João Pinto. Trata-se de um grupo de rochas supracrustais, formado por uma megassequência de metassedimentos predominantemente psamo-pelítico (CPRM, 2000).

7.1.3.2.2.1 Formação Tumiritinga

As rochas da Fm. Tumiritinga se concentram na porção norte da ADA, tendo sua morfologia associada geralmente a morros baixos, ravinados e de cristas agudas (Figura 51), com intensa erosão e abundantes voçorocas nas porções mais degradadas (CPRM, 2000). Apresentam aspecto anisotrópico indefinido, e condicionam um solo de textura predominantemente argilo-siltico-arenosa.

O litotipo mais característico dessa formação é composto por silimanita-biotita xisto (Figura 52), geralmente gnáissicos, podendo conter granada e muscovita, mas também ocorrem lentes de rocha calcissilicática e veios pegmatíticos (CPRM, 2000). Na ADA, os litotipos apresentam colorações variadas, ora bandados, intensamente dobrados, com abundantes veios de

quartzo-feldspáticos. As rochas apresentam granulação fina com bandamento composicional (bandas félsicas e máficas).

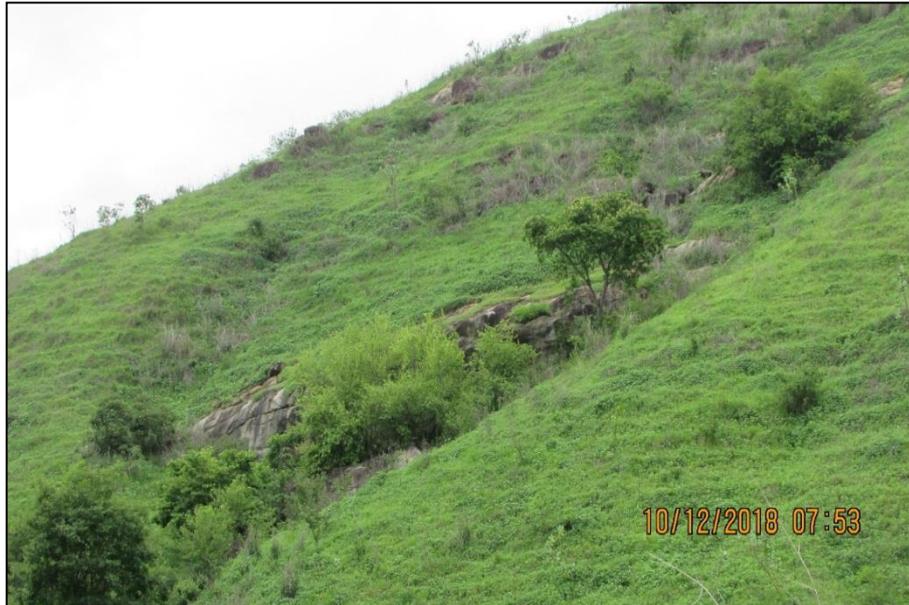


Figura 51 - Afloramento da Formação Tumiritinga na ADA da LT
(UTM 24K, 216.920E/7.909.678N)



Figura 52 - Litotipo da Formação Tumiritinga na ADA da LT
(UTM 24K, 216.920E/7.909.678N)

7.1.3.2.2.2 Formação Palmital do Sul

As rochas da Fm. Palmital do Sul ocorrem nas porções centro-sul da ADA, associando-se a um relevo acidentado/montanhoso, e condicionando um solo de textura argilo-siltico-arenosa.

Esta formação é caracterizada por uma sucessão de níveis com espessura geralmente métrica a decamétrica de quartzito e biotita xisto/gnaiss, ocorrendo ocasionalmente níveis centimétricos a métricos de rocha calcissilicática e anfibolito (Figuras 53 a 55) (CPRM, 2000).

Afloram em cotas mais baixas, associadas geralmente aos corpos hídricos (Figura 56). Os quartzitos apresentam granulação média a fina, ora apresentando níveis de biotita. Os biotita xistos/gnaisses têm granulação fina a média, com presença de granada e níveis quartzosos.



Figura 53 - Litotipo da Formação Palmital do Sul na ADA da LT

(UTM 24K, 241.223E/7.808.463N)



Figura 54 - Litotipo da Formação Palmital do Sul na ADA da LT

(UTM 24K, 242.498E/7.820.518N)



Figura 55 - Litotipo da Formação Palmital do Sul na ADA da LT
(UTM 24K, 237.315E/7.838.763N)



Figura 56 - Afloramento da Formação Palmital do Sul na ADA da LT
(UTM 24K, 236.094E/7.846.776N)

7.1.3.2.2.3 Formação João Pinto

As rochas da Fm. João Pinto ocorrem na porção central da ADA, tendo sua morfologia associada também a um relevo montanhoso. Os litotipos apresentam geralmente aspecto anisotrópico maciço/laminado, e condiciona um solo de textura predominantemente arenosa.

Esta unidade é constituída principalmente por quartzitos puros, ocorrendo subordinadamente os impuros (micáceos ou arcoseanos) (CPRM, 2000). Afloram em forma de blocos, em que os quartzitos são brancos/creme, de granulação média, grãos subangulosos a subarredondados e intensa recristalização (Figuras 57 e 58).



Figura 57 - Litotipos da Formação João Pinto na ADA da LT
(UTM 24K, 236.473E/7.842.570N)



Figura 58 - Litotipos da Formação João Pinto na ADA da LT
(UTM 24K, 235.563E/7.858.295N)

7.1.3.2.3 Suíte Galiléia

Na ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 – Mutum, C2, a Suíte Galiléia é constituída por duas unidades, o Tonalito São Vítor e o Tonalito Galiléia, que constituem granitos sin-tarditectônicos, apresentando normalmente baixa intensidade de deformação, com texturas ígneas

bem preservadas, e exibindo comumente contatos intrusivos com os metassedimentos do Grupo Rio Doce (CPRM, 2000).

7.1.3.2.3.1 Tonalito São Vitor

Ocorrem de forma discreta e descontínua na porção norte da ADA, apresentando composição tonalítica a granítica, com ausência de enclaves máficos e presença comum de xenólitos de xistos e ganisses aluminosos da Fm. Tumiritinga (CPRM, 2000).

Associam-se a um relevo ondulado, aflorando na forma de morros mais elevados, em formas do tipo pão-de-açúcar, sendo constituído por granada-hornblenda-biotita gnaisses, de coloração cinza, granulação média a grossa, pouco a bem orientadas, por vezes isotrópicas (Figuras 59 e 60).



Figura 59 - Litotipos da Formação Tonalito São Vitor na ADA da LT
(UTM 24K, 217.570E/7.909.050N)



Figura 60 - Litotipos da Formação Tonalito São Vitor na ADA da LT
(UTM 24K, 209.895E/7.915.775N)

7.1.3.2.3.2 Tonalito Galiléia

O Tonalito Galiléia é a unidade geológica de maior representatividade na ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 – Mutum, C2, ocorrendo desde a porção sul até a centro-norte.

As rochas apresentam composição predominantemente tonalítica, subordinadamente granítica e granodiorítica, com presença de enclaves de composição diorítica (CPRM, 2000).

Estão associados a um relevo bastante movimentado, aflorando em forma de morros tipo pão-de-açúcar (Figura 61), compreendendo biotita e hornblenda-biotita tonalito a granito, de coloração cinza-claro, granulação média a grossa, com presença de foliação, exibindo textura ora isotrópica ora milonítica (Figuras 62 a 64).



Figura 61 - Afloramentos da Formação Tonalito Galiléia na ADA da LT
(UTM 24K, 238.240E/7.836.276N)



Figura 62 - Litotipos da Formação Tonalito Galiléia na ADA da LT
(UTM 24K, 241.783E/7.824.831N)



Figura 63 - Litotipos da Formação Tonalito Galiléia na ADA da LT
(UTM 24K, 236.467E/7.874.075N)



Figura 64 - Litotipos da Formação Tonalito Galiléia na ADA da LT

(UTM 24K, 231.829E/7.885.974N)

7.1.3.2.4 Suíte Urucum

Na ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 – Mutum, C2, a Suíte Urucum é representada pelo Granito Palmital, que constituem granitos tardi- a pós-tectônicos, de origem essencialmente crustal e composição leucogranítica (CPRM, 2000).

7.1.3.2.4.1 Granito Palmital

O Granito Palmital é a unidade geológica de menor representatividade na ADA, ocorrendo de forma restrita e pontual na região central.

Apresenta contatos de caráter intrusivo com o Tonalito Galiléia, apresentando composição granítica a tonalítica, e presença comum de xenólitos do Tonalito Galiléia e de biotita xisto (CPRM, 2000).

Afloram em forma de morros altos e alongados, de topos arredondados e encostas íngremes (Figura 65). É uma rocha homogênea, de coloração esbranquiçada, isotrópica, de granulação média a grossa, ora apresentando veios pegmatíticos (Figuras 66 e 67).



Figura 65 - Afloramento da Formação Granito Palmital na ADA da LT
(UTM 24K, 235.848E/7.863.944N)

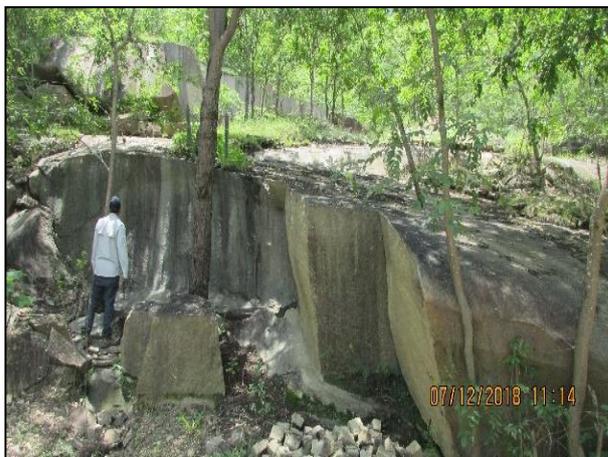


Figura 66 - Litotipos da Formação Granito Palmital na ADA da LT
(UTM 24K, 235.986E/7.876.016N)



Figura 67 - Litotipos da Formação Granito Palmital na ADA da LT

(UTM 24K, 235.848E/7.863.944N)

7.1.3.2.5 Depósitos Aluvionares

Os Depósitos Aluvionares ocorrem através de estreitas faixas descontínuas pela ADA, tanto nas porções norte como sul, onde engloba a Subestação de Mutum, restringindo-se aos rios de maior expressão, como o Doce, Mutum, Caratinga e Itambacuri, e também de menor expressão como o ribeirão Santa Helena.

Estes depósitos originam-se, em parte, do retrabalhamento dos terraços sedimentares que estão sendo erodidos devido ao processo de mudança do nível de base da bacia do rio Doce (CPRM, 2000).

São compostos de areia fina a grossa, com seixos de tamanhos variados, arredondados a angulosos. Comumente exibem estratificação cruzada de pequeno porte (Figura 68).



Figura 68 - Depósitos aluvionares na ADA da LT

(UTM 24K, 241.223E/7.808.463N, 236.479E/7.845.801N e 236.526E/7.871.776N)

7.1.3.2.6 Geotecnia

7.1.3.2.6.1 Sondagens e Ensaios Geotécnicos

O presente tópico traz informações compiladas, obtidas junto ao Projeto Básico da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2, que, dentre outros objetivos, tem o intuito de apresentar os critérios para a elaboração do projeto de fundações do empreendimento como cálculo, dimensionamento e definição das fundações das torres.

A escolha do tipo de fundação a ser utilizada em cada torre, se dará em função do tipo do carregamento atuante e do tipo e capacidade suporte do solo e a estabilidade das fundações será verificada através dos procedimentos clássicos de análise.

As informações geológico-geotécnicas para o local de implantação do empreendimento serão apresentadas de maneira mais precisa e detalhada tão logo forem executadas as campanhas de sondagens e ensaios geotécnicos, e seus dados forem disponibilizados.

Portanto, ressalta-se que os parâmetros geotécnicos apresentados a seguir serão utilizados como referência para a elaboração dos projetos típicos de fundações, e deverão ser confirmados após a conclusão da campanha de investigações geológico-geotécnicas, constituída por sondagens SPT (*Standard Penetration Test*) e, se necessárias, sondagens a trado e rotativa.

Tabela 20 - Limites para parâmetros geotécnicos de solos típicos aplicados em projeto de fundações de torres

Solo	Coesão (kgf/cm ²)	Ângulo AI	PE (kgf/m ³)	TAC (MPa)	AC
Tipo I	0,30	25°	1600	0,30	25°
Tipo II	0,25	20°	1500	0,20	20°
Tipo III	0,15	17°	1400	0,15	17°
Tipo IV	0,15	15°	1200	0,10	15°
Tipo IV-A	0,15	15°	1000	0,10	15°

Ângulo AI = Ângulo de atrito interno; PE = Peso específico; TAC = Tensão admissível à compressão; AC = Ângulo de arrancamento.

Solo Tipo I: Solo residual jovem e rocha extremamente decomposta escavável a picareta, com ou sem cobertura de solo coluvionar/solo transportado, sem presença de nível d'água. Geralmente apresenta constituição silto-arenosa ou areno-siltosa / argilo-arenoso ou argilo-siltoso, exibindo as feições remanescentes da rocha matriz.

Solo Tipo II: Solo residual maduro transportado, não poroso e não colapsível, predominante, argiloso ou argilo-siltoso, com consistência/compacidade média, sem presença de nível d'água, podendo passar a solo residual jovem em profundidade, com cobertura de solo coluvionar de no máximo 1,5 metros de espessura.

Solo Tipo III: Solo transportado ou residual laterizado, de compacidade média a baixa, geralmente apresenta constituição argilo-arenoso, sem presença de nível d'água.

Solo Tipo IV: Solos que em geral exigem fundações especiais, ocorrência em regiões baixas, em geral apresentam constituição argilosa / arenosa, com consistência/compacidade baixa, sem presença de nível d'água.

Solo Tipo IV-A: Solos que em geral exigem fundações especiais, ocorrência em regiões baixas, em geral apresentam constituição argilosa / arenosa, com consistência/compacidade baixa, com presença de nível d'água.

Tabela 21 - Limites para parâmetros geotécnicos de rochas típicos aplicados em projeto de fundações de torres

Rocha	PE (kgf/m ³)	TACH (Mpa)	Tensão de Aderência (k gf/cm ²)
Medianamente decomposta	2000	0,35	1,65
Sã ou pouco decomposta	2400	0,70	4,00

PE = Peso específico; TACH = Tensão admissível à compressão horizontal

Rocha Medianamente Decomposta: Escavável por rompedor, apresentando fraturas abertas e decompostas e/ou preenchidas por material decomposto. Fora das imediações das juntas decompostas, a matriz apresenta-se apenas parcialmente decomposta e descolorida.

Rocha Sã ou Pouco Decomposta: Somente escavável a fogo, com poucas fraturas, podendo apresentar oxidação superficial, sem ou com pouca decomposição da rocha, com matriz sã.

7.1.3.2.6.2 Características Geotécnicas

Através dos dados obtidos pelo diagnóstico ambiental, destaca-se que condicionado principalmente pela constituição litológica, com influências da composição pedológica e compartimentação geomorfológica, considera-se que a LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2 interferirá em dois terrenos distintos, que se diferenciam por suas características de alteração e por seu comportamento geotécnico frente às diversas atividades antrópicas:

- **Terreno Granítico-Gnáissico**

Na ADA, este Terreno é constituído pela associação das rochas do Complexo Juiz de Fora, unidades gnáissicas do Grupo Rio Doce, Suítes Galiléia e Urucum, sendo o mais representativo da área estudada.

Conforme descrito anteriormente, as rochas ortognáissicas de composição tonalítica do Complexo Juiz de Fora ocorrem na região nordeste da ADA, os granitos e tonalitos da Suíte Galileia apresentam ampla distribuição nas porções central e sul da área, enquanto o Granito Palmital, pertencente à Suíte Urucum, aflora na região central ADA.

Apesar das diferenças composicionais, as rochas desse Terreno apresentam semelhanças comportamentais quando submetidas à processos intempéricos, originando, geralmente, solos

argilosos, por vezes argilo-siltosos e micáceos e argiloarenosos, variando a espessura do horizonte de alteração e do solo residual em função do relevo.

Quanto às restrições e comportamento geotécnico, áreas onde ocorrem o Terreno Granítico-Gnáissico apresentam risco de ocorrência de erosão em sulcos nos cortes e aterros, além de instabilidade e queda de blocos por descalçamento em taludes de corte. Pela elevada coesão e presença de matacões, podem resultar na dificuldade de escavação, cravação de estacas e execução de terraplanagem.

- ***Terreno Xistoso e Quartzítico***

As rochas desse Terreno estão associadas às unidades neoproterozóicas Tumiritinga, Palmital do Sul e João Pinto, todas pertencentes ao Grupo Rio Doce, sendo constituídas predominantemente por xistos e quartzitos.

Os litotipos da Formação Tumiritinga afloram na região norte da ADA, enquanto as rochas das Formações Palmital do Sul e João Pinto afloram nas porções central e sul da ADA, respectivamente.

Por se tratarem de rochas resistentes aos processos intempéricos, os litotipos desse Terreno sustentam relevos mais elevados e apresentam solos de alteração rasos e arenosos, sendo frequente a presença de afloramentos de rocha nas encostas.

Em relação ao comportamento geotécnico, ressalta-se o risco de queda de blocos em taludes de corte, em decorrência das particularidades dos litotipos quanto à presença de fraturas. Quanto à restrição, destaca-se a possibilidade de dificuldade para escavação, uma vez que os solos são rasos e há proximidade com topo rochoso.

7.1.4 Geomorfologia

As formas de relevo representam o objeto de estudo da Geomorfologia. Em estudos ambientais essa ciência é particularmente importante para explicar problemas de naturezas erosivas e deposicionais que, por ocasião, venham a ocorrer em diferentes magnitudes. Ao se realizar análises multidisciplinares conjuntamente à Geomorfologia é possível criar possíveis cenários ambientais, como, por exemplo, áreas de instabilidade de taludes e de erodibilidade.

A análise integrada e multidisciplinar da Geomorfologia juntamente com a Geologia, Geotecnia e Pedologia permite ainda inferir, caracterizar e identificar áreas de risco e processos de movimento de massa. A dinâmica dos processos geomorfológicos atuantes na AE e ADA da LT, especificamente dos movimentos de massa existentes, estão descritos e caracterizados nos tópicos de Pedologia e Vulnerabilidade Geotécnica.

A Geomorfologia trata da classificação, descrição, natureza, origem e desenvolvimento das formas atuais do relevo e suas relações, bem como todos seus aspectos genéticos, cronológicos, morfológicos, morfométricos e dinâmicos, em que o estado atual é o resultado da interação dos agentes geodinâmicos internos e os agentes climáticos externos ao longo do tempo geológico.

O mapeamento geomorfológico da área de interesse é o alicerce da Geomorfologia, seguindo uma sequência de campo e escritório. A análise da paisagem e relevo foi elaborada pelo método geossistêmico (SOTCHAVA, 1977), levando em consideração a composição e as interações existentes entre suas variáveis físicas que formam a paisagem regional.

A compartimentação geomorfológica e o mapa das unidades foram formulados usando inicialmente a Folha SE.24, em que unidades ou padrões de formas de relevo encontram-se identificadas pelo grau de dissecação da morfologia, tipos de modelados, características genéticas e formas predominantes. O Modelo Digital de Elevação (MDE) oriundo da imagem de radar Shuttle Radar Topography Mission - SRTM (NASA, 2000) e as imagens orbitais do satélite SPOT e WorldView (GOOGLE EARTH, 2013), também foram utilizados.

A partir desse conjunto de dados, em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), foram elaborados os produtos de declividade, altimetria, aspecto e relevo sombreado, constituindo as características das unidades das regiões que compõem a Área de Estudo segundo a taxonomia utilizada (IBGE, 2009). Com o objetivo de definir e caracterizar o grau de dissecação/preservação das unidades mapeadas, determinou-se padrões semiquantitativos de dissecação, levando em consideração a densidade de drenagem, grau de incisão e amplitude dos vales, como tradicionalmente é utilizado no Brasil e tipicamente por RADAMBRASIL. Utilizou-se ainda o estudo relativo a Geodiversidade do Estado de Minas Gerais (CPRM, 2010).

7.1.4.1 Caracterização Geomorfológica

O relevo no Brasil é formado majoritariamente por planaltos, planícies e depressões, porém também são observados serras, chapadas, tabuleiros e patamares. Segundo a classificação do IBGE

(2000) a AE e ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 – Mutum, C2 estão inseridas no Planalto Atlântico (Figura 69).

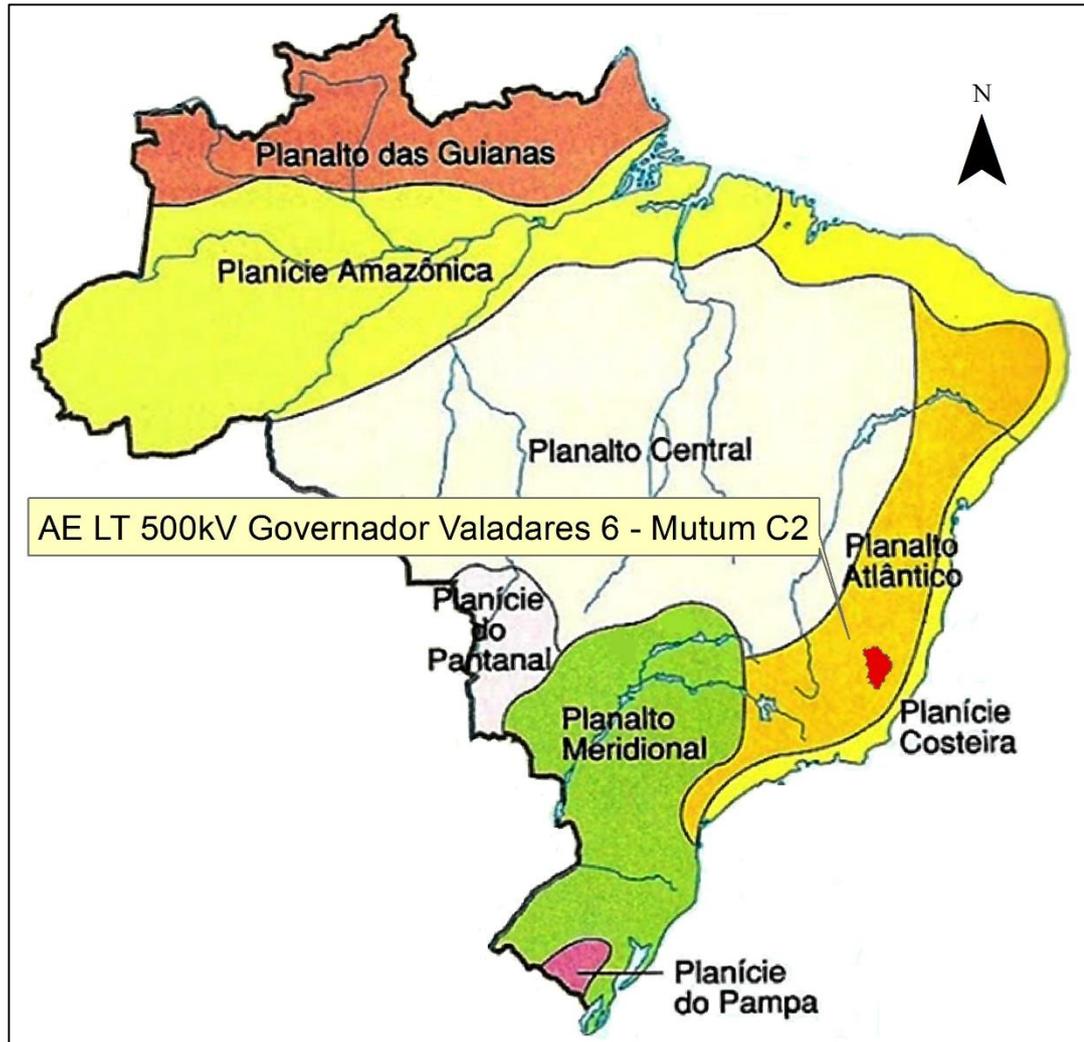


Figura 69 - Classificação do relevo brasileiro

Fonte: IBGE, Atlas Nacional do Brasil, 2000

Esta subdivisão baseia-se nas normas da classificação de Aziz Ab’Sáber, da década de 50, que fundamentou-se no conceito de processo erosivo para classificar as macrounidades, em que os planaltos são superfícies onde prevalecem o desgaste erosivo, ao passo que as planícies são aquelas em que predominam os processos de acumulação dos sedimentos.

Já nas décadas de 80 e 90, Jurandyr Ross utilizou imagens de radar para propor uma nova classificação do relevo brasileiro, ampliando a complexidade da geomorfologia do Brasil. Ele

sugeriu a criação de uma terceira macrounidade, além dos planaltos e planícies, as depressões, ampliando ainda para quase trinta as unidades de relevo.

Como critério, Ross (1989) correlacionou informações sobre o processo de erosão e de sedimentação dominantes (critério geomorfoclimáticos) com informações da base geológico-estrutural do terreno e com o nível altimétrico (critério geomorfológico) (Figura 70).

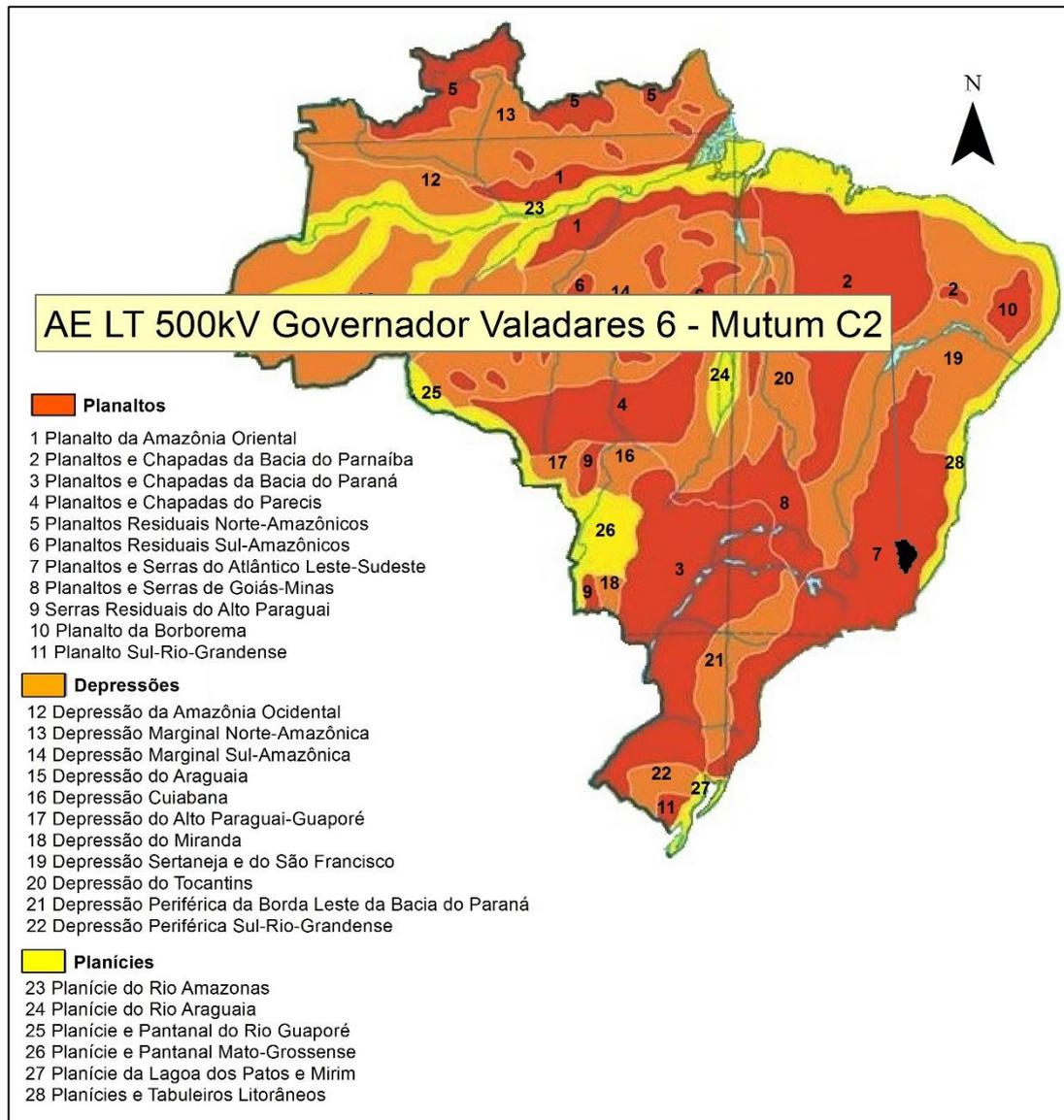


Figura 70 - Classificação do relevo brasileiro segundo Ross (1989)

Segundo esta classificação, a AE da LT 500kV Governador Valadares 6 – Mutum, C2 está totalmente inserida nos Planaltos, que são formas de relevo elevadas e aplainadas, com altitudes superiores a 300 metros, marcadas por escarpas onde o processo de desgaste é superior ao acúmulo

de sedimentos. No contexto regional, a AE pertence aos Planaltos e Serras do Atlântico Leste-Sudeste, caracterizando-se pela presença de terrenos predominantemente cristalinos, condicionando superfícies acidentadas e áreas escarpadas.

A vulnerabilidade para as unidades de relevo, baseando-se na geomorfologia, é determinada a partir de análises de índices morfométricos do terreno como dissecação do relevo pela drenagem, amplitude altimétrica e declividade. Os valores atribuídos na escala de vulnerabilidade são adotados levando em consideração litologia, friabilidade de seus litotipos e medidas de interflúvios (intensidade de dissecação).

Segundo Crepani *et al.* (2001), a intensidade de dissecação do relevo pela drenagem está diretamente ligada à porosidade e à permeabilidade do solo e da rocha. Rochas e solos impermeáveis dificultam a infiltração das águas pluviais e, conseqüentemente, apresentam maior quantidade de água em superfície, resultando em um número maior de canais de drenagem, maior disponibilidade de energia potencial para o escoamento superficial e, assim, uma maior capacidade erosiva ou de promover a morfogênese.

A amplitude altimétrica, referente ao aprofundamento da dissecação, é um indicador da energia potencial disponível para o escoamento superficial. Quanto maior a amplitude altimétrica maior é a energia potencial, pois as águas das precipitações pluviais que caem sobre os pontos mais altos do terreno adquirirão maior energia cinética no seu percurso em direção às cotas mais baixas e, portanto, apresentarão maior capacidade de erosão ou de morfogênese.

A AE é caracterizada de acordo com os desníveis altimétricos, possibilitando uma compartimentação topográfica na região variando de 23 a 1560 m, com presença de relevos acidentados e passagens abruptas entre as cotas topográficas (Figura 71 e Mapa de Altitude da Área de Estudo, Volume 4 – Tomo II, Anexo 19). Constata-se que as áreas com maiores cotas altimétricas estão associadas aos corpos graníticos da região.

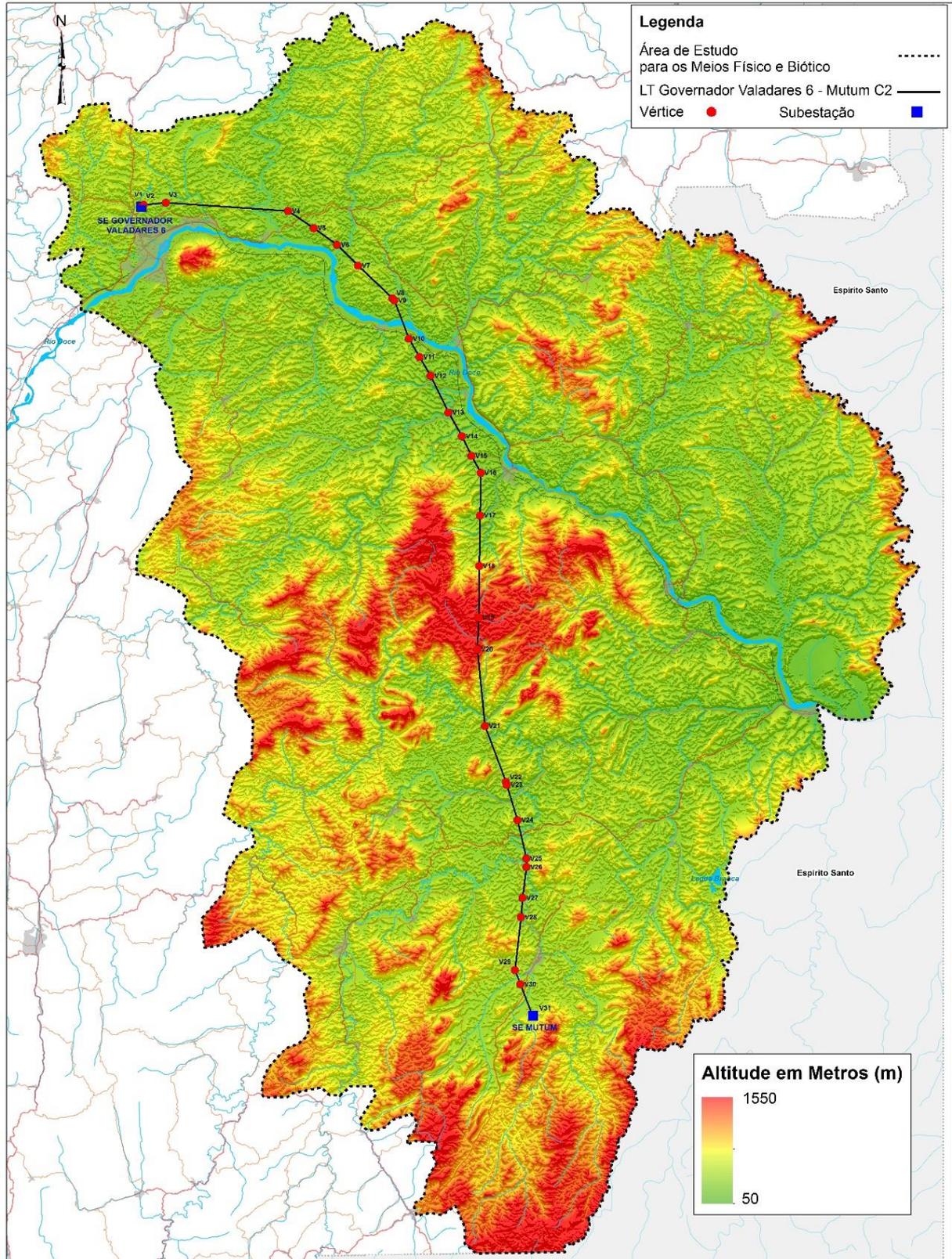


Figura 71 - Altitude na AE da LT

A declividade tem relação direta com a velocidade de transformação da energia potencial em energia cinética e, conseqüentemente, com a velocidade das massas de água em movimento responsáveis pelo escoamento superficial. Quanto maior a declividade maior será a velocidade das massas de água e sua capacidade de transporte, responsáveis pela erosão que esculpe as formas de relevo e, portanto, prevalece a morfogênese (CREPANI *et al*, 2001).

Na AE da LT 500kV Governador Valadares 6 – Mutum, C2 há o predomínio de um relevo suavemente ondulado a ondulado, com declividades que variam até 20%. As declividades mais acentuadas estão associadas aos corpos graníticos, condicionando um relevo fortemente ondulado e montanhoso, com declividades que variam de 20 a 45% e de 45 a 75% respectivamente (Figura 72 e Mapa de Declividade da Área de Estudo, Volume 4 – Tomo II, Anexo 20).

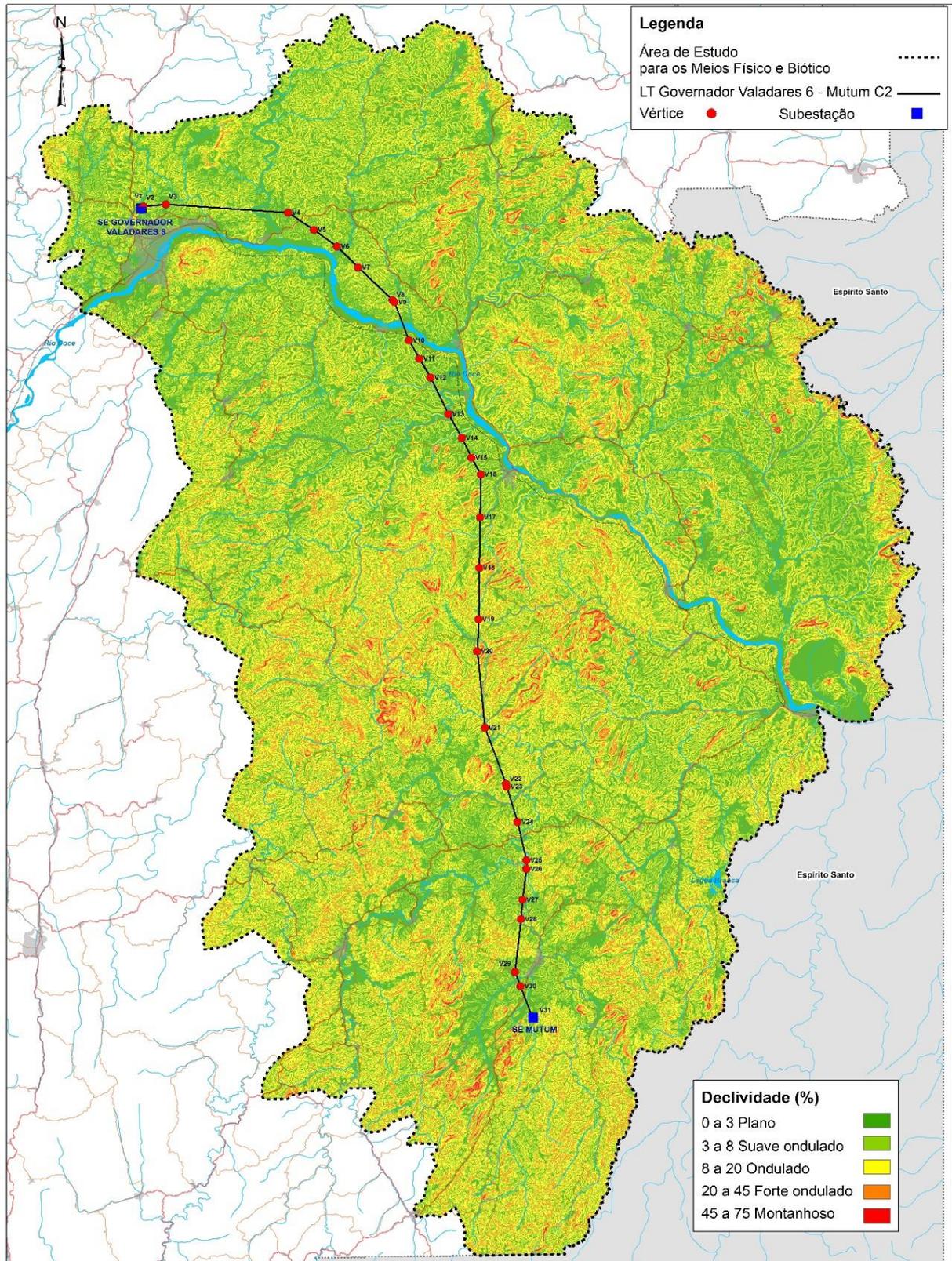


Figura 72 - Declividade na AE da LT

As declividades influem diretamente na distribuição dos tipos de solos. Em geral, quanto mais planos os terrenos, maior a tendência de predomínio de processo de pedogênese (formação de solo), enquanto o processo de morfogênese (desgaste ou esculturação do relevo) predomina em terrenos com relevo mais acidentado. Desse modo, as áreas planas tenderiam a formar solos profundos, pela maior probabilidade de infiltração da água das chuvas e sua ação na decomposição das rochas, ao passo que as áreas com relevo mais movimentado tenderiam a formar solos rasos ou nem mesmo permitir a sua formação, já que a força da gravidade aumentaria o transporte dos materiais fragmentados ou decompostos. Entretanto, a relação pedogênese-morfogênese também é influenciada por outros fatores, como o clima e a presença ou ausência de cobertura vegetal.

A AE apresenta suas maiores altitudes nas porções sul e central, condicionado principalmente pelas intrusões graníticas, apresentando remanescentes de superfícies aplainadas e com diferentes padrões de dissecação, com amplitude topográfica de 1537 m.

7.1.4.2 Unidades Geomorfológicas

Regionalmente, a área se difere de outras regiões do país pela diversidade de domínios morfológicos, devido principalmente pela complexa atividade tectônica que atuou nas rochas constituintes do escudo brasileiro a partir do mesozoico, dobrando, falhando e fraturando tais rochas, somada às ações de ordens climáticas presentes na região.

Foi adotado para este trabalho a compartimentação e classificação geomorfológica propostas pela CPRM (2010). Desta forma, a AE da LT 500kV Governador Valadares 6 – Mutum, C2, foi compartimentada em 3 Domínios Geomorfológicos, baseado nos processos atuantes (agração ou denudação) e nos litotipos presentes. Os 3 Domínios Geomorfológicos da AE foram segmentados em 8 padrões de relevo (Figura 73 e Mapa de Geomorfologia da Área de Estudo, Anexo 21, Volume 4 – Tomo II).

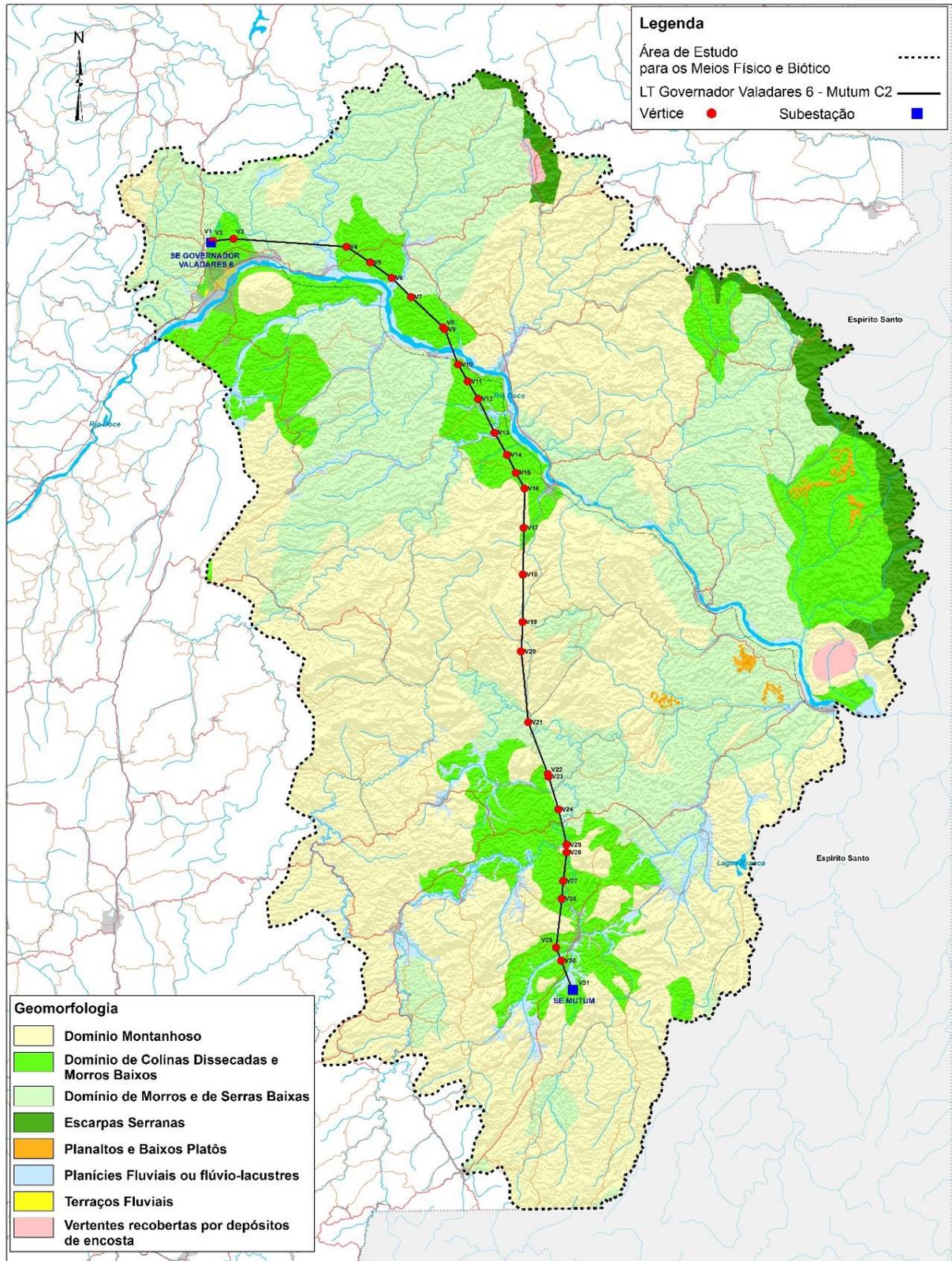


Figura 73 - Unidades Geomorfológicas na AE da LT

7.1.4.3 Área Diretamente Afetada

A ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 – Mutum, C2 está inserida no mesmo contexto geomorfológico da AE descrito anteriormente, e é constituída por dois Domínios Geomorfológicos e quatro padrões de relevo, baseado também nos processos atuantes (agração ou denudação) e nos litotipos presentes, Mapa de Geomorfologia da Área Diretamente Afetada, Volume 4 – Tomo II, Anexo 22

Os desníveis altimétricos na região da ADA variam de 128 a 1035 m, apresentando amplitude de 907 m. Os locais de maiores cotas altimétricas se concentram na porção central da ADA, associados aos litotipos da Suíte Galiléia e do Grupo Rio Doce, Mapa de Altitude da Área Diretamente Afetada, Volume 4 – Tomo II, Anexo 23).

O relevo predominante na ADA é caracterizado por ser suavemente ondulado a ondulado, com declividades que variam até 20%. Os locais de relevo fortemente ondulado a montanhoso, com declividades que variam de 20 a 45% e de 45 a 75% respectivamente, estão associados às intrusões graníticas, (Mapa de Declividade da Área Diretamente Afetada, Volume 4 – Tomo II, Anexo 24).

7.1.4.3.1 Domínio das Unidades Agradacionais

Correspondem à este Domínio, padrões de relevo condicionados às zonas de acumulação atual.

- **Planícies Fluviais ou Fluvioacustres**

São planícies de inundação e baixadas inundáveis, constituindo zonas de acumulação atual, sub-horizontais, compostas por depósitos arenoargilosos a argiloarenosos. Apresentam gradientes extremamente suaves e convergentes em direção aos cursos d'água principais (Figuras 74 a 77). São terrenos periodicamente inundáveis, mal drenados nas planícies de inundação e bem drenados nos terraços. Exibem amplitude de relevo nula (zero) e inclinação das vertentes variando entre 0-3° (CPRM, 2010).

Ocorre de forma descontínua na ADA, concentrando-se nas porções sul, englobando a Subestação de Mutum, e fragmentos da porção norte. Está associada às areias, cascalhos, argilas e siltes dos Depósitos Aluvionares, apresentando porosidade primária alta (>30%).



Figura 74 - Relevo de planícies fluviais ou fluviolacustres na ADA da LT

UTM 24K, 231.829E/7.885.974N



Figura 75 - Relevo de planícies fluviais ou fluviolacustres na ADA da LT

UTM 24K, 229.690E/7.890.127N



Figura 76 - Relevo de planícies fluviais ou fluviolacustres na ADA da LT

UTM 24K, 224.722E/7.899.740N



Figura 77 - Relevo de planícies fluviais ou fluviolacustres na ADA da LT

UTM 24K, 224.316E/7.900.819N

7.1.4.3.2 Domínio das Unidades Denudacionais em Rochas Cristalinas ou Sedimentares

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

- **Colinas Dissecadas e Morros Baixos**

Constituem colinas dissecadas, com vertentes convexo-côncavas e topos arredondados ou aguçados. Sistema de drenagem principal com deposição de planícies aluviais restritas ou em vales fechados (Figuras 78 a 83). Exibem amplitude de relevo que varia de 30 a 80 m e inclinação de vertentes de 5-20° (CPRM, 2010).

Há equilíbrio entre processos de pedogênese e morfogênese (formação de solos espessos e bem drenados). Atuação frequente de processos de erosão laminar e ocorrência esporádica de processos de erosão linear acelerada (sulcos, ravinas e voçorocas). Pode ocorrer geração de rampas de colúvios nas baixas vertentes (CPRM, 2010).

Na ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 – Mutum, C2, as feições dessa unidade ocorrem nas regiões sul e centro-norte, englobando a Subestação de Governador Valadares.

Este padrão de relevo ocorre associado aos metatonalitos da Suíte Galiléia, aos gnaisses, mármores, xistos e calcissilicáticas da Formação Tumiritinga e aos granodioritos gnáissicos do Complexo Juiz de Fora. Esses litotipos encontram-se intensamente dobrados e fraturados, estando relacionado à zonas de cisalhamento, com intemperismo físico e químico de moderado a alto, e porosidade primária baixa (0 a 15%).



Figura 78 - Relevo de colinas dissecadas e morros baixos na ADA da LT

UTM 24K, 241.669E/7.812.006N



Figura 79 - Relevo de colinas dissecadas e morros baixos na ADA da LT

UTM 24K, 241.809E/7.813.337N e 242.204E/7.817.765N



Figura 80 - Relevo de colinas dissecadas e morros baixos na ADA da LT

UTM 24K, 235.841E/7.869.027N e 233.259E/7.883.003N



Figura 81 - Relevo de colinas dissecadas e morros baixos na ADA da LT

UTM 24K, 221.321E/7.905.279N



Figura 82 - Relevo de colinas dissecadas e morros baixos na ADA da LT

UTM 24K, 216.920E/7.909.678N e 208.100E/7.916.339N



Figura 83 - Relevo de colinas dissecadas e morros baixos na ADA da LT

UTM 24K, 186.403E/7.917.179N

- **Morros e Serras Baixas**

Correspondem à morros convexo-côncavos dissecados com topos arredondados ou aguçados. Também se inserem nessa unidade morros de topo tabular (característico das chapadas intensamente dissecadas) e de topos planos. Esse padrão de relevo apresenta sistema de drenagem principal com planícies aluviais restritas (Figuras 84 a 87). Exibem amplitude de relevo que varia de 80 a 200 m e inclinação das vertentes entre 15-35° (CPRM, 2010).

Nesse padrão de relevo há predomínio de processos de morfogênese (formação de solos pouco espessos em terrenos declivosos), além da atuação frequente de processos de erosão laminar e linear acelerada (sulcos e ravinas), com ocorrência esporádica de processos de movimentos de massa. Pode ocorrer geração de colúvios e, subordinadamente, depósitos de tálus nas baixas vertentes (CPRM, 2010).

Ocorre nas porções centro-sul e norte da ADA, estando associado aos gnaisses e quartzitos da Formação Palmital, aos metatonalitos da Suíte Galiléia, aos gnaisses, mármores, xistos e calcissilicáticas da Formação Tumiritinga e aos granodioritos gnáissicos do Complexo Juiz de Fora. Estes litotipos encontram-se intensamente dobrados, fraturados e cisalhados, com intemperismo físico-químico variando de baixo a alto, e porosidade primária baixa (0 a 15%).



Figura 84 - Relevo de morros e serras baixas na ADA da LT

UTM 24K, 238.539E/7.835.230N



Figura 85 - Relevo de morros e serras baixas na ADA da LT

UTM 24K, 237.315E/7.838.763N e 236.955E/7.839.377N



Figura 86 - Relevo de morros e serras baixas na ADA da LT

UTM 24K, 206.226E/7.916.641N e 200.047E/7.917.066N



Figura 87 - Relevo de morros e serras baixas na ADA da LT

UTM 24K, 196.646E/7.917.271N

- **Domínio Montanhoso**

Correspondem a alinhamentos serranos, maciços montanhosos, front de *cuestas* e *hogback*. São formas muito acidentadas, com vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, escarpadas e topos de cristas alinhadas, aguçados ou levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus (Figuras 88 a 92). Exibem sistema de drenagem principal em franco processo de entalhamento. Apresentam amplitude de relevo acima de 300 m, podendo apresentar, localmente, desnivelamentos inferiores a essa medida. As inclinações de vertentes

variam entre 25-45°, com possível ocorrência de paredões rochosos subverticais (60-90°) (CPRM, 2010).

Nesse padrão de relevo há franco predomínio de processos de morfogênese (formação de solos rasos em terrenos muito acidentados), além da atuação frequente de processos de erosão laminar e de movimentos de massa. Pode haver geração de depósitos de tálus e de colúvios nas baixas vertentes (CPRM, 2010).

Ocorre principalmente concentrado na porção central da ADA, mas também em uma pequena faixa ao sul. Os litotipos associados incluem os gnaisses e quartzitos da Formação Palmital do Sul, os metatonalitos da Suíte Galiléia, os quartzitos da Formação José Pinto e os granitos da Suíte Urucum. Estas rochas encontram-se pouca a intensamente dobradas e fraturadas, estando em alguns pontos situadas em zonas de cisalhamento, apresentando amplitude topográfica que varia de 300 a 2000 m. Exibem intemperismo físico-químico de alto a baixo e porosidade primária baixa (0 a 15%).



Figura 88 - Relevo montanhoso na ADA da LT

UTM 24K, 236.340E/7.844.577N



Figura 89 - Relevo montanhoso na ADA da LT

UTM 24K, 236.094E/7.846.776N e 235.663E/7.858.295N

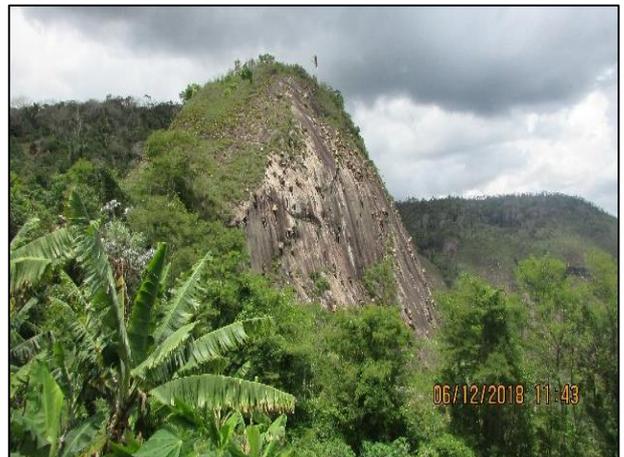


Figura 90 - Relevo montanhoso na ADA da LT

UTM 24K, 235.364E/7.851.762N



Figura 91 - Relevo montanhoso na ADA da LT

UTM 24K, 235.848E/7.863.944N



Figura 92 - Relevo montanhoso na ADA da LT

UTM 24K, 235.670E/7.866.198N e 236.014E/7.872.544N

7.1.5 Pedologia

O solo, objeto de estudo da Pedologia, é uma coleção de corpos naturais, constituído por partes sólidas, líquidas e gasosas, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos, os quais ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais de nosso planeta. Os solos são formados por seções aproximadamente paralelas, organizadas em camadas e/ou horizontes, os quais se distinguem do material de origem inicial, como resultado de adições, perdas, translocações e transformações. Portanto, os solos são resultantes das ações do tempo, de organismos vivos, do clima e de fatores do relevo sobre o material de origem (rochas) (SANTOS *et al.*, 2013).

O conjunto de horizontes é denominado perfil, o qual possui basicamente (quando bem desenvolvido) quatro tipos de horizontes, identificados pelas letras maiúsculas O, A, B e C, conforme a Figura 93. Assim, em termos gerais, do ponto de vista pedogenético (fatores de formação dos solos), quanto mais velho é um solo, maior é sua profundidade, mais plano é seu relevo e menor é sua riqueza em minerais (nutrientes).

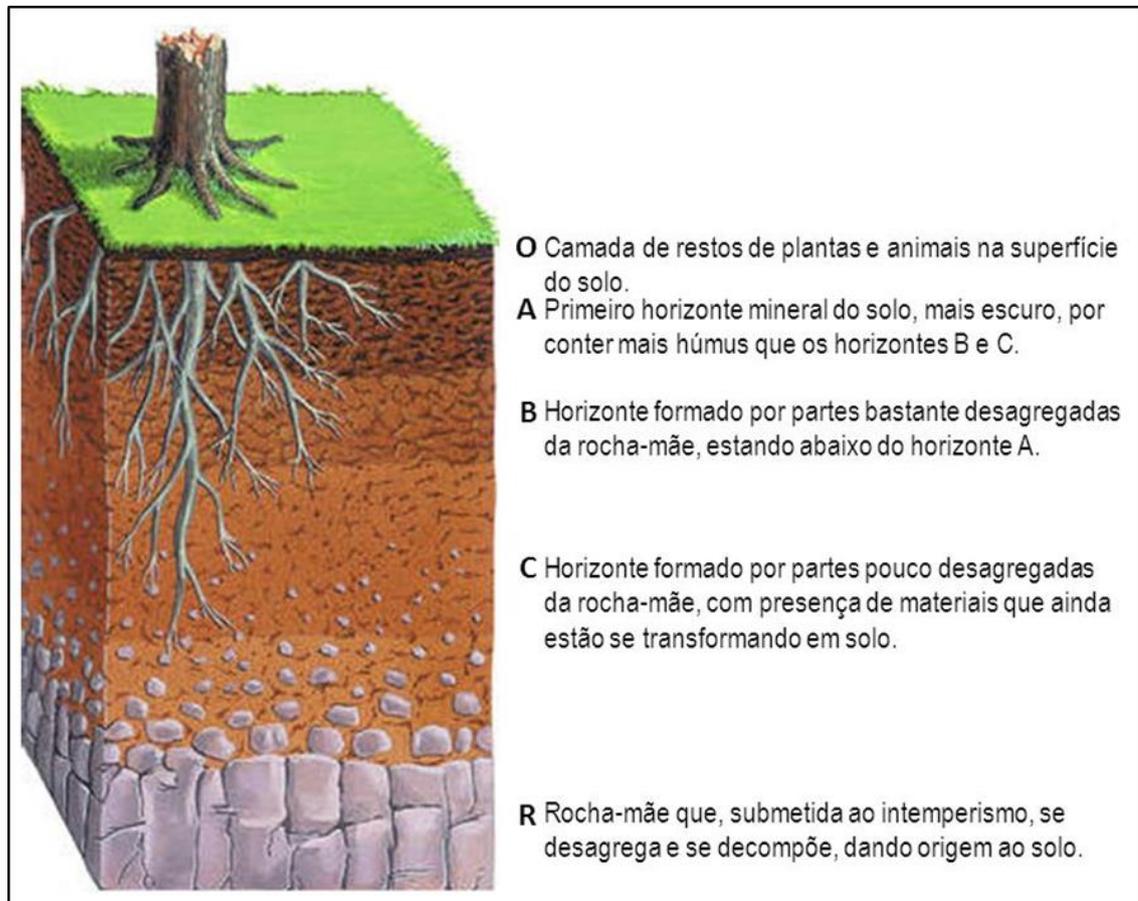


Figura 93 - Perfil de um solo com os principais horizontes

O levantamento pedológico da área de estudo esteve embasado nos dados do PROJETO RADAMBRASIL, referente à Folha SE.24 (NOVAES *et al.*, 1983) e nas informações do Serviço Geológico do Brasil, referente ao mapa pedológico de Minas Gerais em escala de 1:1.000.000 (<http://geobank.cprm.gov.br/>). A etapa de campo permitiu melhorar a qualidade das informações e estabelecer melhor limite entre as classes de solo. A classificação pedológica foi realizada segundo o Sistema Brasileiro de Classificação do Solo, publicado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (SANTOS *et al.*, 2013).

Paralelamente, foram realizados estudos de suscetibilidade dos solos à erosão de cada classe pedológica, determinada de acordo com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT, 1990) e Xavier *et al.* (2010), que atualizaram a metodologia de Salomão (1999). Utilizou-se como dados de entrada, para esta metodologia, a classe pedológica (Tabela 22) e de declividade (Tabela 23), obtendo-se a suscetibilidade à erosão dos compartimentos pedológicos (Tabela 24).

Tabela 22 - Classes de erodibilidade dos solos

Classe de erodibilidade	Unidades Pedológicas
1 – Muito fraca	Latossolo Vermelho férrico; Latossolo Vermelho e Vermelho-Amarelo de textura média; solos hídromórficos em relevo plano; Gleissolos; Planossolos; Organossolos; Neossolo Quartzarênico em relevo plano.
2 – Fraca	Latossolo Amarelo e Vermelho-Amarelo de textura média argilosa; Latossolo Vermelho.
3 – Média	Argissolo Vermelho-Amarelo e Argissolo Vermelho não abruptos; Latossolo Vermelho e Vermelho-Amarelo de textura argilosa.
4 - Forte	Argissolo Vermelho-Amarelo de textura média-argilosa ou média ou média-arenosa; Cambissolos; Luvisolos (não abruptos, textura média/ argilosa e textura média); Plintossolos; Nitossolo em relevo suave-ondulado.
5 – Muito forte	Cambissolos; Neossolos Regolíticos, Litólicos e Neossolos Quartzarênicos em relevos suave-ondulado e ondulado; Plintossolos; Nitossolos em relevo ondulado; Vertissolos; Argissolo Vermelho e Vermelho-Amarelo abruptos.

Fonte: Adaptado de Xavier *et al.* (2010)

Tabela 23 - Classes de declividade e relevo correspondente

Declividade (%)	Relevo	Grau de potencialidade erosiva
0-3	Plano/Praticamente plano	Muito fraca
3-8	Suave ondulado	Fraca
8-20	Ondulado	Média
20-45	Forte ondulado	Forte
45-75	Montanhoso	Muito Forte

Fonte: Classe de declividade conforme Lemos e Santos (1996) e grau de suscetibilidade adaptado de Salomão (1999)

Tabela 24 - Classes de suscetibilidade à erosão laminar

Declividade (%)	Erodibilidade				
	1	2	3	4	5
0-3	V	V	V	IV	IV
3-8	V	V	IV	IV	III
8-20	V	IV	IV	III	II
20-45	IV	IV	III	II	I
45-75	IV	III	II	I	I

Fonte: IPT (1990)

De acordo com Salomão (1999), as classes de suscetibilidade à erosão significam:

Classe I – extremamente suscetível: os terrenos apresentam problemas complexos de conservação, sendo mais indicados para preservação ou para reflorestamento;

Classe II – muito suscetível: os terrenos apresentam problemas complexos de conservação, são parcialmente favoráveis à ocupação por pastagens, sendo mais apropriados para reflorestamento;

Classe III – moderadamente suscetível: terrenos que apresentam problemas complexos de conservação, sendo indicados para pastagens e culturas perenes;

Classe IV – pouco suscetível: terrenos que apresentam problemas especiais de conservação, indicados para pastagens e culturas perenes e, eventualmente, culturas anuais, porém, exigindo práticas mecânicas intensivas de controle de erosão; e

Classe V – suscetibilidade nula: terrenos sem problemas especiais de conservação, podendo ser utilizado com qualquer tipo de cultura. Em solos encharcados técnicas especiais de conservação são necessárias.

Com o intuito de melhorar a qualidade das informações e estabelecer melhor limite entre as classes de solo, foram realizadas visitas exploratórias na região da AE e ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2, nas quais sítios amostrais distribuídos pela área foram percorridos. Em campo foram analisados os perfis dos solos e coletou-se amostras para análise física e química. Fotografias e apontamentos de campo também subsidiaram a caracterização da região.

A escolha dos pontos de amostragem, as ferramentas utilizadas, a metodologia para coleta das amostras de solo, a identificação e o armazenamento foram realizados de acordo com os preceitos estabelecidos pela Embrapa (2014) (Figura 94), assim como os laudos técnicos laboratoriais.



Figura 94 - Coleta de amostras para análises físico-químicas do solo na AE e ADA da LT

7.1.5.1 Solos da Região

Na AE da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2, identificou-se quatro classes de solo: Argissolo, Cambissolo, Latossolo e Neossolo Litólico (Figura 95, Mapa de Pedologia da Área de Estudo, Volume 4 – Tomo II, Anexo 25). Observa-se que a classe pedológica mais

abrangente é o Argissolo, que se subdivide em Argissolo Vermelho Escuro e Argissolo Vermelho-Amarelo. O Latossolo, representado pela subclasse Vermelho Amarelo, e o Neossolo Litólico ocorrem de maneira descontínua nas porções central e sul, enquanto o Cambissolo é encontrado nas regiões leste e noroeste da AE.

De acordo com o relevo (declividade) e o tipo de solo foram identificadas cinco classes de suscetibilidade à erosão: extremamente suscetível, muito suscetível, moderadamente suscetível, pouco suscetível e suscetibilidade nula (Figura 96, Mapa de Suscetibilidade à Erosão da Área de Estudo, Volume 4 – Tomo II, Anexo 26).

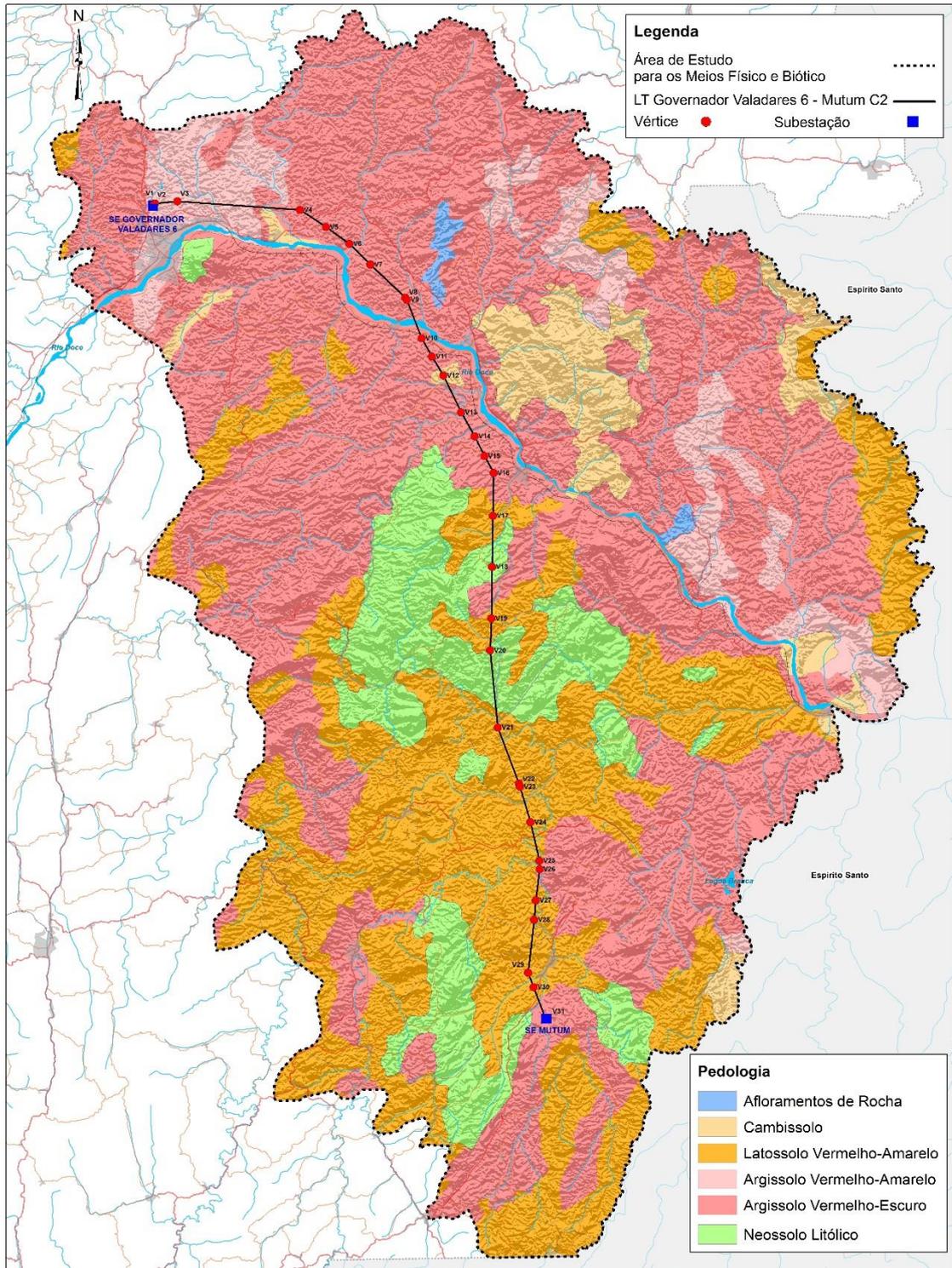


Figura 95 - Solos presentes na AE da LT

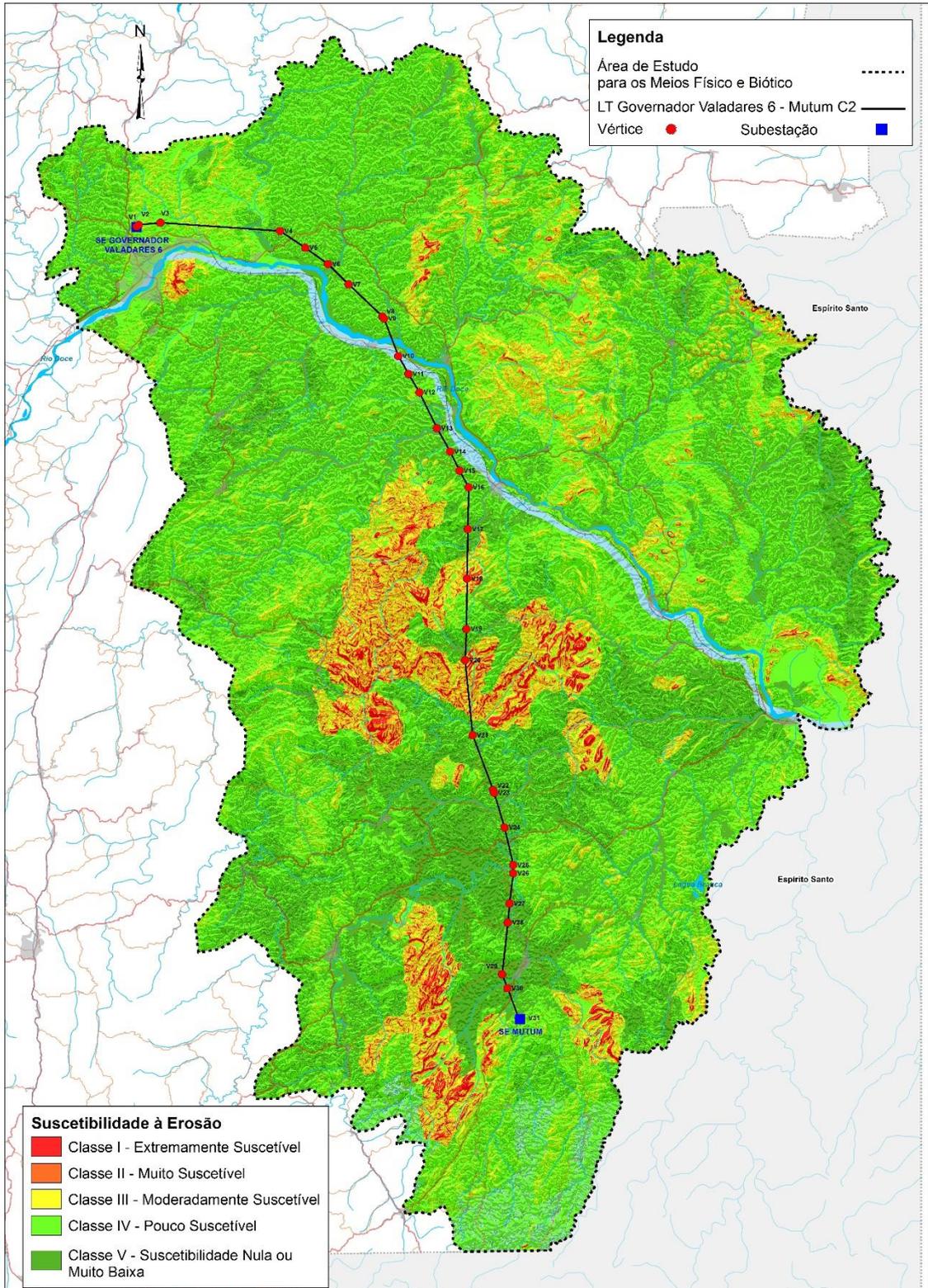


Figura 96 - Suscetibilidade à erosão dos solos AE da LT

7.1.5.2 Área Diretamente Afetada

Na ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2 foram diagnosticadas as mesmas quatro classes pedológicas constituintes da AE (Mapa de Pedologia da Área Diretamente Afetada, Volume 4 – Tomo II, Anexo 27), os quais são: Argissolo, Latossolo, Neossolo Litólico e Cambissolo. As particularidades destes solos serão discutidas a seguir, também serão apresentadas as características de suscetibilidade à erosão (Mapa de Suscetibilidade à Erosão da Área Diretamente Afetada (Volume 4 – Tomo II, Anexo 28), ambientes de ocorrência, potencialidades e limitações quanto ao uso agrícola e particularidades referentes ao manejo.

Foram considerados ainda os acessos projetados às Torres e caminhos de serviço que necessitarão ser abertos durante a fase de implantação, que serão utilizados durante os períodos construtivo e operacional do empreendimento.

Através da análise do projeto conceitual de abertura de acessos e caminhos de serviço é possível inferir que as vias de acesso localizadas na porção central e sul da ADA, estão situadas em locais de elevada fragilidade ambiental, justificada pelo fato da alta suscetibilidade à ocorrência de processos erosivos somada aos Terrenos Granítico-Gnáissico e Xistoso e Quartzítico com relevo acidentado e declividades acentuadas, condicionando uma série de particularidades quanto à restrições e comportamento geotécnico, anteriormente descritos.

As vias de acesso projetadas para as demais regiões da ADA, incidem em áreas de baixa a moderada suscetibilidade ao desencadeamento de processos erosivos que, apesar da ocorrência de declividades menos acentuadas, possuem também uma série de restrições quanto ao comportamento geotécnico de seus solos e litotipos.

Ressalta-se que todos os acessos e caminhos projetados estão dotados de medidas antierosivas, tanto preventivas quanto corretivas, em que o dimensionamento e traçado será considerado de acordo com cada particularidade, como tamanho e terreno onde localiza-se o acesso.

Salienta-se que trata-se de uma análise prévia sobre o projeto conceitual dos acessos e caminhos de serviço que serão abertos ou recondicionados. Uma análise pormenorizada e mais precisa será possível somente após elaboração do projeto executivo.

7.1.5.2.1 Argissolos

Representados na ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2 por Argissolo Vermelho Escuro e Argissolo Vermelho Amarelo, esta classe pedológica corresponde, no geral, à solos medianamente profundos a profundos, moderadamente drenados, com horizonte B textural, de cores vermelhas a amarelas e textura argilosa, abaixo de um horizonte A ou E de cores mais claras e textura arenosa ou média, com baixos teores de matéria orgânica. Apresentam argila de atividade baixa e saturação por bases alta. Desenvolvem-se a partir de diversos materiais de origem, em áreas de relevo plano a montanhoso.

A maioria dos solos desta classe apresenta um evidente incremento no teor de argila, com ou sem decréscimo, do horizonte B para baixo no perfil. A transição entre os horizontes A e B é, usualmente clara, abrupta ou gradual.

De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), os solos correspondentes à essa classe podem apresentar horizontes alíticos (altos teores de alumínio), distróficos (baixa saturação de bases) ou eutróficos (alta saturação de bases), sendo normalmente ácidos.

- **Ambientes de Ocorrência e Aptidão Agrícola**

Ocorrem em diferentes condições climáticas e de material de origem. Sua ocorrência está relacionada, em sua grande maioria, a paisagens de relevos mais acidentados e dissecados, com superfícies menos suaves.

Nas porções central e norte da ADA, distribuídos de maneira contínua está presente o Argissolo Vermelho Escuro eutrófico, caracterizado por apresentar saturação por bases acima dos 50%. Nesta região apresentam horizonte A moderado com textura média/argilosa e argilosa/muito argilosa e, pontualmente mudança textural abrupta com horizonte A chernozêmico com argila de alta atividade, condicionando relevo ondulado a suavemente ondulado (Figuras 97 e 98).



Figura 97 - Argissolo Vermelho Escuro na ADA da LT

UTM 24K, 243.484E/7.798.422N



Figura 98 - Relevo suavemente ondulado ADA da LT

UTM 24K, 243.484E/7.798.422N

Quanto à aptidão agrícola é indicado para uso com lavouras anuais no sistema de manejo rudimentar e intermediário, apresentando regularidade para os níveis A e B e restrições para o nível C. Tratam-se, em geral de solos com pH apresentando variação entre 5,0 e 6,0

109

quantitativamente homogêneos quanto à sua composição das frações argila, silte, porém com predomínio de areia (Tabela 25).

Tabela 25 - Análise química e física de um Argissolo Vermelho Escuro (UTM 24K, 243.480E/7.798.421N)

Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P
cmol _c dm ⁻³				mg dm ⁻³			
3,1	2,5	0,6	0,0	1,8	0,164	64,0	1,0
CTC	V	m	Ca/Mg	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	H+Al/CTC
cmol _c kg ⁻¹	%	%	-	%			
5,06	64	0	4,2	49,0	11,8	3,2	35,3
Mat.Org.	CO	CaCl ₂	H ₂ O	Argila	Silte	Areia	
%	pH		g kg ⁻¹				
1,2	-	5,4	-	170,0	120,0	710,0	

P – fósforo determinado por Melich 1; **V** – saturação por bases; **m** – saturação por alumínio.

Já o Argissolo Vermelho Amarelo, que ocorre de maneira restrita na região norte da ADA, próximo de onde está projetada a Subestação Governador Valadares, apresenta geralmente condição química de baixo potencial nutricional abaixo da camada arável, devido à alta saturação por alumínio, e textura média argilosa à argilosa (Figura 99).



Figura 99 - Argissolo Vermelho Amarelo na ADA da LT
 UTM 24K, 186.403E/7.917.179N

Quanto à aptidão agrícola, apresentam regularidade para lavoura no nível de manejo B e restrições para os níveis A e C. Tratam-se, em geral, de solos com pH apresentando variação em torno de 5,0 (Tabela 26), quantitativamente heterogêneos quanto à sua composição de argila, silte e areia, predominando as frações arenosas.

Tabela 26 - Análise química e física de um Argissolo Vermelho-Amarelo (UTM 24K, 236.484E/7.841.254N)

Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P
cmol _c dm ⁻³				mg dm ⁻³			
1,2	0,9	0,3	0,0	1,5	0,512	200,0	26,0
CTC	V	m	Ca/Mg	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	H+Al/CTC
cmol _c kg ⁻¹	%	%	-			%	
3,21	53	0	3,0	28,1	9,4	16,0	46,9
Mat.Org.	CO	CaCl ₂	H ₂ O	Argila	Silte	Areia	
%		pH			g kg ⁻¹		
1,2	-	5,0	-	150,0	80,0	770,0	

P – fósforo determinado por Melich 1; **V** – saturação por bases; **m** – saturação por alumínio.

- **Potencial, Limitações e Suscetibilidade**

Os Argissolos eutróficos, com boas condições físicas e em relevos mais suaves apresentam maior potencial para uso agrícola. Suas limitações estão mais relacionadas a baixa fertilidade, acidez, teores elevados de alumínio e a suscetibilidade aos processos erosivos, principalmente quando ocorrem em relevos mais movimentados.

Os Argissolos tendem a ser mais suscetíveis aos processos erosivos devido à relação textural presente nestes solos, que implica em diferenças de infiltração dos horizontes superficiais e subsuperficiais. No entanto, os de texturas mais leves ou textura média e de menor relação textural são mais porosos, possuindo boa permeabilidade, sendo, portanto, menos suscetíveis à erosão.

Pela compartimentação geomorfológica das áreas onde ocorrem o Argissolo Vermelho Escuro e o Argissolo Vermelho Amarelo, como declividades acentuadas e aspectos como supressão da vegetação e exposição do solo, foram diagnosticadas feições erosivas desencadeadas, além de pontos que apresentam alta suscetibilidade à ocorrência de processos erosivos na ADA (Figuras 100 a 105).



Figura 100 - Processos erosivos em Argissolo Vermelho Escuro na ADA da LT

UTM 24K, 243.528E/7.799.163N e 200.047E/7.917.066N



Figura 101 - Processos erosivos em Argissolo Vermelho Escuro na ADA da LT

UTM 24K, 224.316E/7.900.819N



Figura 102 - Processos erosivos em Argissolo Vermelho Escuro na ADA da LT

UTM 24K, 221.321E/7.905.279N



Figura 103 - Processos erosivos em Argissolo Vermelho Escuro na ADA da LT

UTM 24K, 226.830E/7.896.737N



Figura 104 - Processos erosivos em Argissolo Vermelho Escuro na ADA da LT

UTM 24K, 225.729E/7.900.489N



Figura 105 - Processos erosivos em Argissolo Vermelho Amarelo na ADA da LT

UTM 24K, 196.646E/7.917.271N

- **Manejo**

De acordo com as limitações relacionadas aos Argissolos, a sua utilização exige um manejo adequado com a adoção de correção, adubação e de práticas conservacionistas para o controle da erosão.

7.1.5.2.2 Latossolos

Os Latossolos são representativos na ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2, ocorrendo de maneira contínua, principalmente na porção sul da área estudada. Representado pela subclasse Latossolo Vermelho Amarelo, caracterizam-se por serem muito intemperizados, profundos e de boa drenagem (IBGE, 2007). São solos que estão presentes em relevo relativamente estáveis (pouco íngremes, com declividade raramente ultrapassando 7%, segundo Souza e Lobato (2004), onde a ação erosiva das chuvas pouco atua. Neste tipo de relevo os efeitos do clima e do tempo sobre as rochas atuam na intemperização vertical, conferindo a eles grandes profundidades (Lepsch, 2002).

Geralmente são considerados solos de intemperização, sendo definidos pelo SiBCS pela presença de horizonte diagnóstico latossólico e características gerais como: argilas com predominância de óxidos de ferro, alumínio, silício e titânio, argilas de baixa atividade, fortemente ácidos e baixa saturação de bases. Apresenta, normalmente, baixa fertilidade, exceto quando originados de rochas mais ricas em minerais essenciais às plantas, acidez e teor de alumínio elevados. Possuem boas condições físicas para o uso agrícola, associadas a uma boa permeabilidade por serem solos bem estruturados e muito porosos. Porém, devido aos mesmos aspectos físicos, possuem baixa retenção de umidade, principalmente os de textura mais grosseira em climas mais secos.

- **Ambientes de Ocorrência e Aptidão Agrícola**

Trata-se da classe pedológica de maior ocorrência no Brasil, sendo mais frequentes em regiões equatoriais e tropicais, podendo, no entanto, ocorrer em zonas subtropicais. Estão distribuídos sobre amplas e antigas superfícies de erosão: tabuleiros, chapadas, planaltos, terraços fluviais, estando associados normalmente a relevos planos e suave ondulados e, mais raramente, a áreas mais acidentadas (Figura 106).



Figura 106 - Latossolo Vermelho Amarelo na ADA da LT

UTM 24K, 236.484E/7.841.254N e 236.473E/7.840.625N

Na região da ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2, essa classe pedológica ocorre na região sul, apresentando aptidão regular para lavouras no nível de manejo B e restrita nos níveis A e C. No geral, são solos com pH apresentando variação em torno de 4,0 e 4,5 (Tabela 27), quantitativamente heterogêneos quanto à sua composição de argila, silte e areia, predominando as frações arenosas.

Tabela 27 - Análise química e física de um Latossolo Vermelho-Amarelo (UTM 24K, 236.484E/7.841.254N)

Hor	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P
	cmol _c dm ⁻³						mg dm ⁻³	
A	0,4	0,3	0,1	0,0	1,8	0,164	64,0	1,0
B	0,4	0,3	0,1	0,6	3,4	0,082	32,0	1,0
Hor	CTC	V	m	Ca/Mg	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	H+Al/CTC
	cmol _c kg ⁻¹	%	%	-	%			C
A	3,29	15	59	3,0	9,1	3,0	2,6	84,8
B	3,88	12	55	3,0	7,7	2,6	2,1	87,2
Hor	Mat.Org.	CO	CaCl ₂	H ₂ O	Argila	Silte	Areia	
	%	pH		g kg ⁻¹				
A	1,0	-	4,3	-	230,0	170,0	600,0	
B	0,7	-	4,3	-	230,0	170,0	600,0	

Hor – horizonte; **P** – fósforo determinado por Melich 1; **V** – saturação por bases; **m** – saturação por alumínio.

- **Potencial, Limitações e Suscetibilidade**

Os Latossolos são passíveis de utilização com culturas anuais, perenes, pastagens e reflorestamento. Normalmente, estão situados em relevo plano a suave-ondulado, com declividade que raramente ultrapassa 7%, o que facilita a mecanização. São profundos, porosos, bem drenados, bem permeáveis mesmo quando muito argilosos, friáveis e de fácil preparo. Apesar do potencial para agropecuária, parte de sua área deve ser mantida com reserva para proteção da biodiversidade desses ambientes.

Um fator limitante é a baixa fertilidade desses solos. Contudo, com aplicações adequadas de corretivos e fertilizantes, aliadas à época propícia de plantio de cultivares adaptadas, obtêm-se boas produções.

A grande percolação de água no perfil desses solos, associada à baixa CTC, pode provocar lixiviação de nutrientes. Essa é uma das razões por que os sistemas irrigados devem ser dimensionados, levando-se em conta a textura do solo. Dessa forma, evitam-se problemas de perdas de solo e, conseqüentemente, de nutrientes. No caso de plantios de sequeiro, a baixa capacidade de armazenamento de água dos Latossolos de textura média pode provocar grandes prejuízos no rendimento das culturas. Sistemas que preconizam a cobertura dos solos e que melhorem os teores de matéria orgânica e o conseqüente aumento da retenção de umidade do solo devem ser adotados.

Em Latossolos de textura média, com teores elevados de areia, suas estruturas assemelham-se às areias quartzosas, sendo muito suscetíveis à erosão, requerendo tratos conservacionistas e manejo cuidadoso. Inseridas na ADA, foram diagnosticadas algumas feições erosivas em áreas de ocorrência do Latossolo Vermelho Amarelo (Figuras 107 a 111).



**Figura 107 - Processos erosivos em áreas de ocorrência do Latossolo Vermelho Amarelo na ADA da
LT**

UTM 24K, 239.220E/7.833.561N



**Figura 108 - Processos erosivos em áreas de ocorrência do Latossolo Vermelho Amarelo na ADA da
LT**

UTM 24K, 238.639E/7.835.230N



**Figura 109 - Processos erosivos em áreas de ocorrência do Latossolo Vermelho Amarelo na ADA da
LT**

UTM 24K, 236.955E/7.839.377N



**Figura 110 - Processos erosivos em áreas de ocorrência do Latossolo Vermelho Amarelo na ADA da
LT**

UTM 24K, 236.734E/7.840.625N e 235.936E/7.858.844N



Figura 111 - Processos erosivos em áreas de ocorrência do Latossolo Vermelho Amarelo na ADA da LT

UTM 24K, 235.805E/7.858.641N

- **Manejo**

O manejo dos Latossolos requer, de um modo geral, a adoção de correção de acidez, adubação e, nos climas mais secos, de irrigação em função da exigência da cultura. São normalmente resistentes aos processos erosivos, devido às boas condições físicas. No entanto, verifica-se que o uso intensivo de mecanização tem ocasionado a compactação destes solos, tornando-os mais suscetíveis à erosão.

A baixa CTC desses solos pode ser melhorada, adotando-se práticas de manejo que promovam a elevação dos teores de matéria orgânica do solo, uma vez que a CTC depende essencialmente dela. Plantio direto, associado à rotação de culturas, pode permitir a elevação desses teores.

7.1.5.2.3 Neossolos Litólicos

Essa classe pedológica caracteriza-se pela ocorrência em regiões semiáridas, principalmente nas áreas onde são encontrados afloramentos rochosos. São muito pouco desenvolvidos, rasos, não hidromórficos, apresentando horizonte A diretamente sobre a rocha ou horizonte C de pequena espessura. São normalmente pedregosos e/ou rochosos, moderadamente a excessivamente drenados com horizonte A pouco espesso, cascalhento, de textura predominantemente média, podendo também ocorrer solos de textura arenosa, siltosa ou argilosa.

Podem ser distróficos ou eutróficos, ocorrendo geralmente em áreas de relevo suave ondulado a montanhoso.

- **Ambientes de Ocorrência e Aptidão Agrícola**

Distribui-se de maneira irregular e descontínua na porção central da ADA do empreendimento, usualmente em áreas mais acidentadas, em maiores extensões contendo afloramentos de rocha.

Caracterizado como uma classe de baixa profundidade e, conseqüentemente, baixa capacidade de retenção de água, a maior parte de seu volume é composta por fragmentos de rochas (Figura 112). Ocorrendo em relevo declivoso, fortemente ondulado à montanhoso e ainda associado à afloramentos rochosos (Figura 113), essa classe apresenta textura média arenosa e pH médio variando de 5,5 a 6,0, se enquadrando na classe de inaptidão agrícola, devendo ser usado para a conservação do ambiente (Tabela 28).



Figura 112 - Neossolo Litólico na ADA da LT

UTM 24K, 235.848E/7.863.944N



Figura 113 - Relevo na região do Neossolo Litólico na ADA da LT

UTM 24K, 235.848E/7.863.944N

Tabela 28 - Análise química e física de um Neossolo Litólico (UTM 24K, 235.848E/7.863.944N)

Hor	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P
	cmol _c dm ⁻³						mg dm ⁻³	
A	2,5	2,0	0,5	0,0	1,1	0,128	50,0	1,0
B	2,7	2,1	0,6	0,0	1,8	0,072	28,0	1,0
Hor	CTC	V	m	Ca/Mg	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	H+Al/CTC
	cmol _c kg ⁻¹	%	%	-	%			
A	3,73	71	0	4,0	54,1	13,5	3,5	29,7
B	4,57	60	0	3,5	45,7	13,0	1,6	39,1
Hor	Mat.Org.	CO	CaCl ₂	H ₂ O	Argila	Silte	Areia	
	%	pH		g kg ⁻¹				
A	0,7	-	5,7	-	340,0	220,0	440,0	
B	0,7	-	5,9	-	200,0	200,0	600,0	

Hor – horizonte; **P** – fósforo determinado por Melich 1; **V** – saturação por bases; **m** – saturação por alumínio.

- **Potencial, Limitações e Suscetibilidade**

Apresentam poucas alternativas de uso por se tratar de solos rasos ou muito rasos e usualmente rochosos e pedregosos. Situa-se em áreas acidentadas de serras e encostas íngremes, normalmente com problemas de erosão laminar e em sulcos.

A pequena espessura do solo, com frequente ocorrência de cascalhos e fragmentos de rocha no seu perfil, condicionam à esta classe uma elevada suscetibilidade à erosão, principalmente em áreas de relevo acidentado, onde estes solos ocorrem com maior frequência, sendo estas as

limitações mais comuns para este tipo de solo. Nos solos distróficos e álicos, há ainda o problema da baixa fertilidade natural. Devido à sua constituição e particularidades quanto à composição, textura e estrutura, foram diagnosticadas áreas com ocorrência de processos erosivos na ADA (Figuras 114 a 117).

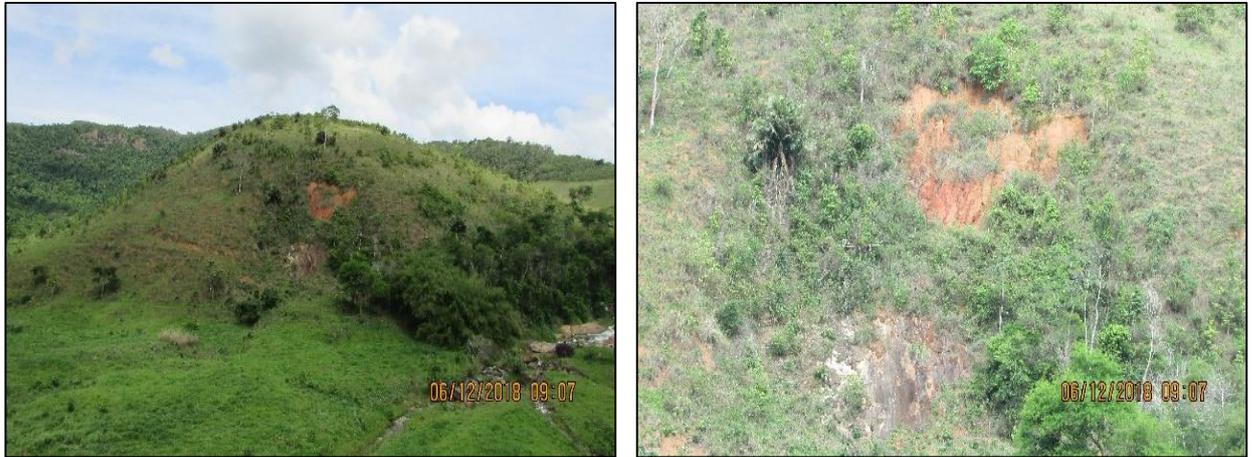


Figura 114 - Processos erosivos em áreas de Neossolos litólicos na ADA da LT

UTM 24K, 236.094E/7.846.776N



Figura 115 - Processos erosivos em áreas de Neossolos litólicos na ADA da LT

UTM 24K, 235.179E/7.864.267N



Figura 116 - Processos erosivos em áreas de Neossolos lítólicos na ADA da LT

UTM 24K, 234.519E/7.865.132N

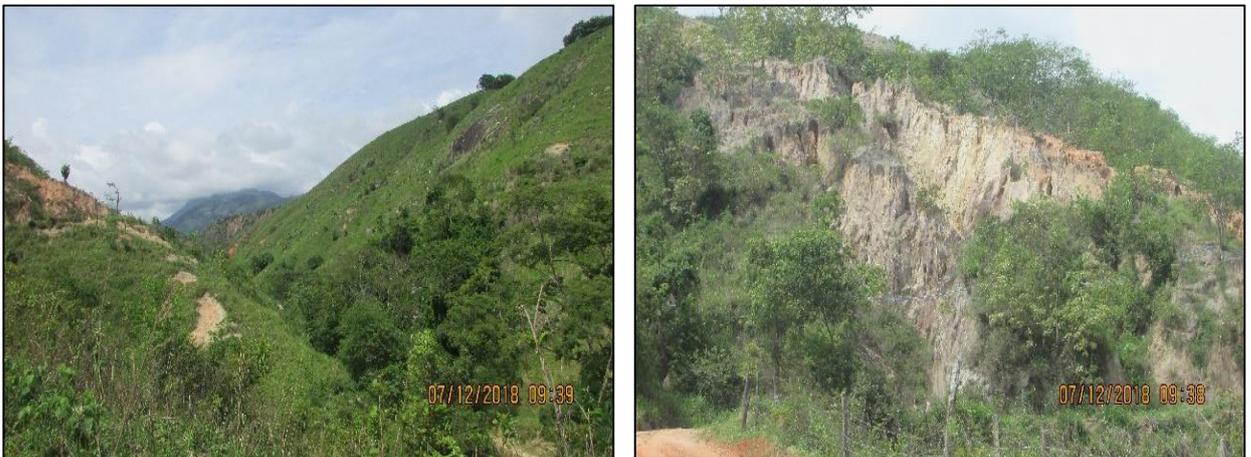


Figura 117 - Processos erosivos em áreas de Neossolos lítólicos na ADA da LT

UTM 24K, 235.670E/7.866.198N

- **Manejo**

São solos raramente utilizados na agropecuária devido às suas características, sendo necessário um manejo de contenção de erosão, pois estão em sua grande maioria localizados nas encostas.

7.1.5.2.4 Cambissolos

São solos constituídos por material mineral, com horizonte B. Devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, as características destes solos variam muito de um local para outro.

São solos fortemente, até imperfeitamente, drenados, rasos a profundos, de cor bruna ou bruno-amarelada, e de alta a baixa saturação por bases e atividade química da fração coloidal. O horizonte B incipiente (Bi) tem textura franco-arenosa ou mais argilosa, e o solum, geralmente, apresenta teores uniformes de argila, podendo ocorrer ligeiro decréscimo ou um pequeno incremento de argila do horizonte A para o Bi. A estrutura do horizonte B pode ser em blocos, granular ou prismática, havendo casos, também, de solos com ausência de agregados, com grãos simples ou maciços.

- **Ambientes de Ocorrência e Aptidão Agrícola**

São identificados em diversos ambientes, estando normalmente associados a áreas de relevos muito movimentados podendo, no entanto, ocorrer em áreas planas (baixadas) fora da influência do lençol freático. Na ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2 ocorre de maneira restrita e pontual na região norte da área estudada.

Caracterizado como uma classe de baixa profundidade (Figura 118) ocorre em áreas com declividades moderada a acentuada, condicionando um relevo ondulado. Com textura média a argilosa, e pH médio variando de 5,5 a 6,0, se enquadra na classe de terras inaptas para lavoura e pastagens plantadas, porém boas para silvicultura e regulares para pastagens naturais (Tabela 29).



Figura 118 - Cambissolo na ADA da LT

UTM 24K, 228.942E/7.891.281N

Tabela 29 - Análise química e física de um Cambissolo (UTM 24K, 228.942E/7.891.281N)

Hor	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P
	cmol _c dm ⁻³						mg dm ⁻³	
A	6,9	6,1	0,8	0,0	2,1	0,230	90,0	2,0
B	6,4	5,5	0,9	0,0	1,5	0,154	60,0	1,0
Hor	CTC	V	m	Ca/Mg	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	H+Al/CTC
	cmol _c kg ⁻¹	%	%	-	%			-
A	9,23	78	0	7,6	66,3	8,7	2,5	22,8
B	8,05	81	0	6,1	67,9	11,1	1,9	18,5
Hor	Mat.Org.	CO	CaCl ₂	H ₂ O	Argila	Silte	Areia	
	%		pH		g kg ⁻¹			
A	1,0	-	5,6	-	250,0	310,0	440,0	
B	1,0	-	5,7	-	370,0	310,0	320,0	

Hor – horizonte; **P** – fósforo determinado por Melich 1; **V** – saturação por bases; **m** – saturação por alumínio.

- Potencial, Limitações e Suscetibilidade**

Em áreas mais planas, os Cambissolos, principalmente os de maior fertilidade natural, argila de atividade baixa e de maior profundidade, apresentam potencial para o uso agrícola. Já em ambientes de relevos mais declivosos, os Cambissolos mais rasos apresentam fortes limitações para o uso agrícola relacionadas à mecanização e à alta suscetibilidade aos processos erosivos.

Os Cambissolos que apresentam espessura no mínimo mediana (50-100 cm de profundidade) e sem restrição de drenagem, em relevo pouco movimentado, eutróficos ou distróficos, apresentam bom potencial agrícola. Quando situados em planícies aluviais estão sujeitos a inundações, que se frequentes e de média a longa duração são fatores limitantes ao pleno uso agrícola desses solos.

Apesar da elevada suscetibilidade à erosão, na ADA do empreendimento não foram encontrados processos erosivos nas áreas de ocorrência dessa classe pedológica.

- **Manejo**

O manejo adequado dos Cambissolos implica a adoção de correção da acidez e de teores nocivos de alumínio à maioria das plantas, além de adubação de acordo com a necessidade da cultura. Para os Cambissolos das encostas, além destas, há necessidade das práticas conservacionistas devido a maior suscetibilidade aos processos erosivos.

7.1.6 Sismicidade

A caracterização sismológica em regiões onde estão projetados empreendimentos de transmissão de energia deste porte permite a análise geológica e geotécnica de suas áreas de influência, possibilitando uma estimativa acerca do controle nas fases de implantação e de operação. Através de um diagnóstico contemplando uma série histórica e atividades de um monitoramento contínuo, torna-se possível a avaliação permanente da estabilidade dos terrenos, além de contribuir no entendimento do comportamento geotécnico regional.

Os estudos prévios das características sísmicas da região e do local onde está projetado o empreendimento tem como finalidade o reconhecimento do risco sísmico, uma vez que, a intensidade das vibrações causadas pelos abalos sísmicos pode afetar as estruturas civis construídas e os equipamentos mecânicos instalados. As condições geológicas da AE e ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2, seu arcabouço geotectônico e sua história sísmica são elementos cuja análise é necessária para uma avaliação das potencialidades sismogênicas da área.

Os dados sísmicos utilizados nesse trabalho estão disponíveis no acervo do grupo de pesquisa em sismologia do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da

Universidade de São Paulo. Esses dados fazem parte do Catálogo Sismológico Brasileiro e o presente trabalho utilizou a versão dos dados atualizados no ano de 2018. Foram levantados também os dados do Observatório Sismológico (OBSIS) da Universidade de Brasília, com o objetivo de alcançar maior precisão nas séries históricas analisadas.

7.1.6.1 Sismicidade Natural

A atividade sísmica natural pode ser entendida como uma brusca liberação de energia na crosta terrestre, em que o mecanismo é atribuído à ruptura do tipo rígido de maciços rochosos submetidos à concentração de tensões em profundidade, por conta de movimentos da litosfera. Quando as tensões ultrapassam o limite de resistência ao cisalhamento, blocos de rocha se rompem, preferencialmente ao longo de planos de descontinuidades pré-existentes, tais como falhas, fraturas ou zonas de cisalhamento, gerando vibrações que podem afetar ou não a superfície terrestre (COELHO, 1998).

Sismos ou terremotos são vibrações na crosta terrestre provocadas pela liberação de energia acumulada em um ponto, resultante de movimentações nas placas tectônicas. Quando o limite de resistência da rocha é superado pelos processos de esforço e deformação, há dissipação da energia acumulada na forma de ondas elásticas, que podem se propagar em todas as direções, fazendo o terreno vibrar intensamente (IAG/USP, 2012).

Tal energia é liberada na forma de ondas sísmicas e calor. As ondas sísmicas liberadas nesse processo causam a vibração das rochas que, quando chegam à superfície, podem provocar danos materiais e/ou desastres naturais. A distribuição e acúmulo de tensões na litosfera terrestre podem ser atribuídas, geralmente, aos processos descritos pela Teoria da Tectônica de Placas.

A Teoria da Tectônica de Placas admite que a camada externa da Terra, a Litosfera, é dividida em placas litosféricas ou tectônicas rígidas, as quais se movem independentemente sobre uma camada de rochas menos resistentes à deformação, denominada Astenosfera (KEAREY *et al.*, 2009).

A Geotectônica pondera que as regiões onde os terremotos são mais fortes e mais frequentes correspondem às bordas ou limites das placas. No interior das mesmas a sismicidade é relativamente mais branda, porque o acúmulo dos esforços geradores de eventos sísmicos tem uma ação mais lenta. O Brasil está situado no interior da Placa Sul-Americana (Figura 119), distante

de seus bordos leste e oeste, respectivamente representados pela Cadeia Meso-Atlântica e pela Zona de Subducção da Faixa Andina.

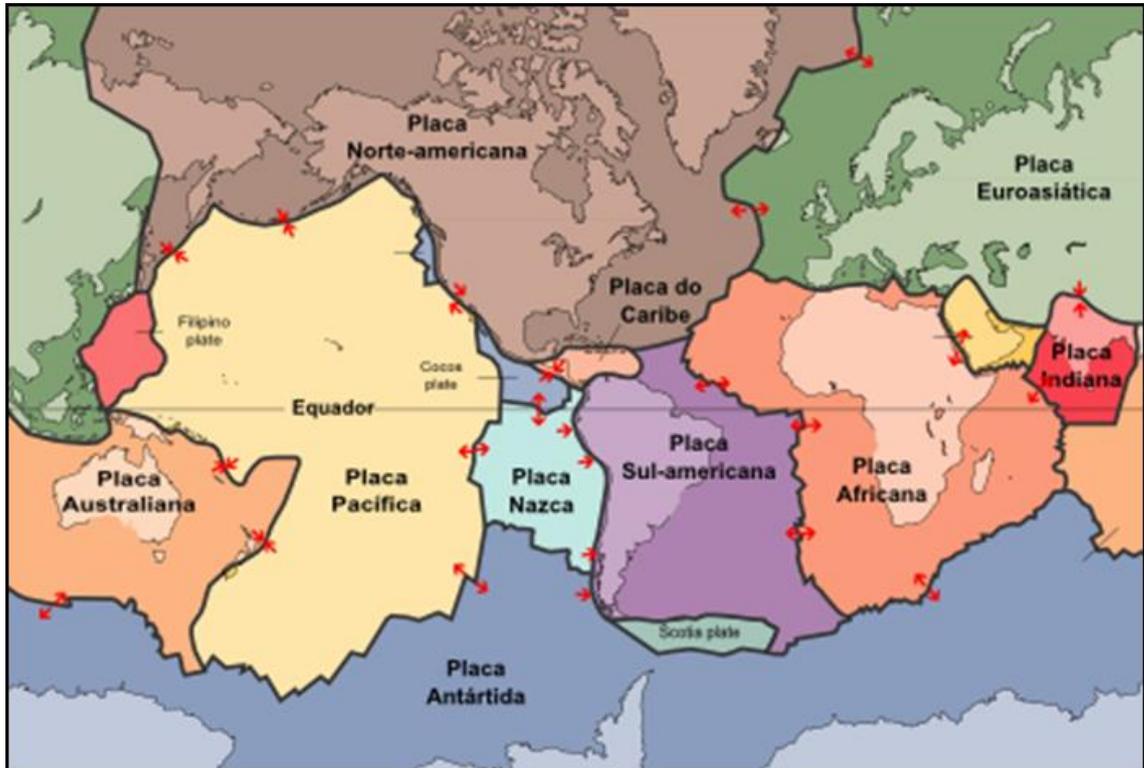


Figura 119 - Localização do Brasil no interior da Placa Tectônica Sul-americana

Fonte: USGS, 2010

Pela sua localização, o Brasil tem a maior parte de seu território afastado das áreas de maior risco sísmico, situadas nas bordas das placas tectônicas. Apesar de serem menos frequentes e, em geral de menor intensidade que os terremotos nas margens das placas, a sismicidade intraplaca possui importante papel nos estudos sismológicos. São importantes, sobretudo, na avaliação de riscos considerando a baixa atenuação das ondas sísmicas e a dificuldade de mapear e analisar as potenciais fontes sismogênicas (BARROS *et al.*, 2015).

A maior parte dos sismos brasileiros é de pequena magnitude, raramente excedendo 4.5 graus na escala Richter. Comumente eles ocorrem a pequenas profundidades (30 km) e, por isso, os tremores provocados são sentidos somente em um raio de poucos quilômetros do epicentro. Este é, quase sempre, o padrão de sismicidade esperado para regiões de interior de placas. É evidente que mesmo no interior das placas tectônicas, como do Brasil, não se pode descartar a

possibilidade da ocorrência de eventos sísmicos de alto poder destrutivo. A história tem mostrado que, mesmo em regiões consideradas de baixo risco sísmico, podem acontecer grandes terremotos.

7.1.6.2 Risco Sísmico

A região da AE da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2 está localizada numa região de atividade sismogênica relativamente baixa. De acordo com o Mapa de Risco Sísmico da América do Sul (Figura 120), o PGA (Peak Ground Acceleration) para o nível OBE (Operating Basis Earthquake) considerado está entre 0,2 e 0,4 m/s² (considera-se que o OBE tem 10% de probabilidade de ser excedido em 50 anos). Fica claro que, embora a AE esteja em uma das mais baixas faixas de risco sísmico dentro de toda a Placa Sul Americana, recebe influências diretas da atividade sísmica andina.

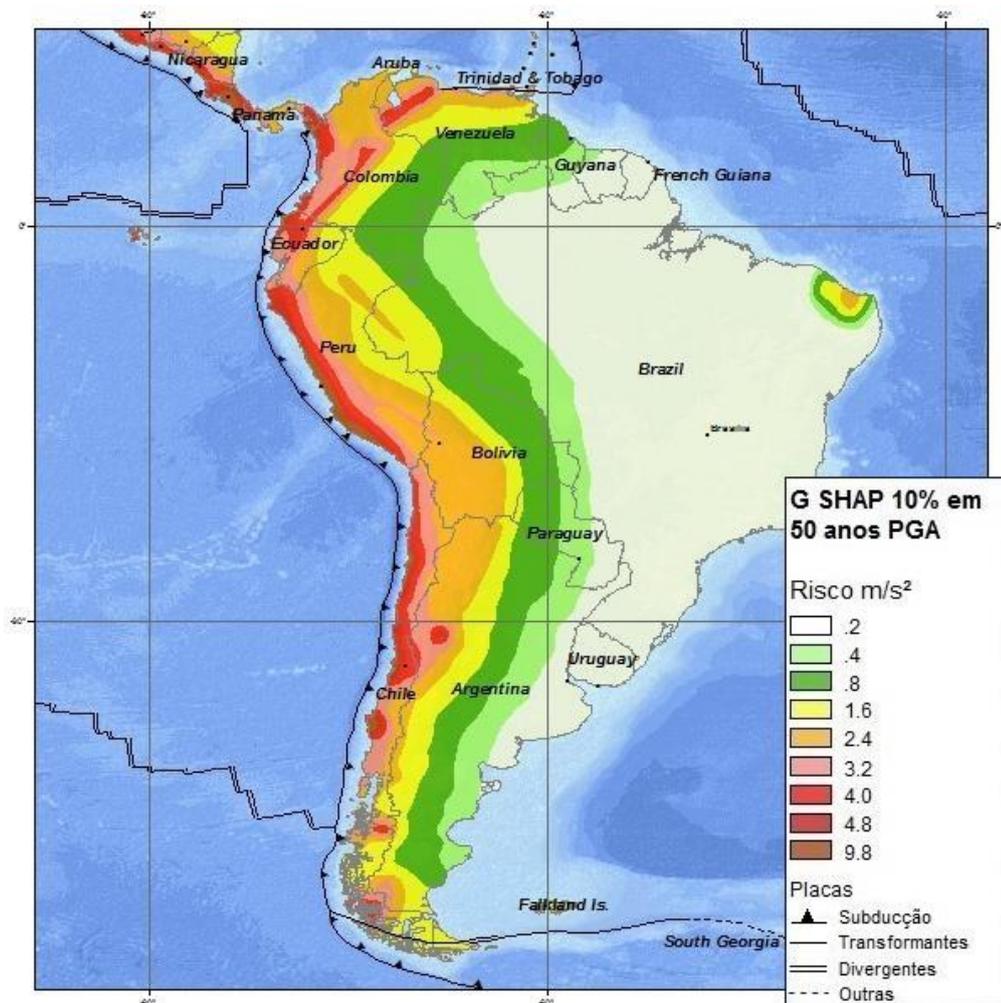


Figura 120 - Risco sísmico do Brasil

Fonte: USGS, 2012

O Brasil está situado no centro da placa Sul-Americana, que atinge até 200 km de espessura. Os sismos nessa localidade raramente possuem magnitude e intensidade elevadas. No entanto, existe a ocorrência de terremotos no território brasileiro, causados por desgastes na placa tectônica, promovendo possíveis falhas geológicas. Essas falhas, causadoras de abalos sísmicos, estão presentes em todo o território nacional, proporcionando terremotos de pequena magnitude. Alguns deles são considerados imperceptíveis na superfície terrestre.

Para caracterização, os dados foram obtidos tanto das estações sismológicas em operação, quanto as desativadas, em uma série histórica compreendida de 1955 até 2018. De acordo com o levantamento, no território nacional e região do entorno, predominam eventos sísmicos de magnitude entre 2 a 4° de intensidade. Os tremores de terra com magnitude igual ou superior a 4° de intensidade catalogados no país se concentram em regiões como nordeste e plataforma oceânica, que possuem a crosta um pouco menos espessa que no restante do país (Figura 121). Observa-se, no Estado de Minas Gerais, grande concentração de sismo de até 2° de intensidade.

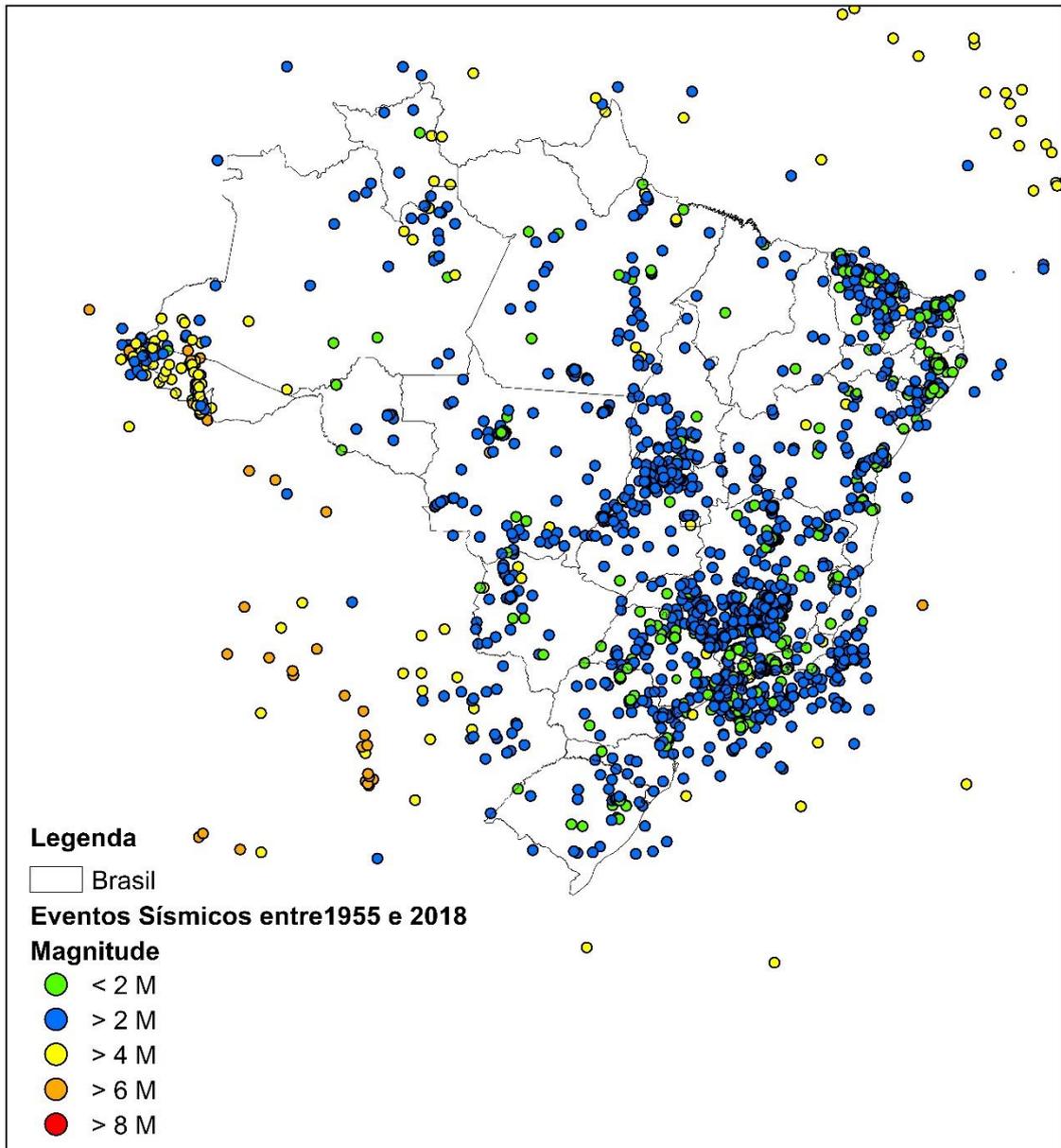


Figura 121 - Terremotos entre 1955 e 2018 ocorridos no Brasil

Fonte: IAG/USP, 2018

7.1.6.3 Sismicidade Induzida

Algumas atividades antropogênicas de larga escala apresentam um certo potencial para afetar o ambiente sismotectônico, desencadeando uma categoria especial de sismos denominados “sismos induzidos”. Como resultam da interação do homem com a natureza, na construção de grandes obras de engenharia, são também denominados sismos induzidos pelo homem.

Dentre as atividades humanas potencialmente indutoras de sismos, podemos citar explosões nucleares, injeção de fluidos sob pressão no subsolo, extração de fluidos do subsolo, alívio de carga em minas a céu aberto e enchimento de reservatórios artificiais em empreendimentos hidrelétricos. Normalmente mais fracos e potencialmente menos destrutivos que os sismos naturais, os sismos induzidos podem, todavia, causar os efeitos igualmente catastróficos. O presente empreendimento não apresenta esse tipo de interferência.

7.1.6.4 Área Diretamente Afetada

Apesar de considerar que o presente empreendimento não apresenta interferência na indução de sismos, devido ao seu porte, natureza e às suas particularidades operacionais, cumpre registrar os dados catalogados nas áreas de influência da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2.

De acordo com os dados catalogados, desde 1955 há apenas um registro inserido na AE da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2 e nenhum na ADA (Figura 122). O evento catalogado ocorreu no município de Mutum – MG com magnitude entre 2 e 4º, distando cerca de 12Km da faixa de servidão do empreendimento.

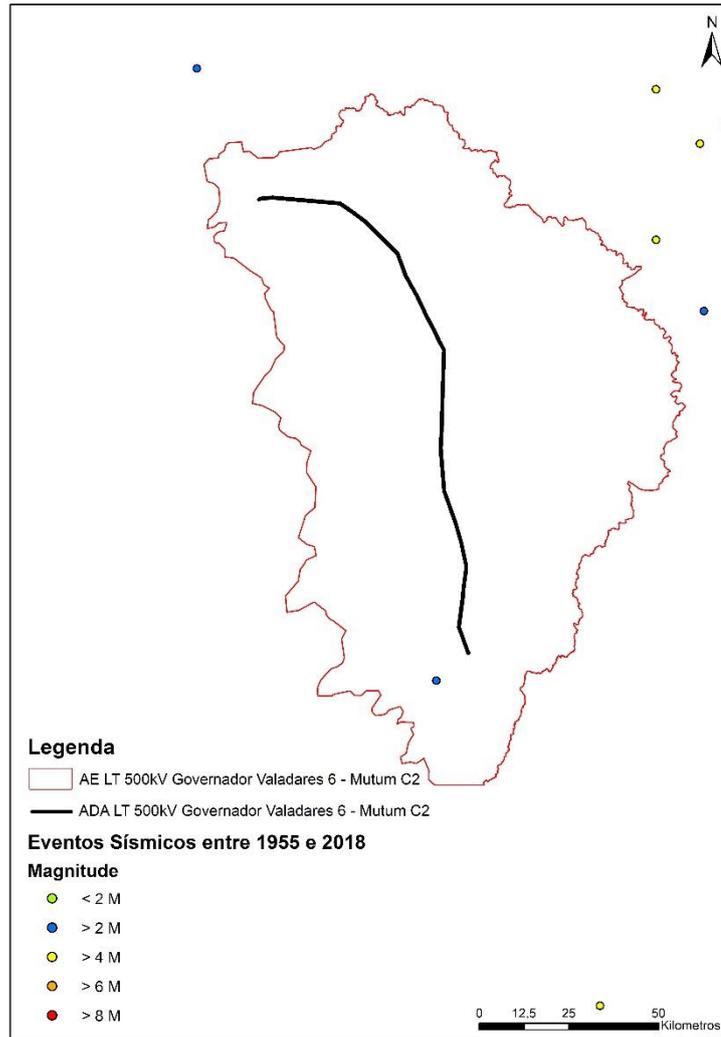


Figura 122 - Terremotos entre 1955 e 2018 ocorridos na região da AE e ADA

Fonte: IAG/USP, 2018

A descrição e os efeitos dos sismos de acordo com a sua magnitude, segundo a Escala Richter de Magnitude, são apresentados na Tabela 30.

Tabela 30 - Descrição dos efeitos dos sismos de acordo com sua magnitude

Magnitude	Descrição	Efeitos
<2M	Microsismos	Microsismos não perceptíveis pelos humanos
2M – 2,9M	Muito Pequeno	Geralmente não sentido, apenas detectado/registado por sismógrafos
3M – 3,9M	Pequeno	Frequentemente sentido, mas raramente causa danos
4M – 4,9M	Ligeiro	Tremor de objetos no interior de habitações, ruídos de choque entre objetos. Sismo significativo, mas sem probabilidade de causar danos importantes

Magnitude	Descrição	Efeitos
5M – 5,9M	Moderado	Pode causar danos importantes em edifícios mal concebidos e em zonas restritas. Provoca apenas leves danos em edifícios bem construídos
6M – 6,9M	Forte	Pode ser destruidor em áreas habitadas num raio de até 160 km em torno do epicentro
7M – 7,9M	Grande	Pode provocar danos graves com grande alcance
8M – 8,9M	Importante	Pode causar danos sérios num raio de várias centenas de km em torno do epicentro
9M – 9,9M	Excepcional	Devasta zonas num raio de milhares de km em torno do epicentro
>10M	Extremo	Desconhecido. Na história conhecida nunca foi registado um sismo desta magnitude

Fonte: USGS, 1958.

De acordo com a classificação adotada para este trabalho, o evento catalogado teve seus efeitos pouco perceptíveis, de baixa magnitude e que raramente apresentou potencialidade de causar danos.

7.1.7 Vulnerabilidade Geotécnica

Os estudos geotécnicos se fazem necessários a partir do momento em que se deseja fazer uso e ocupação de uma determinada área de forma segura e planejada, tendo uma importância decisiva na segurança do empreendimento durante e posteriormente a realização da obra. Portanto, além das características geológicas do terreno é fundamental ter o conhecimento sobre as características geomorfológicas, particularidades pedológicas, condições climáticas e hidrológicas. Somente assim é possível realizar o estudo de vulnerabilidade geotécnica e apresentar a carta geotécnica da área que irá receber o empreendimento.

As condições geotécnicas da área onde está projetada a instalação da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2 estão relacionadas à estabilidade estrutural inerente do terreno e das obras sobre ele apoiadas, sendo que solos, litologias e declividades constituem alguns dos elementos naturais balizadores da estabilidade. As intervenções no meio físico para implantação das obras do empreendimento na ADA irão alterar a condição natural do terreno, podendo afetar sua estabilidade em função principalmente de movimentos gravitacionais associados às elevadas declividades, quedas de blocos rochosos, erosões e assoreamentos associados ao movimento da água superficial.

Dentro desta perspectiva, as áreas de influência foram mapeadas baseando-se nas características e fragilidades do substrato rochoso, bem como nos padrões geomorfológicos, climáticos, hidrológicos e pedológicos.

7.1.7.1 Metodologia

Para a determinação da vulnerabilidade geotécnica das áreas de influência do empreendimento, foi necessária a análise integrada de alguns atributos do meio físico que constituem a AE e ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2. Para tal, foram utilizados dados primários e secundários de geologia e geotecnia, além de dados estruturais dos litotipos e particularidades geomorfológicas, hidrológicas, pedológicas e climatológicas da área de estudo, permitindo uma compartimentação acerca da vulnerabilidade, permitindo a classificação de acordo com restrições e comportamento geotécnico.

Para a análise integrada das variáveis adotadas, foi adotada a metodologia de Crepani *et al.* (2001), a qual sofreu adaptações para atender as especificidades deste trabalho. Crepani *et al.* (2001) baseiam-se na relação entre morfogênese/pedogênese, utilizada para análise de unidades de paisagem natural. Para construir uma escala de vulnerabilidade, Crepani *et al.* (2001) procuraram contemplar a maior variedade possível de categorias morfodinâmicas e, assim, desenvolveram um modelo que estabelece 21 classes de vulnerabilidade, distribuídas entre as situações em que há predomínio da pedogênese, passando por situações intermediárias e situações de predomínio dos processos de morfogêneses (Tabela 31).

Tabela 31 - Vulnerabilidade Geotécnica das Unidades Territoriais Básicas

Unidade	Média			Vulnerabilidade	Grau de Saturação			
					Vermelho	Verde	Azul	Cores
U1	↑	3,0	↓	Vulnerável	255	0	0	
U2		2,9			255	51	0	
U3		2,8			255	102	0	
U4	V	2,7	255		153	0		
U5	U	2,6	Moderadamente Vulnerável	255	204	0		
U6	L	2,5		255	255	0		
U7	N	2,4		204	255	0		
U8	E	2,3		153	255	0		
U9	R	2,2	Medianamente Estável/Vulnerável	102	255	0		
U10	A	2,1		51	255	0		
U11	B	2,0		0	255	0		
U12	I	1,9		0	255	51		
U13	L	1,8	I	0	255	102		

Unidade	Média			Vulnerabilidade	Grau de Saturação			
					Vermelho	Verde	Azul	Cores
U14	I	1,7	D	Moderadamente Estável	0	255	153	
U15	D	1,6	A		0	255	204	
U16	A	1,5	D		0	255	255	
U17	D	1,4	E		0	204	255	
U18	↑	E	1,3	Estável	0	153	255	
U19		1,2	0		102	255		
U20		1,1	0		51	255		
U21		1,0	0		0	255		

Fonte: Adaptado de Crepani *et al.* (2001).

O modelo utilizado neste diagnóstico é aplicado individualmente aos temas Geologia, Geomorfologia, Declividade, Pedologia, Clima, Hidrografia e Processos Erosivos instalados, que recebeu posteriormente um valor final para a vulnerabilidade. Esse valor é resultante da média aritmética dos valores individuais segundo uma equação que busca representar a posição da área dentro da escala de vulnerabilidade natural:

$$V = \frac{(G + R + D + S + C + H + P)}{7}$$

Em que:

V = Vulnerabilidade;

G = Vulnerabilidade para o tema Geologia;

R = Vulnerabilidade para o tema Geomorfologia;

D = Vulnerabilidade para o tema Declividade;

S = Vulnerabilidade para o tema Pedologia;

C = Vulnerabilidade para o tema Clima;

H = Vulnerabilidade para o tema Hidrografia;

P = Vulnerabilidade para o tema Processos Erosivos.

Dentro dessa escala de vulnerabilidade, as unidades que apresentam maior estabilidade são representadas por valores mais próximos de 1,0, as unidades de estabilidade intermediária são

representadas por valores ao redor de 2,0, enquanto que as unidades territoriais básicas mais vulneráveis apresentam valores mais próximos de 3,0.

A operação foi efetuada com a ferramenta *Raster Calculator* do aplicativo *Arcmap/Spatial Analyst*. Neste caso, cada pixel de cada tema é somado e a média é calculada, fornecendo o resultado local.

7.1.7.2 Descrição das Variáveis Consideradas

7.1.7.2.1 Geologia

Os dados referentes à constituição litológica foram obtidos através de trabalhos de mapeamentos geológicos regionais, além dos dados primários referentes ao diagnóstico ambiental.

Pensando apenas no grau de coesão das rochas, pode-se dizer que rochas pouco coesas estão mais propícias aos processos erosivos, modificadores das formas de relevo (morfogênese), enquanto que nas rochas bastante coesas, devem prevalecer os processos de intemperismo e pedogênese. Desta maneira foram atribuídos valores próximos à estabilidade (1,0) para as rochas que apresentaram maior grau de coesão; valores intermediários (próximos à 2,0) para as rochas que apresentaram valores moderados no seu grau de coesão; e valores próximos à vulnerabilidade (3,0) para as rochas que apresentaram os menores valores no seu grau de coesão, conforme estabelecidos por Crepani *et al.* (2001) (Tabela 32).

Tabela 32 - Valores de vulnerabilidade para Geologia

Variável	Unidade	Vulnerabilidade
Geologia	Depósitos Aluvionares	3,0
	Coberturas Detrito-Lateríticas Ferruginosas	3,0
	Granito Caladão	1,1
	Granito Padre Paraíso	1,1
	Granito Urucum	1,2
	Granito Palmital	1,1
	Suíte Carlos Chagas	1,1
	Tonalito Galiléia	1,2
	Tonalito São Vitor	1,3
	Tonalito Cuieté Velho	1,3
	Suíte Alto Capim	1,3
	Tonalito Derribadinha	1,2
	Tonalito Bom Jesus do Galho	1,1
	Fm. João Pinto	1,0
	Fm. Palmital do Sul	1,7
	Fm. São Tomé	1,7
	Fm. Tumiritinga	2,2
	Complexo Juiz de Fora	1,3

7.1.7.2.2 Geomorfologia

A compartimentação geomorfológica considerou as unidades ou padrões de formas que encontram-se identificadas pelo grau de dissecação da morfologia, tipos de modelados, características genéticas e formas predominantes. Os valores da escala de vulnerabilidade geomorfológica da área de estudo são estabelecidos através da análise de três parâmetros distintos, sendo eles dissecação do relevo pela drenagem, amplitude altimétrica e declividade.

Desta forma, quanto maiores forem os interflúvios (ou menor intensidade de dissecação), menores são os valores atribuídos às unidades de paisagem natural na escala de vulnerabilidade, ou seja, valores mais próximos à estabilidade (valores próximos a 1,0). Da mesma forma, as unidades de paisagem natural que apresentam os menores interflúvios (ou maiores intensidades de dissecação) recebem valores na escala de vulnerabilidade mais altos, próximos de 3,0.

Aplicando a metodologia de Crepani *et al.* (2001), deve-se observar para as formas de origem estrutural e denudacional que para os relevos planos a suavemente ondulados, os valores de vulnerabilidade variam de 1,0 a 1,6; para relevos ondulados dissecados em colinas, os valores de vulnerabilidade variam entre 1,7 e 2,3; e para relevos fortemente ondulados e escarpados dissecados em cristas, os valores de vulnerabilidade variam entre 2,4 e 3,0.

Na Tabela 33, encontram-se relacionadas as unidades de relevo adotadas neste item, e os valores de vulnerabilidade atribuídos a cada uma delas.

Tabela 33 - Valores de vulnerabilidade para Geomorfologia

Variável	Relevo	Vulnerabilidade
Geomorfologia	Planícies Fluviais	2,0
	Terraços Fluviais	2,0
	Domínio Montanhoso	2,7
	Domínio do Colinas Dissecadas e Morros Baixos	2,3
	Domínio de Morros e Serras Baixas	2,5
	Escarpas Serranas	2,7
	Planaltos e Baixos Platôs	1,5
	Vertentes Recobertas por Depósitos de Encosta	2,0

7.1.7.2.3 Declividade

Para esta variável, considerou-se que, quanto maior a declividade mais rapidamente a energia potencial das águas pluviais transforma-se em energia cinética, e maior é também a velocidade das massas de água e sua capacidade de transporte, responsáveis pela erosão que esculpe as formas de relevo (CREPANI *et al.*, 2001).

Desta forma, quanto maior for a declividade do terreno, maior será a probabilidade de o mesmo sair do seu equilíbrio dinâmico, podendo vir a ocorrer escorregamentos, carreamento de material superficial e processos erosivos. Os pesos atribuídos à declividade são apresentados na Tabela 34.

Tabela 34 - Valores de sensibilidade para Declividade

Variável	Declividade	Vulnerabilidade
Declividade	>50%	3,0
	20 a 50%	2,5
	6 a 20%	2,0
	2 a 6%	1,5
	0 a 2%	1,0

7.1.7.2.4 Pedologia

O levantamento pedológico da área de estudo para elaboração da carta de vulnerabilidade geotécnica, esteve embasado nos dados de mapeamentos regionais e resultados do diagnóstico ambiental.

Uma vez que a resistência dos solos aos processos erosivos é consequência de suas características físicas, como por exemplo estrutura, textura, profundidade, porosidade, permeabilidade e pedregosidade, considerou-se então a maturidade de cada classe pedológica, a qual representa um produto direto do balanço morfogênese/pedogênese, e os processos mecânicos do solo. Nesse caso, os solos jovens, ainda não totalmente estruturados, indicam um cenário de processos de morfogênese. As unidades pedológicas mais maduras, desenvolvidas e lixiviadas, indicam os locais com predomínio de pedogênese (CARVALHO, 2015).

De acordo com a metodologia adotada, uma unidade de paisagem é considerada estável quando favorece o processo pedogenético, provendo a ocorrência de solos bastante desenvolvidos, intemperizados e envelhecidos. Já a unidade de paisagem com predomínio de processo morfogenético é considerada instável, onde prevalece a formação do relevo e existe um processo de erosão do solo condicionado à formação e desenvolvimento deste.

Para Crepani *et al.* (2001), a maior ou menor suscetibilidade de um solo a sofrer os processos erosivos depende de diversos fatores e os mais importantes são: estrutura do solo, tipo e quantidade das argilas, permeabilidade e profundidade do solo e a presença de camadas impermeáveis. Deste modo, para atribuir os valores de vulnerabilidade, deve-se observar a evolução pedogenética dos solos, profundidade, ambientes de ocorrência, textura média,

erodibilidade e capacidade de infiltração da água, além de considerar o escoamento superficial difuso e concentrado das águas pluviais.

Sendo assim, foram atribuídos aos solos considerados mais estáveis valores próximos à 1,0, nas áreas onde ocorrem solos intermediários foram atribuídos valores de estabilidade próximos à 2,0, e valores próximos à 3,0 onde ocorrem solos vulneráveis. A Tabela 35 relaciona os valores de vulnerabilidade para as classes pedológicas que compõem a área estudada.

Tabela 35 - Valores de vulnerabilidade para Pedologia

Variável	Classe	Vulnerabilidade
Pedologia	Cambissolo	2,5
	Latosolo Vermelho Amarelo	1,0
	Argissolo Vermelho Amarelo	2,1
	Argissolo Vermelho Escuro	2,2
	Neossolo Litólico	3,0

7.1.7.2.5 Clima

Na metodologia adotada por este trabalho, a variável relacionada ao aspecto climático considera a intensidade e distribuição de precipitação durante o ano.

Neste caso, os dados climáticos, especificamente a pluviosidade, são considerados com o intuito de analisar a concentração de chuvas que podem acelerar processos erosivos e de movimento de massa. Os altos índices pluviométricos favorecem os processos modificadores do ambiente. Já os locais com chuvas menos concentradas, permitem um maior desenvolvimento do solo.

Portanto, a análise de informações referentes à pluviosidade e duração do período chuvoso, permite quantificar empiricamente o grau de vulnerabilidade à que uma unidade de paisagem está submetida. Os valores atribuídos à vulnerabilidade, segundo Crepani *et al.* (2001), consideram os intervalos às isoietas totais de precipitação anual (Tabela 36), em que áreas localizadas em regiões que apresentam menores índices pluviométricos anuais receberão valores próximos à 1,0 indicando estabilidade; áreas com índices pluviométricos intermediários receberam valores de vulnerabilidade próximos à 2,0; e em áreas localizadas em regiões com elevados índices pluviométricos anuais, deveriam ser atribuídos valores próximos à 3,0.

Tabela 36 - Valores de vulnerabilidade para o Clima

Variável	Isoietas	Vulnerabilidade
Clima	1000 a 1100	1,2
	1100 a 1200	1,2
	1200 a 1300	1,2

7.1.7.2.6 Hidrografia

A hidrografia foi avaliada segundo o pressuposto de que quanto maior a proximidade aos cursos d'água, maior é o potencial de interferência no corpo hídrico. A fragilidade desta variável foi embasada nas premissas legais do novo Código Florestal (Lei nº 12.727/12), considerando a relevância deste ambiente para a preservação ambiental, além dos aspectos técnicos associados.

Portanto, quanto maior a proximidade aos cursos d'água maior a relevância do ambiente sendo atribuído para essas áreas o valor 3,0, diminuindo gradativamente a medida em que se afasta do corpo hídrico (Tabela 37).

Tabela 37 - Valores de vulnerabilidade para a Hidrografia

Variável	Proximidade com corpo hídrico	Vulnerabilidade
Hidrografia	Cálculo em ambiente SIG	Variação entre 1,0 e 3,0

7.1.7.2.7 Processos Erosivos

Os processos erosivos presentes na área estudada possuem diferentes dimensões e intensidades. Esta variável foi considerada no cálculo de vulnerabilidade devido a possibilidade de novos desencadeamentos e/ou ampliação dos processos existentes na ADA.

Dessa maneira, em áreas com a presença de processos erosivos, os pesos relacionados são mais altos nos seus limites e diminuem conforme o afastamento dessas áreas (Tabela 38).

Tabela 38 - Valores de vulnerabilidade para os Processos Erosivos

Variável	Proximidade com corpo hídrico	Vulnerabilidade
Processos Erosivos	Área com processo erosivo	3,0
	Limite do processo erosivo até 50 metros	2,0
	Limite do processo erosivo até 100 metros	1,5
	Outras áreas	0,0

7.1.7.3 Carta de Vulnerabilidade Geotécnica

De acordo com a Carta de Vulnerabilidade Geotécnica (Figura 123, Mapa de Vulnerabilidade Geotécnica da Área de Estudo, Volume 4 – Tomo II, Anexo 29 e Mapa de Vulnerabilidade Geotécnica da Área Diretamente Afetada, Volume 4 – Tomo II, Anexo 30), elaborada a partir da metodologia descrita anteriormente, a AE e ADA da LT pertencem à uma região com predomínio de média a alta vulnerabilidade na porção centro-oeste, enquanto na região leste o predomínio são de áreas com vulnerabilidade média a baixa.

As áreas classificadas como ‘Vulneráveis’ representam 14,96% da AE e 26,75% da ADA. As áreas designadas como ‘Moderadamente Vulneráveis’ correspondem à 26,88% e 32,13% da AE e ADA da LT, respectivamente. A classe ‘Medianamente Estável/Vulnerável’ representa 29,76% da AE e 27,27% da ADA, enquanto a classe ‘Moderadamente Estável’ corresponde à 21,31% da AE e 11,56% da ADA. Já as áreas classificadas como ‘Estáveis’ representam 7,09% e 2,29% da AE e ADA da LT, respectivamente (Tabela 39).

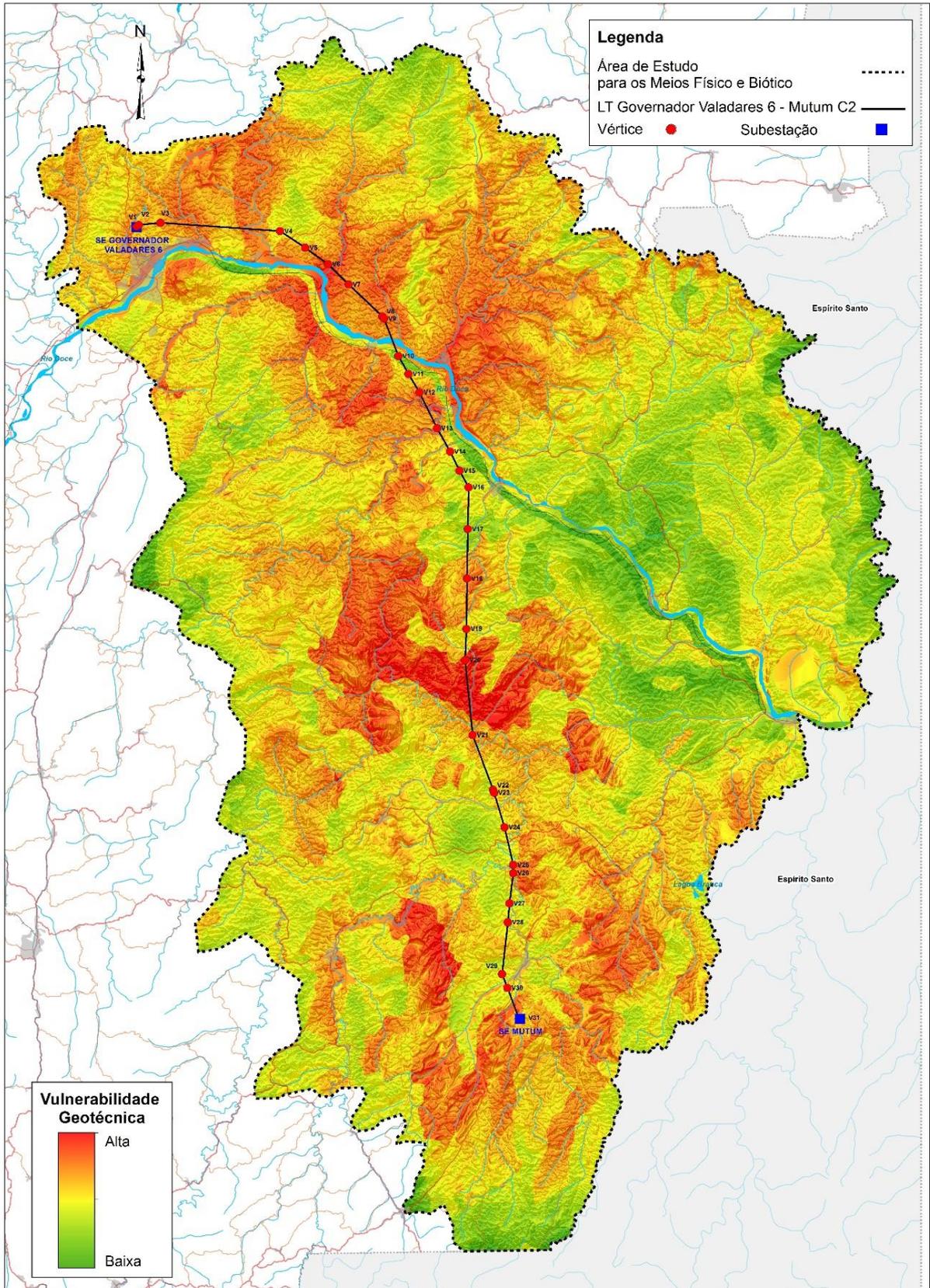


Figura 123 - Vulnerabilidade Geotécnica da AE da LT

Tabela 39 - Classes de Vulnerabilidade Geotécnica na AE e ADA da LT

Classes de Vulnerabilidade Geotécnica	AE (%)	ADA (%)
Vulnerável	14,96	26,75
Moderadamente Vulnerável	26,88	32,13
Medianamente Estável/Vulnerável	29,76	27,27
Moderadamente Estável	21,31	11,56
Estável	7,09	2,29

7.1.7.4 Risco Geotécnico

Conforme a Resolução N°2 de 12/12/94 e a Resolução no. 3 de 02/07/99, risco refere-se a um acontecimento futuro, e é a medida de danos ou prejuízos potenciais ao homem, expressa em termos de probabilidade. O risco geotécnico é caracterizado como uma situação de perigo, perda ou dano, ao homem e suas propriedades, em razão da possibilidade de ocorrência de processos geológicos, induzidos ou não (CERRI e AMARAL; OLIVEIRA e BRITO, 1998).

Os riscos geológicos podem se apresentar em duas situações distintas: como risco atual ou risco potencial. Segundo Roque (2013), o risco atual representa as situações de risco já presentes na área ocupada enquanto o risco potencial representa a suscetibilidade à ocorrência de risco geológico em áreas ocupadas ou não. Desta forma, por ser considerado um evento incerto, poderá vir a causar impactos durante a construção e na fase de operação do empreendimento.

Portanto, a classificação de áreas ou pontos de risco como potenciais têm como objetivo a prevenção. Assim a avaliação do risco geotécnico deve envolver considerações em relação às probabilidades de ocorrência de eventos aleatórios a respeito de possíveis maneiras de ocorrência do processo de instabilização.

Considera-se, então, de suma importância a análise da Carta de Vulnerabilidade, que traz informações sobre todas feições geológicas e geomorfológicas, além das características referentes à vulnerabilidade pedológica, hidrológica e climática da região onde está projetado o empreendimento. Através da análise que mensura vulnerabilidade e risco geotécnico, é possível definir quais critérios técnicos construtivos e operacionais serão adotados na ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2.

Referente ao porte e natureza do empreendimento projetado, o risco geotécnico está relacionado a processos que possibilitam movimentos de massa gravitacional do tipo escorregamento e queda de blocos e movimentos de massa verticais por abatimentos.

A partir da análise da carta de vulnerabilidade geotécnica, que correlaciona atributos como litologia, pedologia, geomorfologia hidrografia e índices pluviométricos, é possível inferir as áreas que apresentam maiores riscos. As áreas que apresentaram maiores índices de vulnerabilidade são as que apresentam maiores riscos geotécnicos. Enquanto as áreas menos vulneráveis e mais estáveis, apresentam menor potencial ao risco geotécnico.

Portanto, a LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2 está projetada em um sítio com baixo potencial de movimentos gravitacionais de massa, moderada suscetibilidade à erosão e baixo risco de inundações.

Devido à constituição litológica e suas particularidades quanto à estruturas, falhas e fraturas, considera-se remota a possibilidade das rochas na ADA apresentarem características estruturais que facilitem o deslocamento. O deslocamento juntamente com ocorrência de falhas e fraturas, geram descontinuidades geomecânicas, tornando as rochas mais suscetíveis a movimentos de massa, quando acompanhando de declividades acentuadas.

Pelo predomínio de relevo suavemente ondulado a ondulado, deve se considerar a probabilidade de ocorrência de deslizamentos e quedas de blocos rochosos decorrente de uso e ocupação do solo de maneira desordenada. A suscetibilidade é considerada moderada à alta quando o relevo está associado às escarpas. O relevo escarpado tem ocorrência pontual na região central da ADA do empreendimento.

Os processos de subsidência e colapso decorrentes de movimentos verticais causados pela dissolução de rochas calcissilicáticas, não foram considerados na presente análise de risco geotécnico, pela ausência desses litotipos na área estudada.

Apesar de se considerar uma área de baixo risco geotécnico, todos os processos de movimento de massa citados podem ser desencadeados com a ação antrópica desordenada. Portanto, cuidados devem ser previstos e tomados na construção do empreendimento, abertura e revitalização de acessos, e durante toda a fase operacional do empreendimento.

7.1.8 Paleontologia

A Paleontologia é uma ciência de interface entre a Biologia e a Geologia, sendo os fósseis seu objeto de estudo. Baseado nos conhecimentos obtidos por esta ciência é possível decifrar como era a vida e os ambientes do passado. Com esse campo do conhecimento importantes pesquisas

são realizadas, as quais possibilitam inferir sobre como os seres vivos evoluíram ao longo do tempo e como as diferentes formas de vida surgem e se extinguem (Almeida e Tomassi, 2015).

As informações referentes à ocorrência de registros fósseis para elaboração do potencial fossilífero na região da AE da LT 500kV Governador Valadares 6 –Mutum, C2, foram adquiridas no banco de dados do Serviço Geológico do Brasil da CPRM ([http://http://geosgb.cprm.gov.br/](http://geosgb.cprm.gov.br/)) no dia 22 de abril de 2019 e da Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos – SIGEP (2019), complementadas ainda por campanhas de campo em que foram prospectadas áreas inseridas no âmbito do empreendimento.

O principal objetivo do diagnóstico bibliográfico e prospectivo realizado principalmente na ADA do empreendimento, foi investigar áreas de interesse paleontológico, com o intuito de constatar a presença ou ausência de rochas com potencial fossilífero.

Os principais focos nos estudos de diagnóstico de registro e potencial paleontológico e de prospecção da ocorrência fossilífera são as bacias sedimentares, que correspondem às depressões existentes no relevo, que foram preenchidas por sedimentos de origem orgânica (vegetais, animais mortos, algas) e por rochas que passaram por processo de erosão. As bacias sedimentares são de grande importância econômica, pois são responsáveis por fontes de energia de origem fóssil (petróleo e carvão mineral).

A AE e ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 – Mutum, C2 estão localizadas integralmente em terrenos pré-cambrianos, distantes das bacias sedimentares, que detém grande registro de ocorrências fósseis no Brasil (Figura 124).

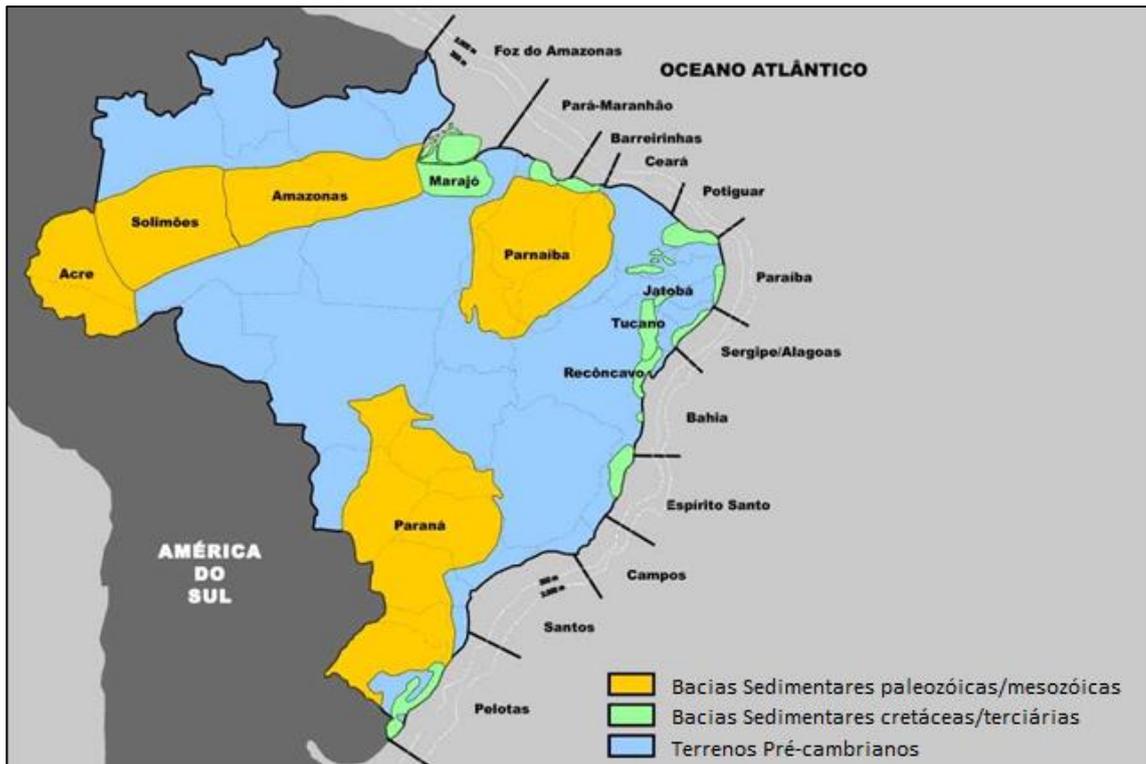


Figura 124 - Terrenos Pré-cambrianos e principais bacias sedimentares com ocorrências fósseis no Brasil

Fonte: Chaves, 1990.

As formações geológicas constituintes dos terrenos pré-cambrianos, e que majoritariamente representam a AE e ADA, apresentam escassos registros de ocorrência fossilífera na literatura científica.

Os principais registros fósseis dos terrenos pré-cambrianos (por exemplo, estromatólitos) são de uso bioestratigráfico limitado, justificado principalmente pelo fato de que muitas rochas deste período apresentarem metamorfismo, enquanto outras foram destruídas pelo intemperismo e erosão ou permanecem profundamente enterrados sob estratos do fanerozoico.

No Estado de Minas Gerais, onde está localizado a AE do empreendimento, há 231 registros fossilíferos catalogados, que ocorrem principalmente na porção oeste do Estado, condicionados pela bacia sedimentar do Paraná. Na AE da LT 500kV Governador Valadares 6 – Mutum, C2 não há ocorrência catalogada. A Figura 125 apresenta as quatro ocorrências fossilíferas mais próximas da região do empreendimento, sendo três delas no estado de Minas Gerais e uma no estado do Espírito Santo.

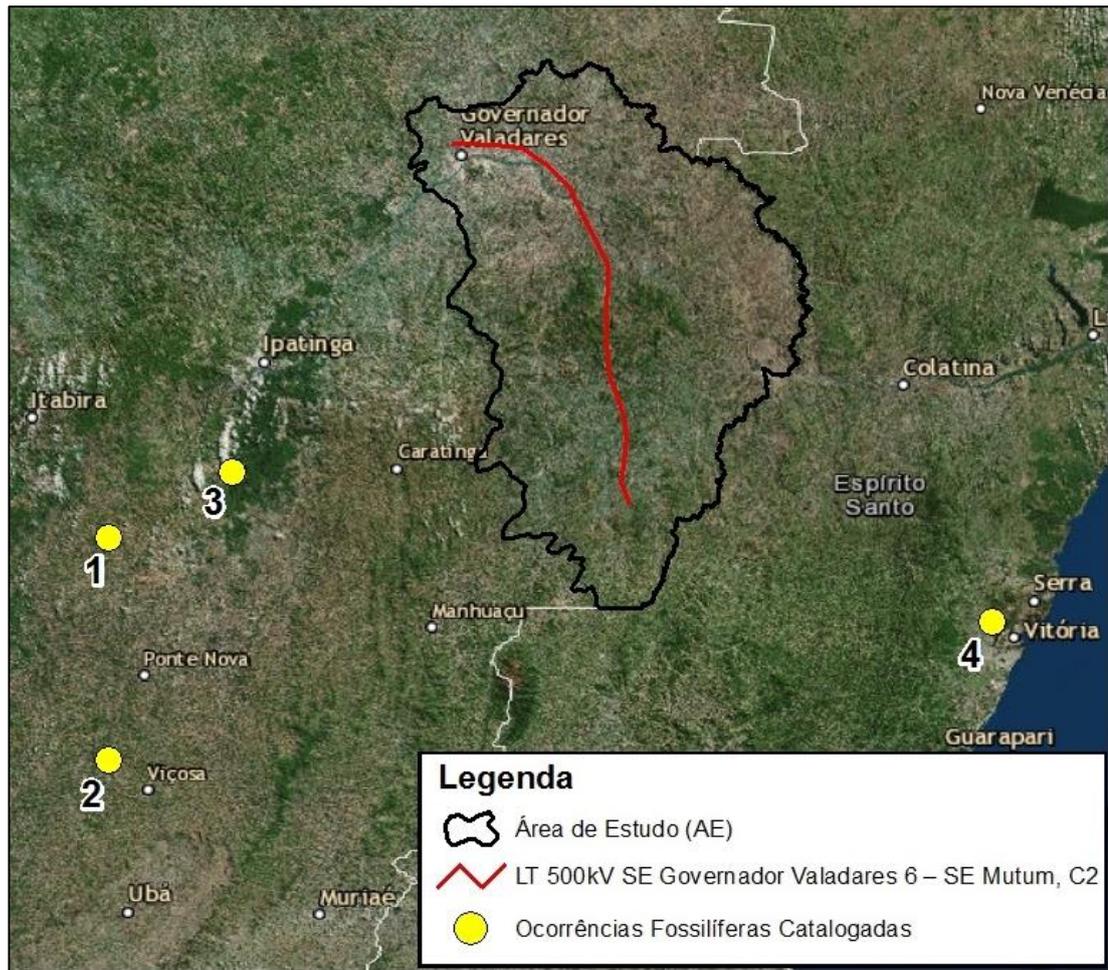


Figura 125 - Ocorrências fossilíferas catalogadas na região

Fonte: CPRM, 2019

7.1.8.1 Área Diretamente Afetada

Assim como a AE, a ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 – Mutum, C2 está situada em terrenos pré-cambrianos, constituída por litotipos com ausência de conteúdo fossilífero.

A Tabela 40 mostra os registros fossilíferos catalogados mais próximos da AE e da ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 – Mutum, C2, ilustrados na Figura 125.

Tabela 40 - Registros fossilíferos catalogados na região

Ponto	Coordenadas (Zona 24K)		Fonte do Documento	Distância (Km)	
	(E)	(N)		AE	ADA
1	709.255	7.787.327	DUARTE, L. Pteridophyta da Bacia de Fonseca, Minas Gerais in: CAMPOS, D. A. et. al. (ORG) Coletânea de Trabalhos Paleontológicos 1985. P. 553-555 (Série Geologia, 27, Seção Paleontologia e Estratigrafia, 2)	116,9	160,7
2	708.285	7.713.590	Projeto UFRJ - Dinâmica Depositional e Monitoramento Ambiental em Áreas Costeiras e Marinhas, com base em Microfósseis.	143,3	183,1
3	747.920	7.809.038	Evolução Paleoambiental da Lagoa Toquinho Médio, Vale do Rio Doce, Brasil.	76,1	121,3
4	357.259	7.760.273	Projeto UFRJ - Dinâmica Depositional e Monitoramento Ambiental em Áreas Costeiras e Marinhas, com base em Microfósseis.	94,4	119,9

Fonte: CPRM, 2019.

O ponto 4 é o registro de ocorrência fóssil mais próximo da ADA do empreendimento, distando cerca de 119,9 Km da mesma, localizada à sudoeste da LT, na Baía de Vitória, Espírito Santo.

Trata-se de um registro do holoceno, associado à depósitos flúvio-lagunares recentes, formado por sedimentos areno-argilosos ricos em matéria orgânica. O conteúdo fóssilífero é composto por cinco exemplares de tecas ou carapaças de foraminíferos, da espécie *Quinqueloculina Subpoeyana*.

Pela distância, conclui-se que a construção e operação da LT 500kV Governador Valadares 6 –Mutum, C2, assim como a instalação de suas estruturas, aberturas e/ou restauração de vias de acessos não causarão impactos sobre o patrimônio paleontológico.

7.1.9 Espeleologia

Cavidades cavernícolas, ou cavernas, são ambientes peculiares que abrigam ecossistemas únicos e possuem papel importante no ciclo da água, contribuindo substancialmente para os processos mineralizadores da água e funcionando como grandes armazenadores naturais. A espeleologia é a ciência multidisciplinar que estuda essas cavidades naturais em termos de sua

formação, constituição, características físicas, formas de vida e sua evolução ao longo dos anos. Para isso, os estudos espeleológicos utilizam de diversos ramos científicos incluindo geologia, geografia, hidrologia, biologia, arqueologia, climatologia e química.

As cavidades naturais, que costumam ser chamadas genericamente de cavernas, são estruturas geralmente de dissolução, mas podem ter outras origens, que se apresentam sob a forma de cavernas propriamente ditas, dolinas, lapas, grutas, abrigos e sumidouros. Trata-se de ecossistema frágil e delicado, naturalmente suscetível às intervenções humanas. Nesse ambiente os organismos vivos e os recursos abióticos (ar, rocha e água) precisam conviver de maneira harmônica e equilibrada de modo a favorecer a reciclagem de nutrientes entre os componentes.

Constituídas por um sistema de canais multidirecionais, com fraturas e fendas de variações irregulares, as cavernas de dissolução formam um intrincado sistema de dutos de dimensões variadas, onde a ação da água atuou de diferentes modos, provocando a dissolução parcial da rocha matriz.

Este tópico apresenta o resultado do levantamento da existência de cavidades naturais horizontais e verticais na AE e ADA da Linha de Transmissão LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2 e região do entorno, inserida na região oriental do Estado de Minas Gerais. O levantamento do patrimônio espeleológico, parte integrante do Diagnóstico Ambiental, objetiva a adequada avaliação dos bens naturais existentes nas áreas de influência do empreendimento, subsidiando, assim, ações sustentáveis de preservação do patrimônio natural, englobando fatores bióticos, abióticos, socioeconômicos, históricos e culturais, subterrâneos ou superficiais.

As informações de potenciais espeleológicos catalogados no estado de Minas Gerais foram coletadas no website do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV). Para a realização dos trabalhos necessários, foram feitos os seguintes procedimentos:

- Levantamento de dados existentes, por meio de literatura e de dados publicados nos sites que tratam desse tema;
- Interpretação de imagens orbitais em toda a área de abrangência regional, que necessariamente contém todas as áreas de influência do empreendimento, na busca de feições condizentes com a existência de estruturas de dissolução tais como dolinas, sumidouros e assemelhados;
- Aplicação da metodologia de Jansen *et al.* (2012), a qual relaciona a litologia à probabilidade de ocorrerem cavernas; e

- Prospecção Espeleológica em campo, quando foi percorrida a Área de Estudo e Área Diretamente Afetada do empreendimento.

Cumpre registrar que cavernas não são unicamente originadas em ambientes carbonáticos. Elas podem ser, quanto à origem, primárias ou secundárias (Tabela 41).

As primárias são formadas por ocasião da formação da rocha ou estruturas que as abrigam. Portanto, podem ser vulcânicas, formadas durante derrames e resfriamento de lavas, tectônicas, por consequência de bruscos movimentos da crosta, e as de corais, durante o crescimento dos recifes de corais.

As cavidades secundárias, que são as mais comuns, resultam de diferentes processos posteriores à formação do pacote rochoso que as contém. Dentre elas, estão as cavernas cársticas, de colapso e de erosão mecânica, cavernas de gelo, cavernas em geleiras e cavernas de erosão marinha. Apenas os dois primeiros casos poderiam ser cogitados para a região da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2, todavia não há registros de sua ocorrência na Área Diretamente Afetada, somente na Área de Estudo do referido empreendimento.

Tabela 41 - Tipos de cavidades naturais

Cavidades Primárias	
Contemporâneas à formação da rocha na qual estão inseridas.	
Vulcânicas	O escoamento de lava pode formar diversos tipos de cavidades na rocha. Enquanto o entorno do fluxo se resfria e solidifica, a lava continua escorrendo por canais, chamados tubos de lava, muitas vezes por longas distâncias. O Esvaziamento e preservação desses tubos podem formar cavidades acessíveis pelo exterior.
De corais	Podem ser formadas durante o crescimento de recifes de coral. Essas cavidades podem, em alguns casos, formar pequenas galerias ou salões no interior do recife.
Cavidades Secundárias	
Formadas posteriormente à formação da rocha encaixante. Sua constituição se deve principalmente a processos de dissolução ou por atividade tectônica.	
Cársticas	Ocorrem pela dissolução da rocha pelas águas superficiais. O processo, o mais comum na formação de cavernas, é também chamado de carstificação. Ocorre em um tipo de paisagem chamado carste ou sistema cárstico, terrenos constituídos predominantemente por rochas solúveis, principalmente as rochas carbonáticas (calcário, mármore e dolomitos) ou outros evaporitos, como gipsita. Estudos recentes mostram que existem carstes em outros tipos de rocha como arenitos, quartzitos, minério de ferro, granitos, etc. Mas seus resultados são insignificantes diante daqueles produzidos em rochas carbonáticas.
De colapso ou erosão mecânica	Ocorrem quando uma camada solúvel abaixo de uma camada não solúvel (arenito ou granito, por exemplo) é dissolvida e remove a sustentação das camadas superiores.
Tectônicas	Resultantes de fraturas ou colapsos resultantes de atividade tectônica.

De gelo (Ice Caves)	Formadas por qualquer dos processos descritos acima em regiões de temperaturas muito baixas. Isso provoca o congelamento da água infiltrada pelo solo ou da umidade atmosférica e forma em seu interior diversos tipos de precipitações de gelo que podem ser tão exuberantes como os espeleotemas rochosos.
Em geleiras	Formada no gelo das geleiras. Estas cavernas são temporárias e podem desaparecer completamente ou mudar de configuração ao longo do tempo.
Marinhas	No fundo do mar são fendas que podem atingir grandes profundidades. Na costa são normalmente formadas pelo encontro das ondas com as paredes da costa.

Em consulta realizada à base de dados do CECAV, foram constatadas 18.358 cavidades naturais catalogadas em todo o território nacional, das quais 7.622 no estado de Minas Gerais, o que representa 41,52% do total nacional, concentradas em uma faixa central, de norte a sul (Figura 126). Na AE do empreendimento projetado, existe apenas uma cavidade natural catalogada, Gruta Sete Salões, localizada na Serra das Onças, no Parque Estadual Sete Salões (Figuras 127 e 128).

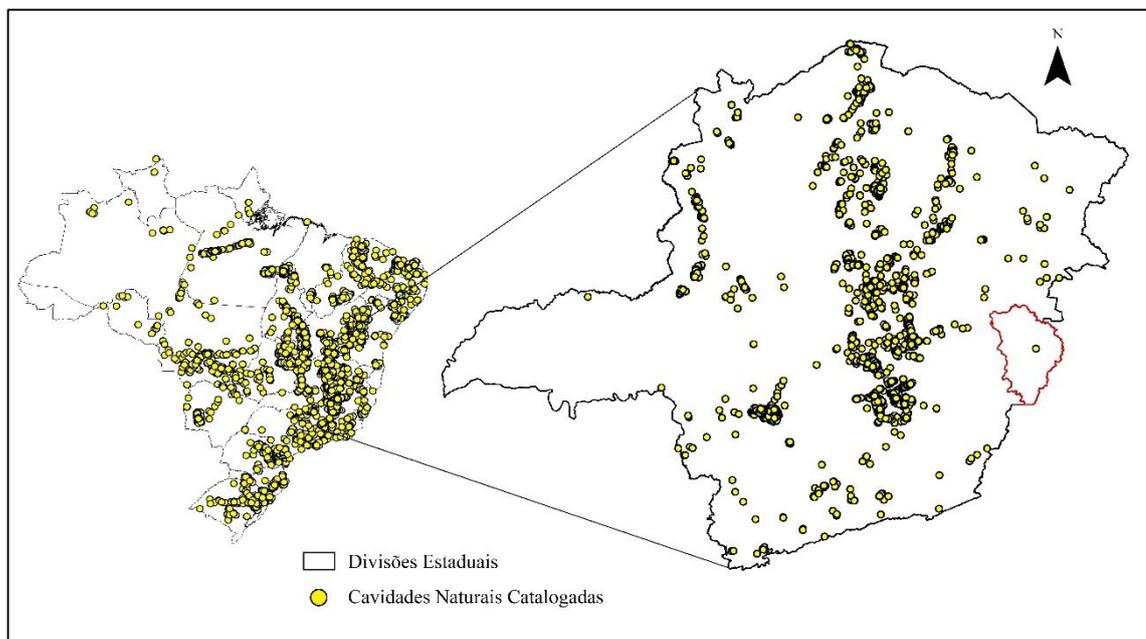


Figura 126 - Cavidades naturais catalogadas no território nacional e no Estado de Minas Gerais

Fonte: ICMBIO/CECAV, 2019

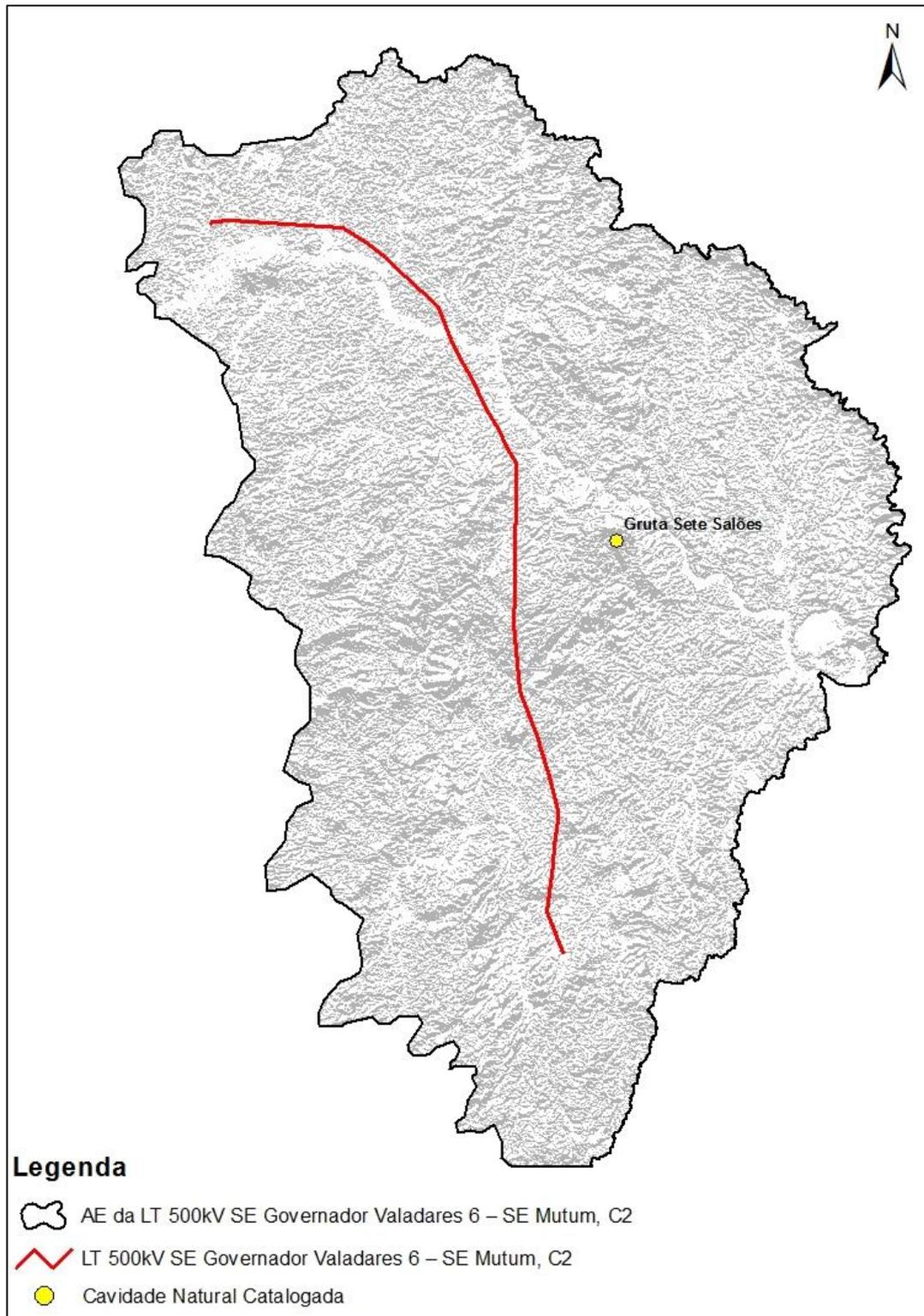


Figura 127 - Caverna catalogada na AE da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2

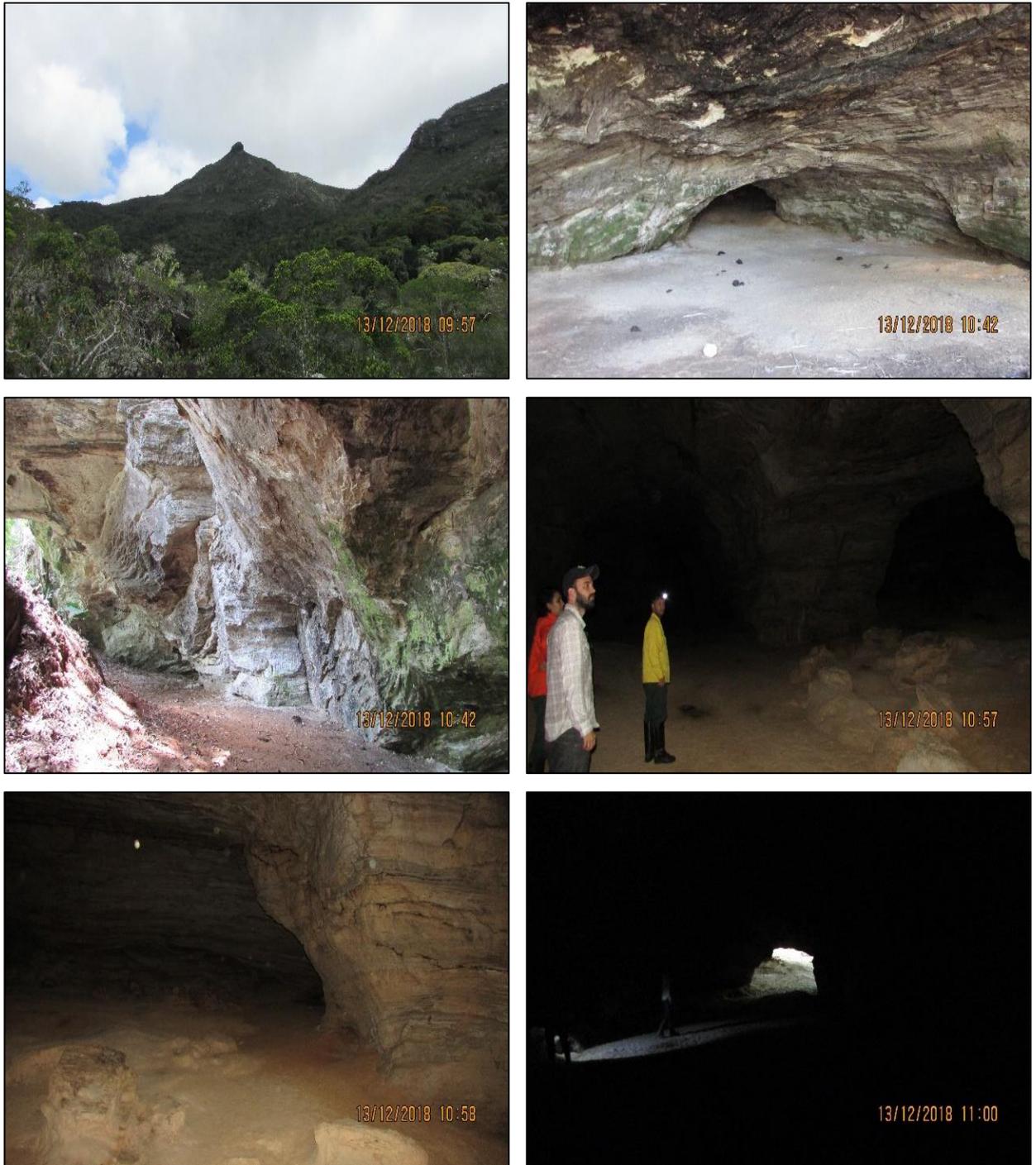


Figura 128 - Gruta Sete Salões na AE da LT

UTM 24K, 250.158E/7.866.919N

7.1.9.1 Potencialidade Espeleológica

A definição do potencial espeleológico da AE esteve fundamentada a partir de análise de multicritérios em que se buscou reconhecer indicadores geológicos (litologias e estruturas),

geomorfológicos (afloramentos, declividade das vertentes, paredões, entre outros) e hidrológicos (cursos fluviais) favoráveis à existência de cavidades naturais subterrâneas na escala local e regional.

A potencialidade espeleológica, baseada em função da litologia, definidos por Jansen *et al.* (2012) (Tabela 42), definiu cinco níveis de potencialidade de ocorrência: “Muito Alto”; “Alto”; “Médio”; “Baixo” e “Ocorrência Improvável”.

Tabela 42 - Grau de potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil

Litotipo	Grau de Potencialidade
Calcário, Dolomito, Evaporito, Formação Ferríferia Bandada, Itabirito e Jaspilito.	Muito Alto
Calcrete, Carbonatito, Mármore, Metacalcário e Marga.	Alto
Arenito, Conglomerado, Filito, Folhelho, Fosforito, Grauvaca, Metaconglomerado, Metapelito, Metassilito, Micaxisto, Milonito, Quartzito, Pelito, Riolito, Ritmito, Rocha Calci-silicática, Silito e Xisto	Médio
Demais litotipos (Anortosito, Arcóseo, Augengnaisse, Basalto, Charnockito, Diabásio, Diamictito, Enderbitto, Gabro, Gnaisse, Granito, Granitoide, Granodiorito, Hornfels, Kinzigito, Komatito, Laterita, Metachert, Migmatito, Monzogranito, Olivina gabro, Ortoanfilito, Sienito, Sienogranito, Tonalito, Trondhjemito, entre outros).	Baixo
Aluvião, Areia, Argila, Cascalho, Lamito, Linhito, demais sedimentos, Turfa e Tufo.	Ocorrência Improvável

Fonte: Adaptado de Jansen *et al.* (2012).

Segundo o referido mapeamento, a região de estudo insere-se em contexto predominantemente “Baixo” e “Médio” potencial de ocorrência de cavidades subterrâneas. O baixo potencial corresponde às regiões onde afloram litotipos dos complexos graníticos-gnáissicos e suítes intrusivas. O médio potencial é condicionado pela ocorrência das rochas metassedimentares pertencentes ao Grupo Rio Doce. As áreas designadas como de ocorrência improvável, decorrem dos sedimentos areno-argilosos e detrito-lateríticos inconsolidados das coberturas cenozoicas (Figura 129, Mapa do Potencial Espeleológico da Área de Estudo, Volume 4 – Tomo II, Anexo 31).

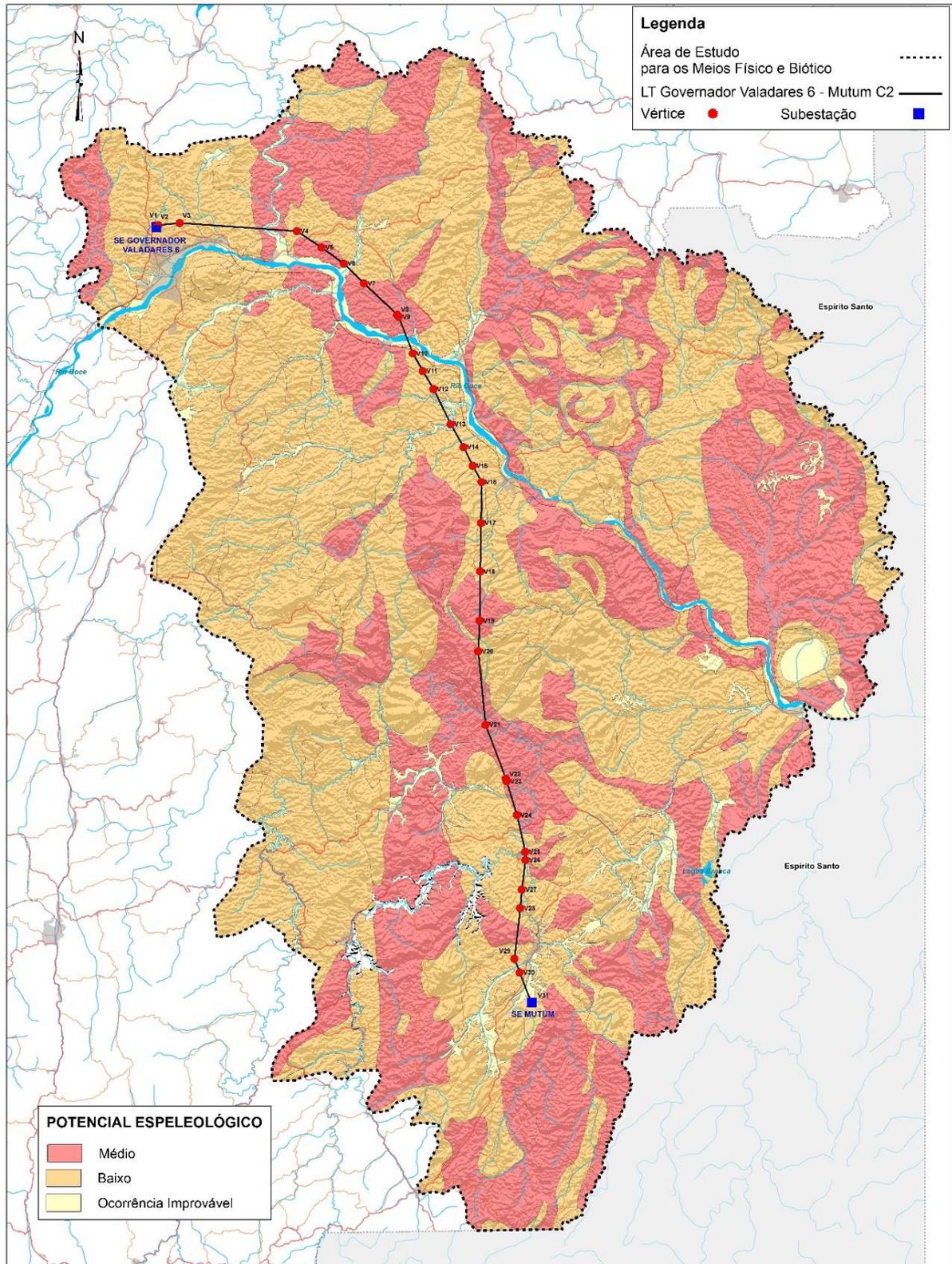


Figura 129 - Potencial espeleológico da Área de Estudo

7.1.9.2 Prospecção Espeleológica

A prospecção realizada na área em estudo contemplou o projeto conceitual do empreendimento LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2, percorrendo uma área de 250 m no entorno de suas estruturas, considerando não apenas o traçado da diretriz, de forma a atender a orientação da legislação vigente (CONAMA 347/2004).

Uma vez definidas as zonas de potencial espeleológico da AE, esta informação foi cruzada com a situação e contexto de um empreendimento de transmissão de energia elétrica a ser instalado, bem como sua relação com os possíveis impactos no âmbito espeleológico.

Com base no conjunto de fatores analisados e no que determina o III Curso de Espeleologia e Licenciamento Ambiental (ICMBIO, 2011), e após caracterização geológica, geomorfológica e zoneamento das estruturas do empreendimento foi elaborado um mapa da AE da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2 para definição estratégica de prospecção espeleológica.

Os alvos foram selecionados de acordo com a constituição litológica e compartimentação geomorfológica, além da composição vegetacional que definiram a classificação da potencialidade de ocorrência de cavidades naturais em todo o *buffer* de 250 m.

Os produtos cartográficos e caracterizações fisiográficas auxiliaram na indicação das porções da área estudada com maior probabilidade de ocorrência de cavernas, onde é necessário adensar as linhas de caminhamento. Feições geomorfológicas com maior influência no potencial espeleogenético, como afloramentos rochosos, paredões, maciços residuais e zonas de abatimento são áreas privilegiadas no caminhamento espeleológico, sendo alvo de maior atenção. O mesmo acontece ao longo de cursos fluviais, cujas bordas e leitos rochosos são áreas propícias à ocorrência de cavidades naturais. Ao contrário, áreas de pastagens, áreas pantanosas e/ou alagadas ou espessos mantos de alteração, apresentam menor probabilidade de ocorrência de feições espeleológicas, sendo menor a acurácia empregada na etapa de prospecção.

Neste sentido, foram definidas três classes de detalhamento de prospecção para a realização do caminhamento exploratório espeleológico. A Figura 130 exemplifica, de forma ilustrativa, o resultado da aplicação da metodologia para determinação das classes de detalhamento entre os vértices 19 e 20, que incidiu em toda área prospectada (Mapa das Classes de detalhamento Prospectivo da Área Diretamente Afetada, Volume 4 – Tomo III, Anexo 32).

As áreas designadas com alto detalhamento prospectivo demandam um caminhamento intensificado, com menor espaçamento entre as linhas caminhadas, com equidistância de

aproximadamente 30 m, em área de 250 m no entorno das estruturas do empreendimento. As áreas onde foram determinados caminhamentos prospectivos de médio e baixo detalhamento tiveram adequação do espaçamento entre as linhas em função do potencial espeleológico.

Objetivou-se, portanto, nesta etapa, a criação de linhas de caminhada próximas ao traçado da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2 com equidistância que permita gerar densa malha que contemple a área estudada de maneira satisfatória. Os alvos e linhas de caminhada pré-definidas foram sistematicamente percorridos na etapa de campo.

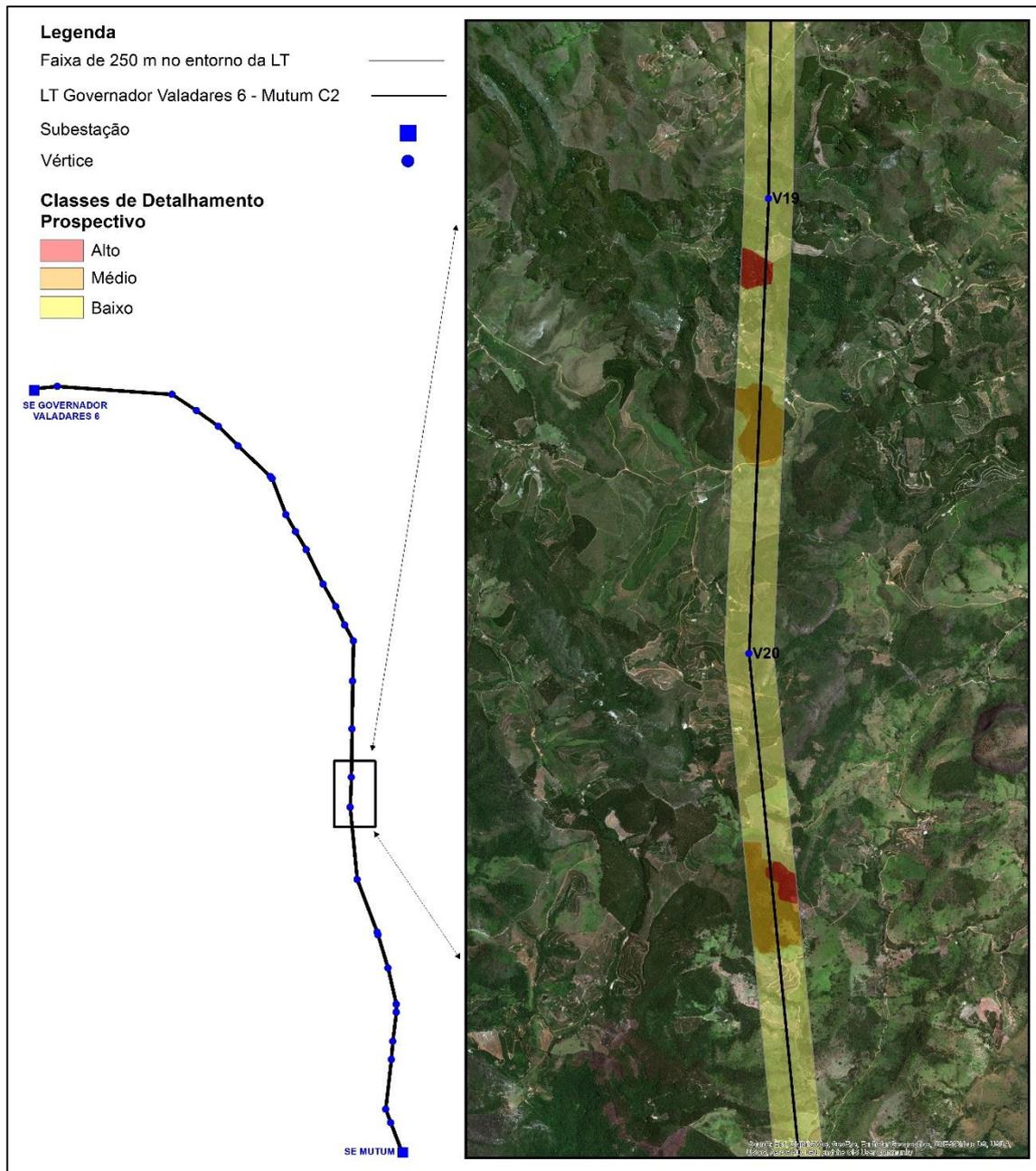


Figura 130 - Classes de detalhamento do caminhada prospectivo

A etapa de campo consistiu na execução do caminhamento previamente definido, com intuito de identificar toda e qualquer feição espeleológica inserida na área estudada. Furlan (2005), ressalta que no trabalho de campo, o pesquisador deve estar treinado no manejo dos instrumentos e equipamentos que utilizará. Também deverá ter clareza da ordem em que as atividades serão executadas.

O trabalho de campo foi norteado pelo roteiro previamente definido. O caminhamento prospectivo seguiu os níveis de detalhamento obtidos nas etapas anteriores.

A Figura 131 exemplifica, de forma ilustrativa, o caminhamento realizado entre os vértices 28 e 29. Ressalta-se que todas as áreas alvos definidas na AE foram prospectadas. (Mapa do Caminhamento Prospectivo Espeleológico, Volume 4 – Tomo III, Anexo 33).

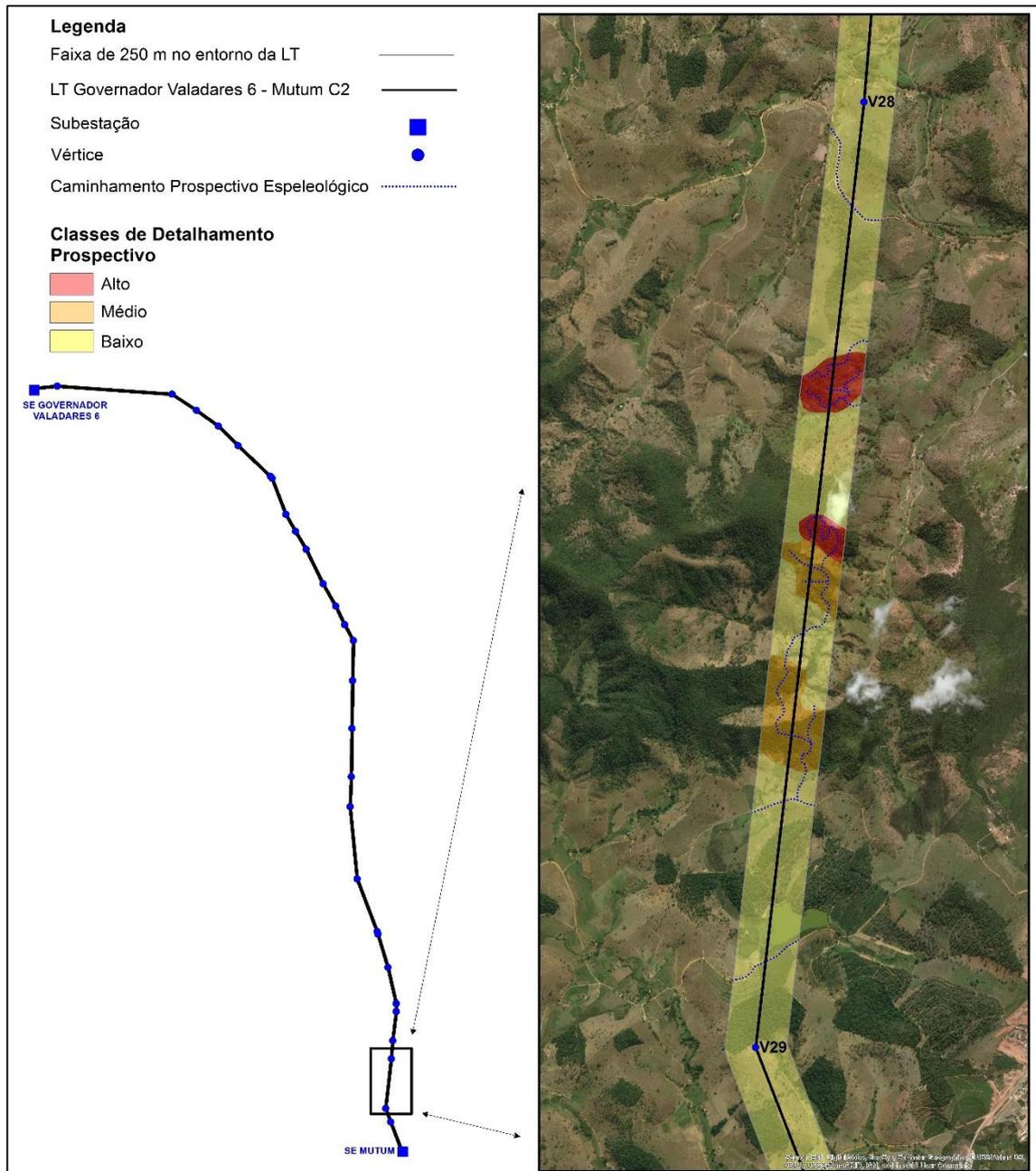


Figura 131 - Amostragem realizada durante prospecção espeleológica na área estudada

Esta etapa foi realizada por dois profissionais com experiência em trabalhos similares, em que foi realizado o caminhamento sistemático balizado pela análise documental e cartográfica, registrado por meio de equipamento específico (GPSMap Garmin). Utilizou-se ainda caderneta de campo e martelo petrográfico. Cada membro da equipe procedeu seu caminhamento seguindo por uma rota previamente definida, formada por áreas alvo e pontos de controle, caminhando paralelamente e mantendo, sempre que possível, campo de visão aproximadamente de 20 metros.

Justificando o baixo a médio potencial espeleológico, não foram diagnosticadas cavidades naturais subterrâneas na área de estudo adotada para a prospecção espeleológica.

7.1.9.3 Área Diretamente Afetada

Além da riqueza ecológica e científica das cavernas, o levantamento espeleológico em estudos de impacto ambiental e de gestão são de extrema importância devido aos aspectos de peculiaridade hidrológica e geotécnicos.

Com base nas mesmas metodologias e conceitos adotados na descrição da AE, a ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2 está inserida em um contexto de predomínio de baixo e médio potencial de ocorrência de cavidades subterrâneas, onde afloram predominantemente os litotipos de complexos graníticos-gnáissicos e suítes intrusivas, condicionando baixo potencial, e rochas metassedimentares, caracterizando áreas de médio potencial. Há ainda, em restritas áreas, ocorrência de potencial improvável, justificado pela presença de sedimentos areno-argilosos e detrito-lateríticos inconsolidados das coberturas cenozoicas.

Salienta-se que após pesquisa bibliográfica e prospecção espeleológica seguindo os preceitos referidos anteriormente, não foram constatadas cavidades naturais subterrâneas na ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2.

As cavidades diagnosticadas mais próximas da ADA foram Gruta da Manga da Pedra, Lapa Fazenda Paraíso, Gruta da Michele, Gruta Sete Salões, Gruta Casa Branca, Gruta do Didi Vieira, Caverna de Santa Bárbara e Gruta do Limoeiro (Tabela 43 e Figura 132).

Tabela 43 - Cavernas, cavidades e grutas naturais próximas à ADA e ao traçado

Cavidade Natural	Coordenadas (Zona 24K)		Distância (Km)	
	X_UTM (E)	Y_UTM (N)	AE	ADA
Gruta da Manga da Pedra	161.294	7.956.966	30,2	47,0
Lapa Fazenda Paraíso	307.530	7.958.351	56,9	100,3
Gruta da Michele	311.989	7.872.328	13,6	76,0
Gruta Sete Salões	250.158	7.866.919	-	16,3
Gruta Casa Branca	305.427	7.830.682	16,8	63,4
Gruta do Didi Vieira	284.337	7.780.522	23,2	44,9
Caverna de Santa Bárbara	275.871	7.747.581	30,7	60,2
Gruta do Limoeiro	273.357	7.733.426	39,2	71,4

Fonte: CECAV (2019); Prospecção Espeleológica (CONSAM, 2019)

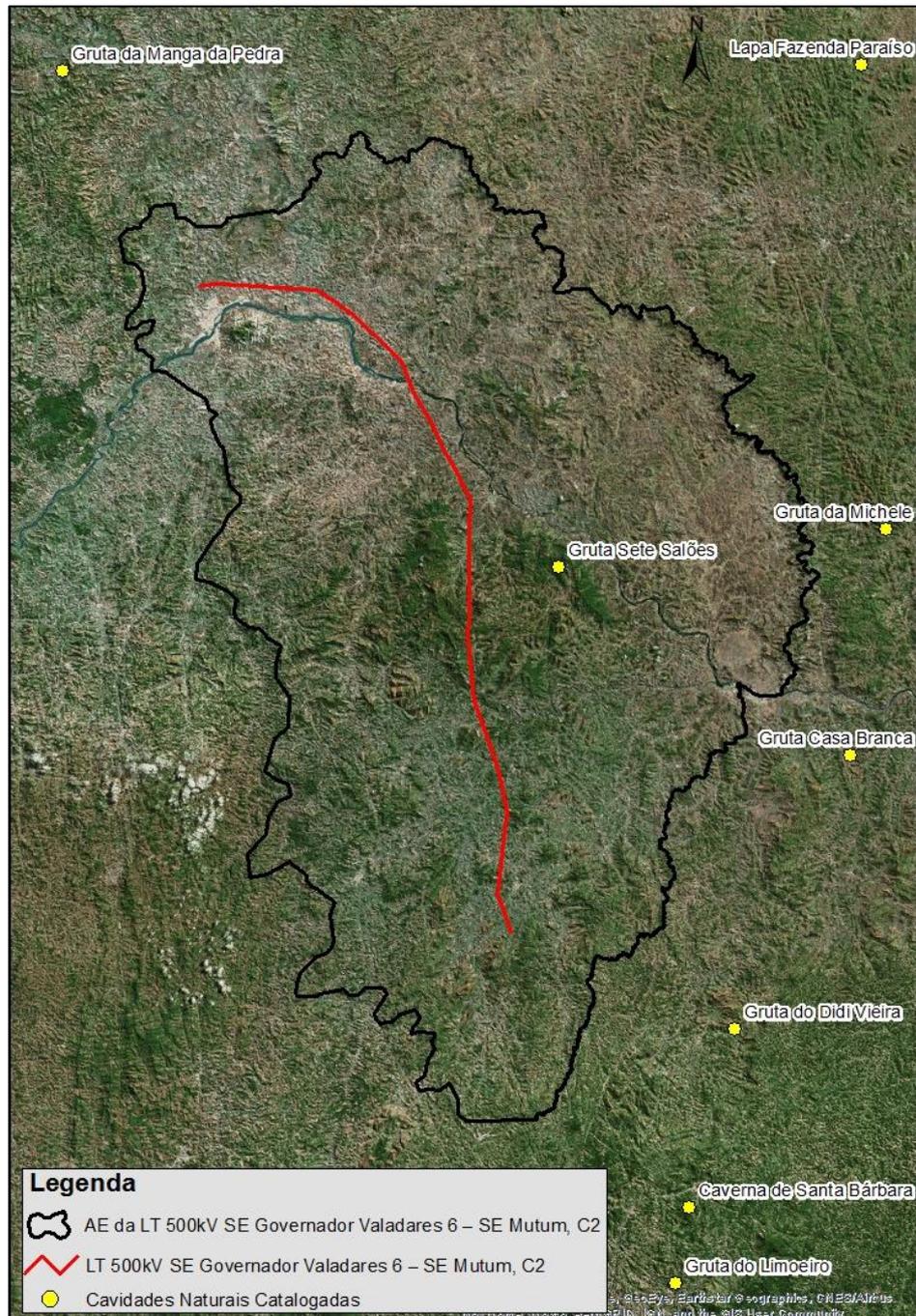


Figura 132 - Cavernas, cavidades e grutas naturais próximas à ADA e ao traçado

Quanto ao impacto sobre o patrimônio espeleológico regional e local, foram, ainda, considerados os acessos às Torres e caminhos de serviço que estão projetados para serem abertos ou readequados durante a fase de implantação, que serão utilizados também durante o período operacional da LT.

Após análise do projeto conceitual, que estima pela distância mínima sugerida de modo a evitar tais impactos, conclui-se que os acessos a serem abertos prezam pela interferência mínima nas áreas projetadas.

Desse modo, os acessos e caminhos de serviço, localizados à uma distância segura da cavidade natural diagnosticada e das áreas que apresentam potencialidade de ocorrência cavernícola, não causarão danos ao patrimônio espeleológico. Cabe ressaltar que tal conclusão é feita após considerar o projeto conceitual, e que uma análise mais precisa será possível somente após a elaboração do projeto executivo.

7.1.10 Nível de Ruído

O diagnóstico do nível de ruído da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2 foi realizado de acordo com a metodologia estabelecida na ABNT NBR-10151/2000 - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade. Foram amostrados seis pontos, distribuídos ao longo da ADA do empreendimento, conforme as coordenadas da Tabela 44, Figura 133 e Mapa dos pontos de amostragem de Ruídos, Volume 4 – Tomo III, Anexo 34.

Tabela 44 - Pontos de avaliação de ruídos na ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2

Pontos	Coordenadas (zona 24K)	
	X_UTM (E)	Y_UTM (N)
1	243.480	7.798.421
2	236.484	7.841.254
3	235.986	7.876.016
4	224.903	7.898.976
5	206.229	7.916.626
6	186.403	7.917.179

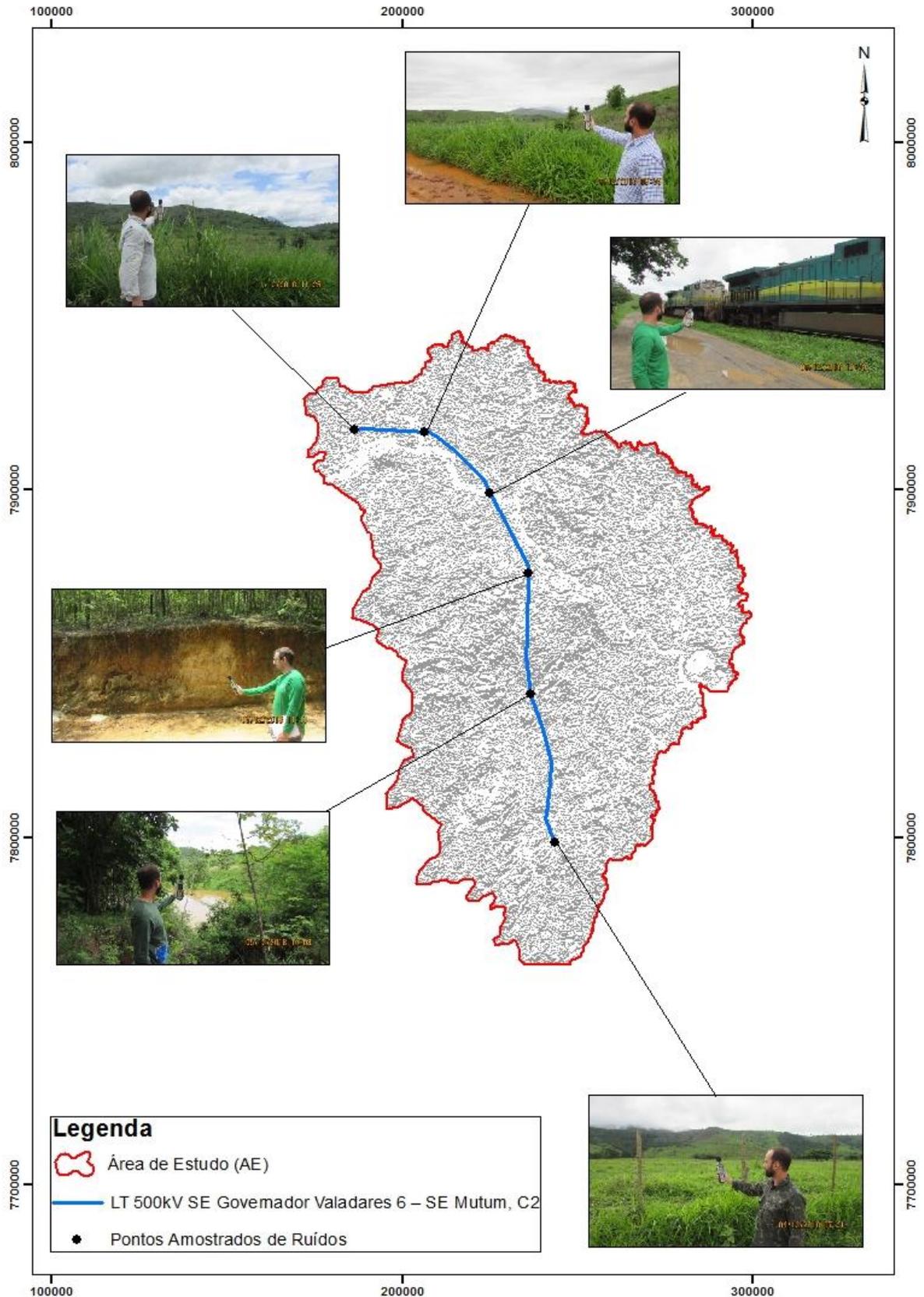


Figura 133 - Pontos de amostragem do nível de ruídos na ADA da LT

A escolha dos pontos de amostragem se deu de maneira sistemática e premeditada. O planejamento considerou, primeiramente, o critério de distribuição espacial de modo a garantir dados representativos em toda a ADA do empreendimento, o que permitirá uma análise de caráter comparativo, uma vez que é na ADA que haverá os maiores índices de alteração dos níveis de ruído decorrentes das atividades construtivas da LT.

Assim, a escolha dos pontos prezou pela coerência do posicionamento e pela distância entre as áreas amostradas, garantindo a coleta de dados significativos distribuídos ao longo de toda a ADA, próximas à zonas rurais e urbanas, próximas à rodovias pavimentadas e não pavimentadas, em margens de rios, próximas à ferrovia e nos locais onde estão projetadas as subestações, visando assegurar representatividade aos resultados obtidos.

As amostragens foram realizadas com o Decibelímetro Datalogger Digital IP900DL – Impac, entre os dias 02 de dezembro a 15 de dezembro de 2018. Adotou-se para cada ponto o tempo de medição de 5 minutos, considerando a curva ponderada em A (dBA), com intervalo de integração de 6 segundos em modo de resposta rápida (fast), o que totalizou 50 medições por ponto amostral. As medidas foram tomadas durante o dia. A partir destas medições foi obtido o nível de pressão sonora para cada ponto.

Com os dados do nível de pressão sonora pode ser calculado o nível de intensidade equivalente (LAeq), segundo a equação:

$$LA_{eq} = 10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}}$$

Onde: L_i é o nível de pressão sonora (dBA), lido em resposta rápida (fast) a cada 6 segundos durante o tempo de medição do ruído; e n é o número total de leituras.

Além de ser utilizado como padrão de análise para o ruído ambiental, o LAeq também é utilizado na avaliação da exposição ao ruído ocupacional. Ele representa o potencial de lesão auditiva do nível variável (oscilante), que depende não somente do seu nível como também da sua duração.

O nível de ruído na AE variou de 36,2 a 99,0dB, com média de 48,6dB (ponderados em A), conforme a Tabela 45. Todos os seis pontos de amostragem encontram-se em zona rural, em áreas de sítios e fazendas, localizados ao longo do traçado da LT 500kV Governador Valadares 6 – Mutum, C2. De acordo com a NBR 10.151, a média dos níveis de ruídos, antes da instalação do

empreendimento, dos pontos 3, 5 e 6 estão abaixo dos níveis críticos estabelecidos (Tabela 46). O ponto 3, localizado aproximadamente a 4,0 Km da cidade de Conselheiro Pena, apresentou média de 38,4dB. O ponto 5, localizado aproximadamente a 1,1 Km do rio Suaçuí Grande, apresentou média de 38,6dB. E o ponto 6, situado nas imediações de onde está prevista a construção da Subestação de Governador Valadares, distante cerca de 3,0 Km da cidade, apresentou média de 39,3dB.

Em contrapartida, os pontos 1, 2, e 4 apresentaram valores de média dos níveis de ruído acima dos níveis críticos estabelecidos de acordo com a NBR 10.151. O ponto 1, localizado próximo ao local onde está prevista a construção da Subestação de Mutum, distante aproximadamente 8,0 Km da cidade, apresentou média de 42,1dB. O ponto 2, às margens do rio Manhuaçu, apresentou média de 43,6dB. Já o ponto 4, distante cerca de 3,0 Km da cidade de Tumiritinga, apresentou média de 89,6dB.

Tabela 45 - Resultados da avaliação do nível de pressão sonora na ADA

Leitura	Pontos					
	1	2	3	4	5	6
1	45,1	46,8	38,2	99,0	38,5	50,6
2	41,7	44,4	39,6	90,4	38,4	41,3
3	39,3	45,4	39,9	89,2	39,0	39,5
4	38,2	43,9	37,9	90,5	39,3	38,4
5	40,9	44,3	37,4	87,8	39,2	37,4
6	39,6	43,1	38,5	92,1	38,1	37,7
7	40,5	43,6	38,2	88,0	39,0	40,5
8	39,9	43,4	38,7	88,2	38,6	39,0
9	48,0	44,5	38,6	88,5	38,0	49,0
10	44,6	43,7	40,2	89,2	38,1	42,2
11	48,0	43,5	39,1	88,6	37,6	41,2
12	42,7	43,7	38,6	86,2	38,0	39,4
13	39,9	44,6	37,1	88,6	38,8	37,6
14	46,4	54,0	37,8	87,4	39,7	41,1
15	41,8	44,6	39,5	86,6	39,7	42,4
16	42,7	42,3	38,1	90,5	39,0	42,7
17	50,7	42,0	39,5	86,8	38,2	40,1
18	44,8	43,9	36,9	88,0	38,1	38,6
19	40,9	42,2	37,0	90,9	38,2	40,0
20	39,4	42,4	38,2	87,8	38,3	39,6
21	40,2	42,7	40,7	88,1	37,9	38,8
22	39,6	47,2	39,9	94,1	39,5	37,6
23	39,8	45,2	37,9	91,7	39,6	37,9
24	39,5	44,4	37,9	88,7	39,8	38,8
25	39,2	49,1	37,0	94,7	39,7	40,1
26	39,5	43,1	37,2	90,9	37,3	37,8
27	41,9	40,9	37,2	91,7	38,5	37,0
28	42,1	40,5	37,6	89,8	38,4	37,1

Leitura	Pontos					
	1	2	3	4	5	6
29	40,3	48,0	39,0	86,5	39,0	36,4
30	39,6	39,3	38,2	88,7	39,3	37,3
31	45,1	39,8	39,6	88,1	39,2	37,2
32	41,7	41,7	39,9	87,8	38,1	38,1
33	39,3	39,8	37,9	90,5	39,7	37,2
34	38,2	39,4	37,4	90,4	39,7	36,7
35	40,9	46,0	38,5	89,2	39,0	36,4
36	48,0	40,9	37,1	90,5	38,2	36,2
37	42,7	40,7	37,8	87,8	38,1	37,0
38	39,9	41,3	39,5	92,1	38,2	39,1
39	46,4	39,8	38,1	88,2	38,3	41,3
40	41,8	41,6	39,5	88,5	39,0	39,5
41	42,7	46,8	36,9	89,2	38,6	38,4
42	50,7	44,4	37,0	88,6	38,0	37,4
43	40,9	45,4	38,2	86,2	38,1	37,7
44	39,6	43,9	38,7	88,6	37,6	42,2
45	40,5	44,3	38,6	88,1	38,0	41,2
46	39,9	43,1	40,2	94,1	38,8	39,4
47	48,0	43,6	39,1	91,7	37,9	37,6
48	44,6	43,4	38,6	88,7	39,5	41,1
49	39,5	44,5	39,5	94,7	39,6	40,1
50	39,2	43,7	36,9	90,9	39,8	37,8
LAeq	42,1	43,6	38,4	89,6	38,6	39,3

Tabela 46 - Limites críticos de ruídos para ambiente externo, segundo a NBR 10.151:2000

Tipos de Áreas	Nível Crítico de Ruído (Db)	
	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Caso o nível de ruído preexistente no local seja superior aos relacionados nesta tabela, então este será o limite.

Destaca-se que na região há incidências de ventos moderados e no momento de algumas medições também haviam pássaros. Outro detalhe que contribui para elevação do nível de pressão sonora é a dispersão dos ventos na região. Devido à grande quantidade de área desmatada para pastagem os ventos adquirem maior velocidade.

O ponto 1 apresentou níveis elevados de ruídos por estar localizado nas margens de uma rodovia não pavimentada, com fluxo frequente de veículos. Já o ponto 2 teve níveis elevados por

estar situado as margens do rio Manhuaçu. O ponto 4 apresentou os níveis mais elevados de ruídos dentre os pontos amostrados por estar localizado às margens de um ferrovia, próximo a cidade de Tumiritinga. Os pontos 3, 5 e 6 localizam-se em áreas de pastagem e/ou desmatadas, e por isso apresentaram valores menores quando comparados aos demais.

7.1.11 Recursos Minerais

Na região leste do estado de Minas Gerais, onde estão inseridas a AE e ADA da Linha de Transmissão LT 500kV Governador Valadares 6 – Mutum, C2, verifica-se considerável atividade minerária, uma vez que as unidades geológicas que ali ocorrem, constituídas pelas rochas do Complexo Pocrane, Complexo Juiz de Fora, Grupo Rio Doce, Suíte Alto Capim, Suíte Galiléia, Suíte Carlos Chagas, Suíte Urucum e Suíte Aimorés, representam ambientes de alto potencial metalogenético, que está associado à terrenos metamórficos e ígneos.

No Brasil as atividades minerárias são regulamentadas e coordenadas pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Dessa forma, os requerimentos para a autorização de pesquisa e lavra de bens minerais existentes no subsolo devem ser solicitados junto ao DNPM. Os dados de ocorrências minerais e processos minerários foram obtidos no website DNPM (www.dnpm.org.br). O download dos dados foi realizado no dia 16 de abril de 2019, através do link do Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE) no endereço eletrônico <http://sigmine.dnpm.gov.br>.

A AE do empreendimento é recoberta majoritariamente por rochas de três unidades geológicas: os quartzitos, paragnaisses, xistos e calcissilicáticas do Grupo Rio Doce, os tonalitos e granodioritos foliados da Suíte Galiléia, e os quartzitos, paragnaisses, xistos e ortognaisses tipo TTG do Complexo Pocrane.

As unidades geológicas que ocorrem na área de interesse, expostas anteriormente, condicionam ambientes de alto potencial mineral, verificando-se na região e adjacências considerável atividade de pesquisa mineral. Esse fato decorre do próprio ambiente geotectônico em que esta região foi estabelecida, com envolvimento de processos metamórficos, granitogênicos e hidrotermais, que são as principais responsáveis pela gênese de depósitos minerais.

As principais atividades minerárias da região estão em fase de Autorização/Requerimento de Pesquisas e Requerimentos de Lavra de substâncias para uso industrial/revestimento/gema, como ouro, granito e berilo, e para construção civil como areia e argila.

São no total 1.819 requerimentos de títulos minerários em toda a AE do empreendimento, perfazendo 930.450,66 hectares de área requerida para substâncias minerais como água marinha, água mineral, ametista, apatita, areia, arenito, argila, bauxita, berilo, calcário, cascalho, cassiterita, caulim, charnoquito, cobre, tantalita-columbita, feldspato, fosfato, gnaiss, granito, manganês, alumínio, ferro, lítio, níquel, ouro, pegmatito, quartzito, quartzo, turmalina e xisto. Dentre os processos, 118 encontram-se em fase de Disponibilidade, 54 em fase de Requerimento de Licenciamento, 76 em fase de Licenciamento, 157 em fase de Requerimento de Pesquisa, 1127 em fase de Autorização de Pesquisa, 3 em fase de Requerimento de Registro de Extração, 16 em fase de Concessão de Lavra, 176 em fase de Requerimento de Lavra, 62 processos em fase de Requerimento de Lavra Garimpeira e 30 processos em fase de Lavra.

No corredor de 1 Km de largura para cada lado a partir da diretriz da LT foram identificados 69 processos minerários (Figura 134) de áreas requeridas para substâncias minerais como água marinha, areia, arenito, argila, gnaiss, granito, berílio, ferro, manganês, ouro e quartzito. Destes 69 processos, 3 encontram-se em fase de Disponibilidade, 3 em fase de Requerimento de Licenciamento, 3 em fase de Licenciamento, 7 em fase de Requerimento de Pesquisa, 52 em fase de Autorização de Pesquisa e 1 processo em fase de Requerimento de Lavra Garimpeira.

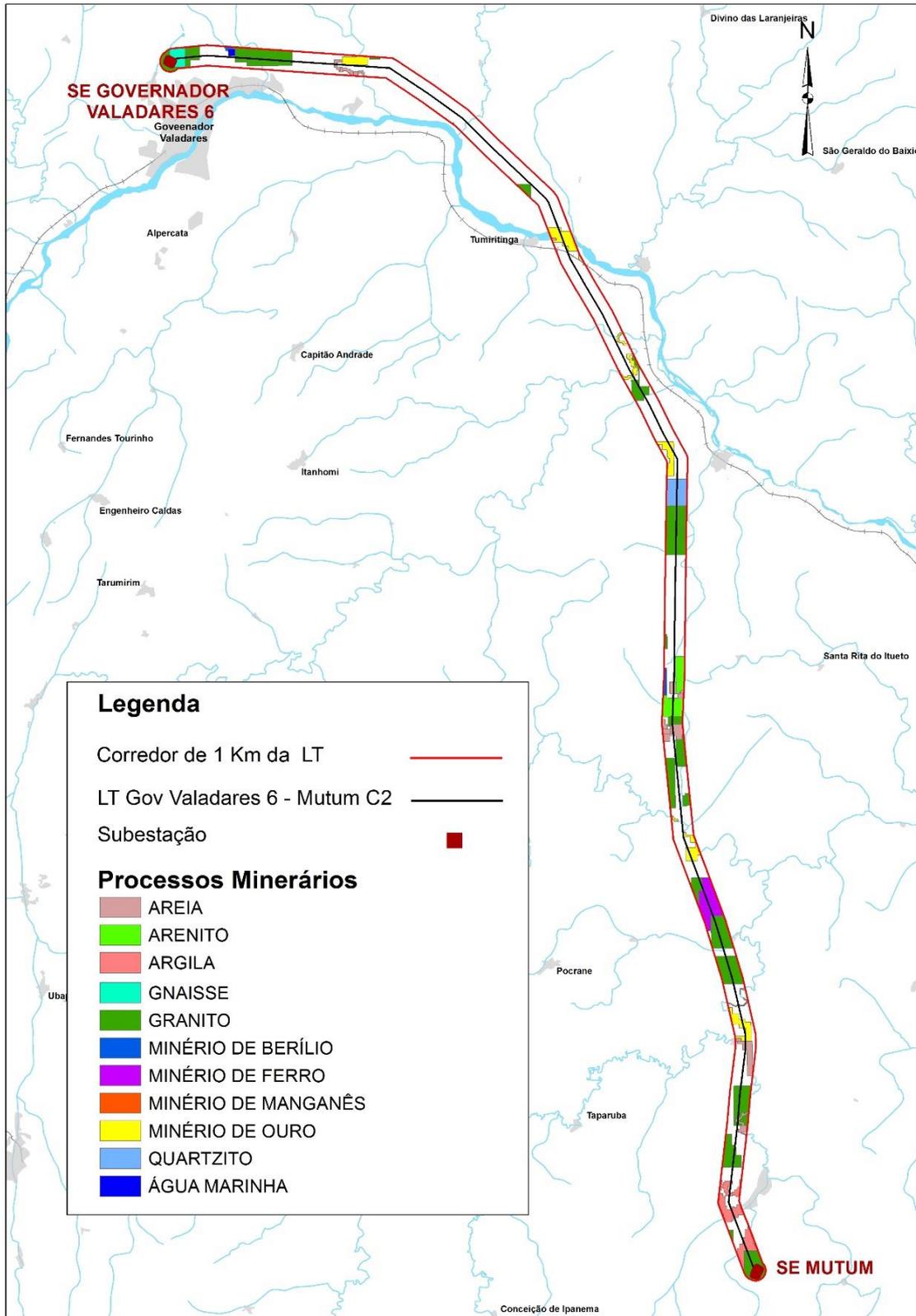


Figura 134 - Processos minerários considerando corredor de 1 Km da diretriz da LT

7.1.11.1 Área Diretamente Afetada

Para a ADA da LT 500kV Governador Valadares 6 – Mutum, C2, buscou-se levantar e identificar os processos minerários registrados para a área, que possam por ventura sofrer intervenção na ocasião da implantação do presente empreendimento, subsidiando desta forma a avaliação do potencial impacto ambiental sobre títulos minerários.

De acordo com a pesquisa realizada, foram diagnosticados 38 processos minerários de áreas requeridas para granito, ouro, areia, argila, gnaiss, ferro, arenito e quartzito, com predominância de processos em fase de Autorização e Requerimento de Pesquisa, conforme a Tabela 47, Figura 135 e Mapa de Recursos Minerários na Área Diretamente Afetada, Volume 4 – Tomo III, Anexo 35.

Tabela 47 - Processos minerários na ADA da LT 500kV SE Governador Valadares 6 – SE Mutum, C2

Processo	Fase	Substância	Uso	Área (Ha)
830116/2002	Licenciamento	Argila	Cerâmica Verm.	12,55
833898/2006	Aut. Pesquisa	Granito	Revestimento	480,74
832070/2007	Aut. Pesquisa	Granito	Revestimento	999,4
830573/2008	Aut. Pesquisa	Granito	Revestimento	1000
832869/2010	Aut. Pesquisa	Granito	Revestimento	982,94
832481/2010	Aut. Pesquisa	Granito	Revestimento	664,43
834157/2010	Aut. Pesquisa	Areia	Construção Civil	43,78
834938/2010	Aut. Pesquisa	Granito	Revestimento	794,9
832817/2011	Aut. Pesquisa	Granito	Revestimento	286,67
834336/2011	Aut. Pesquisa	Minério de Ouro	Industrial	503,55
833541/2011	Aut. Pesquisa	Granito	Revestimento	969,49
831698/2012	Aut. Pesquisa	Gnaiss	Construção Civil	427,25
834017/2012	Aut. Pesquisa	Granito	Revestimento	912,9
832992/2012	Aut. Pesquisa	Minério de Ouro	Industrial	1746,57
832971/2013	Aut. Pesquisa	Granito	Revestimento	999,72
832774/2013	Aut. Pesquisa	Granito	Revestimento	999,45
833148/2013	Aut. Pesquisa	Arenito	Construção Civil	987,93
831197/2013	Aut. Pesquisa	Minério de Ouro	Industrial	1843,3
832487/2014	Req. Pesquisa	Granito	Revestimento	879,55
832892/2014	Req. Pesquisa	Areia	Construção Civil	43,16
833299/2014	Req. Pesquisa	Gnaiss	Revestimento	427,21
833566/2014	Aut. Pesquisa	Granito	Revestimento	946,15
830437/2014	Aut. Pesquisa	Areia	Construção Civil	976,89
831948/2015	Aut. Pesquisa	Areia	Construção Civil	290,98
831949/2015	Req. Licenciamento	Areia	Construção Civil	33,82
831102/2015	Aut. Pesquisa	Argila	Cerâmica Verm.	962,38
831313/2015	Aut. Pesquisa	Minério de Ouro	Industrial	363,07
831530/2015	Req. Pesquisa	Granito	Revestimento	852,95
831891/2015	Aut. Pesquisa	Granito	Revestimento	300,54
831809/2016	Aut. Pesquisa	Minério de Ouro	Industrial	356,03

Processo	Fase	Substância	Uso	Área (Ha)
830228/2016	Aut. Pesquisa	Argila	Cerâmica Verm.	984,71
830539/2016	Aut. Pesquisa	Granito	Revestimento	995,88
831340/2016	Aut. Pesquisa	Quartzito	Revestimento	999,33
831691/2016	Aut. Pesquisa	Minério de Ouro	Industrial	1914,17
830484/2017	Aut. Pesquisa	Areia	Construção Civil	69,21
831906/2017	Aut. Pesquisa	Granito	Revestimento	999,72
831890/2018	Req. Pesquisa	Minério de Ferro	Industrial	1221,8
830179/2019	Req. Pesquisa	Granito	Revestimento	997,51

Fonte: DNPM, 2019.

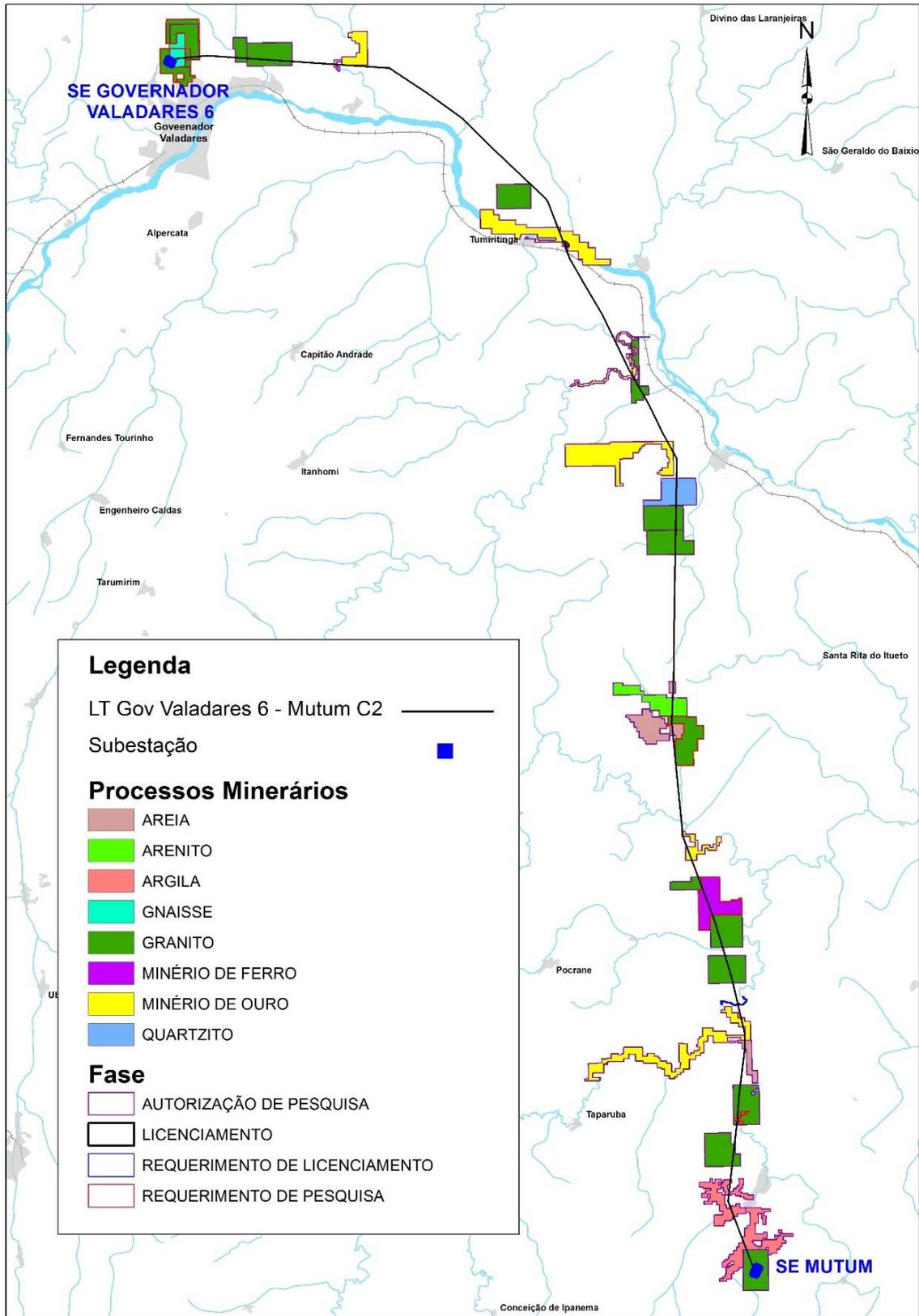


Figura 135 - Processos Minerários na ADA da LT

7.1.12 Considerações Finais

A AE da LT 500kV Governador Valadares 6 - Mutum C2 está inserida no contexto climatológico da região sudeste do Brasil, submetida, em sua maior parte, à um clima tropical de natureza continental, quente e úmido do tipo Aw, em que a estação chuvosa vai de novembro à março e a estação seca vai de maio a setembro. O clima local não apresenta resistências naturais à implantação e operação do empreendimento. No entanto, medidas preventivas no sentido de criar mecanismos de proteção à incidência de descargas atmosféricas, quanto a emissão de ruídos e poluição do ar por material particulado devem ser tomadas afim de não causar danos aos operários, aos moradores dos arredores e às estruturas do empreendimento.

O empreendimento está previsto para ser implantado em um complexo mosaico de diferentes composições geológicas e pedológicas, assim como as características do relevo. A litologia predominante na região é representada pelas rochas graníticas da Suíte Galiléia e metassedimentares do Grupo Rio Doce, favorecendo a ocorrência majoritária das classes pedológicas designadas como Argissolos, Latossolos e Neossolos Litólicos.

A constituição litológica e pedológica condicionam um relevo caracterizado principalmente por elevado padrão de dissecação, isto é, as formas que o compõem indicam a forte ação dos processos morfogenéticos, sendo a erosão o principal processo. Deste modo, as áreas com declividades acentuadas e de vertentes côncava-convexa são plataformas para que erosões do tipo laminar e linear se instalem a partir das concentrações das águas pluviais, das quais ocorrem em boa parte da ADA, quando o traçado do empreendimento transpõe vários interflúvios.

A diretriz da LT está prevista para perpassar áreas com grande variabilidade quanto a fragilidade ambiental e vulnerabilidade geotécnica. Apesar de grande parte dos terrenos serem de moderada a baixa fragilidade e/ou vulnerabilidade, dar-se-á ênfase na indicação e adoção de medidas preventivas e corretivas às porções de terreno cuja fragilidade e vulnerabilidade são altas, principalmente nas porções central e sul da área estudada.

Nesse sentido, nas áreas com afloramentos rochosos de baixa coesão e alta friabilidade, com cobertura pedológica de solos rasos e imaturos, relevo fortemente dissecado e com declividades acentuadas, devem ser considerados cuidados específicos para não deflagrarem processos erosivos e, por consequência, causar assoreamento de corpos hídricos, principalmente os de primeira ordem e segunda ordem.

As unidades geológicas que ocorrem na área de interesse e o contexto geotectônico em que esta região foi estabelecida, favorecem a ocorrência de ambientes de alto potencial mineral, verificando-se na região e adjacências considerável atividade de pesquisa mineral. A existência de muitos processos minerários na área da faixa de servidão do empreendimento projetado, denota a necessidade de negociação com os detentores dos títulos minerários.

A atividade sísmica regional é branda, podendo-se considerar uma área de estabilidade quanto ao risco sísmico, e de remota possibilidade de indução de eventos sísmicos decorrentes da instalação e operação do empreendimento.

As áreas destinadas à execução das obras em questão não apresentam nenhum problema de interferência com os patrimônios espeleológicos e paleontológicos que possam dar causa à dificuldades para o empreendedor. Apesar do baixo potencial espeleológico e paleontológico que a região apresenta, o projeto conceitual do empreendimento visou assegurar que as atividades relacionadas à construção e operação não causarão impactos de quaisquer magnitudes sobre os patrimônios supracitados.

Concernente aos recursos hídricos, trata-se de uma região de alta disponibilidade hídrica. Diagnosticou-se que a LT irá transpor o total de 130 canais fluviais, entre rios perenes e intermitentes. A maioria desses canais ocorrem em relevos de declividades moderadas a acentuadas, refletindo na ocorrência de solos com considerável suscetibilidade ao desencadeamento de processos erosivos. Contudo não se espera gerar processos de assoreamento nos cursos d'água, justificado em função do empreendimento se dar de maneira pontual, com a implantação das torres. No entanto, programas ambientais que contemplam indicação de medidas preventivas e corretivas serão propostos e adotados, no sentido de assegurar a mitigação de tais impactos.

