

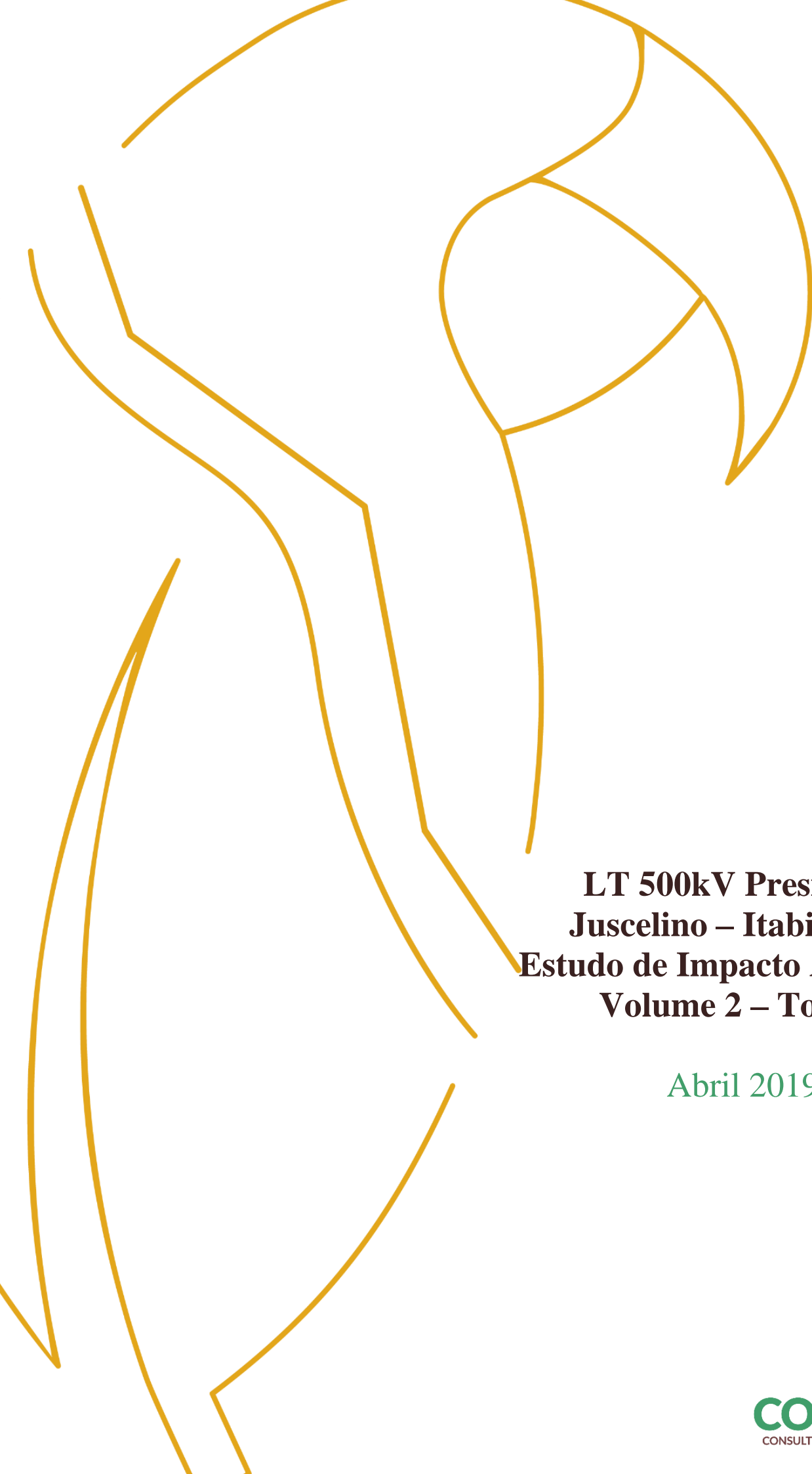


Estudo de Impacto Ambiental

Linha de Transmissão 500kV

SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5 C2

Volume 2 – Tomo I



**LT 500kV Presidente
Juscelino – Itabira5 C2
Estudo de Impacto Ambiental
Volume 2 – Tomo I**

Abril 2019



Estudo de Impacto Ambiental – Volume 2 – Tomo I

LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira5 C2

ABRIL 2019

SUMÁRIO

7	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	1
7.1	MEIO FÍSICO.....	1
7.1.1	Aspectos metodológicos	1
7.1.2	Clima e condições meteorológicas.....	3
7.1.2.1	<i>Clima, Precipitação Pluviométrica e Balanço Hídrico</i>	5
7.1.2.2	<i>Nebulosidade, Radiação Solar e Insolação</i>	9
7.1.2.3	<i>Massas de Ar e Temperatura do Ar</i>	11
7.1.2.4	<i>Regime dos Ventos</i>	13
7.1.2.5	<i>Umidade Relativa do Ar</i>	14
7.1.2.6	<i>Pressão Atmosférica</i>	15
7.1.2.7	<i>Nível Ceráunico</i>	17
7.1.2.8	<i>Fenômenos meteorológicos extremos</i>	20
7.1.3	Ruído.....	21
7.1.4	Geologia e Geotecnia.....	25
7.1.4.1	<i>Províncias e Unidades Litoestratigráficas</i>	26
7.1.4.1.1	Complexo Belo Horizonte	31
7.1.4.1.2	Supergrupo Rio das Velhas.....	32
7.1.4.1.3	Supergrupo Minas	33
7.1.4.1.4	Supergrupo Espinhaço Superior	34
7.1.4.1.5	Suíte Borrachudos.....	37
7.1.4.1.6	Suíte Pedro Lessa.....	37
7.1.4.1.7	Supergrupo São Francisco	38
7.1.4.1.8	Depósitos Aluvionares	41
7.1.4.2	<i>Área Diretamente Afetada</i>	41
7.1.4.2.1	Complexo Belo Horizonte	41
7.1.4.2.2	Supergrupo Espinhaço Superior – Grupo Diamantina – Fm. Galho do Miguel....	44
7.1.4.2.3	Supergrupo Espinhaço Superior – Grupo Diamantina – Fm. Sopa-Brumadinho..	45
7.1.4.2.4	Suíte Borrachudos.....	47
7.1.4.2.5	Suíte Pedro Lessa.....	49

7.1.4.2.6	Supergrupo São Francisco – Grupo Bambuí (Subgrupo Paraopeba) – Fm. Sete Lagoas, Fm. Santa Helena e Fm. Lagoa do Jacaré.....	50
7.1.4.2.7	Geotecnia	55
7.1.4.2.7.1	<i>Sondagens e Ensaios Geotécnicos</i>	55
7.1.4.2.7.2	<i>Características Geotécnicas</i>	56
7.1.5	Sismicidade	58
7.1.5.1	<i>Sismicidade Natural</i>	59
7.1.5.2	<i>Risco Sísmico</i>	61
7.1.5.3	<i>Sismicidade Induzida</i>	65
7.1.5.4	<i>Área Diretamente Afetada</i>	66
7.1.6	Espeleologia.....	66
7.1.6.1	<i>Potencialidade Espeleológica</i>	72
7.1.6.2	<i>Prospecção Espeleológica</i>	73
7.1.6.3	<i>Área Diretamente Afetada</i>	79
7.1.7	Paleontologia.....	80
7.1.7.1	<i>Área Diretamente Afetada</i>	84
7.1.8	Recursos Minerais.....	85
7.1.8.1	<i>Área Diretamente Afetada</i>	86
7.1.9	Geomorfologia	88
7.1.9.1	<i>Caracterização Geomorfológica</i>	89
7.1.9.2	<i>Unidades Geomorfológicas</i>	95
7.1.9.2.1	Domínio das Unidades Agradacionais.....	96
7.1.9.2.2	Domínio das Unidades Denudacionais em Rochas Sedimentares Pouco Litificadas	97
7.1.9.2.3	Domínio das Unidades Denudacionais em Rochas Sedimentares Litificadas.....	97
7.1.9.2.4	Domínio dos Relevos de Aplainamento	98
7.1.9.2.5	Domínio das Unidades Denudacionais em Rochas Cristalinas ou Sedimentares	98
7.1.9.3	<i>Área Diretamente Afetada</i>	101
7.1.9.3.1	Domínio Montanhoso	101
7.1.9.3.2	Planaltos e Baixos Platôs	105
7.1.9.3.3	Colinas Dissecadas e Morros Baixos.....	107
7.1.9.3.4	Domínio de Morros e Serras Baixas	109

7.1.9.3.5	Domínio de Colinas Amplas e Suaves.....	111
7.1.10	Pedologia.....	112
7.1.10.1	<i>Solos da Região.....</i>	<i>119</i>
7.1.10.1.1	Latossolos	123
7.1.10.1.2	Argissolos	125
7.1.10.1.3	Neossolos Litólicos	127
7.1.10.1.4	Cambissolos	128
7.1.10.2	<i>Área Diretamente Afetada</i>	<i>129</i>
7.1.10.2.1	Argissolos	130
7.1.10.2.2	Latossolos	140
7.1.10.2.3	Neossolos Litólicos	144
7.1.11	Recursos Hídricos	146
7.1.11.1	<i>Caracterização Hidrográfica da Região de Estudo</i>	<i>147</i>
7.1.11.2	<i>Análise dos Fenômenos de Cheias e Vazantes</i>	<i>152</i>
7.1.11.3	<i>Área Diretamente Afetada</i>	<i>156</i>
7.1.12	Hidrogeologia	166
7.1.12.1	<i>Compartimentação Hidrogeológica da Área de Estudo.....</i>	<i>169</i>
7.1.12.1.1	Domínio Cárstico	171
7.1.12.1.2	Domínio Fissural/Fraturado	171
7.1.12.1.3	Domínio Poroso-Fraturado	172
7.1.12.1.4	Usos Consuntivos da Água Subterrânea	172
7.1.12.2	<i>Área Diretamente Afetada</i>	<i>175</i>
7.1.13	Considerações Finais do Meio Físico	176

FIGURAS

Figura 1 - Pontos de amostragem dos atributos físico-químicos na AE e ADA	2
Figura 2 - Localização das Estações Meteorológicas do INMET utilizadas	4
Figura 3 - Tipos climáticos no Brasil, segundo a classificação climática de Köppen.....	6
Figura 4 - Resumo do balanço hídrico climatológico mensal de 1984 a 2018.....	8
Figura 5 - Dias de chuva por mês, volume precipitado por evento e volume mensal de 1984 a 2018	9
Figura 6 - Nebulosidade na região da AE e ADA entre 1984 e 2018	10
Figura 7 - Insolação mensal na região da AE e ADA entre 1984 e 2018.....	11
Figura 8 - Massas de Ar que atuam no Território Brasileiro e suas as Principais Características	12
Figura 9 - Temperatura Máxima, Média e Mínima do Ar na região da AE e ADA entre 1984 e 2018	12
Figura 10 - Velocidade dos Ventos na região da AE e ADA entre 1984 e 2018	14
Figura 11 - Umidade relativa do ar na região da AE e ADA entre 1984 e 2018.....	15
Figura 12 - Pressão Atmosférica na região da AE e ADA entre 1984 e 2018	16
Figura 13 - Mapa de Densidade de Descargas Atmosféricas entre 1998 e 2013	18
Figura 14 - Pontos de amostragem do nível de ruídos na ADA da LT	22
Figura 15 - A porção continental da placa Sul-americana.....	27
Figura 16 - Províncias Estruturais do Brasil (Almeida, 1977)	28
Figura 17 - Unidades Geológicas da Área de Estudo.....	31
Figura 18 - Litotipo do Complexo Belo Horizonte na ADA da LT	42
Figura 19 - Litotipos de coloração acinzentada do Complexo Belo Horizonte na ADA da LT ...	42
Figura 20 - Saprólito e manto de intemperismo na região do Complexo Belo Horizonte na ADA da LT.....	43
Figura 21 - Litotipos do Complexo Belo Horizonte na ADA da LT.....	43
Figura 22 - Litotipos do Complexo Belo Horizonte na ADA da LT.....	44
Figura 23 - Litotipos da Formação Galho do Miguel na ADA da LT.....	45
Figura 24 - Litotipo da Formação Sopa-Brumadinho na ADA da LT	46
Figura 25 - Litotipo da Formação Sopa-Brumadinho na ADA da LT	46
Figura 26 - Litotipo da Formação Sopa-Brumadinho na ADA da LT	47

Figura 27 - Litotipo da Suíte Borrachudos na ADA da LT	47
Figura 28 - Litotipo da Suíte Borrachudos na ADA da LT	48
Figura 29 - Litotipo da Suíte Borrachudos na ADA da LT	48
Figura 30 - Litotipo da Suíte Borrachudos na ADA da LT	49
Figura 31 - Litotipo da Suíte Pedro Lessa na ADA da LT	50
Figura 32 - Litotipo da Formação Sete Lagoas na ADA da LT	51
Figura 33 - Litotipo da Formação Sete Lagoas na ADA da LT	51
Figura 34 - Litotipo da Formação Sete Lagoas na ADA da LT	52
Figura 35 - Litotipos da Formação Serra de Santa Helena na ADA da LT.....	53
Figura 36 - Litotipo da Formação Serra de Santa Helena na ADA da LT	54
Figura 37 - Litotipo da Formação Lagoa do Jacaré na ADA da LT.....	54
Figura 38 - Localização do Brasil no interior da Placa Tectônica Sul-americana	60
Figura 39 - Risco sísmico do Brasil	62
Figura 40 - Terremotos entre 1955 e 2018 ocorridos no Brasil	63
Figura 41 - Terremotos entre 1955 e 2018 ocorridos na região da AE da	64
Figura 42 - Cavidades naturais catalogadas no território nacional.....	69
Figura 43 - Cavernas catalogadas no estado de Minas Gerais	70
Figura 44 - Cavernas catalogadas na LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2	71
Figura 45 - Potencial espeleológico da Área de Estudo	73
Figura 46 - Classes de detalhamento do caminhamento prospectivo.....	75
Figura 47 - Amostragem realizada durante prospecção espeleológica na área estudada	76
Figura 48 - Gruta da Fortuna, localizada no interior da área estudada.....	77
Figura 49 - Gruta do Sumidouro I, localizada próxima a área estudada	78
Figura 50 - Gruta do Sumidouro III, localizada próxima a área estudada.....	78
Figura 51 - Gruta da Água Boa, localizada próxima a área estudada	79
Figura 52 - Terrenos Pré-cambrianos e principais bacias sedimentares com ocorrências fósseis no Brasil.....	82
Figura 53 - Ocorrências fossilíferas catalogadas na região	83
Figura 54 - Processos Minerários na ADA da LT.....	88
Figura 55 - Classificação do relevo brasileiro	90
Figura 56 - Classificação do relevo brasileiro segundo Ross (1989)	91
Figura 57 - Altitude na AE da LT	93
Figura 58 - Declividade na AE da LT	94

Figura 59 - Unidades Geomorfológicas na AE da LT.....	96
Figura 60 - Relevo montanhoso na ADA da LT	102
Figura 61 - Relevo montanhoso na ADA da LT	103
Figura 62 - Relevo montanhoso na ADA da	103
Figura 63 - Relevo montanhoso na ADA da LT	104
Figura 64 - Relevo montanhoso na ADA da LT	104
Figura 65 - Relevo montanhoso na ADA da LT	105
Figura 66 - Relevo montanhoso na ADA da LT	105
Figura 67 - Relevo de Planaltos Baixos Platôs na ADA da LT.....	106
Figura 68 - Relevo de Planaltos Baixos Platôs na ADA da LT.....	106
Figura 69 - Relevo de Colinas Dissecadas e Morros Baixos na ADA da LT.....	107
Figura 70 - Relevo de Colinas Dissecadas e Morros Baixos na ADA da LT.....	108
Figura 71 - Relevo de Colinas Dissecadas e Morros Baixos na ADA da LT.....	108
Figura 72 - Relevo de Colinas Dissecadas e Morros Baixos na ADA da LT.....	109
Figura 73 - Relevo de Morros e Serras Baixas na ADA da LT.....	110
Figura 74 - Relevo de Colinas Dissecadas e Morros Baixos na ADA da LT.....	110
Figura 75 - Relevo de Colinas Amplas e Suaves na ADA da LT	111
Figura 76 - Relevo de Colinas Amplas e Suaves na ADA da LT	112
Figura 77 - Relevo de Colinas Amplas e Suaves na ADA da LT	112
Figura 78 - Perfil de um solo com os principais horizontes	113
Figura 79 - Coleta de amostras para análises físico-químicas do solo na AE e ADA da LT	119
Figura 80 - Solos presentes na AE da LT.....	120
Figura 81 - Suscetibilidade à erosão dos solos AE da LT	121
Figura 82 - Aptidão agrícola dos solos da AE da LT	122
Figura 83 - Argissolo com cobertura detrito-laterítica na ADA da LT.....	131
Figura 84 - Argissolo Vermelho Escuro na ADA da LT.....	131
Figura 85 - Litotipo da Formação Serra de Santa Helena na ADA da LT	132
Figura 86 - Processos erosivos na ADA da LT	133
Figura 87 - Processo erosivo na ADA da LT	133
Figura 88 - Processo erosivo na ADA da	134
Figura 89 - Argissolo Vermelho-Amarelo na ADA da LT	135
Figura 90 - Argissolo Vermelho-Amarelo na ADA da LT	135
Figura 91 - Argissolo Vermelho-Amarelo na ADA da LT	136

Figura 92 - Litotipo do Complexo Belo Horizonte na ADA da LT	138
Figura 93 - Processo erosivo na ADA da LT	138
Figura 94 - Processos erosivos na ADA da LT	139
Figura 95 - Processo erosivo na ADA da LT	139
Figura 96 - Processos erosivos na ADA da LT	140
Figura 97 - Latossolo Vermelho-Escuro na ADA da LT	141
Figura 98 - Processos erosivos na ADA da LT	142
Figura 99 - Processos erosivos na ADA da LT	142
Figura 100 - Litotipo da Suíte Pedro Lessa na ADA da LT	143
Figura 101 - Processos erosivos na ADA da LT	144
Figura 102 - Neossolo Litólico na ADA da LT.....	144
Figura 103 - Neossolo Litólico na ADA da LT.....	145
Figura 104 - Processos erosivos na ADA da LT 500kV	146
Figura 105 - Regiões Hidrográficas Brasileiras	147
Figura 106 - Bacias Hidrográficas na AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2	148
Figura 107 - Rede de drenagem na AE da LT.....	152
Figura 108 - Localização das estações fluviométricas utilizadas	154
Figura 109 - Vazões médias mensais no rio Jaboticatubas	155
Figura 110 - Vazões médias mensais no rio Taquaraçu	155
Figura 111 - Rio do Tanque na ADA da LT.....	157
Figura 112 - Rio Tanque próximo à ADA da LT.....	157
Figura 113 - Afluente do rio Jaboticatubas na ADA da LT	158
Figura 114 - Afluente do rio Cipó na ADA da LT	158
Figura 115 - Afluente do rio Cipó próximo à ADA da LT	159
Figura 116 - Rio Cipó próximo à ADA da LT	159
Figura 117 - Afluente do rio Cipó na ADA da LT	160
Figura 118 - Rio Cipó na ADA da LT.....	160
Figura 119 - Córrego dos Fechados na ADA da LT.....	161
Figura 120 - Córrego das Caraíbas na ADA da LT.....	161
Figura 121 - Rio Cipó na ADA da LT.....	162
Figura 122 - Rio Cipó na ADA da LT.....	162
Figura 123 - Ribeirão Bom Jardim na ADA da LT.....	163

Figura 124 - Rio Preto na ADA da LT	163
Figura 125 - Afluente do rio do Tanque na ADA da LT.....	164
Figura 126 - Várzeas e áreas alagadas na ADA da LT.....	165
Figura 127 - Nascentes na AE da LT	166
Figura 128 - Modelos de porosidade em unidades aquíferas	167
Figura 129 - Províncias hidrogeológicas do Brasil	168
Figura 130 - Compartimentação Hidrogeológica da AE da LT	170
Figura 131 - Poços tubulares na ADA da LT	176

TABELAS

Tabela 1 - Estações Meteorológicas Utilizadas no Estudo Climatológico.....	3
Tabela 2 - Balanço hídrico climatológico mensal de 1984 a 2018.....	7
Tabela 3 - Direções dos ventos na região da AE e ADA entre 1984 e 2018.....	13
Tabela 4 - Ranking de Incidência de Raios nos Municípios entre 2011 e 2016.....	19
Tabela 5 - Fenômenos meteorológicos extremos na AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2	20
Tabela 6 - Pontos de avaliação de ruídos na ADA da LT 500kV Presidente Juscelino - Itabira 5, C2	21
Tabela 7 - Resultados da avaliação do nível de pressão sonora na ADA.....	24
Tabela 8 - Limites críticos de ruídos para ambiente externo, segundo a NBR 10.151:2000	25
Tabela 9 - Coluna litoestratigráfica da AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2	29
Tabela 10 - Limites para parâmetros geotécnicos de solos típicos aplicados em projeto de fundações de torres	55
Tabela 11 - Limites para parâmetros geotécnicos de rochas típicos aplicados em projeto de fundações de torres	56
Tabela 12 - Descrição dos efeitos dos sismos de acordo com sua magnitude.....	65
Tabela 13 - Tipos de cavidades naturais.....	68
Tabela 14 - Grau de potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil.....	72
Tabela 15 - Cavernas, cavidades e grutas naturais próximas à ADA e ao traçado	80
Tabela 16 - Registros fossilíferos catalogados na região	84
Tabela 17 - Processos minerários na ADA da LT 500kV Presidente Juscelino - Itabira 5, C2	86
Tabela 18 - Classes de erodibilidade dos solos	114
Tabela 19 - Classes de declividade e relevo correspondente.....	114
Tabela 20 - Classes de suscetibilidade à erosão laminar	114
Tabela 21 - Classes de suscetibilidade à erosão laminar	116
Tabela 22 - Classes de aptidão agrícola das terras	116
Tabela 23 - Características das classes de aptidão agrícola.....	117
Tabela 24 - Classe de viabilidade de redução da limitação ao uso da terra	117

Tabela 25 - Aptidão agrícola ou classes de capacidade de uso dos solos da AE da LT.....	122
Tabela 26 - Análise química e física de um Argissolo Vermelho Escuro (UTM 23K, 600.143E/7.933.088N)	132
Tabela 27 - Análise química e física de um Argissolo Vermelho Escuro (UTM 23K, 596.115E/7.935.209N)	132
Tabela 28 - Análise química e física de um Argissolo Vermelho-Amarelo (UTM 23K, 669.746E/7.839.458N)	136
Tabela 29 - Análise química e física de um Argissolo Vermelho-Amarelo (UTM 23K, 649.454E/7.834.695N)	137
Tabela 30 - Análise química e física de um Argissolo Vermelho-Amarelo (UTM 23K, 641.380E/7.840.375N)	137
Tabela 31 - Análise química e física de um Latossolo Vermelho-Escuro (UTM 23K, 674.566E/7.831.602N)	141
Tabela 32 - Análise química e física de um Latossolo Roxo (UTM 23K, 667.498E/7.840.163N).....	143
Tabela 33 - Análise química e física de um Neossolo Litólico (UTM 23K, 657.042E/7.838.134N).....	145
Tabela 34 - Análise química e física de um Neossolo Litólico (UTM 23K, 647.567E/7.836.586N).....	145
Tabela 35 - Níveis de divisão das regiões hidrográficas da Bacia do Rio São Francisco	149
Tabela 36 - Disponibilidade hídrica na região fisiográfica	149
Tabela 37 - Disponibilidade hídrica no Alto São Francisco.....	149
Tabela 38 - Demanda Hídrica na Subunidade Velhas	150
Tabela 39 - Principais rios da Subunidade Doce na RH Atlântico Sudeste	150
Tabela 40 - Demanda por retirada na subunidade Doce.....	151
Tabela 41 - Balanço entre disponibilidade e demanda	151
Tabela 42 - Estações Fluviométricas utilizadas.....	153
Tabela 43 - Drenagens transpostas e classes hierárquicas.....	156
Tabela 44 - Localização e natureza dos poços tubulares da AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2	173
Tabela 45 - Poços diagnosticados na ADA da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2	176

7 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

7.1 MEIO FÍSICO

7.1.1 Aspectos metodológicos

A integração da análise descritiva e de informações espaciais em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) possibilitam consideráveis benefícios para a resolução de problemas de planejamento e gerenciamento do mundo real (ZAMBON *et al.*, 2005). O diagnóstico ambiental integrado tem como propósito determinar as relações entre os compartimentos do meio físico e as suas características de vulnerabilidade e estabilidade, objetivando a obtenção de uma retratação ambiental mais apurada de modo a possibilitar o planejamento de uso e ocupação de determinada região.

A dinâmica ambiental é definida pela correlação dos 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. A caracterização deste meio para empreendimentos que visam o uso e ocupação do meio ambiente 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.

Partindo deste pressuposto, a caracterização, o diagnóstico e prognóstico ambiental devem levar em consideração não só um conjunto de dados que retratem o traçado onde se pretende instalar a Linha de Transmissão (LT) 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, como também procurar identificar, sempre que possível, os fatores que condicionam a variação do ambiente como um todo, sejam estes naturais e/ou antrópicos, para que, nas fases de instalação e operação do empreendimento proposto, seja possível detectar e mensurar a magnitude dos impactos que cada uma destas fases provoca.

No presente diagnóstico do meio físico serão apresentadas informações acerca dos principais aspectos físicos da paisagem, tais como: clima, geologia, geomorfologia, pedologia, recursos hídricos e análise de ruídos. 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 60 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 31 de outubro a 14 de novembro de 2018, percorrendo trechos das áreas de influência da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 (Figura 1 e Mapa dos pontos de amostragem dos atributos físico-químicos, Volume 4 – Tomo I, Anexo 12), considerando 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, será descrita no seu respectivo item.

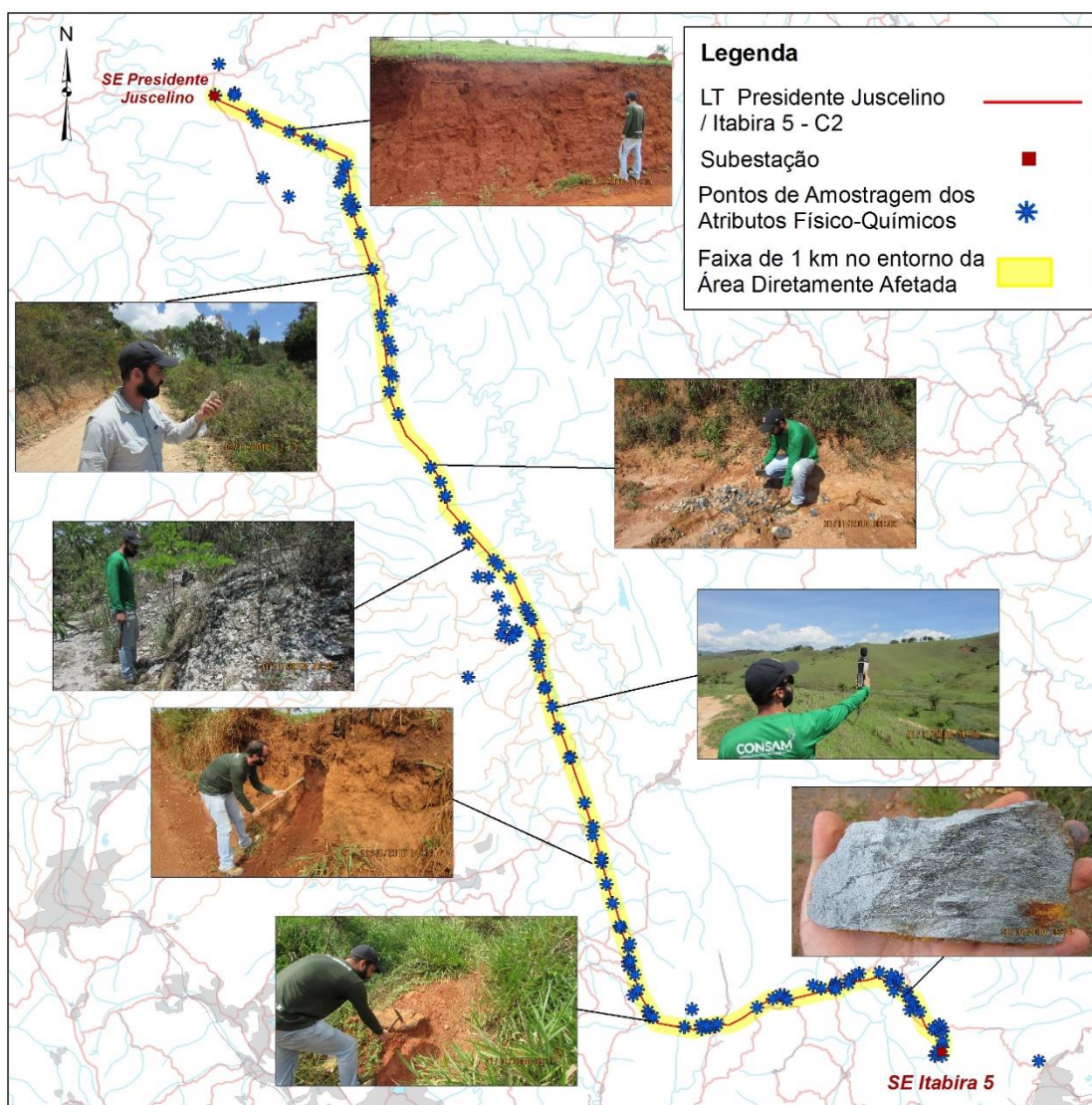


Figura 1 - Pontos de amostragem dos atributos físico-químicos na AE e ADA

A metodologia específica de cada tema abordado, está detalhada nos itens que seguem.

7.1.2 Clima e condições meteorológicas

O clima remete às características da atmosfera deduzidas de contínuas observações ao decorrer de um longo período, geralmente de 30 a 35 anos. No vasto campo da ciência ambiental a climatologia ocupa posição central, posto que os processos atmosféricos interferem em processos nas outras partes do ambiente, principalmente na biosfera, hidrosfera e litosfera (AYOADE, 2002).

O estudo climático da região de implantação da LT Presidente Juscelino – Itabira 5, C2 foi realizado a partir dos dados das estações meteorológicas das cidades de Belo Horizonte-MG, Curvelo-MG e Conceição do Mato Dentro-MG (Tabela 1). De acordo com a Figura 2, a Área de Estudo encontra-se localizada entre as 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 ceráunico 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
83.587	Belo Horizonte	MG	Latitude: -19,93 Longitude: -43,93 Altitude: 915,0m	Operante
83.536	Curvelo	MG	Latitude: -18,75 Longitude: -44,45 Altitude: 672,0m	Operante
83.589	Conceição do Mato Dentro	MG	Latitude: -19,02 Longitude: -43,43 Altitude: 652,0m	Operante

Fonte: INMET, 1984 a 2018.

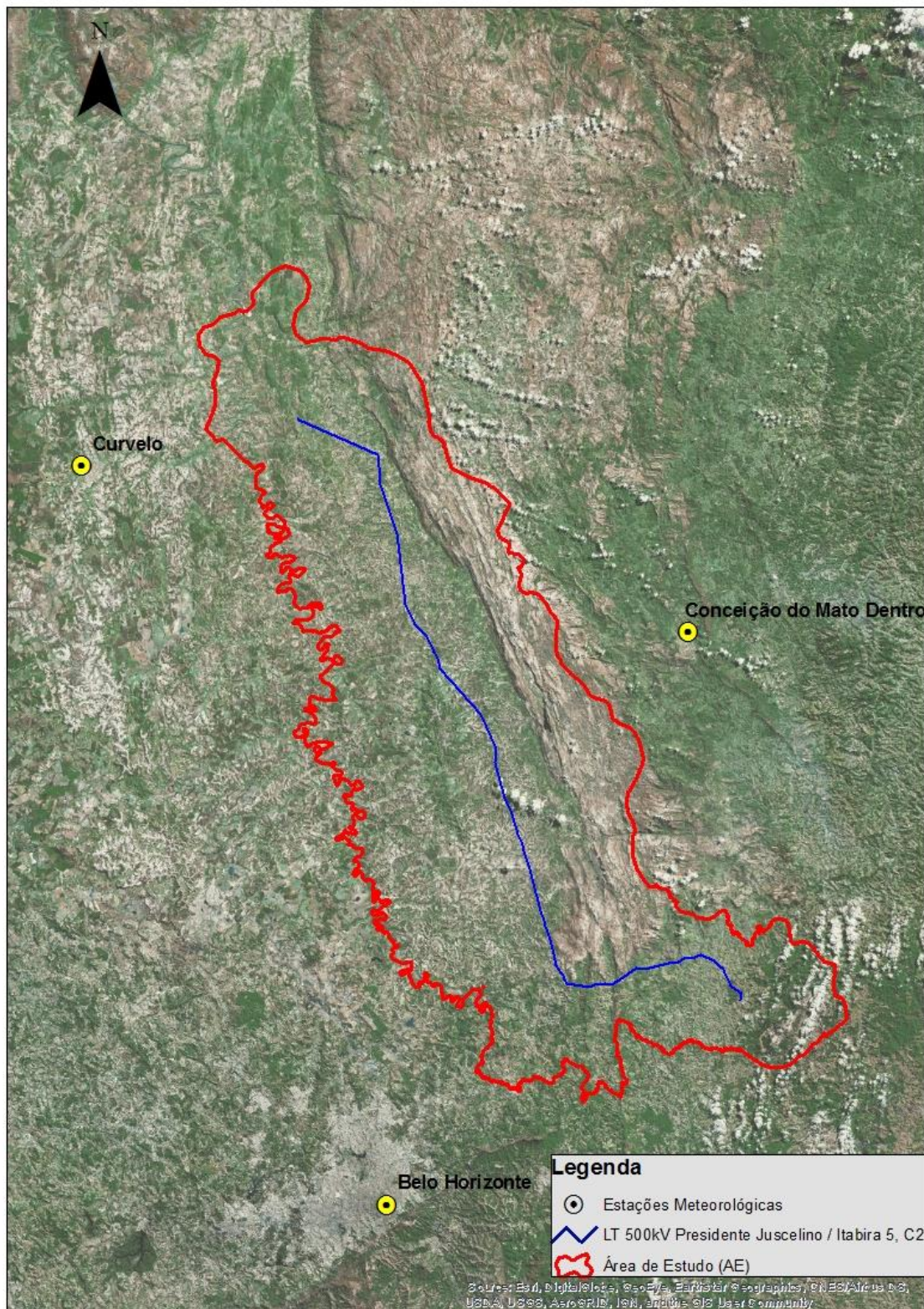


Figura 2 - Localização das Estações Meteorológicas do INMET utilizadas

7.1.2.1 *Clima, Precipitação Pluviométrica e Balanço Hídrico*

Segundo a classificação climática de Köppen, adotada neste trabalho, ocorrem na região três tipos climáticos (Figura 3). A AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 encontra-se majoritariamente inserida no tipo climático Cwa, assim como as duas subestações e maior parte da faixa de servidão. Trata-se de 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.

Em uma estreita faixa na região sudeste da AE ocorre o tipo climático Cwb, que corresponde à um clima subtropical de altitude. Trata-se de um clima influenciado por monções, caracterizado por inverno seco e verões com temperaturas amenas. Já na porção noroeste da AE, ocorre o tipo climático Aw, condicionando estação seca de inverno e verão chuvoso.

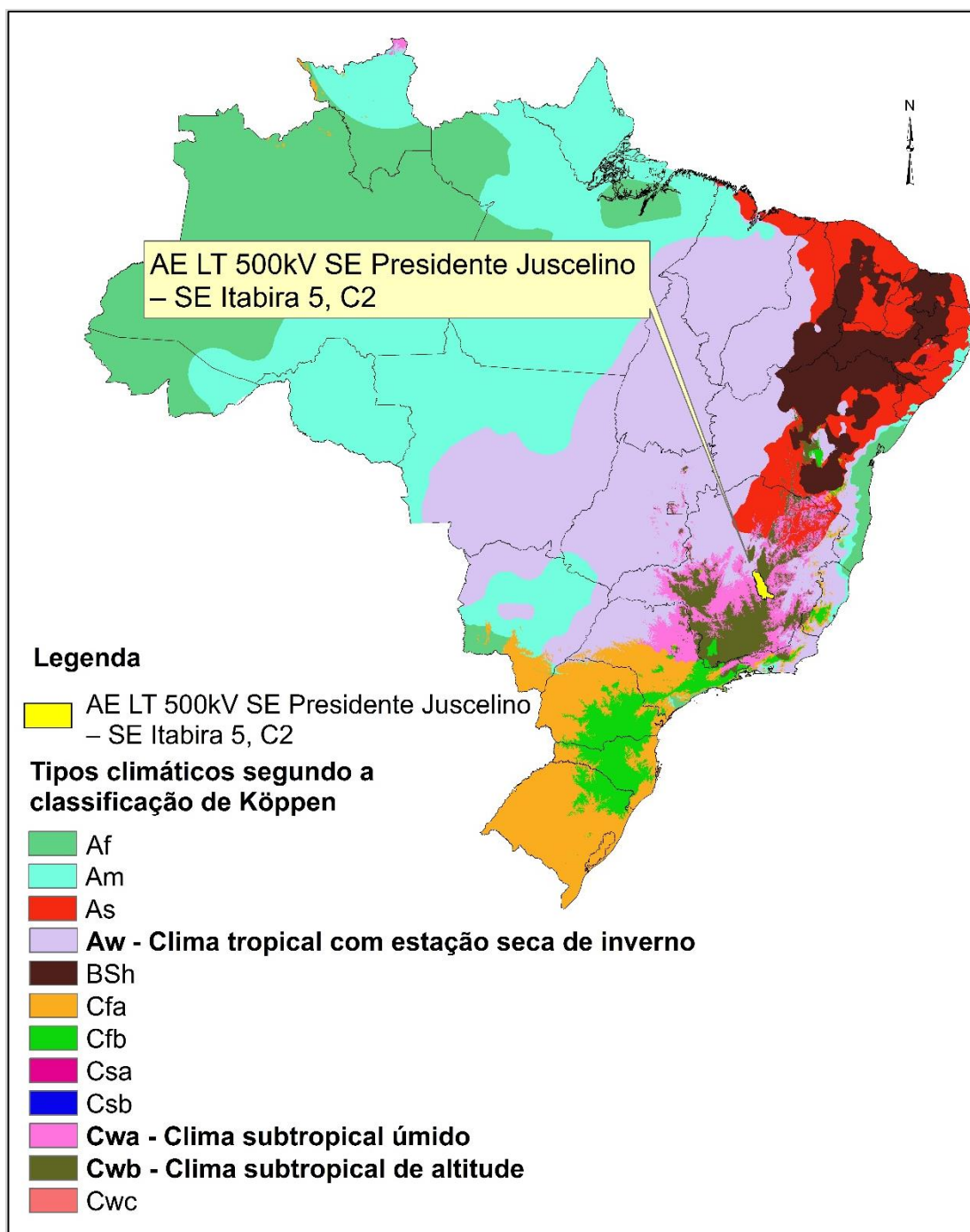


Figura 3 - Tipos climáticos no Brasil, segundo a classificação climática de Köppen.

Fonte: Alvares et al. (2013)

As condições climáticas definem períodos distintos com relação às chuvas. A estação chuvosa vai de novembro à março, com média mensal de 229,04 mm, com o máximo de 308,24 mm em dezembro e o mínimo de 169,43 mm em março, quando o período chuvoso está no seu final. Esse período precipita o correspondente à 78,34% (1145,22 mm) do volume total anual de

chuva (1.461,70 mm). Já a estação seca vai de maio a setembro, com média mensal de chuvas de 29,34 mm, com o máximo de 51,70 mm em setembro e o mínimo de 11,22 mm mensais em julho (Tabela 2 e Figura 4). Os meses de abril e outubro são meses de transição entre a estação chuvosa e seca, nesses meses chovem 78,06 e 91,72 mm, respectivamente.

Segundo o balanço hídrico climatológico, na região da AE e ADA da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 a deficiência hídrica local chega a 203,91 mm, estando presente de abril a outubro. O déficit hídrico alcança seu maior valor em agosto (60,93 mm). Em decorrência do alto volume de chuvas na primavera e no verão há um excedente de chuvas 628,53 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
Janeiro	23,86	264,89	119,75	117,28	0,00	147,61
Fevereiro	23,95	183,82	106,58	103,7	0,00	80,12
Março	23,58	169,43	106,28	108,23	0,00	61,20
Abril	22,61	78,06	90,65	79,08	7,80	0,00
Maio	20,25	47,58	65,09	57,29	11,57	0,00
Junho	18,76	22,1	54,22	34,2	20,02	0,00
Julho	18,55	11,22	53,56	21,9	46,00	0,00
Agosto	19,86	14,10	69,25	23,86	60,93	0,00
Setembro	21,84	51,70	90,56	39,63	45,39	0,00
Outubro	23,31	91,72	112,06	64,13	12,20	27,59
Novembro	22,93	218,84	110,39	101,29	0,00	117,55
Dezembro	23,42	308,24	119,39	113,78	0,00	194,46
TOTAL	262,92	1461,7	1097,78	864,37	203,91	628,53
MÉDIA	21,9	121,8	91,48	72,0	16,99	52,37

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

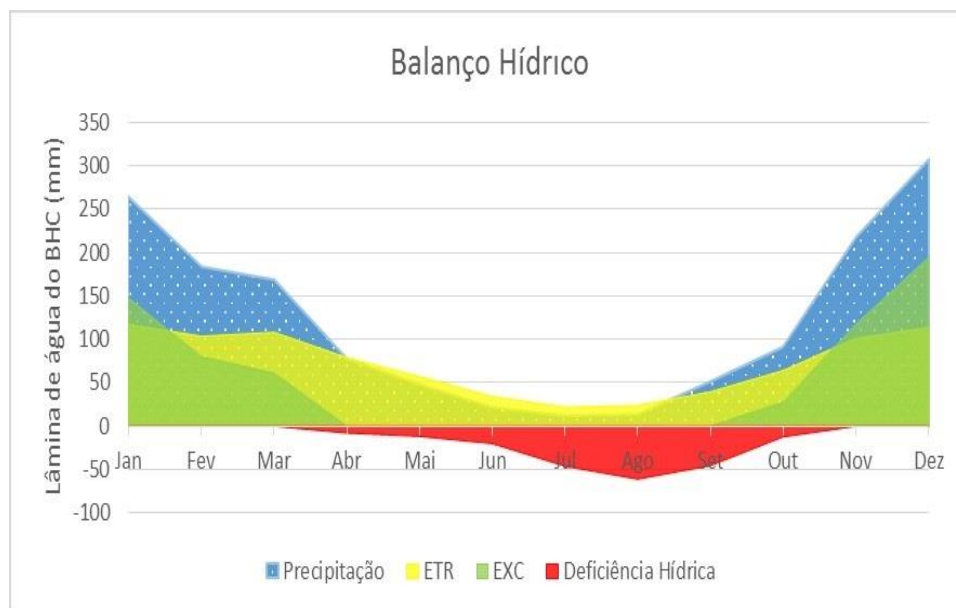


Figura 4 - Resumo do balanço hídrico climatológico mensal de 1984 a 2018

De acordo com a Figura 5, 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 16,46 mm. Chovem aproximadamente 101 dias no ano, o que representa 27,67% 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, pois em alguns meses desse período, dezembro e janeiro, as chuvas podem ultrapassar os 250 mm. Na estação chuvosa também há maior probabilidade de eventos de enxurradas, uma vez que a condutividade dos solos diminui em função da maior saturação destes.

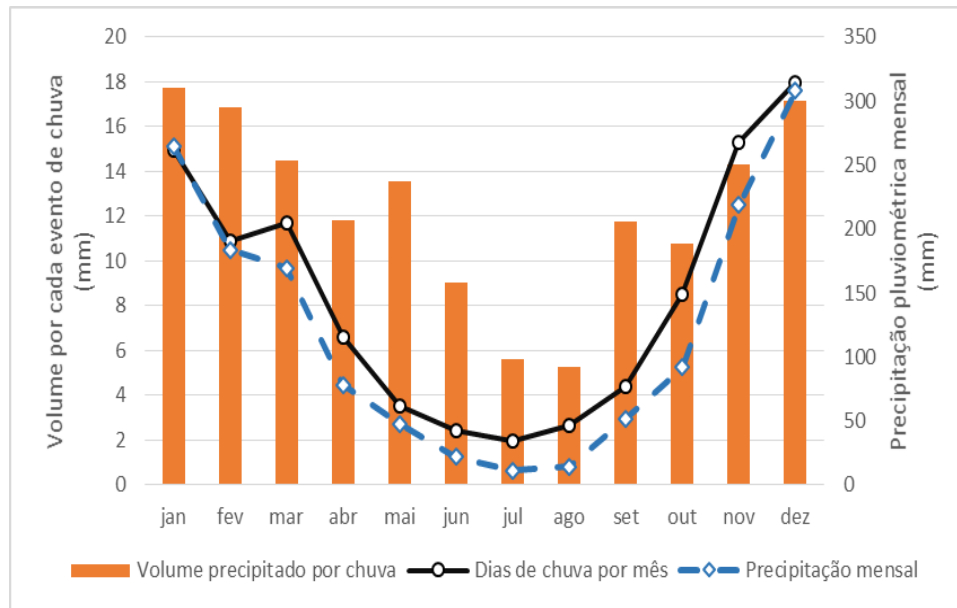


Figura 5 - Dias de chuva por mês, volume precipitado por evento e volume mensal de 1984 a 2018

7.1.2.2 *Nebulosidade, Radiação Solar e Insolação*

Designa-se nebulosidade a fração da abóboda celeste que, em dado momento, situa-se encoberta por nuvens. Na prática a nebulosidade é estipulada visualmente, imaginando-se todas as nuvens dispostas juntas e arbitrando-se, aproximadamente, a fração do céu que isso configura. Quando há muitas nuvens presentes é mais razoável imaginar a fração que seria ocupada pelos espaços não cobertos, caso fossem hipoteticamente agrupados em uma única área.

Durante as noites enluaradas uma estimativa razoável da nebulosidade pode ser adquirida pelo mesmo processo. Não havendo o auxílio da luz refletida pela lua, as áreas sem cobertura de nuvens são estimadas levando-se em consideração as estrelas visíveis, contanto que a transparência da atmosfera o possibilite.

A nebulosidade é apontada em oitavos ou décimos de céu encoberto, sendo importante elucidar qual das duas escalas está sendo usada, neste caso em particular usa-se em décimos. 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).

Ainda que a atmosfera seja muito transparente à radiação solar incidente, somente cerca de 25% penetra diretamente na superfície da Terra sem nenhuma interferência da atmosfera, representando a insolação direta. Os outros 75% é refletido de volta para o espaço ou absorvido

ou espalhado em volta até atingir a superfície da Terra ou regressar ao espaço. A radiação solar é a maior fonte de energia para a Terra e principal elemento meteorológico, um dos elementos determinantes do tempo e do clima. Além do mais, interfere em diversos processos físicos (aquecimento/evaporação), biofísicos (transpiração) e biológicos (fotossíntese). A insolação é o número efetivo de horas de brilho solar, a qual depende da nebulosidade atmosférica.

Em função do período chuvoso, (novembro a março), verifica-se que entre os meses de novembro a março ocorrem as maiores nebulosidades. Em abril ocorre um declínio (ficando a nebulosidade abaixo da média de 5,07 décimos), indicando o começo do período seco do ano (Figura 6). A radiação solar varia conforme a distância entre a terra e o sol, a qual se modifica ao longo do ano. Constata-se que no período chuvoso é quando ocorre a maior radiação solar sobre o planeta. Todavia, a maior insolação (horas diárias de sol) é mais dependente da nebulosidade do que da disponibilidade solar (Figura 7). À vista disso, o período compreendido entre abril e setembro é quando há maior horas de sol, ficando acima da média mensal de 190 horas de sol mensais.

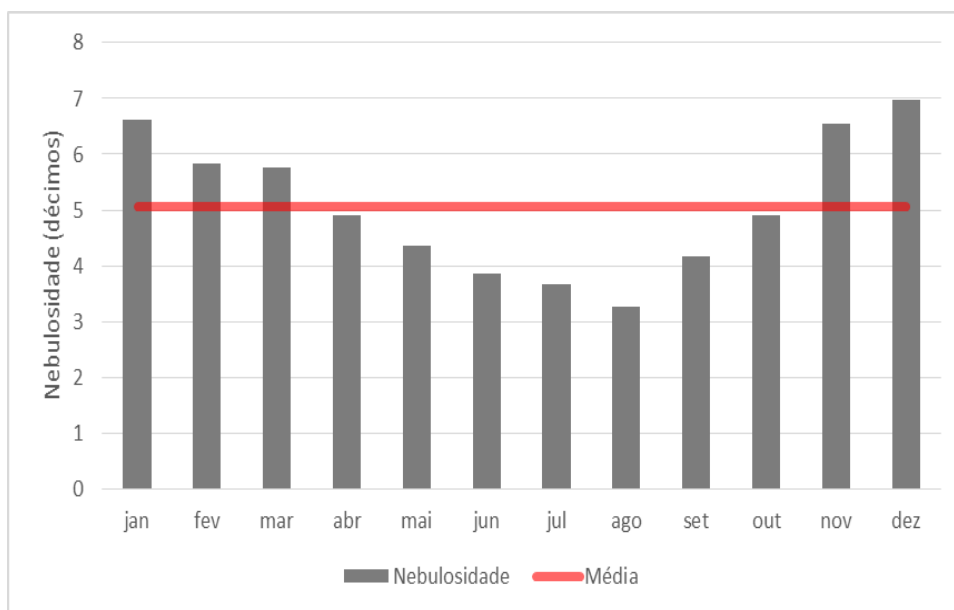


Figura 6 - Nebulosidade na região da AE e ADA entre 1984 e 2018

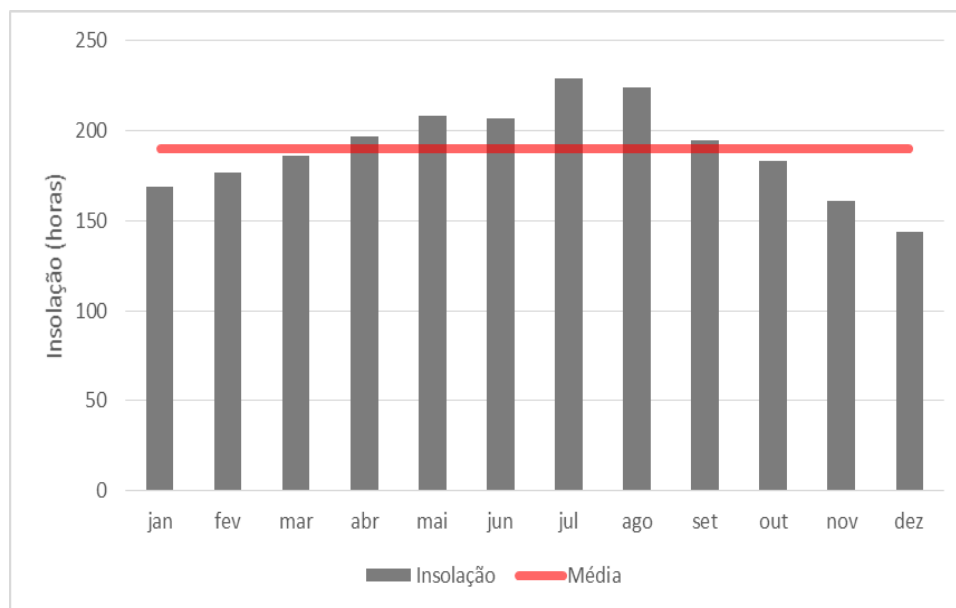


Figura 7 - Insolação mensal na região da AE e ADA entre 1984 e 2018

7.1.2.3 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 8). A forte influência da mPa no inverno ocasiona intensa queda na temperatura do ar nesta época, a qual atinge o valor mínimo de 12,24°C em julho (Figura 9). Já as temperaturas máximas do ar giram em torno de 28,67°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 21,91°C.



Figura 8 - Massas de Ar que atuam no Território Brasileiro e suas as Principais Características

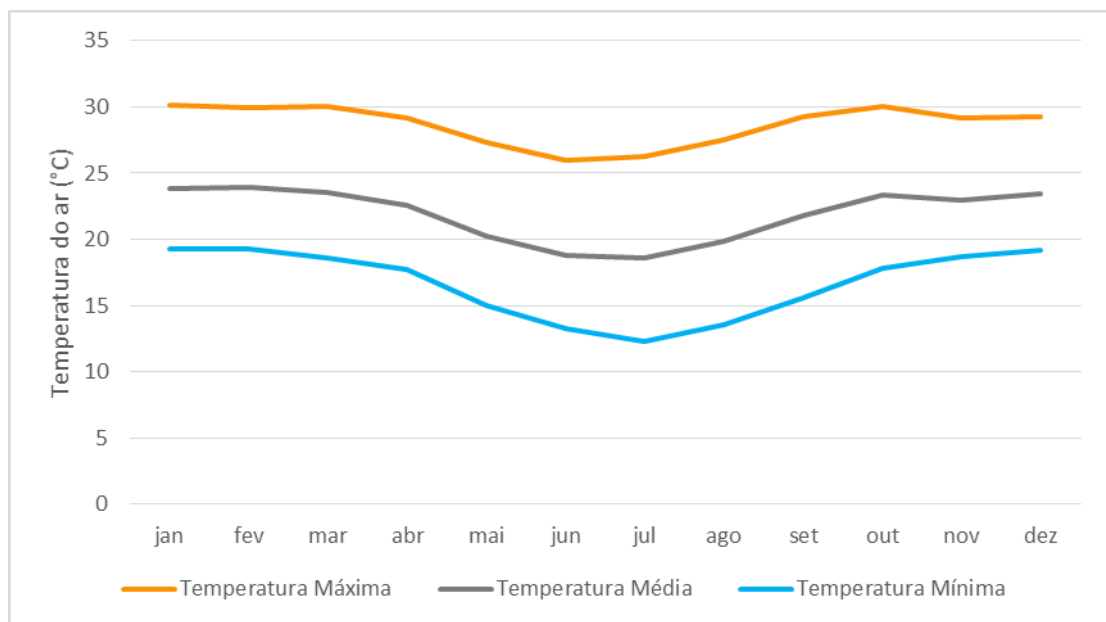


Figura 9 - Temperatura Máxima, Média e Mínima do Ar na região da AE e ADA entre 1984 e 2018

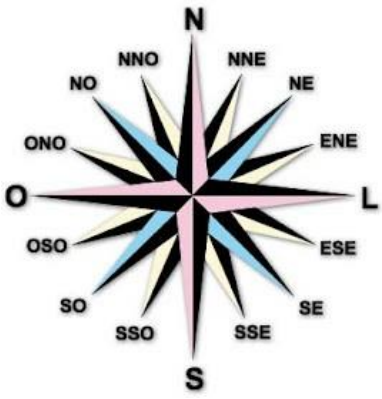
7.1.2.4 Regime dos Ventos

Os ventos originam-se em consequência do aquecimento diferencial entre as superfícies, havendo maior gradiente entre superfícies marítimas e continentais. De acordo com Barreto et al. (2002), referenciado por Santos et al. (2004), o vento é 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 intervém 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 SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 a oscilação na direção do vento é baixa ao longo do ano, onde prepondera a direção leste-sudeste para oeste-noroeste (Tabela 3). A velocidade máxima dos ventos pode alcançar os 5,74 m/s, com velocidade máxima média de 5,74 m/s (Figura 10). Já as velocidades médias normais giram entorno de 2,90 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 brisa leve a moderada, os quais podem ocasionalmente balançar galhos de árvores.

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

Mês	Direção predominante dos ventos*	
	Código	Orientação
Janeiro	14,65	SE→NO
Fevereiro	12,23	ESE→ONO
Março	12,04	ESE→ONO
Abril	12,53	ESE→ONO
Mai	11,96	ESE→ONO
Junho	10,92	E→O
Julho	9,71	E→O
Agosto	9,32	E→O
Setembro	8,38	ENE→OSO
Outubro	9,03	E→O
Novembro	11,80	ESE→ONO
Dezembro	11,65	ESE→ONO



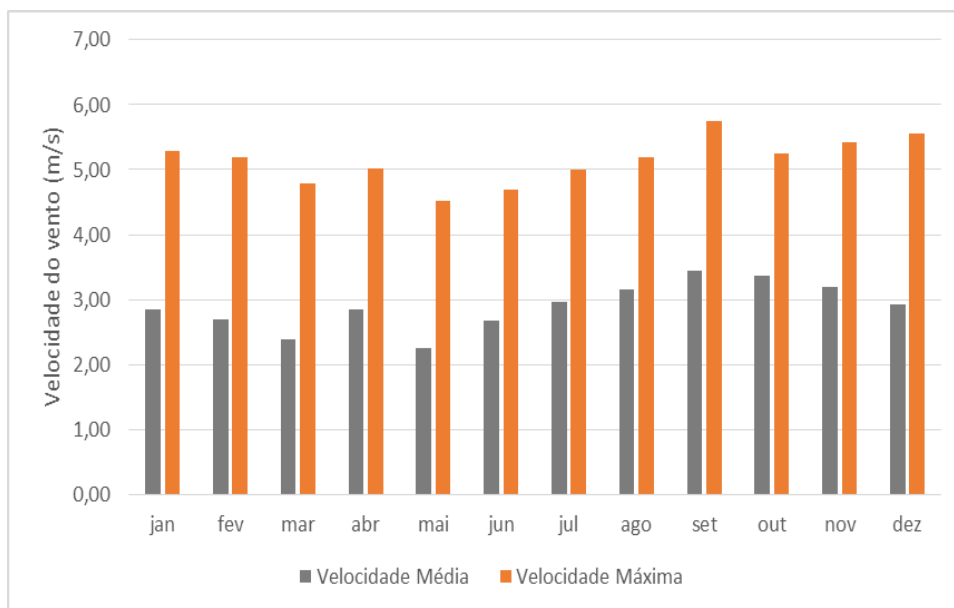


Figura 10 - Velocidade dos Ventos na região da AE e ADA entre 1984 e 2018

7.1.2.5 Umidade Relativa do Ar

Umidade é o termo geral empregado para descrever a presença de vapor d’água no ar. Este conteúdo de vapor d’água pode ser descrito quantitativamente 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. Consistem dois períodos, período de umidade acima da média (novembro a maio) e baixa umidade (junho a outubro) (Figura 11). No período de alta umidade esta excede a média anual de 65,53%, atingindo o valor máximo de 75,46% em dezembro. Já o período de baixa umidade é balizado pelas umidades estarem abaixo da média anual, chegando ao valor mínimo médio de 59,92% em setembro. No período de menor umidade relativa do ar, de julho à setembro, é quando acentua a demanda atmosférica (capacidade do ar reter e transportar a umidade evaporante), ocasionando em maior evapotranspiração e consequente déficit hídrico mais intensificado.

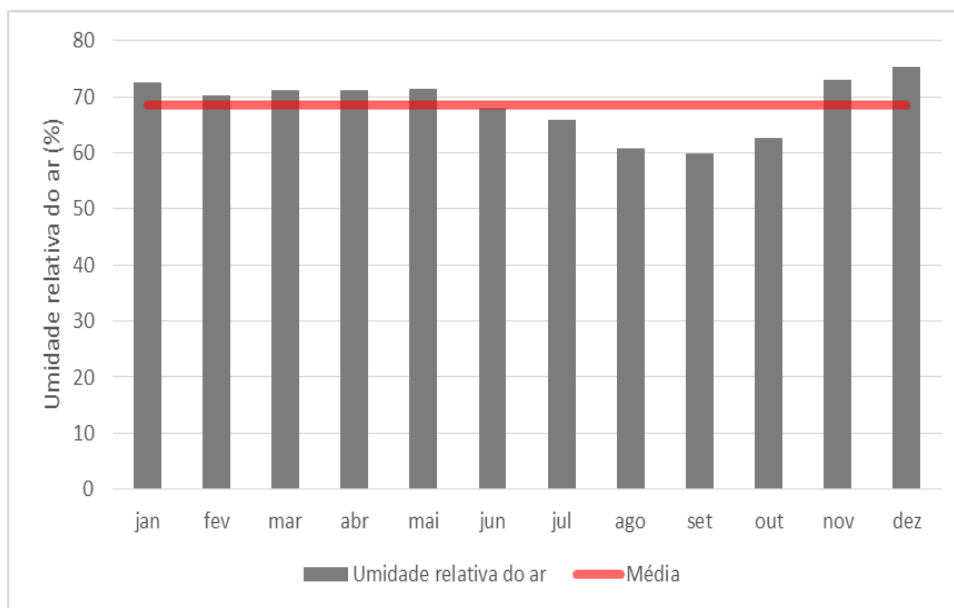


Figura 11 - Umidade relativa do ar na região da AE e ADA entre 1984 e 2018

7.1.2.6 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 SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 verifica-se ligeiro aumento na pressão em virtude das temperaturas mais frias no outono e inverno (Figura 12). Nos meses mais frios a pressão supera a média anual, que é de 927,33 mbar. Em escala global, a pressão atmosférica também é relevante por influenciar fortemente os ventos. Os ventos se formam porque o ar é comprimido para fora por massas de ar frio descendentes e puxado para baixo de massas de ar quente ascendentes, isto é, os ventos fluem no nível do solo, de áreas frias para áreas quentes. Em contrapartida, em altitude, ocorre uma corrente de ar que percorre o caminho oposto, originando uma célula de circulação.

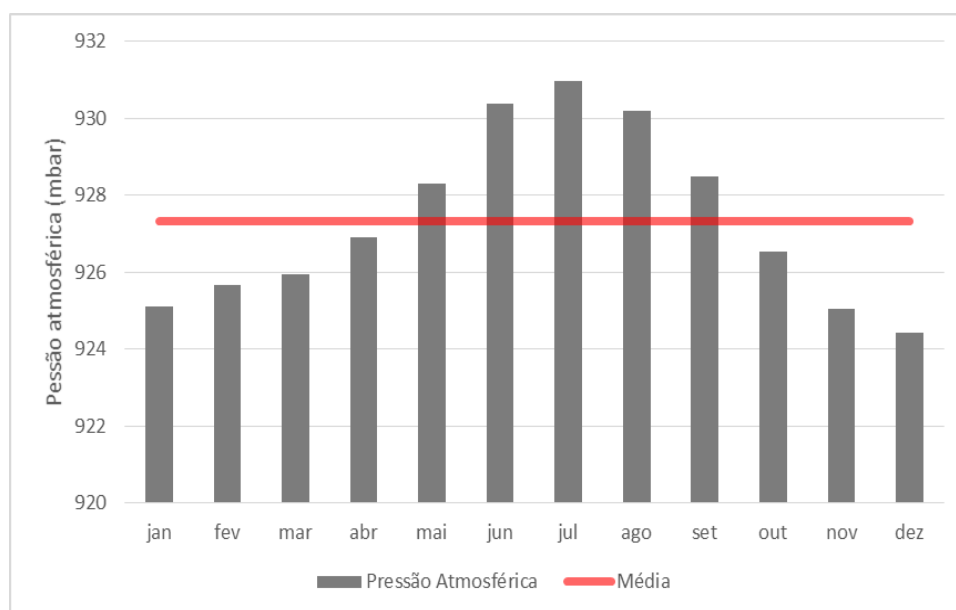


Figura 12 - Pressão Atmosférica na região da AE e ADA entre 1984 e 2018

7.1.2.7 *Nível Ceráunico*

O Nível Ceráunico 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 World 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 13), constata-se que, para a área de estudo, a densidade de descargas atmosféricas encontra-se entre 3 a 7/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.

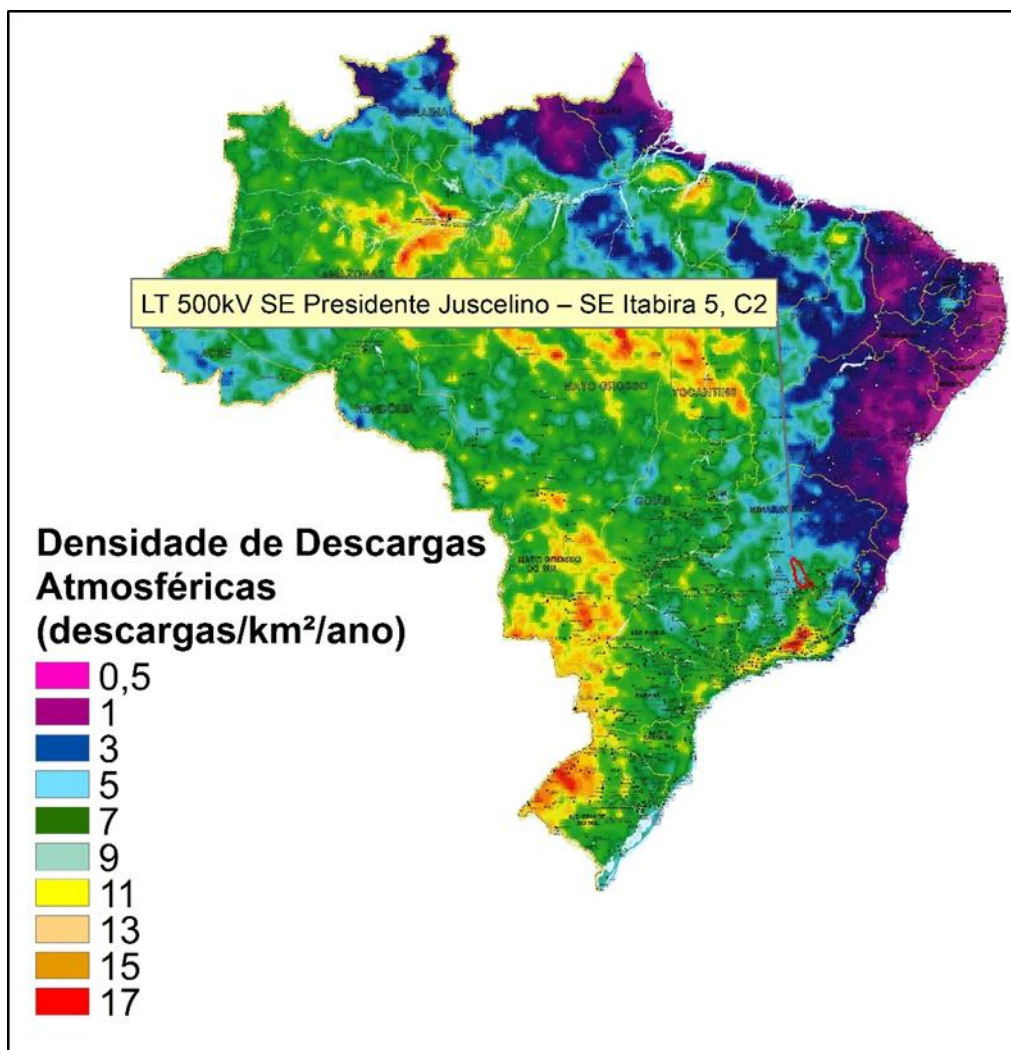


Figura 13 - Mapa de Densidade de Descargas Atmosféricas entre 1998 e 2013

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 (Itabira, Nova União, Taquaruçu de Minas, Jaboticatubas, Baldim, Santana do Riacho, Santana de Pirapama e Presidente Juscelino), a região apresentou uma média de 2,12 descargas/km²/ano no período entre 2011 e 2016 (Tabela 4). A cidade que apresentou o índice mais elevado foi Itabira, sede da Subestação Itabira 5, enquanto o índice mais baixo foi observado em Santana do Riacho.

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

Concentração de Raios nas Cidades transpostas pela LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2			
Cidade (MG)	Ranking		Densidade de Descargas (km²/ano)
	Nacional	Estadual	
Itabira	2998	231	3,27
Nova União	3823	446	2,21
Taquaruçu de Minas	3348	302	2,77
Jaboticatubas	4086	575	1,76
Baldim	4150	601	1,60
Santana do Riacho	4165	605	1,55
Santana de Pirapama	4010	535	1,91
Presidente Juscelino	4046	553	1,84

Fonte: Adaptado de ELAT (2017)

Apesar do índice cerâmico 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 SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, 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

7.1.2.8 Fenômenos meteorológicos extremos

Neste item serão apresentadas informações e dados históricos quanto a suscetibilidade a inundações e a outros eventos hidrológicos críticos na região do empreendimento. Estes eventos (inundações e processos de dinâmica superficial) muitas vezes ocorrem em um mesmo momento, devido aos mesmos fenômenos meteorológicos extremos.

Os fenômenos meteorológicos extremos aqui considerados foram: enxurradas, inundações, estiagens, deslizamentos e tempestades com vendaval e/ou granizo.

A análise de suscetibilidade a eventos meteorológicos extremos baseou-se na série histórica de decretações nos municípios abrangidos pela LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, 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 SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2

Município	Data	Documento	Evento
Presidente Juscelino	07/01/1997	Portaria	Enxurradas
	21/02/2005	Avadan	Tempestade Local/Convectiva - Vendaval
	10/12/2006	Avadan	Enxurradas
Santana de Pirapama	09/01/1997	Portaria	Enxurradas
	25/01/2007	Avadan	Enxurradas
	06/01/2012	Avadan	Inundações
	22/01/2016	Fide	Inundações
Santana do Riacho	06/02/2013	Fide	Enxurradas
	27/12/2013	Fide	Inundações
Baldim	02/01/1997	Portaria	Enxurradas
	26/12/2008	Avadan	Enxurradas
	23/12/2011	Avadan	Enxurradas
Jaboticatubas	05/02/1992	Portaria	Inundações
	29/12/1995	Portaria	Tempestade Local/Convectiva - Vendaval
	25/01/1996	Portaria	Enxurradas
	07/01/1997	Portaria	Enxurradas
	21/11/2006	Avadan	Tempestade Local/Convectiva - Vendaval
	09/12/2006	Avadan	Tempestade Local/Convectiva - Vendaval
	29/12/2006	Avadan	Enxurradas
	02/02/2007	Avadan	Enxurradas
16/10/2015	Fide	Estiagem	
Taquaraçu de Minas	03/01/1997	Portaria	Enxurradas
	14/01/2004	Avadan	Inundações
	07/09/2005	Avadan	Tempestade Local/Convectiva - Granizo
	30/08/2008	Avadan	Tempestade Local/Convectiva - Vendaval
	17/09/2008	Avadan	Tempestade Local/Convectiva - Granizo

Município	Data	Documento	Evento
Nova União	17/12/2003	Avadan	Inundações
	09/01/2012	Decreto	Enxurradas
Itabira	07/01/1997	Portaria	Enxurradas
	16/01/2003	Avadan	Deslizamentos
	22/01/2004	Avadan	Inundações
	27/10/2005	Avadan	Tempestade Local/Convectiva - Vendaval
	28/12/2006	Avadan	Enxurradas
	24/01/2013	Fide	Deslizamentos

Fonte: S2iD, 2019.

Considerando a série histórica abordada nesse estudo, que compreende um período de 30 anos, foram catalogados 34 eventos climáticos extremos na AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2. Dos 34 eventos catalogados, destacam-se enxurradas e inundações, com 16 e 7 registros, respectivamente.

7.1.3 Ruído

O diagnóstico do nível de ruído da LT 500kV Presidente Juscelino - Itabira 5, 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 oito pontos, distribuídos ao longo da ADA do empreendimento, conforme as coordenadas da Tabela 6, Figura 14 e Mapa dos pontos de amostragem de Ruídos, Volume 4 – Tomo I, Anexo 13.

Tabela 6 - Pontos de avaliação de ruídos na ADA da LT 500kV Presidente Juscelino - Itabira 5, C2

Pontos	Coordenadas (zona 23K)	
	X_UTM (E)	Y_UTM (N)
1	674.566	7.831.602
2	672.768	7.834.932
3	668.916	7.839.613
4	646.736	7.834.704
5	638.974	7.848.091
6	627.361	7.879.641
7	607.449	7.929.879
8	596.106	7.935.213

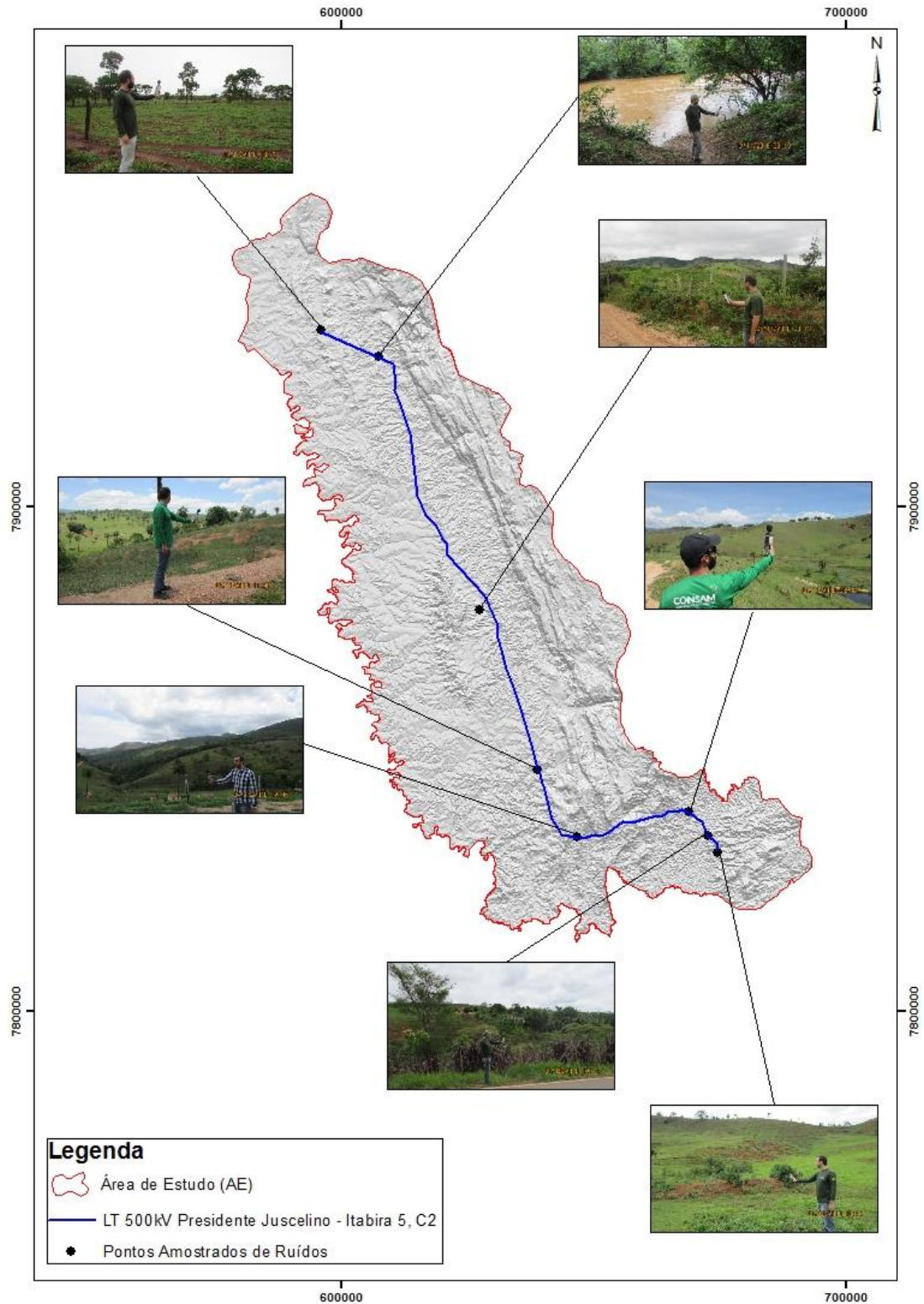


Figura 14 - Pontos de amostragem do nível de ruídos na ADA da LT

As amostragens foram realizadas com o Decibelímetro Datalogger Digital IP900DL – Impac, entre os dias 31 de outubro a 14 de novembro 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:

$$LAeq = 10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{Li}{10}}$$

Onde: Li 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 área de estudo variou de 35,7 a 60,4dB, com média de 43,4dB (ponderados em A), conforme a Tabela 7. Todos os oito pontos de amostragem encontram-se em zona rural, em áreas de sítios e fazendas, localizados ao longo do traçado da LT 500kV Presidente Juscelino - Itabira 5, C2. De acordo com a NBR 10.151, a média dos níveis de ruídos, antes da instalação do empreendimento, dos pontos 1, 3, 5 e 6 estão abaixo dos níveis críticos estabelecidos (Tabela 8). O ponto 1, localizado nas imediações de onde está prevista a construção da subestação de Itabira apresentou média de 36,6dB. O ponto 3, localizado aproximadamente a 2,5 Km da cidade de Senhora do Carmo apresentou média de 39,0dB. O ponto 5, distante cerca de 600m do rio Jaboticatubas apresentou média de 37,9dB, e o ponto 6, cerca de 400m de um afluente do rio Cipó apresentou média de 38,2dB.

Em contrapartida, os pontos 2, 4, 7 e 8 apresentaram valores de média dos níveis de ruído acima dos níveis críticos estabelecidos de acordo com a NBR 10.151. O ponto 2, localizado às margens da rodovia que liga os municípios de Senhora do Carmo e Itabira, apresentou média de 47,6dB. O ponto 4, próximo a um afluente do rio Correntes, apresentou média de 48,5dB. O ponto 7, às margens do rio Cipó, apresentou média de 51,5dB, e o ponto 8, situado nas imediações de

onde está prevista a construção da subestação de Presidente Juscelino, próximo a BR 259, apresentou média de 47,8dB.

Tabela 7 - Resultados da avaliação do nível de pressão sonora na ADA

Leitura	Pontos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	38,2	48,6	36,4	48,7	37,8	38,0	51,9	48,8
2	37,4	45,2	36,2	55,0	38,4	39,1	52,0	42,7
3	36,2	44,4	36,4	49,8	37,1	38,6	51,7	44,2
4	36,1	53,3	36,9	48,4	37,2	39,0	51,5	44,7
5	36,0	45,2	38,2	49,3	37,3	37,8	51,7	49,3
6	37,0	44,4	37,1	52,0	38,9	37,7	51,5	50,5
7	36,9	43,7	37,0	56,2	37,4	37,4	51,9	49,6
8	37,6	42,5	45,6	56,1	36,9	37,9	51,7	46,0
9	37,4	41,8	43,4	52,6	37,0	37,6	51,2	46,3
10	37,1	42,3	38,8	54,5	37,4	38,7	51,7	51,2
11	37,4	40,5	37,7	54,2	37,4	37,7	51,1	45,8
12	38,3	40,3	42,5	54,1	38,8	38,2	51,3	60,4
13	36,5	46,0	39,6	58,4	38,6	38,8	51,5	52,3
14	36,2	48,2	43,4	55,7	41,5	37,3	51,3	48,5
15	37,4	48,2	38,8	56,2	38,2	37,4	51,5	52,0
16	37,2	42,1	38,6	48,3	37,1	39,3	51,3	51,3
17	36,8	43,6	42,4	43,2	36,6	37,8	51,4	46,6
18	36,0	44,6	39,2	51,9	36,6	37,4	51,5	45,2
19	36,0	45,2	42,8	49,3	36,6	39,0	51,5	47,6
20	35,8	44,2	42,0	47,8	36,9	39,4	51,4	43,2
21	35,8	48,0	44,2	42,6	37,1	39,5	51,2	41,2
22	35,9	50,3	42,1	46,3	37,0	37,6	51,4	53,0
23	36,6	52,5	39,6	45,4	48,1	38,2	53,0	45,2
24	37,4	56,2	37,7	48,1	48,0	39,9	51,6	42,7
25	36,5	58,9	36,6	45,3	37,1	39,0	51,7	44,2
26	36,0	53,0	36,4	41,8	36,9	38,1	51,9	44,7
27	36,0	51,1	36,9	40,7	36,8	38,0	51,5	49,3
28	36,6	53,4	36,4	38,9	36,6	38,4	51,7	50,5
29	36,5	55,5	36,6	38,5	36,4	39,3	51,2	48,8
30	36,6	56,1	40,0	42,1	41,5	39,1	51,9	51,2
31	35,8	52,6	42,1	41,2	38,2	39,1	52,0	45,8
32	35,7	52,1	39,0	43,9	37,1	38,6	51,7	60,4
33	38,2	48,3	39,6	44,1	38,4	39,0	51,5	52,3
34	37,4	42,1	37,7	43,6	37,1	37,8	51,7	49,6
35	36,2	43,6	36,6	45,3	37,2	37,7	51,1	46,0
36	37,4	44,6	36,4	41,8	37,8	38,0	51,3	46,3
37	37,1	45,2	36,2	40,7	38,9	38,2	51,5	48,5
38	35,7	44,4	36,4	38,9	37,4	37,6	51,5	52,0
39	36,2	43,7	36,9	48,7	36,9	37,9	51,9	51,3
40	37,4	42,5	38,2	55,0	37,0	37,6	51,7	46,6
41	37,2	48,6	37,1	49,8	37,2	38,7	51,2	45,2
42	35,9	45,2	38,8	48,4	37,3	37,7	51,7	47,6
43	36,6	44,4	37,7	56,2	36,9	38,2	51,3	43,2
44	37,4	52,5	42,5	56,1	37,0	38,8	51,5	41,2

Leitura	Pontos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
45	36,5	56,2	39,6	52,6	37,4	37,3	51,3	53,0
46	36,5	58,9	43,4	54,5	37,4	37,4	51,4	45,2
47	36,6	53,0	38,8	54,2	38,8	39,3	51,4	48,8
48	35,8	51,1	38,6	48,3	38,6	37,8	51,2	42,7
49	35,7	40,3	42,4	43,2	37,3	37,4	51,4	44,2
50	38,2	46,0	36,1	51,9	36,4	39,0	53,0	44,7
LAeq	36,6	47,6	39,0	48,5	37,9	38,2	51,5	47,8

Tabela 8 - Limites críticos de ruídos para ambiente externo, segundo a NBR 10.151:2000

Tipos de Áreas	Nível Crítico de Ruído (Db)	
	Diurno	Noturno
<i>Áreas de sítios e fazendas</i>	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.

Os pontos 2 e 8 apresentaram níveis elevados de ruídos por estarem localizados nas margens de rodovias, com fluxo frequente de veículos. Já os pontos 4 e 7 tiveram níveis elevados por estarem situados as margens do afluente do rio Correntes e rio Cipó respectivamente. Os pontos 1, 3, 5 e 6 localizam-se em áreas de pastagem e/ou desmatadas, e por isso apresentaram valores menores quando comparados aos demais.

7.1.4 Geologia e Geotecnia

O conhecimento das propriedades do meio físico sob o ponto de vista geológico e geomorfológico é de fundamental importância na análise das condicionantes que determinam a localização de sítios de empreendimentos de transmissão de energia. Assim, para uma avaliação integrada dos efeitos da implantação de tais empreendimentos em uma determinada região, é

necessária uma visualização adequada das características geológicas e geomorfológicas locais e de sua espacialização, com a identificação, delimitação e caracterização das principais províncias geotectônicas e suas litologias, padrões estruturais, coberturas superficiais, perfis de alteração e unidades de relevo.

Para caracterização geológica, a pesquisa bibliográfica fundamentou-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), bem como estudo relativo a Geodiversidade do Estado de Minas Gerais (CPRM, 2010).

Os trabalhos realizados permitiram o reconhecimento dos aspectos físicos regionais, de onde são apresentadas as características dos maciços de solo e rocha investigados, os materiais de construção disponíveis, além de outros aspectos de interesse para o empreendimento. A caracterização das áreas de influência da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 é imprescindível 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.

7.1.4.1 *Províncias e Unidades Litoestratigráficas*

Os estudos geológicos da AE e ADA foram concentrados nos aspectos evolutivos e litoestratigráficos, com o intuito principal de contextualizar o substrato regional quanto a história tectônica e estrutural das principais unidades e as províncias geológicas em que estão inseridas. A caracterização das unidades litológicas e suas histórias evolutivas permitem, dessa forma, uma avaliação 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 15) é composta por dois domínios tectônicos distintos: a cadeia de montanhas dos Andes e a Plataforma Sul-americana. O território brasileiro insere-se 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 Meso-

Cenozoico (SCHOBENHAUS & BRITO NEVES, 2003). De maneira genérica, a Plataforma Sul-americana é dividida em escudos cristalinos, compostos por rochas do embasamento pré-cambriano, e coberturas fanerozoicas, incluindo as bacias paleozoicas, mesozoicas e cenozoicas.



Figura 15 - A porção continental da placa Sul-americana

Fonte: Delgado et al., 2003

Com a intenção de compartimentar coerentemente as rochas do embasamento cristalino e das coberturas sedimentares segundo suas gêneses, Almeida et al. (1977; 1981) subdividiram o território brasileiro em dez províncias estruturais: Rio Branco; Tapajós; São Francisco; Tocantins; Mantiqueira; Borborema; Amazônica; Parnaíba; Paraná, e Província Costeira e Margem Continental (Figura 16).

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 englobada pela a Faixa Tocantins e a Bacia do Paraná.

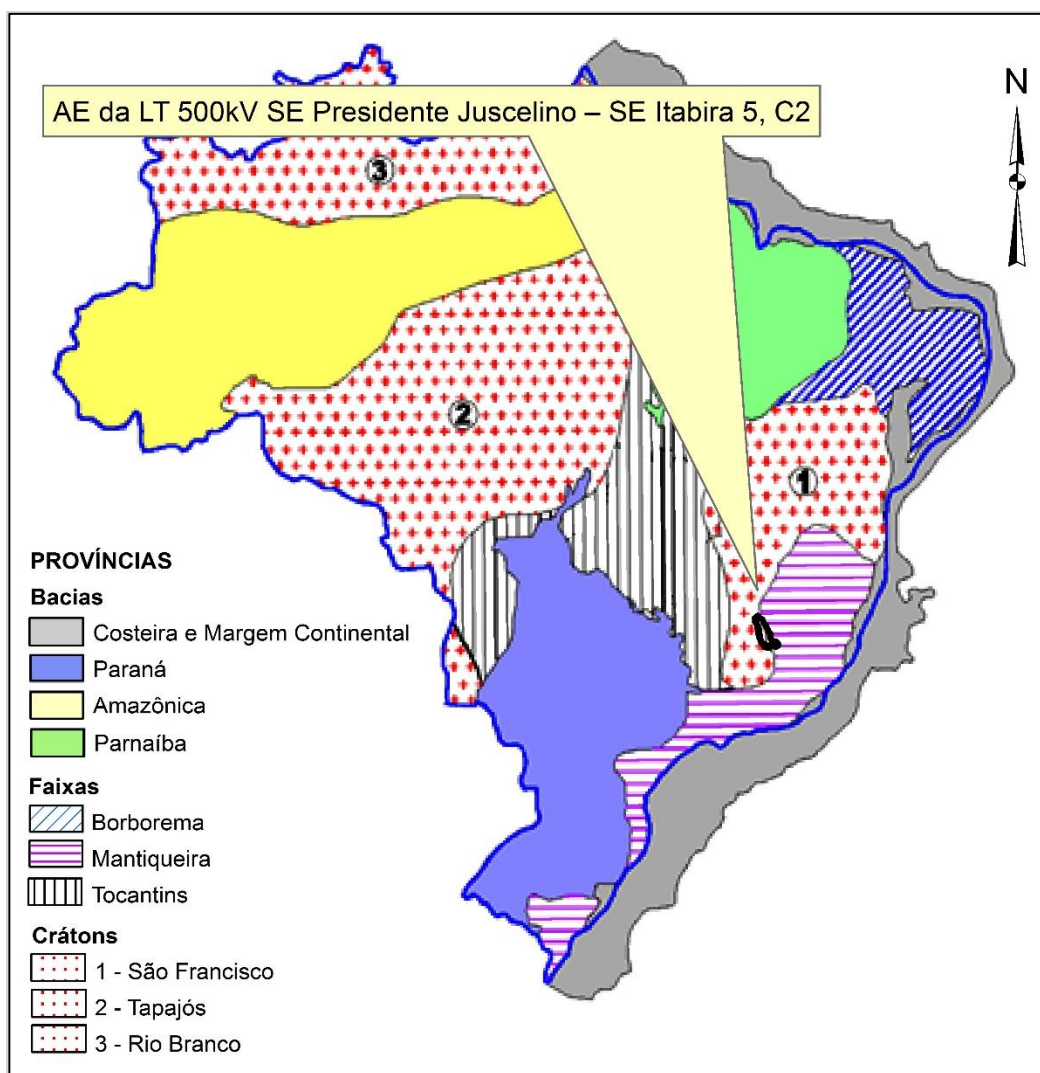


Figura 16 - Províncias Estruturais do Brasil (Almeida, 1977)

Fonte: Lacerda Filho et al., 1999

A Província Mantiqueira, tal como definida por Almeida et al. (1977), trata-se de uma faixa móvel que instalada à leste dos crátons São Francisco e Rio de La Plata/Paraná ao final do Neoproterozóico e início do Paleozóico. Corresponde à uma entidade 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.

A Província Mantiqueira representa um sistema orogênico de idade neoproterozóica, englobando os orógenos Araçuai, Ribeira, Brasília meridional, Dom Feliciano e São Gabriel.

Já o Cráton São Francisco, ainda de acordo com Almeida et al. (1977), trata-se de um segmento crustal individualizado como uma unidade geotectônica, em que as faixas de dobramentos adjacentes à ele representam o registro dos terrenos acrescidos às suas bordas através das colisões diacrônicas do ciclo Brasileiro.

O embasamento desta província é constituído por um complexo arranjo de terrenos metamórficos de alto grau datados do arqueano, associações do tipo granitogreenstone e cinturões de rochas supracrustais paleoproterozóicas, assim como rochas plutônicas com grande variedade composicional (Teixeira et al. 2000).

Portanto, o contexto geológico da AE constitui-se de um complexo mosaico, com litotipos que datam desde o arqueano até a neoproterozoico. Sobre estas unidades repousam as coberturas sedimentares terciárias e os sedimentos recentes, como exposto na coluna estratigráfica adotada para este trabalho (Tabela 9, Figura 17 e Mapa de Geologia da Área de Estudo, Volume 4 – Tomo I, Anexo 14).

Tabela 9 - Coluna litoestratigráfica da AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2

Era	Agrupamento	Grupo/Unidade		Litologia
Cenozoico	Coberturas Terciário-Quaternárias	Depósitos Aluvionares		Sedimentos clásticos inconsolidados
Neoproterozoico	Supergrupo São Francisco	Bambuí	Serra da Saudade	Siltito, arenito, folhelho, lentes carbonáticas
			Lagoa do Jacaré	Calcário calcítico e dolomítico
			Serra de Sta Helena	Argilito e siltito ardiosianos, marga, lentes de calcário
			Sete Lagoas	Calcário calcítico
		Grupo Macaúbas		Quartzito, xisto, formação ferrífera

Era	Agrupamento	Grupo/Unidade	Litologia	
	Soleiras e Diques Máficos	Suíte Pedro Lessa	Metagrabro, metadiabásio	
Paleoproterozoico	Magmatismo Ácido Alcalino	Suíte Borrachudos	Quartzo monzonito, álcali-feldspato granito, ortognaisse granítico alcalino	
	Supergrupo Espinhaço Superior	Diamantina	Sopa-Brumadinho	Metaconglomerado, quartzito, metapelito
			Galho do Miguel	Quartzito
		Conselheiro Mata	Sta Rita	Metasiltito, filito
			Córr. dos Borges	Quartzito, lentes de metabrecha
			Córr. Bandeira	Metapelitos, quartzito
	Supergrupo Minas	Grupo Piracicaba		Filito, metarenito, metaconglomerado
		Grupo Itabira		Itabirito, dolomito
		Grupo Caraça		Quartzito, metaconglomerado, filito
Arqueano	Supergrupo Rio das Velhas	Grupo Nova Lima	Rochas metaultramáfica e metamáfica, metavulcânica félsica	
	Complexos Ortognáissicos Arqueanos	Complexo Belo Horizonte	Ortognaisse tipo TTG	

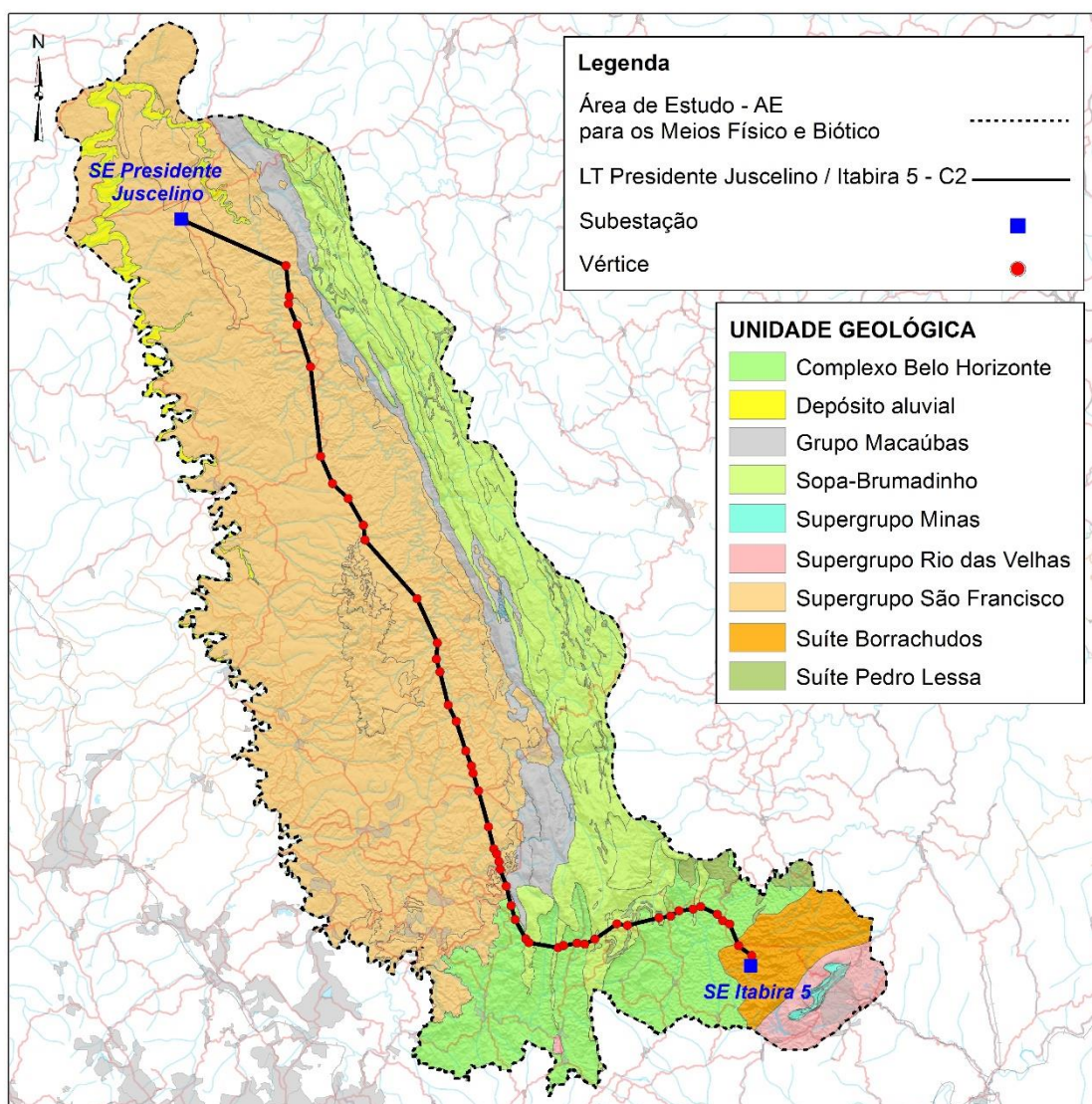


Figura 17 - Unidades Geológicas da Área de Estudo

7.1.4.1.1 Complexo Belo Horizonte

Sobre este domínio agrupam-se as rochas gnáissicas arqueanas, parcialmente alteradas e migmatizadas na era paleoproterozóico. Na AE, esta unidade ocorre de forma concentrada nas porções sul-sudoeste, nos municípios de Taquaraçu de Minas, Jaboticatubas, Nova União e Itabira.

Trata-se de uma unidade de composição essencial gnáissica, com litotipos cinzentos, que apresentam frequentes feições de migmatização e bandamento composicional. O complexo é constituído por gnaisses ortoderivados do tipo TTG (Figueiredo & Barbosa 1993), cuja composição química é essencialmente trondhjemítica, excetuando os mais intensamente migmatizados, que apresentam composição granítica (Noce et al. 1994). Intrusões de granitóides

na forma de veios ou corpos circunscritos, anfíbolitos, pegmatitos (Noce, 1995) e aplitos são frequentes no Complexo Belo Horizonte.

Os gnaisses caracterizam-se por uma grande variedade de feições, sendo que o tipo mais comum apresenta bandamento milimétrico a centimétrico, gerado pela alternância de bandas félsicas e melanocráticas (Noce, 1995).

7.1.4.1.2 Supergrupo Rio das Velhas

Esta sequência vulcanossedimentar datada do arqueano, foi originalmente definida por Dorr II et al. (1957) como Série Rio das Velhas e posteriormente como Supergrupo Rio das Velhas por Ladeira (1976 in Féboli 2010).

As rochas vulcânicas correspondem a komatiítos com textura spinifex (Schorscher 1978), basaltos toleíticos, rochas vulcanoclásticas e vulcânicas félsicas, enquanto a porção sedimentar constitui-se essencialmente por filitos cloríticos, formações ferríferas, grauvacas, quartzitos e conglomerados.

A subdivisão dessa sequência vulcanossedimentar para o estudo, adota a proposição inicial de Dorr II et al. (1957): Grupos Nova Lima, basal, e Maquiné, superior. Na AE ocorre em uma porção restrita à extremidade sudoeste apenas o Grupo Nova Lima.

- **Grupo Nova Lima**

O Grupo Nova Lima, tratado de forma indivisa neste trabalho, consiste principalmente em uma sucessão de micaxistos, formação ferrífera bandada, grauvacas, quartzitos, conglomerados, rochas metavulcânicas, xistos e filitos grafitosos, quartzo-anquerita xisto e outras rochas metassedimentares

O Grupo Nova Lima também é marcado por atividade intrusiva de natureza básica a ultrabásica em suas unidades basais (Costa et al., 1992). Trata-se de um sill máfico-ultramáfico, com metaleucogabros no topo e serpentinitos na base.

Zucchetti & Baltazar (1998) no Projeto Rio das Velhas (1996) subdividem o grupo em 11 unidades informais, respectivamente da base para o topo: Ouro Fino, Morro Vermelho, Santa

Quitéria, Ribeirão Vermelho, Mestre Caetano, Córrego do Sítio, Mindá, Catarina Mendes, Fazenda Velha, Córrego da Paina e Pau d'Óleo.

7.1.4.1.3 Supergrupo Minas

O Supergrupo Minas, inicialmente definido como série por Derby (1906 in Mohallen et al. 2007), foi subdividido por Dorr II et al. (1957) nos Grupos Caraça, Itabira e Piracicaba, definição esta adotada para elaboração do presente trabalho. Dorr et al. (1959 in Silva et al. 2005) individualizaram estes grupos em nove Formações, em que as rochas que compõem esse Supergrupo assentam-se discordantemente sobre os complexos metamórficos do embasamento e do Supergrupo Rio das Velhas.

Aflorando de maneira restrita e pontual em uma estreita faixa alongada de sentido SW-NE na porção sudoeste da AE.

- **Grupo Caraça**

O Grupo Caraça é constituído por metassedimentos clásticos. Subdivide-se em duas Formações chamadas de Moeda (Silva et al. 2005), na base, e Batatal, no topo. Entretanto a oeste é indiviso, devido à exposição limitada e ao afinamento das camadas (Simmons 1968).

- **Grupo Itabira**

O Grupo Itabira (Dorr et al. 1957) é composto predominantemente por sedimentos químicos, sendo subdivido, da base para o topo, nas Formações Cauê e Gandarela, com divisões intergradacionais.

A constituição litológica da Formação Cauê compreende itabiritos, itabiritos dolomíticos e anfíbolíticos, além de lentes de filito e marga, sobreposta gradacionalmente às formações mais antigas. Já a Formação Gandarela é formada essencialmente por itabiritos dolomíticos, dolomitos e mármore (Dorr 1969). A maior parte da formação encontra-se recoberta por canga.

- **Grupo Piracicaba**

O Grupo Piracicaba (Dorr et al. 1957) é a sequência clástica de topo, dividido da base para o topo nas formações Cercadinho, Fecho do Funil e, Tabões. O Grupo é descrito como sendo constituído por rochas sedimentares clásticas, químicas/bioquímicas.

A Formação Cercadinho é composta por quartzito, quartzito ferruginoso, filito, filito dolomítico e ferruginoso, além de lentes de dolomito e conglomerado basal (Simmons 1968), assentando-se discordantemente a Formação Gandarela.

A Formação Fecho do Funil compõe-se de filitos e siltitos intercalados a dolomitos impuros interstratificado com quartzitos finos e camadas lenticulares de specularita. Já a Formações Tabões constitui-se de quartzitos, que apresentam granulação muito fina e textura maciça.

7.1.4.1.4 Supergrupo Espinhaço Superior

O Supergrupo Espinhaço é composto majoritariamente por rochas metassedimentares siliciclásticas, subordinadamente por rochas metavulcânicas, contendo no topo algumas ocorrências de rochas carbonáticas, com espessura estratigráfica superior à 3000m.

Na AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, o Supergrupo Espinhaço ocorre de maneira contínua na região leste e, no presente trabalho, o agrupamento das formações segue os conceitos de Pflug (1968), que conforme proposição inicial de Dossin *et al.* (1984), está embasado especialmente nos registros das diferentes fases evolutivas representadas por estas sequências dentro da Bacia Espinhaço.

Desta forma, considera-se que a evolução dos paleoambientes no Supergrupo Espinhaço Superior marca a passagem de um domínio deposicional estritamente continental num período de grande instabilidade da crosta no Grupo Diamantina, para um predominantemente marinho no Grupo Conselheiro Mata, assinalando tendências transgressivas em toda a bacia.

- **Grupo Diamantina**

A porção inferior do Supergrupo Espinhaço é representada pelo Grupo Diamantina, o qual é constituído pela reunião das três formações basais: São João da Chapada, Sopa-Brumadinho e Galho do Miguel, da base para o topo, aflorando na AE apenas as duas últimas. As duas formações

ocorrem de forma contínua em toda porção leste da AE, com formato alongado e direção SE-NW, sobreposta tectonicamente ao embasamento arqueano.

Formação Galho do Miguel

Sotoposta à Formação Sopa-Brumadinho, aflora a Formação Galho do Miguel, ocorrendo na porção leste da AE e constituída por um espesso pacote de quartzitos esbranquiçados e fina granulometria.

A sequência de quartzitos pode ser individualizada em duas litofácies. Na primeira litofácia estão presentes estratificações cruzadas tabulares e acanaladas de grande porte, caracterizando o depósito como de natureza eólica Dossin & Dardenne (1984). Já a segunda litofácia, ocorre intercalada à primeira, é marcada pela associação de quartzitos de granulação fina, às vezes micáceos, e outras com raras intercalações fílicas. Tal sedimentação é característica de um ambiente marinho raso, sujeito a ação de ondas de tempestade. De acordo com Dossin *et al.* 1985, a associação de fácies representa uma sedimentação em ambiente litorâneo, com porções permanentemente expostas, retrabalhadas pelo vento.

Formação Sopa-Brumadinho

O período inicial deposicional da Formação Sopa-Brumadinho é caracterizado pela passagem de quartzitos de granulação média a grossa para quartzitos finos e micáceos com estratificações plano-paralelas e cruzadas de baixo ângulo. Esta marca sugere a existência de um rápido evento transgressivo com instalação de um ambiente marinho raso.

As particularidades de seus litotipos, bem como a associação de estruturas sedimentares, sugerem deposição ligada ao ambiente continental, em que leques aluviais desenvolvem-se simultaneamente, relacionados ao avanço do sistema fluvial.

Regionalmente, a associação litológica da Formação Sopa-Brumadinho é composta por metaconglomerados com seixos subarredondados e angulosos de quartzo, quartzito e filito ocorrendo de maneira subordinada.

- **Grupo Conselheiro Mata**

Sobreposto às formações do Grupo Diamantina, afloram os litotipos do Grupo Conselheiro Mata. Representam o Grupo Conselheiro Mata na AE as Formações Córrego Bandeira, Córrego dos Borges e Santa Rita, sendo constituído por alternâncias cíclicas de sedimentos arenosos e siltico-argilosos, caracterizando episódios transgressivos e regressivos em ambiente marinho.

Formação Santa Rita

Ocorrendo na AE em uma estreita faixa alongada na porção leste, a Formação Santa Rita é caracterizada por um regime deposicional de progressivo aprofundamento da lâmina de água na bacia sedimentar.

A base de sua sequência deposicional é marcada pela ocorrência de quartzitos de granulação fina com raras intercalações de metapelitos. A litologia e as estruturas sedimentares são sugestivas de deposição em ambiente marinho raso, algo restrito, como registrado pela presença de depósitos de barras de plataforma.

Formação Córrego dos Borges

Os litotipos da Formação Santa Rita, constituídos por quartzitos, filitos e restritos metaconglomerados da Formação Santa Rita gradam verticalmente para a Formação Córrego dos Borges, que é composta por quartzitos de granulometria fina a média e bastante micáceos, com níveis de óxidos de ferro marcando laminações plano-paralelas.

Esta Formação, que ocorre de maneira restrita à uma faixa alongada na região leste da AE, é caracterizada por estruturas estratificadas cruzadas acanaladas em seus litotipos, muitas vezes truncadas por ondas. Suas litofácies estão condicionadas à dois ambientes deposicionais. O primeiro, do tipo marinho raso a litorâneo, com atuação de ondas de tempestades e, o segundo representado pelo avanço de uma frente deltaica sobre os sedimentos marinhos rasos subjacentes.

Formação Córrego Bandeira

Uma nova alternância no ambiente deposicional, marcado pelo aprofundamento da lâmina de água marca a passagem da Formação Córrego dos Borges para a Formação Córrego da Bandeira correspondendo ao ambiente marinho raso, Dossin (1983).

Em uma estreita faixa alongada na porção nordeste da AE, a Formação é essencialmente composta por quartzitos finos, com estratificações cruzadas centimétricas e marcas de ondas, as quais transicionam a metassiltitos acinzentados com laminações plano-paralelas. O topo da Formação Córrego da Bandeira é caracterizado pelo aumento na granulometria dos sedimentos.

7.1.4.1.5 Suíte Borrachudos

A Suíte Borrachudos compreende um conjunto de rochas vulcânicas e corpos graníticos do tipo A (Dussin, T.M. 1994) que intrudiram o Complexo Guanhães em torno de 1,7 Ga (Dussin et al., 1993). Os granitos mostram grande homogeneidade litológica. São rochas de grão médio a grosso, foliadas, com microclínio como principal mineral constituinte, quartzo, albita, hastingsita e biotita, além de magnetita, alanita e fluorita como acessórios (Dussin et. al, 2000).

Às feições magmáticas dos granitos Borrachudos estão superimpostas estruturas de deformação e recristalização metamórfica brasilianas, evidenciadas por uma marcante foliação gnáissica e formação de mobilizados migmatíticos (Dussin et. al, 2000).

A Suíte Borrachudos aflora na porção sudeste da AE, no município de Itabira.

7.1.4.1.6 Suíte Pedro Lessa

Na porção sudeste e leste da AE, ocorrem diques máficos orientados preferencialmente segundo a direção norte-sul, pertencentes à Suíte Pedro Lessa. Esta unidade compreende rochas toleíticas subalcalinas máficas, metamorfozadas a baixo grau, que intrudem o Supergrupo Espinhaço em detrimento ao Supergrupo São Francisco (Uhlein et al., 1998).

Posicionados entre camadas quartzíticas sub-horizontais, os metagabros da Suíte Pedro Lessa possuem idade de cristalização magmática de 939Ma (Souza, 2016). As análises litoquímicas realizadas confirmam uma composição basáltica e afinidade toleítica para os protólitos dessas rochas, gerados em ambiente continental intra-placa.

7.1.4.1.7 Supergrupo São Francisco

Inicialmente denominada “Série São Francisco” por Derby (1880 *apud* Magalhães 1989) e redefinida com o status de grupo por Plfug & Renger (1973), esta unidade litoestratigráfica foi alvo de importantes trabalhos regionais ao longo das últimas décadas. Para o presente trabalho adotou-se a subdivisão do Supergrupo São Francisco em duas grandes unidades litoestratigráficas, os grupos Macaúbas e Bambuí, que representam uma sucessão de sedimentos neoproterozóicos depositados, predominantemente, em ambiente marinho plataformar, com contribuição glaciogênica.

- **Grupo Macaúbas**

Os principais constituintes do Grupo Macaúbas são diamictitos com matriz areno-argilosa esverdeada. Tratam-se de litotipos de idade neoproterozóica, pertencentes ao Supergrupo São Francisco, que se encontram estratigraficamente abaixo das rochas do Grupo Bambuí.

O Grupo Macaúbas é constituído por duas unidades: Indivisa e Quartzítica (Pinho 2010). A Unidade Indivisa constitui-se por quartzitos bandados, ferruginosos e/ou feldspáticos. Também é possível observar intercalações de metaparaconglomerados polimíticos e ortoconglomerados e metassiltitos com interestratificados com quartzitos finos. A Unidade Quartzítica é caracterizada por quartzitos com intercalações de brechas conglomeráticas.

As rochas do Grupo Macaúbas se distribuem, na AE, ao longo de uma estreita faixa contínua, de direção NW-SE, à leste da área, acompanhando o alinhamento da Serra do Cipó, passando pelos municípios de Jaboticatubas, Santana do Riacho, Santana do Pirapama e Gouveia.

- **Grupo Bambuí**

O Grupo Bambuí constitui a cobertura neoproterozóica de maior distribuição no Cráton do São Francisco. Representa associação de litofácies siliciclásticas e bioquímicas, na forma de sedimentos plataformais depositados em extenso mar epicontinental.

O Grupo Bambuí é constituído por duas (02) sucessões principais; a basal, marinha, composta da base para o topo, pelas formações Sete Lagoas (carbonática), Serra de Santa Helena (pelítico-carbonática), Lagoa do Jacaré (carbonática) e Serra da Saudade (pelítica), as quais

compõem o Subgrupo Paraopeba; a sucessão de topo é marinho-continental e está representada pela Formação Três Marias, predominantemente psamítica.

Formação Sete Lagoas – Subgrupo Paraopeba

A Formação Sete Lagoas (Costa & Branco 1961) representa a unidade basal do Grupo Bambuí, sendo constituída por uma sucessão carbonática que aflora nas porções sudoeste da AE, entre os municípios de Jaboticatubas e Taquaraçu de Minas, e uma estreita faixa de direção NW-SE na borda leste da área, acompanhando a base da Serra do Cipó, passando pelos municípios de Santana do Riacho, Santana do Pirapama e Presidente Juscelino.

A deposição das rochas carbonáticas da Fm. Sete Lagoas ocorreu em ambiente marinho raso, em resposta a uma importante transgressão marinha, possibilitando o desenvolvimento de plataformas carbonáticas num contexto tectônico extensional, com altos e baixos sin-sedimentares.

A Fm. Sete Lagoas é composta por uma sucessão de calcários e dolomitos que, da base para o topo, pode ser individualizada em sete litofácies (Iglesias e Uhlein, 2009): 1- dolomito rosa pálido laminado; 2- constituída por calcários argilosos, roxos, microcristalinos, frequentemente dolomíticos, finamente laminados, com os planos de estratificação sublinhados por filmes argilosos verdes; 3- representada por calcários escuros, finamente cristalinos, bem estratificados; 4- brechas intraformacionais lamelares, com intraclastos e matriz calcítica ou magnésiana; 5- calcarenitos dolomíticos, oolíticos; 6- dolomito rosado, brechado e; 7- dolomito bege, bem laminado, com presença de estruturas estromatolíticas e oolíticas.

Formação Serra de Santa Helena – Subgrupo Paraopeba

A Formação Serra de Santa Helena (Costa & Branco 1961) constitui uma sucessão sedimentar predominantemente pelítica. Assenta-se sobre a Formação Sete Lagoas em contato concordante e gradativo, representado pelo aumento gradual do conteúdo de pelitos nos carbonatos de topo da Formação Sete Lagoas.

A Formação Serra de Santa Helena ocorre de forma considerável na AE, sendo a unidade litológica de maior representatividade, se distribuindo em uma ampla faixa de direção NW-SE, na porção centro-oeste da área, passando pelos municípios de Jaboticatubas, Baldim, Santana do Riacho, Jequitibá, Santana do Pirapama e Presidente Juscelino.

É composta por siltitos, folhelhos e margas de cores esverdeadas (arroxeados quando intemperizados) e ainda, intercalações métricas de calcário cinza escuro. Da base para o topo, a unidade representa uma sucessão de margas, finamente laminadas, que passam transicionalmente a siltitos finos, esverdeados, ricos em cristais de pirita, intercalados com lentes de calcário cinza, fétidos e plaqueados (Iglesias e Uhlein, 2009).

Formação Lagoa do Jacaré – Subgrupo Paraopeba

A Formação Lagoa do Jacaré (Costa & Branco 1961) sobrepõe-se à Formação Serra de Santa Helena em contato gradacional. Ocorre em duas porções da área de estudo, sendo a primeira localizada na região central da área, entre os municípios de Baldim e Jequitibá, e a segunda na região norte da área, através de uma faixa descontínua de direção NW-SE, passando pelos municípios de Presidente Juscelino e Santo Hipólito.

A sedimentação regressiva da Formação Lagoa do Jacaré sucedeu a formação anterior, constituindo nova fase de instalação de plataformas carbonáticas de alta energia, sujeita a constante retrabalhamento (brechas intraclásticas) e episódios de tempestades (*hummocky*), intercaladas com períodos de relativa calma (Iglesias e Uhlein, 2009).

A Formação Lagoa do Jacaré é composta por calcários pretos a cinza, oolíticos e pisolíticos, brechas intraclásticas, margas e intercalações de siltitos e folhelhos de cor esverdeada (Iglesias e Uhlein, 2009).

Formação Serra da Saudade – Subgrupo Paraopeba

A Formação Serra da Saudade (Costa & Branco 1961, Dardenne 1978) sobrepõe-se em contato concordante e gradacional à Formação Lagoa do Jacaré. Esta unidade é representada por conjunto predominantemente pelítico. A distribuição da Fm. Serra da Saudade na AE é restrita, concentrando-se na porção central da área, na divisa dos municípios de Baldim, Jequitibá e Santana do Pirapama.

A deposição da Fm. Serra da Saudade está relacionada à rápida transgressão marinha, que modificou as condições responsáveis pela deposição da Formação Lagoa do Jacaré, evoluindo para ambiente mais profundo e de águas calmas, que originou as finas laminações verificadas nos

siltitos. A deposição da formação ocorreu provavelmente em contexto plataformal com influência de correntes de turbidez e episódios de tempestades (Uhlein *et al.* 2004).

A Formação Serra da Saudade é constituída por sucessão de siltitos, siltitos argilosos e folhelhos de cor esverdeada (amarelos, quando intemperizados) finamente laminados. Estudos petrográficos mostram que a laminação obedece a alternância milimétrica de níveis sílticos ricos em grãos de quartzo e níveis argilosos (Iglesias e Uhlein, 2009).

7.1.4.1.8 Depósitos Aluvionares

Os depósitos aluvionares representam sedimentos recentes depositados nas planícies aluviais dos rios atuais. Segundo CRPM (2004), constituem depósitos caracterizados por sedimentos inconsolidados, predominantemente arenosos, representados por areias com níveis de cascalhos e lentes de material silto-argiloso, possivelmente de idade pleistocênica.

Apresentam-se, em geral, de formas alongadas e constituem-se de areias finas bem classificadas, apresentando grãos foscos. São sedimentos areno-argilosos e cascalhosos inconsolidados.

Este tipo de depósito se concentra nas porções norte-noroeste da AE, nos municípios de Presidente Juscelino, Gouveia, Santo Hipólito, Curvelo, Santana de Pirapama e Jequitibá, associados à diversos cursos d'água, como o rio das Velhas e rio Cipó.

7.1.4.2 Área Diretamente Afetada

A Área Diretamente Afetada (ADA) da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 é constituída pelas rochas do Complexo Belo Horizonte, Grupo Diamantina do Supergrupo Espinhaço Superior, Suítes Borrachudos e Pedro Lessa, além do Grupo Bambuí do Supergrupo São Francisco (Mapa de Geologia da Área Diretamente Afetada, Volume 4 – Tomo I, Anexo 15).

7.1.4.2.1 Complexo Belo Horizonte

As rochas do Complexo Belo Horizonte ocorrem nas regiões sul e sudoeste da ADA. Pertencentes à um terreno de domínio de complexo granito-gnaiss-migmatítico e granulítico, nesta unidade predominam gnaisses ortoderivados com pontuais porções migmatíticas (Figura 18).

No geral, são rochas coesas e de baixa friabilidade, condicionando um solo de textura predominantemente argilo-síltico-arenosa.

Com maioria das rochas aflorantes de classe metamórfica, os litotipos do Complexo Belo Horizonte apresentam geralmente aspecto anisotrópico bandado. Portanto, a maioria dos litotipos desta unidade apresentam composição essencial gnáissica, de coloração acinzentada, que apresentam frequentes feições de migmatização e bandamento (Figura 19).



Figura 18 - Litotipo do Complexo Belo Horizonte na ADA da LT
(UTM 23K, 662.914E/7.839.005N)



Figura 19 - Litotipos de coloração acinzentada do Complexo Belo Horizonte na ADA da LT
UTM 23K, 661.490E/7.838.875N

Na ADA da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 o Complexo Belo Horizonte aflora na forma de grandes lajedos, e mais raramente, como pequenos morros, apresentando geralmente horizonte saprolitizado ou recoberto por manto de intemperismo silto-argiloso de tonalidades avermelhadas (Figura 20). Além da predominância de litotipos ortognaissicos, ocorrem no complexo associações granodioríticas (Figura 21) e pontuais intercalações de composição anfibolítica (Figura 22).



Figura 20 - Saprólito e manto de intemperismo na região do Complexo Belo Horizonte na ADA da LT

UTM 23K, 646.737E/7.834.704N



Figura 21 - Litotipos do Complexo Belo Horizonte na ADA da LT

UTM 23K, 663.102E/7.839.396N



Figura 22 - Litotipos do Complexo Belo Horizonte na ADA da LT

UTM 23K, 669.749E/7.839.451N

7.1.4.2.2 Supergrupo Espinhaço Superior – Grupo Diamantina – Fm. Galho do Miguel

Aflorando em uma estreita faixa na região sudeste da ADA LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, os litotipos da Formação Galho do Miguel constituem espesso pacote de quartzitos esbranquiçados e fina granulometria. No geral, são rochas parametamórficas coesas e de baixa friabilidade.

Pertencente à um terreno de domínio de sequências sedimentares proterozóicas dobradas, metamorfizadas em baixo a médio grau, os quartzitos desta formação apresentam estratificação cruzada acanalada de grande porte e laminações com marcas onduladas, evidenciando ambiente deposicional de natureza eólica e também sedimentação em ambiente marinho raso.

São quartzitos de granulação fina, às vezes micáceos, com raras intercalações fílicas, condicionando a ocorrência de um solo de textura predominantemente arenosa (Figura 23).

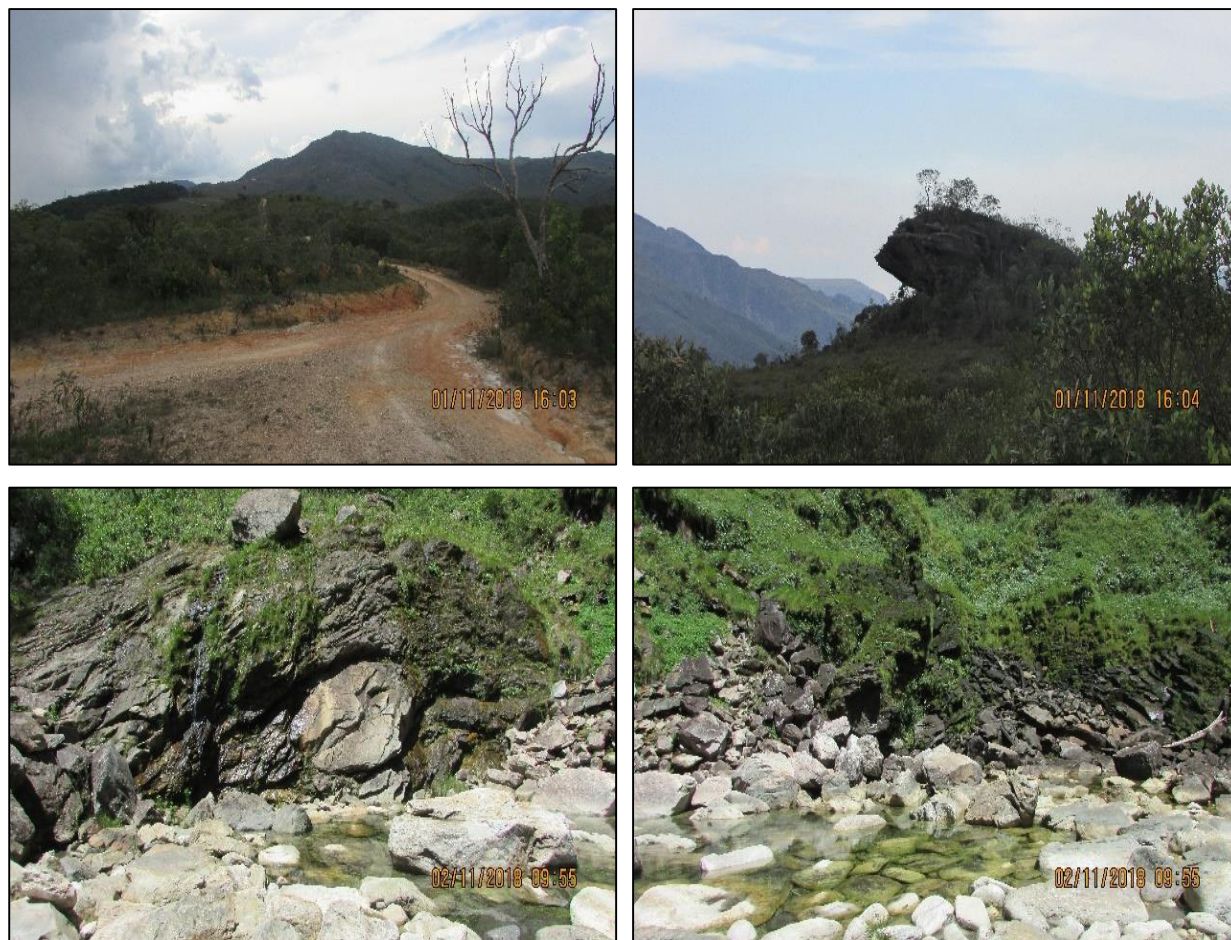


Figura 23 - Litotipos da Formação Galho do Miguel na ADA da LT

UTM 23K, 654.599E/7.836.817N

7.1.4.2.3 Supergrupo Espinhaço Superior – Grupo Diamantina – Fm. Sopa-Brumadinho

Ocorrendo também em uma estreita faixa na região sudeste da ADA LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, sobreposta às rochas da Formação Galho do Miguel, aflora a associação litológica da Formação Sopa-Brumadinho composta essencialmente por quartzitos, com pontuais ocorrências de metaconglomerados. Seus litotipos são, geralmente, medianamente coesos e de alta friabilidade.

Assim como a outra formação do Grupo Diamantina presente na ADA, essa unidade pertence à um terreno de domínio de seqüências sedimentares proterozóicas dobradas, metamorfizadas em baixo a médio grau.

Aflorando em grandes blocos, os quartzitos condicionam um relevo montanhoso, com declividades superiores à 20% (Figura 24).



Figura 24 - Litotipo da Formação Sopa-Brumadinho na ADA da LT

UTM 23K, 657.504E/7.838.118N

Pelas suas particularidades deposicionais, tratam-se de quartzitos de granulação média a grossa para quartzitos finos e micáceos com estratificações plano-paralelas e cruzadas de baixo ângulo, de coloração clara (Figura 25). Esta marca sugere a existência de um rápido evento transgressivo com instalação de um ambiente marinho raso. Caracterizam também os afloramentos quartzíticos desta unidade, a ocorrência moderada de fraturas (Figura 26).



Figura 25 - Litotipo da Formação Sopa-Brumadinho na ADA da LT

UTM 23K, 657.037E/7.838.135N



Figura 26 - Litotipo da Formação Sopa-Brumadinho na ADA da LT

UTM 23K, 643.359E/7.835.793N

7.1.4.2.4 Suíte Borrachudos

Na porção sudeste da ADA, aflorando inclusive na região da Subestação Itabira, ocorrem as rochas da Suíte Borrachudos.

Caracterizada por magmatismo bimodal, predominantemente ácido alcalino do tipo A, relacionado à abertura do rift Espinhaço, as rochas da Suíte Borrachudos ocorrem em afloramentos alongados de orientação SW-NE e por vezes ovalados.

Pertencente à um domínio do complexo granito-gnaiss-migmatítico e granulitos, a unidade é representada litologicamente por quartzo monzonito, álcali-feldspato granito e ortognaiss granítico alcalino (Figuras 27 a 30).



Figura 27 - Litotipo da Suíte Borrachudos na ADA da LT

UTM 23K, 674.474E/7.834.620N



Figura 28 - Litotipo da Suíte Borrachudos na ADA da LT
UTM 23K, 673.799E/7.831.605N



Figura 29 - Litotipo da Suíte Borrachudos na ADA da LT
UTM 23K, 674.574E/7.832.552620N



Figura 30 - Litotipo da Suíte Borrachudos na ADA da LT

UTM 23K, 674.228E/7.834.969N

Condicionadas à ambiente geotectônico de características de zona de cisalhamento, as rochas apresentam aspecto anisotrópico bandado, por vezes apresentados dobras. Em geral são rochas coesas, pouco friáveis e de baixa porosidade, refletindo em um relevo de domínio montanhoso, originando solos de textura predominantemente argilo-siltico-arenosa.

7.1.4.2.5 Suíte Pedro Lessa

De maneira descontínua e pontual, na porção sudeste da ADA, ocorrem diques máficos orientados preferencialmente segundo a direção norte-sul, pertencentes à Suíte Pedro Lessa.

Pertencente à um terreno de domínio de corpos máficos a ultramáficos, o magmatismo de característica básico fissural em soleiras e diques, a composição litológica dessa unidade na ADA é essencialmente de metagabros (Figura 31). Tratam-se de litotipos altamente coesos e de baixa friabilidade.



Figura 31 - Litotipo da Suíte Pedro Lessa na ADA da LT

UTM 23K, 660.612E/7.839.203N

Compreendendo rochas toleíticas subalcalinas máficas, metamorizadas a baixo grau, os diques estão posicionados entre as camadas quartzíticas do Grupo Diamantina. Apresentam-se pontualmente com intensas dobras e fraturas, condicionando a ocorrência de um solo argiloso e um relevo com colinas dissecadas e morros baixos.

7.1.4.2.6 Supergrupo São Francisco – Grupo Bambuí (Subgrupo Paraopeba) – Fm. Sete Lagoas, Fm. Santa Helena e Fm. Lagoa do Jacaré

O Grupo Bambuí, representado na ADA da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, constitui a cobertura neoproterozóica de maior representatividade da área estudada. É composto por uma associação de litofácies siliciclásticas e bioquímicas, na forma de sedimentos plataformais.

Portanto, na ADA ocorre a sucessão basal do Grupo Bambuí, de característica deposicional marinha, composta da base para o topo, pelas formações Sete Lagoas (carbonática), Serra de Santa Helena (pelítico-carbonática), Lagoa do Jacaré (carbonática).

A Formação Sete Lagoas é pouco representativa, aflorando em estreitas faixas alongadas e descontínuas à sul da ADA. Pertencente à um terreno de domínio de sequências sedimentares, essa

formação é composta essencialmente por calcários (Figura 32) com intercalações subordinadas de metassedimentos siltico-argilosos e arenosos (Figura 33). Com domínio carbonático, seus litotipos apresentam estruturas dobradas pontuais e condicionam um solo predominantemente argiloso com relevo de morros e serras baixas (Figura 34).



Figura 32 - Litotipo da Formação Sete Lagoas na ADA da LT

UTM 23K, 660.612E/7.839.203N



Figura 33 - Litotipo da Formação Sete Lagoas na ADA da LT

UTM 23K, 639.858E/7.845.425N



Figura 34 - Litotipo da Formação Sete Lagoas na ADA da LT

UTM 23K, 660.612E/7.839.203N

A Formação Serra de Santa Helena é a unidade geológica mais representativa da ADA da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, aflorando de maneira contínua por toda região.

Também de domínio de coberturas proterozoicas, predominam nessa unidade sedimentos siltico-argilosos com intercalações subordinadas de rochas calcárias. Assentada sobre a Formação Sete Lagoas, constitui uma sucessão sedimentar predominantemente pelítica, com contato concordante e gradativo, representado pelo aumento gradual do conteúdo de pelitos nos carbonatos.

A constituição litológica da Formação Serra de Santa Helena é composta por argilito e siltito ardósianos (Figura 35), ocorrendo subordinadamente margas, folhelhos e lestes de calcário (Figura 36). Esses litotipos originam um solo de textura que varia de arenosa a argilo-siltosa, condicionando um relevo de colinas amplas e suaves.



Figura 35 - Litotipos da Formação Serra de Santa Helena na ADA da LT

UTM 23K, 636.801E/7.855.389N; 632.503E/7.869.255N; 614.912E/7.903.295N; 606.121E/7.930.441N



Figura 36 - Litotipo da Formação Serra de Santa Helena na ADA da LT

UTM 23K, 607.449E/7.929.879N

Já a Formação Lagoa do Jacaré, ocorre de maneira pontual à região central e noroeste da ADA da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, sobrepondo às rochas das duas unidades geológicas anteriormente descritas, apresentando contato gradacional.

De terreno com domínio de coberturas sedimentares proterozoicas, essa unidade é representada por rochas calcárias com intercalações subordinadas de sedimentos siltico-argilosos e arenosos, originando solos com textura predominantemente argilosa e condicionando relevo de planaltos e baixos platôs.

Litologicamente predominam calcários calcíticos e dolomíticos, ainda com ocorrência subordinada de calcarenito, argilito, siltito e marga (Figura 37).



Figura 37 - Litotipo da Formação Lagoa do Jacaré na ADA da LT

UTM 23K, 598.226E/7.935.411N

7.1.4.2.7 Geotecnia

7.1.4.2.7.1 Sondagens e Ensaios Geotécnicos

O presente tópico traz informações compiladas, obtidas junto ao Projeto Básico da LT 500 kV Presidente Juscelino – Itabira 5 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 de 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 10 - 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 arranchamento.

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 compactidade 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/compactidade 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/compactidade baixa, com presença de nível d'água.

Tabela 11 - 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.

7.1.4.2.7.2 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 500 kV Presidente Juscelino – Itabira 5 C2 interferirá em 3 terrenos distintos, que se diferenciam por suas características de alteração e por seu comportamento geotécnico frente às diversas atividades antrópicas:

- **Terreno Granítico-Gnáissico**

Este Terreno é constituído pela associação das rochas do Complexo Belo Horizonte, Suíte Borrachudos e Suíte Pedro Lessa.

A unidade geológica Complexo Belo Horizonte ocorre nas regiões sul e sudoeste da ADA, composta por gnaiesses ortoderivados com pontuais porções migmatíticas. Já as Suíte Pedro Lessa e Borrachudos ocorrem na porção sudeste da ADA. A primeira é composta essencialmente por metagabros, enquanto a segunda constitui-se de quartzo monzonito, álcali-feldspato granito e ortognaisse granítico alcalino.

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 à 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 Quartzítico**

As rochas desse Terreno estão associadas às unidades mesoproterozóicas das Formações Sopa-Brumadinho e Galho do Miguel, ambas do Grupo Diamantina, pertencente ao Supergrupo Espinhaço Superior.

Os litotipos da Formação Sopa-Brumadinho em uma estreita faixa na região sudeste da ADA, sobreposta às rochas da Formação Galho do Miguel. Enquanto a primeira é composta por quartzitos, com pontuais ocorrências de metaconglomerados, a segunda constitui-se de um espesso pacote de quartzitos esbranquiçados e fina granulometria.

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.

- **Terreno Sedimentar e Carbonático**

Esse terreno é representado pelas rochas sedimentares das Formações Sete Lagoas, Serra de Santa Helena e Lagoa do Jacaré, todas pertencentes ao Grupo Bambuí.

O Terreno Sedimentar e Carbonático é de característica deposicional marinha, composto da base para o topo, pelas formações Sete Lagoas (carbonática), Serra de Santa Helena (pelítico-carbonática), Lagoa do Jacaré (carbonática). Trata-se do Terreno mais representativo da ADA, ocorrendo de maneira contínua nas regiões central e norte da área estudada.

Em termos gerais, os litotipos presentes nesse Terreno apresentam solo de alteração argiloso, por vezes com fragmentos de rocha angulosos e pouco alterados, e solos residuais argilosos com cascalho, sendo frequente a presença de blocos e matações na superfície.

Por se tratar de ambiente cárstico, salienta-se o risco de ocorrência de subsidências e colapsos, devido à processos de dissolução química das rochas. Quanto às restrições, cita-se a vulnerabilidade que os aquíferos deste ambiente possuem, além da baixa aderência dos solos superficiais argilosos.

7.1.5 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 operacional. Através de um diagnóstico contemplando uma série histórica e atividades de um monitoramento contínuo, possibilita ainda 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 SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, 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.

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

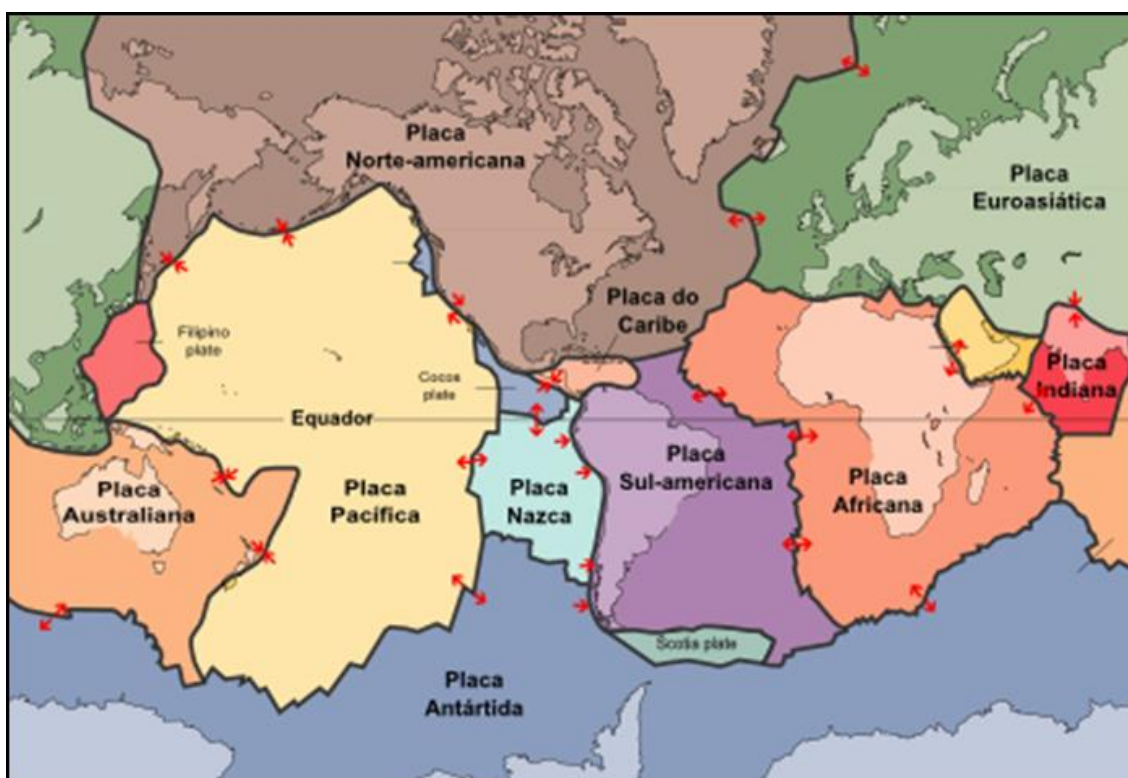


Figura 38 - Localização do Brasil no interior da Placa Tectônica Sul-americana

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.

7.1.5.2 Risco Sísmico

A região da AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 está localizada numa região de atividade sismogênica relativamente baixa. De acordo com o Mapa de Risco Sísmico da América do Sul (Figura 39), 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.

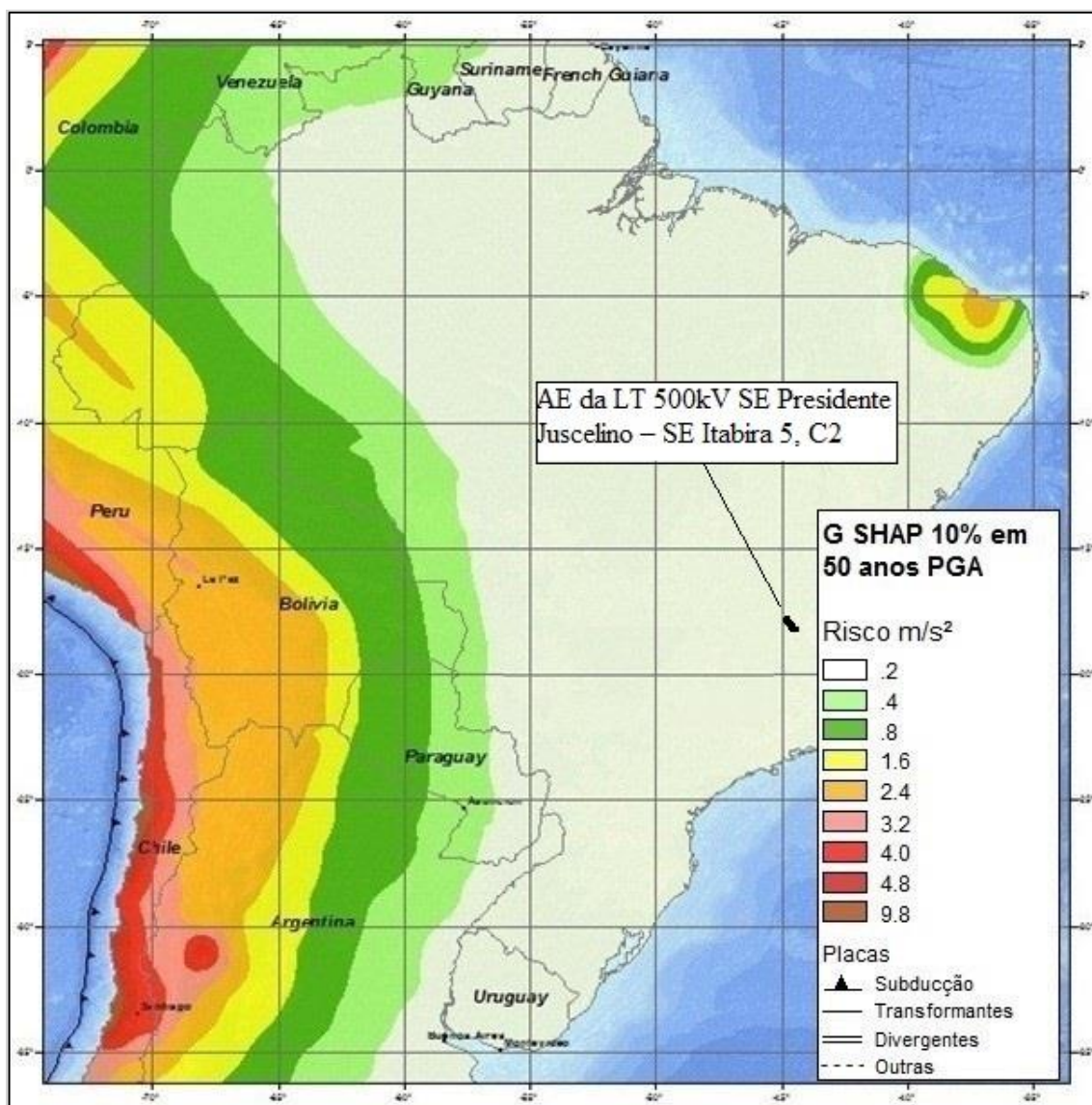


Figura 39 - Risco sísmico do Brasil

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. Tal método justifica-se pela análise de 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 40). Observa-se, no Estado de Minas Gerais, grande concentração de sismo de até 2° de intensidade.

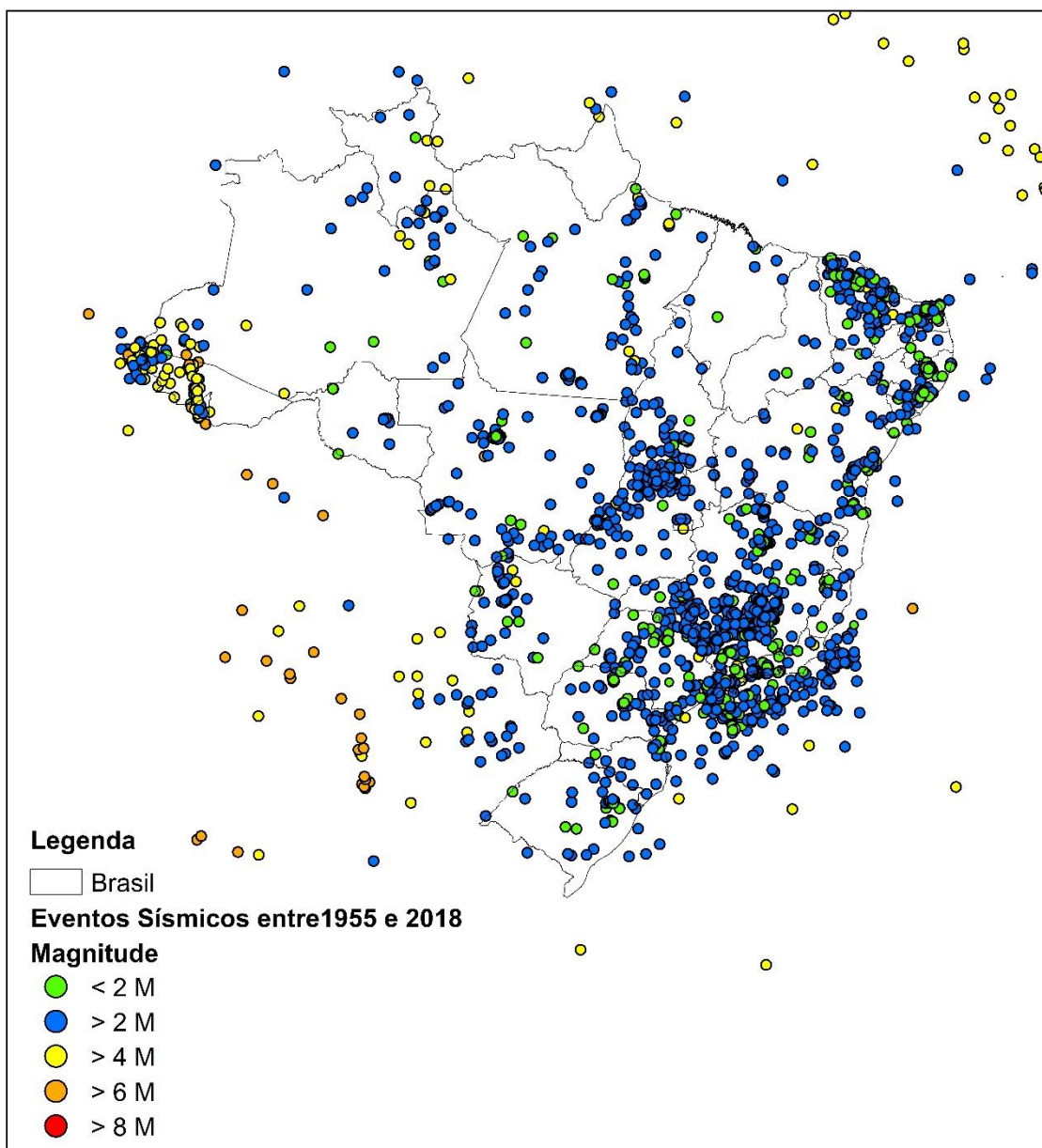


Figura 40 - Terremotos entre 1955 e 2018 ocorridos no Brasil

Fonte: IAG/USP, 2018

De acordo com os dados catalogados, desde 1955 há 8 registros inseridos na AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 (Figura 41). A maior concentração de sismos situa-se na porção sudoeste da AE, ocorridos entre os anos de 2014 e 2015. Outros dois eventos estão catalogados na região central, um ocorrido em 1987 e outro em 1984. Todos os eventos citados ocorreram com magnitudes entre 2 e 4°.

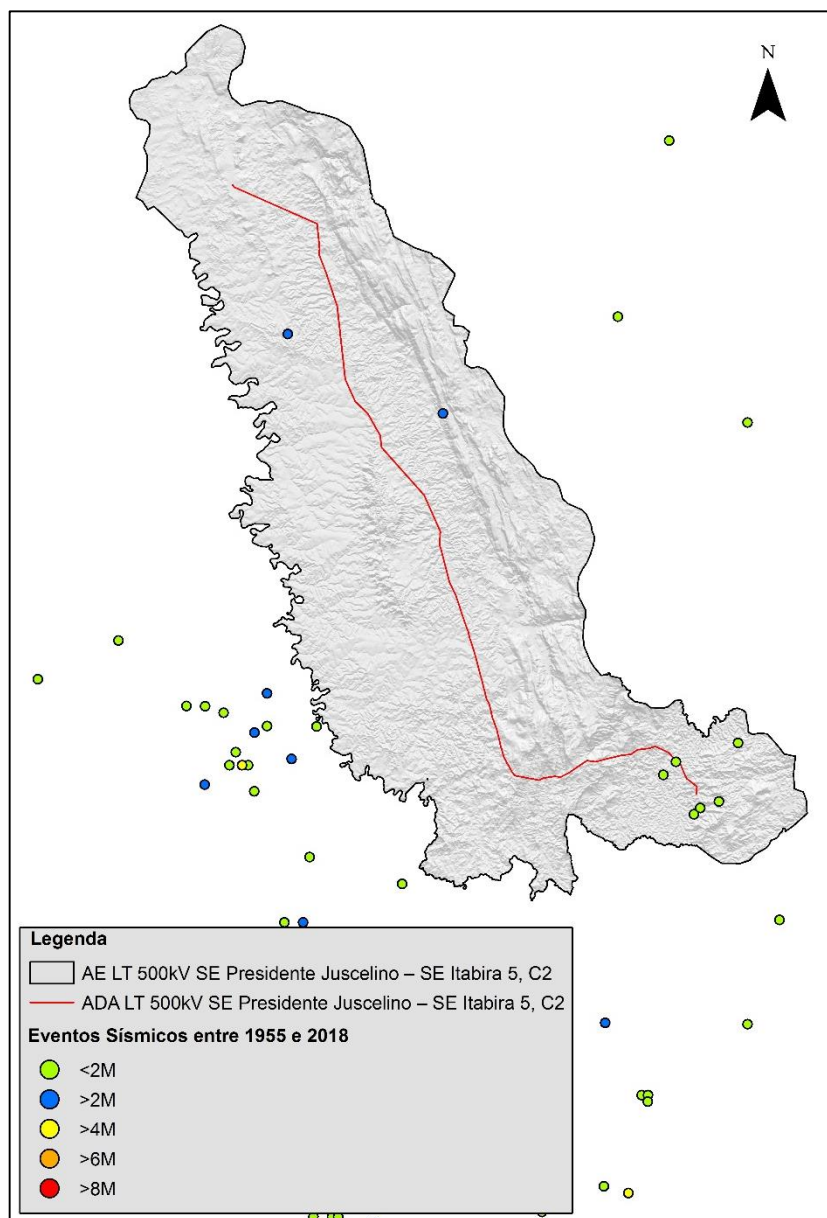


Figura 41 - Terremotos entre 1955 e 2018 ocorridos na região da AE da

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 12.

Tabela 12 - 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
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.

Portanto, predominam nas áreas de influência do empreendimento, registros de ocorrências sísmicas que variam de microsismos e eventos muito pequenos à pequenos. De acordo com a classificação adotada para este trabalho, os eventos designados tiveram seus efeitos pouco perceptíveis, de baixa magnitude e que raramente apresentam potencialidade de causar danos.

7.1.5.3 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.

7.1.5.4 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 na ADA da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2. Dos 8 eventos sísmicos que ocorreram na região desde 1955, citados anteriormente, apenas 1 situa-se no interior da ADA. Trata-se de um evento datado do ano de 2015, com 2,9º de magnitude, portanto, sismos induzidos não são esperados na área do empreendimento.

7.1.6 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 susceptível 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 SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, inserida na região central do Estado de Minas Gerais. 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.

Cumprir registrar que cavernas não são unicamente originadas em ambientes carbonáticos. Elas podem ser, quanto à origem, primárias ou secundárias (Tabela 13).

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 SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, todavia não há registros de sua ocorrência na Área Diretamente Afetada, somente na Área de Estudo do referido empreendimento.

Tabela 13 - 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 18.012 cavidades naturais catalogadas em todo o território nacional (Figura 42), das quais 7.312 no estado de Minas Gerais, o que representa 40,6% do total nacional, concentradas em uma faixa central, de norte a sul (Figura 43). Na AE do empreendimento projetado, existem 258 cavidades naturais catalogadas, concentradas nas porções centro-norte (Figura 44).

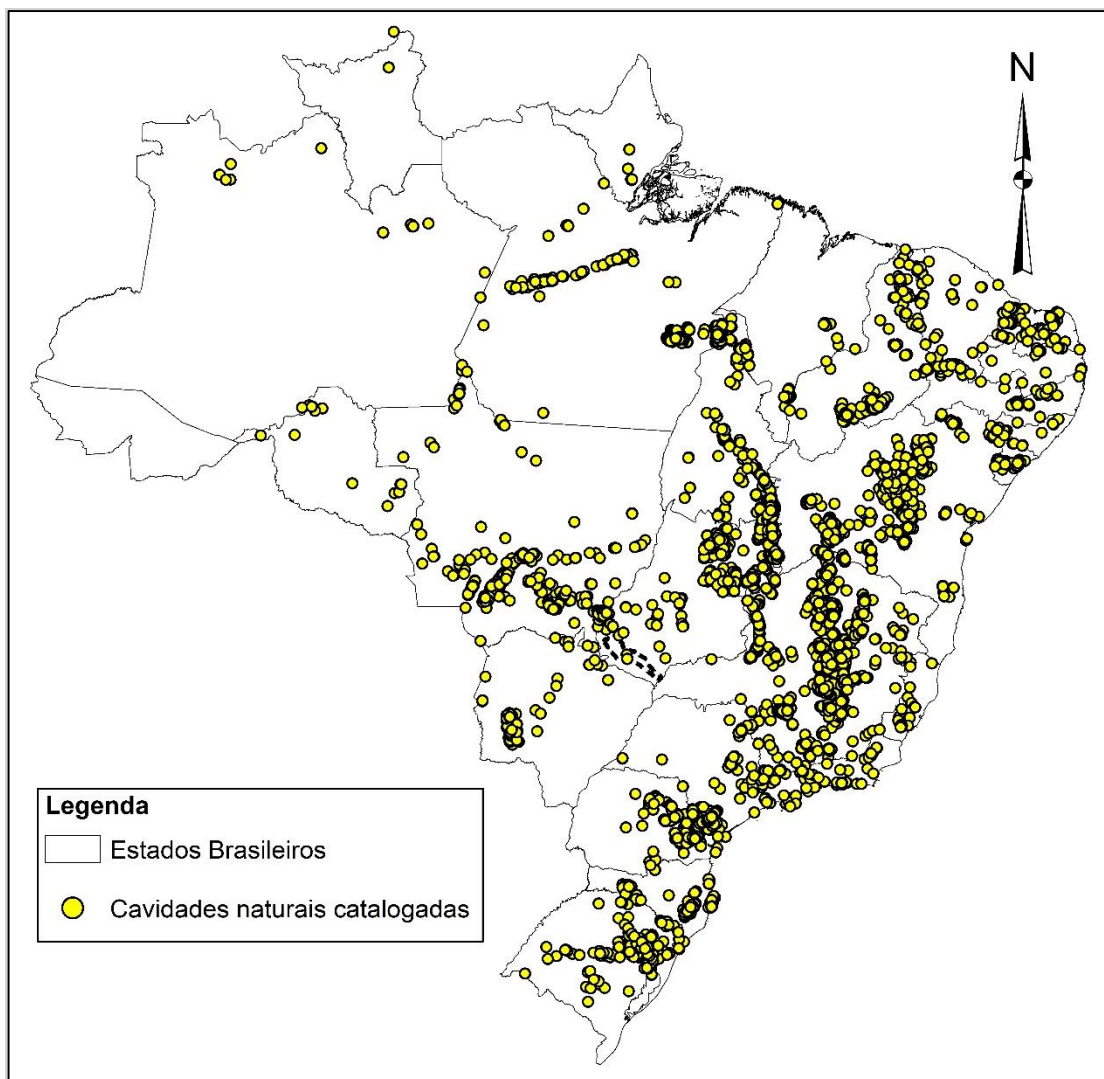


Figura 42 - Cavidades naturais catalogadas no território nacional

Fonte: ICMBIO/CECAV, 2019

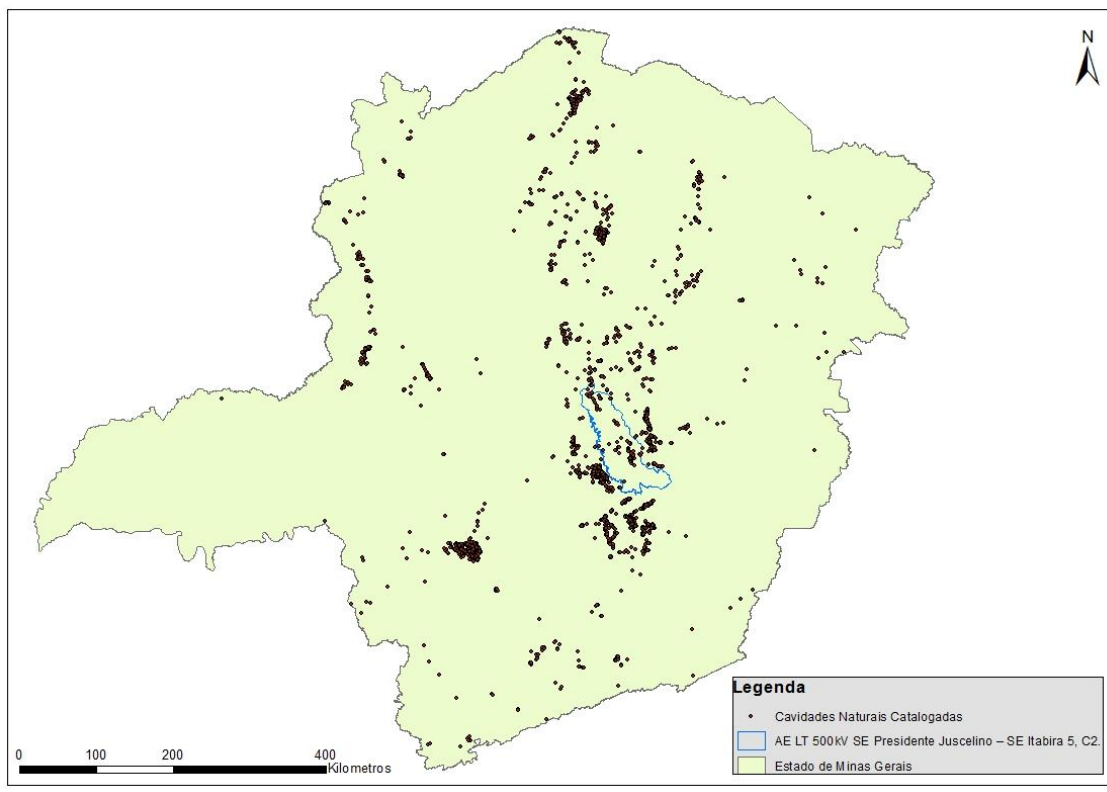


Figura 43 - Cavernas catalogadas no estado de Minas Gerais

Fonte: ICMBIO/CECAV, 2019

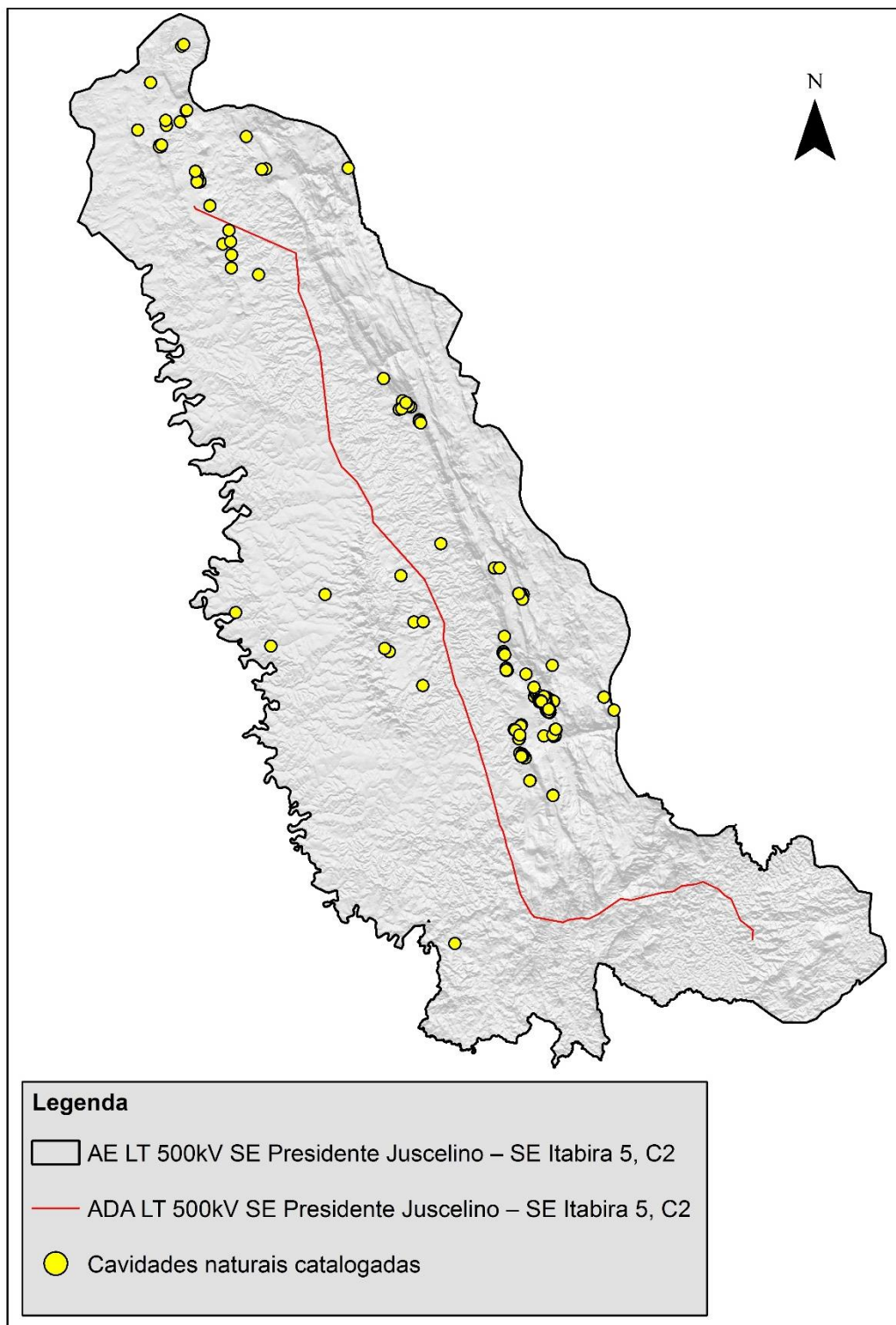


Figura 44 - Cavernas catalogadas na LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2

7.1.6.1 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 14), definiu cinco níveis de potencialidade de ocorrência: “Muito Alto”; “Alto”; “Médio”; “Baixo” e “Ocorrência Improvável”.

Tabela 14 - 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, Metassiltito, Micaxisto, Milonito, Quartzito, Pelito, Riolito, Ritmito, Rocha Calci-silicática, Siltito e Xisto	Médio
Demais litotipos (Anortosito, Arcóseo, Augengnaise, Basalto, Charnockito, Diabásio, Diamictito, Enderbitito, Gabro, Gnaise, Granito, Granitoide, Granodiorito, Hornfels, Kinzigito, Komatito, Laterita, Metachert, Migmatito, Monzogranito, Olivina gabro, Ortoanfíbolito, Sienito, Sienogranito, Tonalito, Trondhjemitito, 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 “Alto” potencial de ocorrência de cavidades subterrâneas, onde afloram majoritariamente os litotipos da Formação Serra de Santa Helena, de composição metapelítica com lentes de calcário. Destaca-se ainda, na região leste da AE, “Médio” potencial, condicionado pelos afloramentos de quartzito do Supergrupo Espinhaço Superior. Na região sul-sudeste da AE, o potencial para ocorrência de cavidades naturais é “Baixo” devido à ocorrência de rochas cristalinas do Complexo Belo Horizonte e Suítes Intrusivas. As áreas designadas como de “Muito Alto” potencial, decorrem da relevante ocorrência de rochas carbonáticas da Formação Lagoa do Jacaré e Formação Sete Lagoas (Figura 45, Mapa do Potencial Espeleológico da Área de Estudo, Volume 4 – Tomo I, Anexo 16).

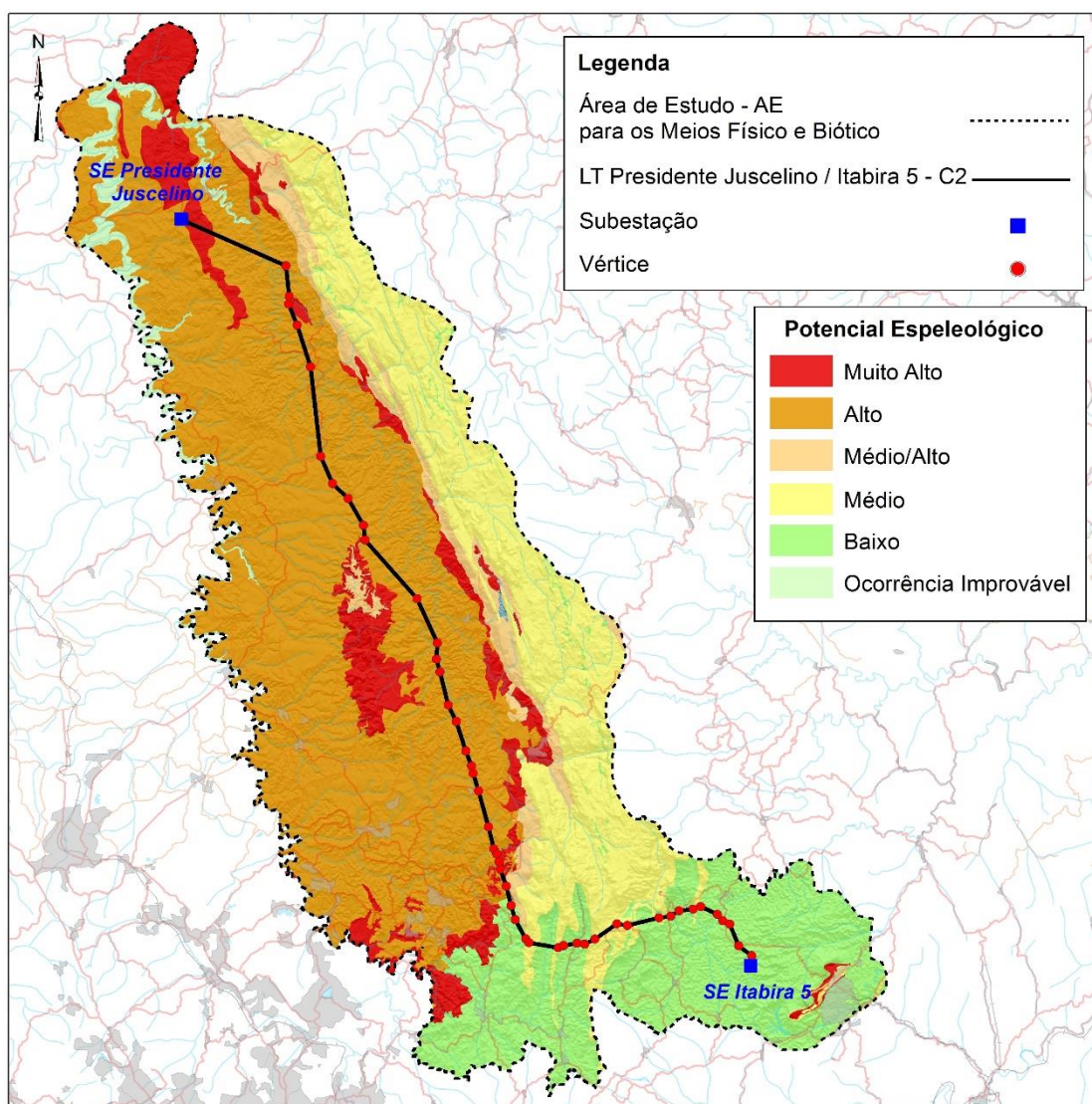


Figura 45 - Potencial espeleológico da Área de Estudo

7.1.6.2 Prospecção Espeleológica

A prospecção realizada na área em estudo contemplou o projeto conceitual do empreendimento LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, 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 SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, 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 46 exemplifica, de forma ilustrativa em um trecho da área estudada, o resultado da aplicação da metodologia para determinação das classes de detalhamento, que incidiu em toda área prospectada (Mapa das Classes de detalhamento Prospectivo da Área Diretamente Afetada, Volume 4 – Tomo I, Anexo 17).

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 caminhamento próximas ao traçado da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 com equidistância que permita gerar densa malha que contemple a área estudada de maneira satisfatória. Os alvos e linhas de caminhamento pré-definidas foram sistematicamente percorridos na etapa de campo.

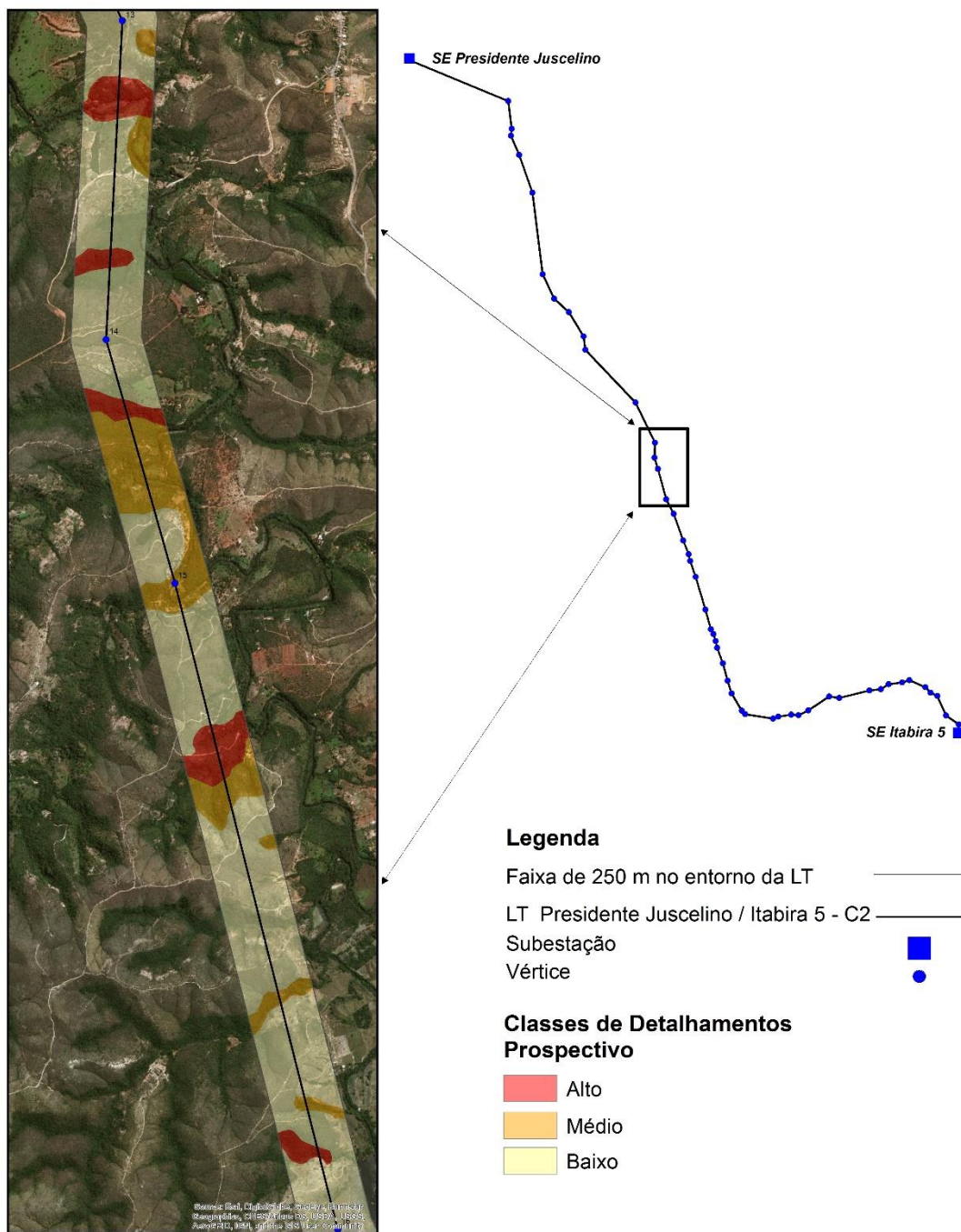


Figura 46 - Classes de detalhamento do caminhamento prospectivo

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 47 exemplifica, de forma ilustrativa, o caminhamento realizado em um trecho da área estudada. Ressalta-se que todas as áreas alvos definidas na AE foram prospectadas. (Mapa do Caminhamento Prospectivo Espeleológico, Volume 4 – Tomo I, Anexo 18).

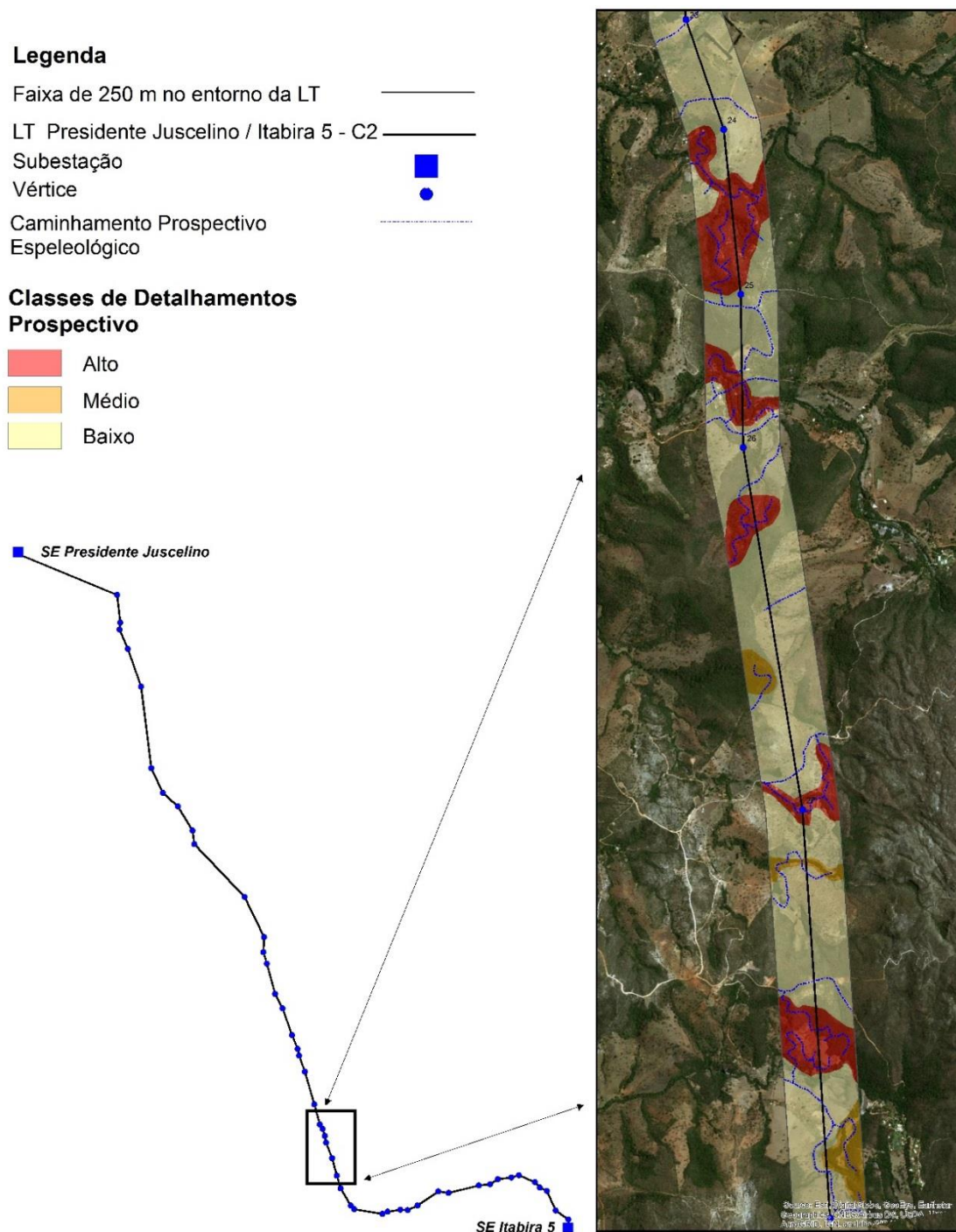


Figura 47 - Amostragem realizada durante prospecção espeleológica na área estudada

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.

A despeito do elevado potencial espeleológico, não foram diagnosticadas cavidades naturais subterrâneas na área de estudo adotada para a prospecção espeleológica.

Apesar de não estarem inseridas no buffer da área de estudo espeleológica, foram prospectadas cavidades naturais próximas. São os casos da Gruta da Fortuna (Figura 48), localizada na Fazenda Vargem do Lobo, Gruta do Sumidouro I (Figura 49), na Fazenda Duca Soares e Gruta do Sumidouro III (Figura 50), Fazenda Luís Soares, todas em Baldim-MG, além da Gruta da Água Boa (Figura 51), no município de Presidente Juscelino.



Figura 48 - Gruta da Fortuna, localizada no interior da área estudada

UTM 23K, 625.619E/7.883.190N



Figura 49 - Gruta do Sumidouro I, localizada próxima a área estudada

UTM 23K, 627.859E/7.876.662N



Figura 50 - Gruta do Sumidouro III, localizada próxima a área estudada

UTM 23K, 628.242E/7.876.788N



Figura 51 - Gruta da Água Boa, localizada próxima a área estudada

UTM 23K, 598.185E/7.935.240N

7.1.6.3 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 SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 está inserida em um contexto de predomínio do “Alto” potencial de ocorrência de cavidades subterrâneas, onde afloram majoritariamente os litotipos da Formação Serra de Santa Helena, de composição metapelítica com lentes de calcário. Na região sul da ADA há ocorrência do “Médio” e “Baixo” potencial, condicionado pelos afloramentos de quartzito do Supergrupo Espinhaço Superior e rochas cristalinas, respectivamente. As áreas pontuais designadas como de “Muito Alto” potencial restringem-se à faixas descontínuas com afloramentos de calcários calcíticos e dolomíticos da Formação Lagoa do Jacaré, Grupo Baumbuí.

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 SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2.

As cavidades diagnosticadas mais próximas da ADA foram Lapa Santo Afonso, Gruta Água Boa, Gruta da Fortuna, Gruta Santo Afonso, Gruta Sumidouro III, Gruta do Bálamo, Lapa do Funil, Gruta Sumidouro I, Lapa da Peroba e Gruta Água Santa (Tabela 15).

Tabela 15 - Cavernas, cavidades e grutas naturais próximas à ADA e ao traçado

Cavidade Natural	Coordenadas (Zona 23K)		Distância (m)	
	X_UTM (E)	Y_UTM (N)	ADA	Traçado
Lapa Santo Afonso	600.850	7.931.787	861,81	891,81
Gruta Água Boa	598.185	7.935.240	1160,80	1190,80
Gruta da Fortuna	625.619	7.833.190	2086,45	2116,45
Gruta Santo Afonso	601.085	7.930.188	2250,87	2280,57
Gruta Sumidouro III	628.242	7.876.788	2568,82	2598,82
Gruta do Bálsamo	600032	7929870	2962,76	2992,76
Lapa do Funil	601230	7928345	3810,58	3840,85
Gruta Sumidouro I	627.859	7.876.662	3906,00	3936,00
Lapa da Peroba	628139	7867741	4405,32	4435,32
Gruta da Água Santa	605034	7925551	4861,37	4891,37

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

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 durante os períodos construtivo e 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 das cavidades naturais diagnosticadas e das áreas que apresentam alta 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

7.1.7 Paleontologia

A Paleontologia é uma ciência de interface entre a Biologia e a Geologia, sendo os fósseis seu objeto de estudo. A partir dos conhecimentos gerados por esta ciência é possível decifrar como era a vida e os ambientes do passado. Com essa área do conhecimento importantes pesquisas são realizadas, as quais permitem 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 SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, foram obtidas no banco de dados do Serviço Geológico do Brasil da CPRM ([http://http://geosgb.cprm.gov.br/](http://geosgb.cprm.gov.br/)) no dia 28 de março 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 à depressões existentes no relevo, que são preenchidas por sedimentos de origem orgânica (vegetais, animais mortos, algas) e por rochas que passaram por processo de erosão. 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 SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 estão localizadas integralmente em terrenos pré-cambrianos, distantes das bacias sedimentares, que detém grande registro de ocorrências fósseis no Brasil (Figura 52).

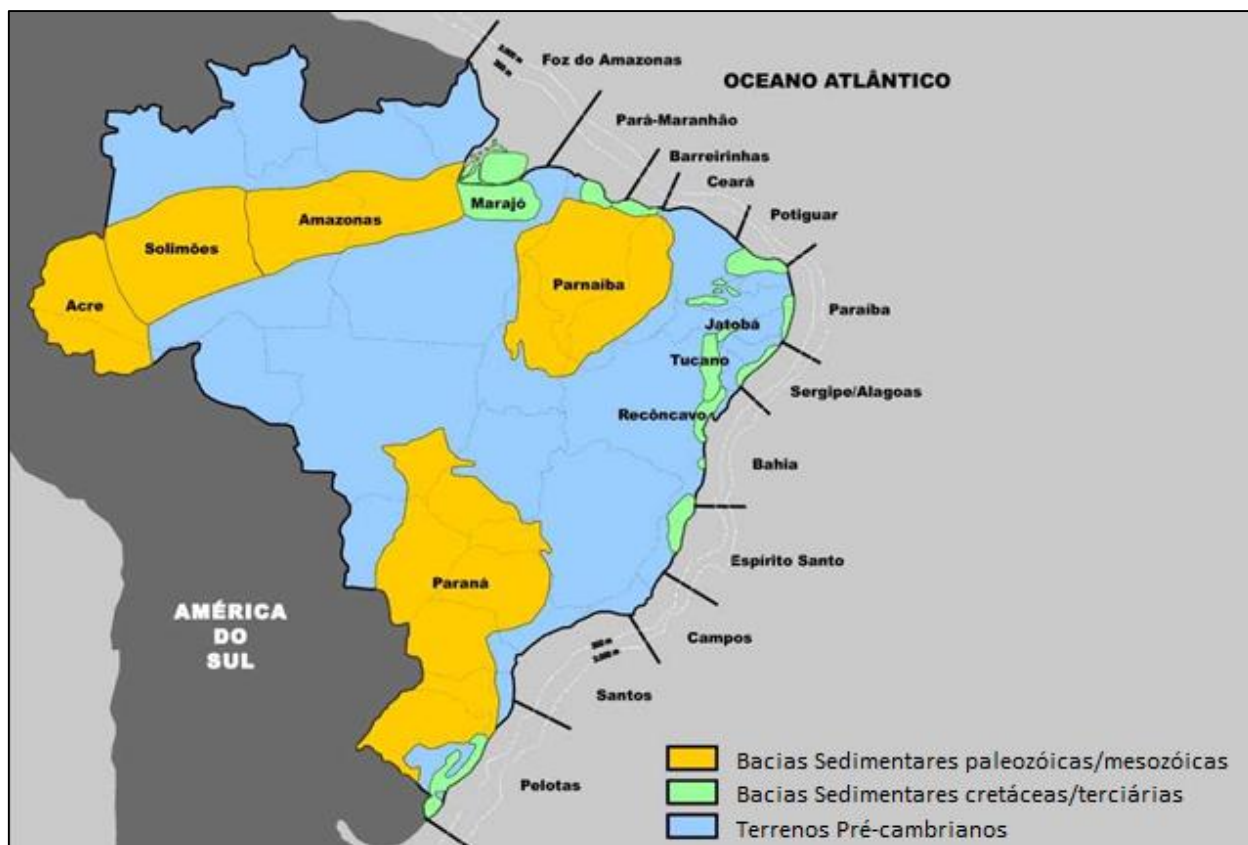


Figura 52 - Terrenos Pré-cambrianos e principais bacias sedimentares com ocorrências fósseis no Brasil

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 pela erosão ou permanecem profundamente enterrados sob estratos do fanerozoico.

No Estado de Minas Gerais há 231 registros fossilíferos catalogados, que ocorrem predominantemente na região oeste do Estado, condicionados pela bacia sedimentar do Paraná. Na AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 não há ocorrência catalogada. A Figura 53 apresenta as ocorrências fossilíferas na região do empreendimento.

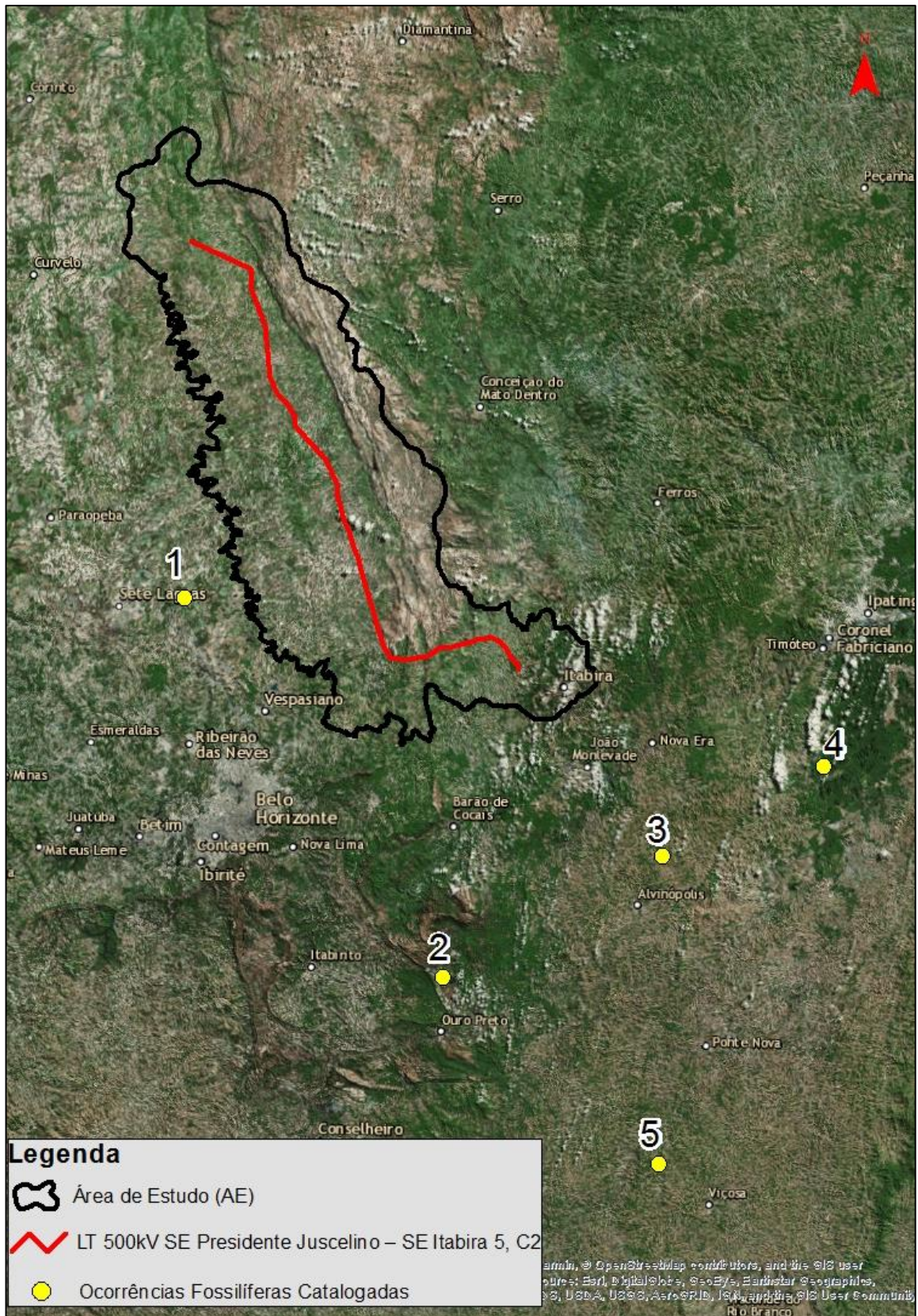


Figura 53 - Ocorrências fossilíferas catalogadas na região

Fonte: CPRM, 2019

7.1.7.1 Área Diretamente Afetada

Assim como a AE, a ADA da LT 500kV Presidente Juscelino - Itabira 5, C2 está localizada em terrenos pré-cambrianos, constituída por rochas com ausência de conteúdo fóssilífero.

Apesar de não estarem inseridas nas áreas de influência do empreendimento, as ocorrências fósseis estão presentes nas regiões circunvizinhas. A Tabela 16 elenca os registros catalogados mais próximos da AE e da ADA da LT 500kV Presidente Juscelino - Itabira 5, C2.

Tabela 16 - Registros fóssilíferos catalogados na região

Ponto	Coordenadas (Zona 23K)		Fonte do Documento	Distância (Km)	
	(E)	(N)		AE	ADA
1	594.147	7.849.181	Mamíferos Quaternários da Cavidade ES-08	12,5	42,5
2	656.334	7.757.030	CAMPOS, D.R.B. Catálogo de Fósseis-Tipo e Figurados das Coleções Paleontológicas do DNPM	56,7	76,0
3	708.589	7.787.457	DUARTE, L. Pteridophyta da Bacia de Fonseca	42,3	56,6
4	748.277	7.809.285	Evolução paleoambiental da Lagoa Toquinho Médio Vale do Rio Doce, Brasil.	58,2	76,9
5	708.589	7.714.035	Projeto UFRJ - Dinâmica Depositional e Monitoramento Ambiental em Áreas Costeiras e Marinhas, com Base em Microfósseis.	110,3	123,5

Fonte: CPRM, 2019.

O registro de ocorrência fóssil mais próxima das áreas de influência do empreendimento dista cerca de 12,5 Km da AE e 42,5 Km da ADA, localizada à leste da LT, no município mineiro de Prudente de Moraes.

Trata-se de um registro do quaternário, associado à um afloramento rochoso de composição calcária da Formação Geológica Sete Lagoas, Grupo Bambuí. O conteúdo fóssil é um fragmento molariforme da superordem de mamíferos placentários Xenarthra.

Pela distância, conclui-se que a construção e operação da LT 500kV Presidente Juscelino - Itabira 5, C2, bem como instalação de suas estruturas, aberturas e/ou restauração de vias de acessos não causarão impactos sobre o patrimônio paleontológico.

7.1.8 Recursos Minerais

Na região central do estado de Minas Gerais, onde estão localizadas a AE e ADA da LT 500kV Presidente Juscelino - Itabira 5, C2, constata-se considerável atividade minerária, uma vez que as unidades geológicas que ali ocorrem, constituídas pelas rochas do Complexo Belo Horizonte, Complexo Guanhães, Granito Caeté, Grupo Macaúbas, Grupo Serra Negra, Supergrupo Espinhaço Superior, Supergrupo Minas, Supergrupo Rio das Velhas, Supergrupo São Francisco, Suíte Borrachudos, Suíte Pedro Lessa e Depósito Aluvial, representam ambientes de alto potencial metalogenético. Esse alto potencial está relacionado à terrenos metamórficos e ígneos, representado por complexos greenstonebelts e associações vulcanossedimentares, magmatismos básico fissural e ácido alcalino, e bacias do tipo rifte e antepaís.

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 29 de janeiro 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 da Formação Serra de Santa Helena, do Supergrupo São Francisco, que ocorre de forma contínua na borda centro-leste da área. É composta por argilitos, siltitos ardosianos, margas e lentes de calcário, associados à veios de quartzo disseminados. O Complexo Belo Horizonte, formado por ortognaisses bandados tipo TTG, com intercalações de anfíbolito e metaultramáfica, também ocorre de forma considerável na porção sul da AE, além de depósitos e coberturas sedimentares inconsolidados que eventualmente ocorrem ao longo de toda região.

As unidades geológicas que ocorrem na área de interesse, expostas anteriormente, condicionam ambientes de alto potencial minerário, 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 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 de substâncias para uso industrial, como quartzo, ferro e manganês, e para construção civil como areia.

São no total 649 requerimentos de títulos minerários em toda a AE do empreendimento, perfazendo 428.011,25 hectares de área requerida para substâncias minerais como quartzo, ferro, manganês, areia, quartzito, ouro, granito, calcário, mármore, diamante, argila, filito, berílio, fosfato, água mineral, ardósia, caulim, alumínio, calcita, grafita, dolomito, crisoberilo e cascalho. Dentre os processos, 51 encontram-se em fase de Disponibilidade, 11 em fase de Requerimento de Licenciamento, 9 em fase de Licenciamento, 128 em fase de Requerimento de Pesquisa, 373 em fase de Autorização de Pesquisa, 1 em fase de Requerimento de Registro de Extração, 25 em fase de Concessão de Lavra, 45 em fase de Requerimento de Lavra, e 6 processos em fase de Requerimento de Lavra Garimpeira.

7.1.8.1 Área Diretamente Afetada

Para a ADA da LT 500kV Presidente Juscelino - Itabira 5, 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 37 processos minerários de áreas requeridas para quartzo, manganês, granito, ferro, fosfato, ouro, ardósia e mármore, com predominância de processos em fase de Autorização e Requerimento de Pesquisa, conforme a Tabela 17, Figura 54 e Mapa de Recursos Minerais na Área Diretamente Afetada, Volume 4 – Tomo II, Anexo 19.

Tabela 17 - Processos minerários na ADA da LT 500kV Presidente Juscelino - Itabira 5, C2

Processo	Fase	Substância	Uso	Área (Ha)
836576/1994	Aut. de Pesquisa	Ardósia	-	1000
833562/1994	Aut. de Pesquisa	Quartzo	-	1000
831326/2003	Disponibilidade	Quartzo	Metalurgia	989,31
831284/2007	Req. de Pesquisa	Quartzo	Industrial	549,89
831285/2007	Req. de Pesquisa	Quartzo	Industrial	947,32
831410/2008	Disponibilidade	Ferro	Industrial	845,25
832896/2008	Req. de Pesquisa	Manganês	Industrial	989,31
831439/2009	Aut. de Pesquisa	Manganês	Industrial	530,73
831116/2009	Aut. de Pesquisa	Quartzo	Industrial	997,09
831117/2009	Aut. de Pesquisa	Quartzo	Industrial	997,09

Processo	Fase	Substância	Uso	Área (Ha)
832641/2010	Aut. de Pesquisa	Quartzo	Industrial	966,44
834429/2010	Disponibilidade	Quartzo	Industrial	994,89
831868/2011	Aut. de Pesquisa	Quartzo	Industrial	915,1
830857/2012	Aut. de Pesquisa	Ferro	Industrial	1996,95
832416/2012	Aut. de Pesquisa	Ouro	Industrial	1032,7
833705/2013	Aut. de Pesquisa	Fosfato	Fertilizantes	1903,82
833703/2013	Aut. de Pesquisa	Fosfato	Fertilizantes	1911,19
833626/2013	Aut. de Pesquisa	Granito	Revestimento	336,58
831862/2013	Aut. de Pesquisa	Ferro	Industrial	980,87
831920/2013	Aut. de Pesquisa	Manganês	Industrial	530,73
832917/2013	Aut. de Pesquisa	Quartzo	Industrial	991,85
831561/2013	Aut. de Pesquisa	Quartzo	Industrial	979,4
834033/2013	Req. de Pesquisa	Fosfato	Fertilizantes	500,48
833149/2013	Req. de Pesquisa	Granito	Revestimento	954,05
832308/2014	Aut. de Pesquisa	Quartzo	Industrial	932,49
832028/2015	Aut. de Pesquisa	Mármore	Revestimento	995,22
830970/2016	Aut. de Pesquisa	Granito	Revestimento	240,03
832316/2016	Aut. de Pesquisa	Granito	Revestimento	123,67
830885/2016	Aut. de Pesquisa	Manganês	Industrial	1979,24
831079/2016	Req. de Pesquisa	Granito	Revestimento	455,97
831078/2016	Req. de Pesquisa	Granito	Revestimento	428,78
830230/2016	Req. de Pesquisa	Manganês	Industrial	1906,28
831080/2016	Req. de Pesquisa	Manganês	Industrial	1296,63
831002/2017	Req. de Pesquisa	Ouro	Industrial	1623,12
830685/2018	Aut. de Pesquisa	Ardósia	Revestimento	34,04
830535/2018	Aut. de Pesquisa	Manganês	Industrial	530,73
832200/2018	Req. de Pesquisa	Ferro	Industrial	1953,84

Fonte: DNPM, 2019.

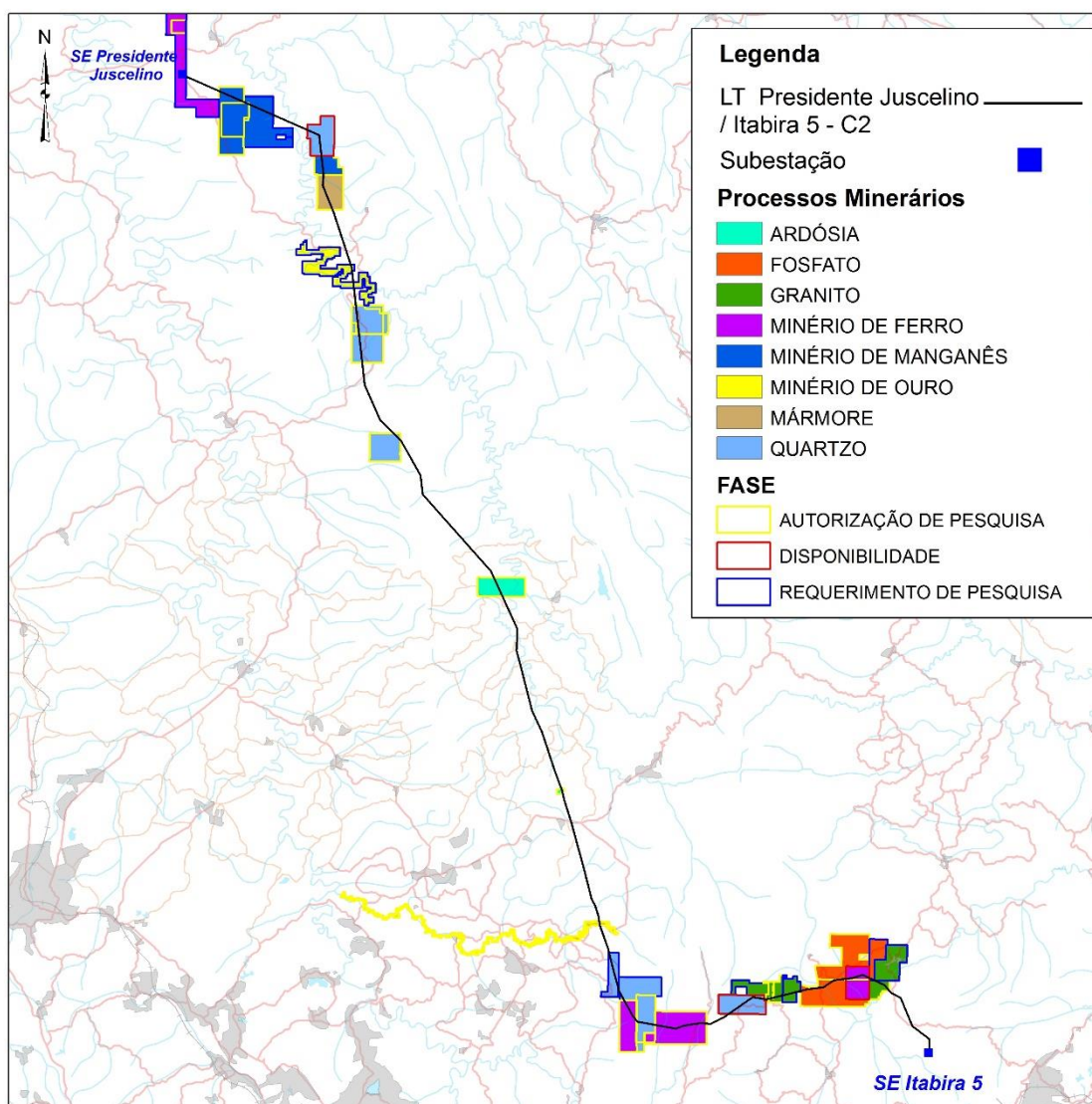


Figura 54 - Processos Minerários na ADA da LT

7.1.9 Geomorfologia

As formas de relevo constituem o objetivo de estudo da Geomorfologia. Dentre as diversas aplicações dessa ciência, em estudos ambientais ela é particularmente importante para elucidar problemas erosivos e deposicionais que, por ventura, venham a ocorrer em diferentes escalas. Quando se realizam análises multidisciplinares junto à Geomorfologia é possível elaborar cenários ambientais, como, por exemplo, áreas de instabilidade de taludes e de erodibilidade, e ainda, áreas de riscos de movimento de massa e inundação.

Trata-se de um ramo da geografia física que aborda a classificação, descrição, natureza, origem e desenvolvimento das formas atuais do relevo e suas relações, assim como todos seus

aspectos genéticos, cronológicos, morfológicos, morfométricos e dinâmicos. Esta ciência centra-se no estudo das formas da paisagem, que é o resultado da interação dos agentes geodinâmicos internos e os agentes climáticos externos ao longo do tempo geológico.

A Geomorfologia tem como base o mapeamento geomorfológico da área, obedecendo alguns pressupostos da ciência e formando uma sequência de campo e escritório. A análise da paisagem foi elaborada pelo método geossistêmico (SOTCHAVA, 1977), considerando a composição e as interações existentes entre suas variáveis físicas que formam a paisagem regional.

A compartimentação geomorfológica e o mapa das unidades foram elaborados usando inicialmente a Folha SE.23, em que unidades ou padrões de formas 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 pelas imagens orbitais do satélite SPOT e WorldView (GOOGLE EARTH, 2013), também foi utilizado.

A partir desses dados, em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), foram gerados os produtos de declividade, altimetria, aspecto e relevo sombreado, compondo as características das unidades das áreas que compõem a Área de Estudo segundo a taxonomia utilizada (IBGE, 2009). A fim de caracterizar o grau de dissecação/preservação das unidades mapeadas, determinou-se padrões semiquantitativos de dissecação, considerando 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).

7.1.9.1 Caracterização Geomorfológica

No Brasil o relevo é constituído predominantemente por planaltos, planícies e depressões, embora outros conjuntos como serras, chapadas, tabuleiros e patamares possam ser observados. De acordo com a classificação do IBGE (2000) a AE e ADA da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 está inserida no Planalto Atlântico (Figura 55).

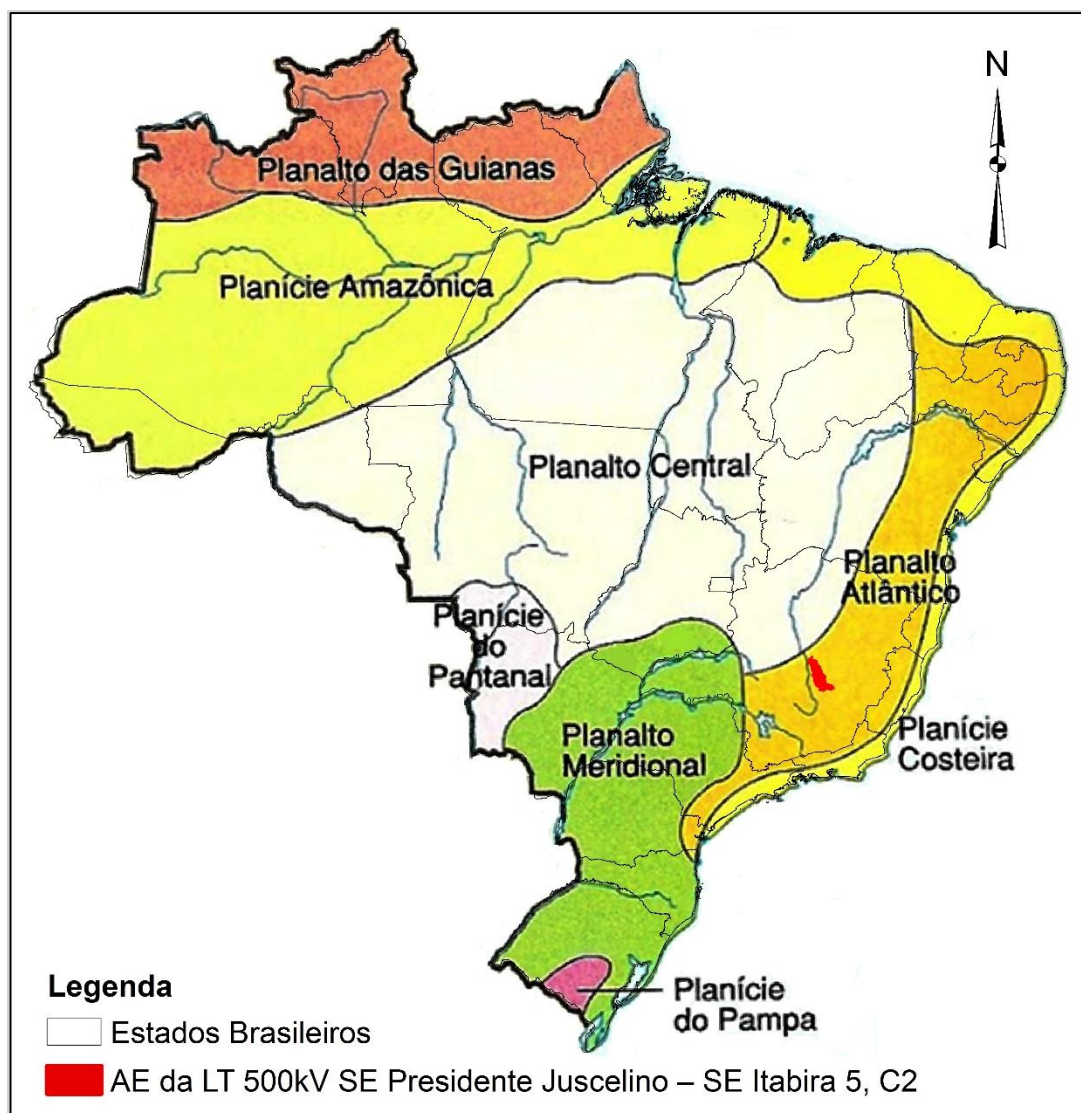


Figura 55 - Classificação do relevo brasileiro

Fonte: IBGE, Atlas Nacional do Brasil, 2000

Esta divisão segue os preceitos da classificação de Aziz Ab’Sáber, da década de 50, que adotou o conceito de processo erosivo para classificar as macrounidades, em que os planaltos são superfícies em que predominam o desgaste erosivo, enquanto planícies são aquelas em que predominam os processos de acumulação dos sedimentos.

Já para a classificação do relevo brasileiro de Jurandyr Ross, elaborada com base em imagens de radar nas décadas de 80 e 90, possibilitou ampliar a complexidade da geomorfologia do Brasil. Ross propôs a criação de uma terceira macrounidade, além dos planaltos e planícies, as depressões, estendendo ainda para quase trinta as unidades de relevo.

Quanto ao seu critério, Ross (1989) associou 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 56).

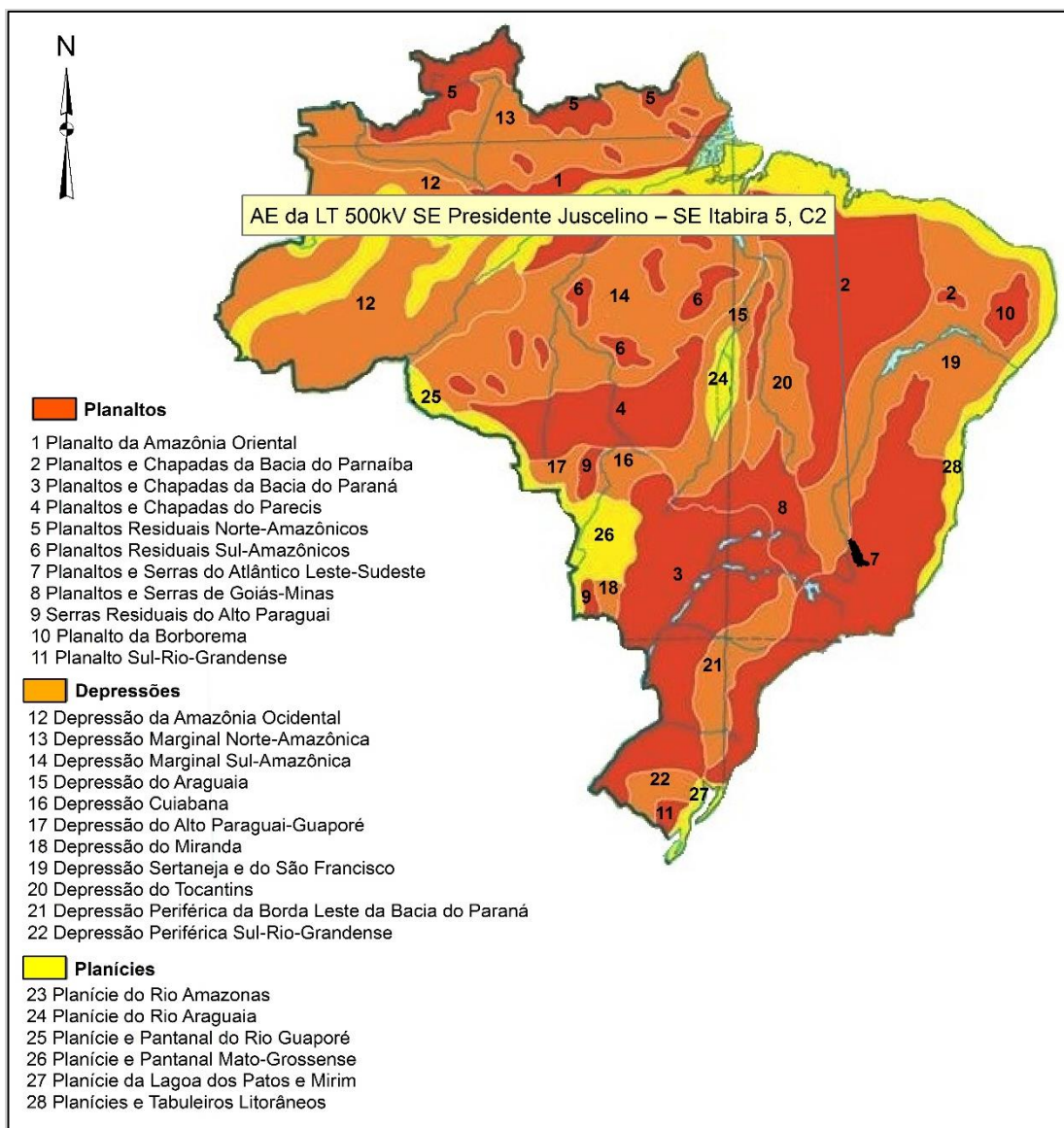


Figura 56 - Classificação do relevo brasileiro segundo Ross (1989)

De acordo com esta classificação, a AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, 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. Nas bacias sedimentares, como no caso da área de estudo, os planaltos se caracterizam pela formação de escarpas em áreas de fronteiras com as depressões. Formam

também as chapadas, extensas superfícies planas de grandes altitudes. Os planaltos são chamados de "formas residuais" (de resíduo, ou seja, do que ficou do relevo atacado pela erosão).

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. Em certas áreas são designadas como “domínio dos mares de morros”.

A vulnerabilidade para as unidades de paisagem natural, com relação a geomorfologia, é estabelecida 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).

De acordo com 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 para ser drenada em direção às partes mais baixas do terreno. Maior quantidade de água em superfície implica em um número maior de canais de drenagem, maior disponibilidade de energia potencial para o escoamento superficial e, portanto, uma maior capacidade erosiva ou de promover a morfogênese.

A amplitude altimétrica, que está relacionada com o 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 partes mais baixas e, conseqüentemente, apresentarão maior capacidade de erosão ou de morfogênese.

A AE é caracterizada em função dos desníveis altimétricos, permitindo uma compartimentação topográfica na região variando de 1679 a 531 m, aproximadamente, com ocorrência de relevos acidentados e passagens abruptas entre as cotas topográficas (Figura 57 e Mapa de Geomorfologia da Área de Estudo, Volume 4 – Tomo II, Anexo 20). Observa-se que as áreas mais elevadas estão associadas à Serra do Cipó, na região leste.

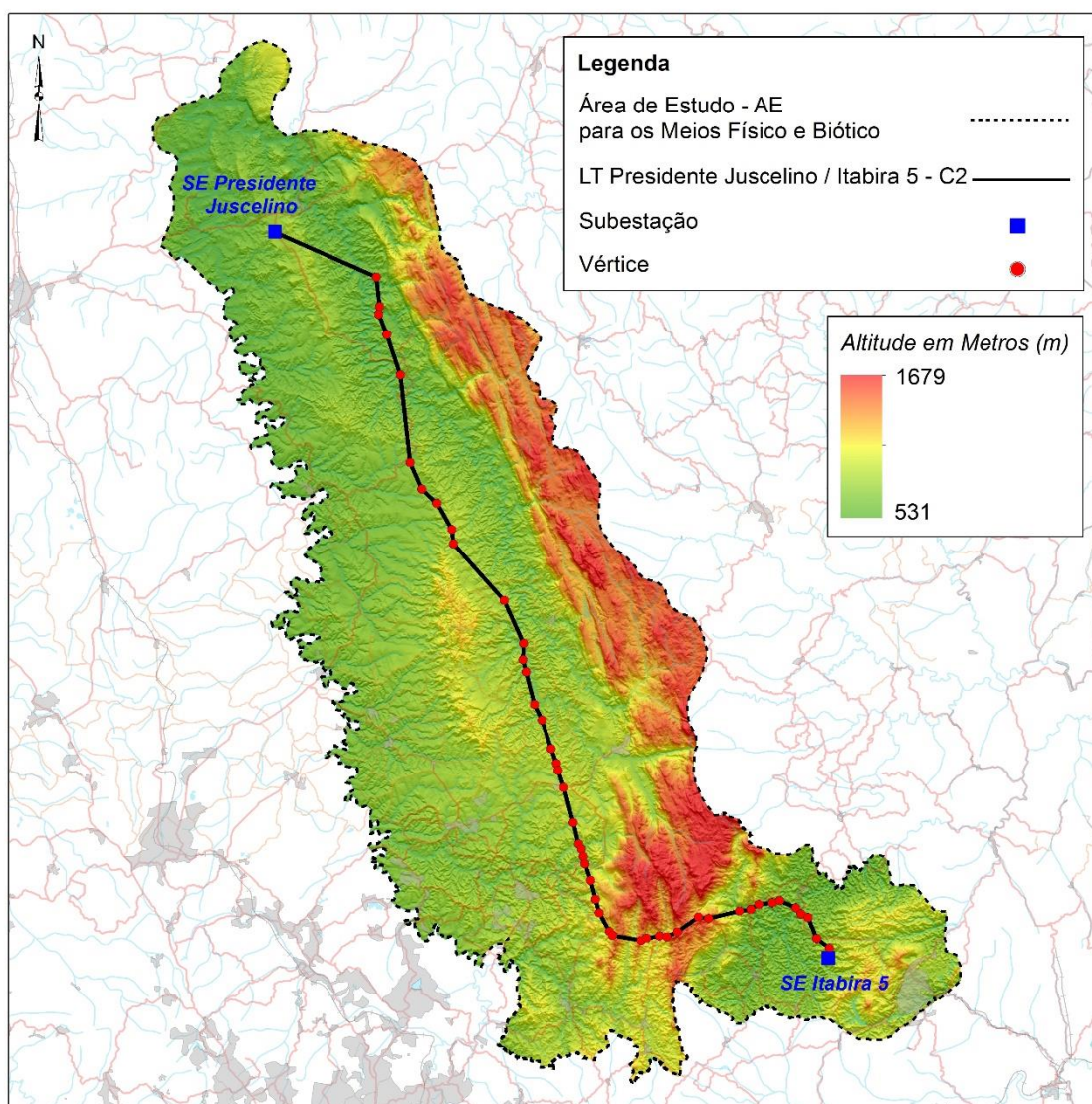


Figura 57 - Altitude na AE da LT

Quanto à declividade, termo que refere-se à inclinação do relevo em relação ao horizonte, esta guarda relação direta com a velocidade de transformação da energia potencial em energia cinética e, portanto, com a velocidade das massas de água em movimento responsáveis pelo escoamento superficial. 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 e, portanto, prevalece a morfogênese (CREPANI et al, 2001).

Na AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 há o predomínio de um relevo suavemente ondulado a ondulado, com declividades que variam de até 20%. Declividades

mais acentuadas, que variam de 20 a 45% e de 45 a 75%, condicionam um relevo fortemente ondulado e montanhoso, estando associados principalmente à Serra do Cipó e alinhamentos das escarpas erosivas (Figura 58).

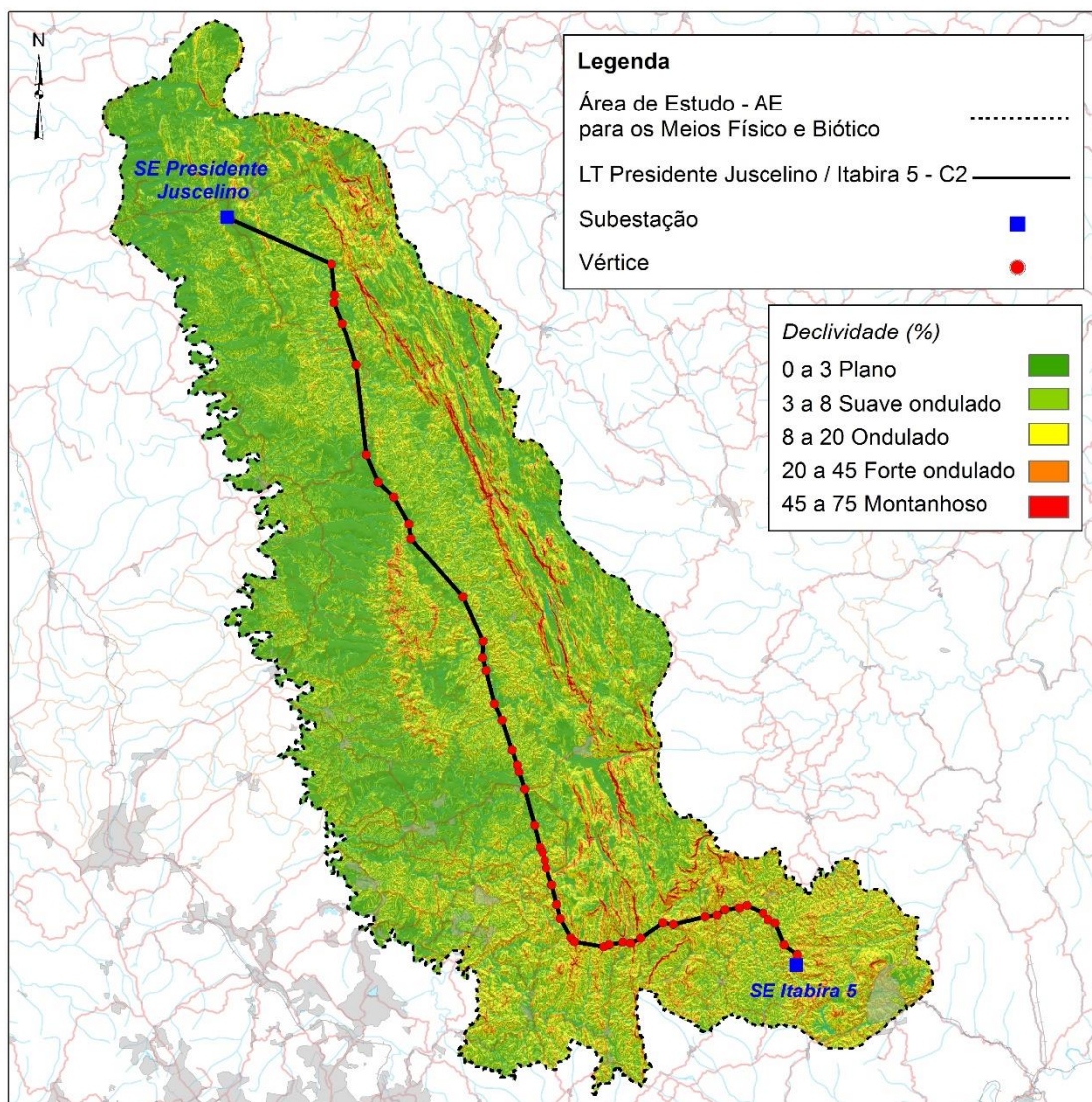


Figura 58 - Declividade na AE da LT

As variações de declividade do relevo – suas inclinações em relação a um perfil horizontal – nos dão indicadores importantes quanto às possibilidades e restrições de sua ocupação. As declividades influem diretamente na distribuição dos tipos de solos. Em geral, quanto mais planos os terrenos, maior a tendência de predomínio da pedogênese (a formação de solo) em relação à morfogênese (o desgaste ou esculturação do relevo). Dessa forma, enquanto as áreas planas tenderiam a formar solos profundos, pela maior probabilidade de infiltração da água das chuvas e

sua ação na decomposição das rochas, 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. Porém, a relação pedogênese-morfogênese também é influenciada por outros fatores, como o clima e a presença ou ausência de cobertura vegetal, por exemplo.

De modo geral, a evolução das formas mostra decréscimo de altitude de leste para oeste da AE, apresentando remanescentes de superfícies aplainadas e com diferentes padrões de dissecção. Estas apresentam até três níveis embutidos entre as classes hipsométricas com amplitude topográfica de 1148 m, bem como superfícies em elaboração na forma de ombreiras de fundo de vales, oriundas do trabalho de dissecção produzido por cursos fluviais menores.

7.1.9.2 Unidades Geomorfológicas

No contexto regional, a área se distingue de outras regiões do país pela diversidade de domínios morfológicos, oriunda principalmente da complexa atividade tectônica atuante nas rochas que constituem o escudo brasileiro a partir do Mesozoico, dobrando, falhando e fraturando tais rochas, somada às ações de ordens climáticas presentes na região.

Para este trabalho adotou-se a compartimentação e classificação geomorfológica propostas por CPRM (2010). Desta maneira, a AE e ADA da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, foi compartimentada em 5 Domínios Geomorfológicos, baseado nos processos atuantes (agração ou denudação) e nos litotipos presentes. Os 5 Domínios Geomorfológicos da AE e da ADA foram segmentados em 9 padrões de relevo (Figura 59).

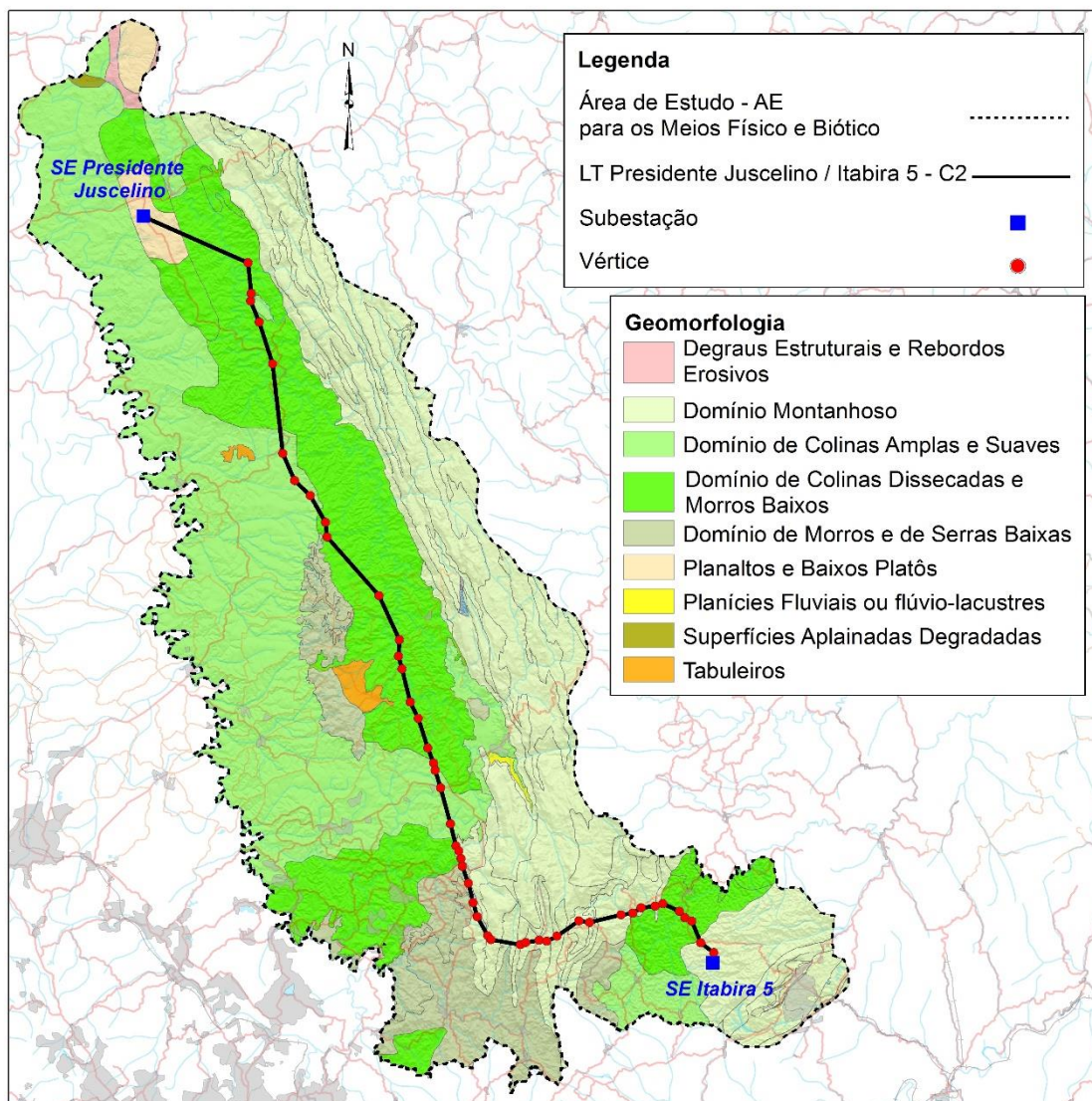


Figura 59 - Unidades Geomorfológicas na AE da LT

7.1.9.2.1 Domínio das Unidades Agradacionais

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

- **Planícies Fluviais**

Restrito à uma estreita na faixa na região centro-sul da AE, e condicionado ao rio Mascote, tratam-se de planícies de inundação e baixadas inundáveis. Constituem zonas de acumulação atual, sub-horizontais, compostas por depósitos arenoargilosos a argiloarenosos. Apresentam gradientes

extremamente suaves e convergentes em direção aos principais cursos d'água. 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).

7.1.9.2.2 Domínio das Unidades Denudacionais em Rochas Sedimentares Pouco Litificadas

Domínio composto por padrões de relevo que correspondem à zonas de degradação em rochas sedimentares.

- **Tabuleiros**

Constituem formas suavemente dissecadas. São superfícies extensas, gradientes suaves, topos planos e alongados e vertentes retilíneas nos vales encaixados em forma de “U”. Apresentam amplitude de relevo que varia de 20 a 50 m e inclinações de vertentes entre 0-3° e topos planos. Localmente, podem existir vertentes com inclinações superiores, entre 10-25° (CPRM, 2010).

Nessas formas de relevo há predomin io de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados). De forma restrita, podem ocorrer processos de erosão laminar ou linear acelerada (sulcos e ravinas) (CPRM, 2010).

Na AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, as feições dessa unidade geomorfológica ocorrem de maneira restrita e em formatos arredondados nas porções central e centro-norte.

7.1.9.2.3 Domínio das Unidades Denudacionais em Rochas Sedimentares Litificadas

Domínio composto por padrões de relevo que correspondem à zonas de degradação em rochas sedimentares.

- **Planaltos e Baixos Platôs**

Essas feições geomorfológicas ocorrem a noroeste da AE de maneira restrita, e constituem superfícies ligeiramente mais elevadas que os terrenos adjacentes. São formas tabulares ou colinas muito amplas, pouco dissecadas, com sistema de drenagem principal em franco entalhamento e

deposição de planícies aluviais restritas ou em vales fechados. Apresentam amplitude de relevo entre 0 e 50 m, inclinação de vertentes que varia entre 2-5° e topo plano a suavemente ondulado (CPRM, 2010).

Nessas formas de relevo, há predomínio de processos de pedogênese, com eventual atuação de processos de laterização. De forma localizada, nos planaltos, podem ocorrer processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas) (CPRM, 2010).

Os planaltos são formas de relevo caracterizadas como formas de degradação predominantemente em rochas sedimentares, mas também sobre rochas cristalinas (CPRM, 2010).

7.1.9.2.4 Domínio dos Relevos de Aplainamento

Domínio composto por padrões de relevo que correspondem à zonas de aplainamento.

- **Superfícies Aplainadas Degradadas**

Constituem superfícies planas a levemente onduladas, geradas por processo de arrasamento geral dos terrenos. São formas que apresentam amplitude de relevo entre 0 e 10 m e inclinação de vertentes que varia de 0 -5° (CPRM, 2010).

Essa forma de relevo caracteriza-se por um relevo suave ondulado extenso e monótono. Porém, não constitui um ambiente colinoso, devido às amplitudes de relevo muito baixas e longas rampas de muito baixa declividade (CPRM, 2010).

Na AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, trata-se de uma unidade pouco representativa ocorrendo pontualmente na região norte.

7.1.9.2.5 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 Amplas e Suaves**

De ampla distribuição pelas regiões leste, central e sul da AE, constituem formas pouco dissecadas, com vertentes convexas e topos amplos, de morfologia tabular ou alongada. Apresentam sistema de drenagem principal com deposição de planícies aluviais relativamente amplas. Exibem amplitude de relevo que varia de 20 a 50 m e inclinação de vertentes entre 3-10° (CPRM, 2010).

Há predomínio de processos de pedogênese, com ocorrência restrita de processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas). Pode ocorrer geração de rampas de colúvios nas baixas vertentes (CPRM, 2010).

- **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. 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 AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, as feições dessa unidade apresentam ampla distribuição, ocorrendo nas regiões central, sul e sudeste.

- **Morros e Serras Baixas**

Ocorrendo de maneira pontual na região central e região sul da AE, 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. 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).

- **Domínio Montanhoso**

Ocorrendo de maneira contínua e amplamente distribuída na AE e intimamente ligados à Serra do Cipó, 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. 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).

- **Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos**

São formas acidentadas, constituídas por vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, declivosas e topos levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. Exibem sistema de drenagem principal em franco processo de entalhamento, amplitude de relevo entre 50 e 200 m e inclinação de vertentes de 10-25°, com ocorrência de vertentes muito declivosas (acima de 45°) (CPRM, 2010).

Nesse padrão de relevo há franco predomínio de processos de morfogênese (formação de solos rasos), com atuação frequente de processos de erosão laminar e de movimentos de massa. Depósitos de tálus e de colúvios podem ser gerados nas baixas vertentes (CPRM, 2010).

Na AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, as feições dessa unidade geomorfológica ocorrem de maneira restrita e pontual na porção norte.

7.1.9.3 Área Diretamente Afetada

Com base nos mesmos critérios de classificação e compartimentação adotados para AE, a ADA da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 pertence ao Planalto Atlântico, inserida no domínio de Planaltos e Serras do Atlântico Leste-Sudeste, caracterizando-se pela ocorrência de formas de relevo elevadas geralmente acidentadas e o por vezes aplainadas, marcadas por escarpas onde o processo de desgaste é superior ao acúmulo de sedimentos. Caracterizam-se, geralmente, pela formação de escarpas em áreas de fronteiras com as depressões.

Na ADA da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, a amplitude topográfica varia de 531 a 1679m, com cotas mais altas na região sul, principalmente próximo à Serra do Cipó e diminuindo gradualmente a medida que se distancia dessa porção da ADA (Mapa de Altitude da Área Diretamente Afetada, Volume 4 – Tomo II, Anexo 21). O relevo nesta área é predominantemente ondulado, com declividades acentuadas concentradas nas porções central, sul e sudeste da ADA, condicionando um relevo fortemente ondulado a montanhoso (Mapa de Declividade da Área Diretamente Afetada, Volume 4 – Tomo II, Anexo 22).

Constituída por um complexo mosaico litológico sedimentar e metamórfico, a ADA é caracterizada por formas de relevo essencialmente Denudacionais com padrões de dissecção variando de moderado à forte. As unidades geomorfológicas que ocorrem nessa área são: Domínio Montanhoso, Planaltos e Baixos Platôs, Colinas Dissecadas e Morros Baixos, Domínio de Morros e Serras Baixas e Domínio de Colinas Amplas e Suaves (Mapa de Geomorfologia da Área Diretamente Afetada, Volume 4 – Tomo II, Anexo 23).

7.1.9.3.1 Domínio Montanhoso

Pertencente ao Domínio das Unidades Denudacionais em Rochas Cristalinas ou Sedimentares, o Domínio Montanhoso ocorre de forma restrita na porção sul-sudeste da ADA, englobando a Subestação de Itabira.

Ocorre de forma associada às rochas sedimentares, metamórficas e ígneas, das Formações Sete Lagoas, Sopa-Brumadinho, Serra de Santa Helena e Galho do Miguel, como também a Suíte

Borrachudos e o Complexo Belo Horizonte. Os litotipos presentes englobam calcários, metapelitos, ortognaisses, granitos, quartzitos, metaconglomerados, metadiabásios, ardósias, siltitos e filitos.

O padrão de relevo do Domínio Montanhoso na ADA está intimamente ligado à processos de deformação tectônica e intemperismo. Os litotipos associados à este domínio encontram-se moderadamente a intensamente dobrados e fraturados, e algumas porções estão inseridas em zonas de cisalhamento, apresentando porosidade primária baixa e variados graus de intemperismo.

A amplitude topográfica no Domínio Montanhoso na ADA varia de 550 a 1640 metros, com declividade de 25 a 45%. Trata-se de 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 60 a 66).



Figura 60 - Relevo montanhoso na ADA da LT

UTM 23K, 674.574E/7.832.552N e 674.619E/7.833.257N



Figura 61 - Relevo montanhoso na ADA da LT
UTM 23K, 664.417E/7.839.403N e 663.102E/7.839.396N



Figura 62 - Relevo montanhoso na ADA da
UTM 23K, 661.490E/7.838.875N



Figura 63 - Relevo montanhoso na ADA da LT

UTM 23K, 657.504E/7.838.118N



Figura 64 - Relevo montanhoso na ADA da LT

UTM 23K, 654.599E/7.836.817N e 650.037E/7.834.726N



Figura 65 - Relevo montanhoso na ADA da LT

UTM 23K, 648.586E/7.834.470N e 646.737E/7.834.704N



Figura 66 - Relevo montanhoso na ADA da LT

UTM 23K, 643.359E/7.835.793N e 641.727E/7.838.723N

7.1.9.3.2 Planaltos e Baixos Platôs

As feições geomorfológicas dessa unidade ocorrem de forma restrita, no extremo norte da ADA, englobando a Subestação de Presidente Juscelino. Representante do Domínio das Unidades Denudacionais em Rochas Sedimentares Litificadas, essa unidade é composta por padrões de relevo que correspondem à zonas de degradação em rochas sedimentares, associadas principalmente à Formação Lagoa do Jacaré, constituída principalmente por calcarenitos. As rochas nessas áreas apresentam padrão de dobramento e fraturamento baixo a moderado, com intemperismo físico e químico variando de baixo a alto e baixa porosidade.

Com amplitude topográfica variando de 20 a 50 metros e declividade média em torno de 0 a 5%, correspondem à formas tabulares ou colinas muito amplas, pouco dissecadas, com sistema de drenagem principal em franco entalhamento e deposição de planícies aluviais restritas ou em vales fechados. Nessas formas de relevo, há predomínio de processos de pedogênese, com eventual atuação de processos de laterização (Figuras 67 e 68).



Figura 67 - Relevo de Planaltos Baixos Platôs na ADA da LT

UTM 23K, 600.141E/7.933.091N



Figura 68 - Relevo de Planaltos Baixos Platôs na ADA da LT

UTM 23K, 600.632E/7.932.322N

7.1.9.3.3 Colinas Dissecadas e Morros Baixos

Pertencente ao Domínio das Unidades Denudacionais em Rochas Cristalinas ou Sedimentares, as Colinas Dissecadas e Morros Baixos aparecem de forma ampla sendo o relevo mais representativo da ADA, ocorrendo nas porções sudeste, central e norte.

Essa unidade geomorfológica está associada às rochas sedimentares e metamórficas, da Formação Serra de Santa Helena e do Complexo Belo Horizonte. Os litotipos presentes englobam ardósias, siltitos e gnaisses.

As rochas sedimentares da Formação Serra de Santa Helena apresentam padrão de fraturamento e dobramento de pouco à moderado e porosidade primária variada, enquanto que as rochas metamórficas do Complexo Belo Horizonte encontram-se intensamente dobradas por estarem localizadas em zonas de cisalhamento e baixa porosidade primária.

A amplitude topográfica deste domínio na ADA varia de 30 a 80 metros, com declividade de 5 a 20%. Em geral, este Domínio é composto por padrões de relevo que correspondem à zonas Denudacionais, caracterizando-se por colinas dissecadas, com vertentes convexo- côncavas e topos arredondados ou aguçados. Há equilíbrio entre processos de pedogênese e morfogênese, podendo ocorrer geração de rampas de colúvios nas baixas vertentes (Figuras 69 a 72).



Figura 69 - Relevo de Colinas Dissecadas e Morros Baixos na ADA da LT

UTM 23K, 672.104E/7.836.348N



Figura 70 - Relevo de Colinas Dissecadas e Morros Baixos na ADA da LT

UTM 23K, 630.674E/7.874.730N



Figura 71 - Relevo de Colinas Dissecadas e Morros Baixos na ADA da LT

UTM 23K, 620.911E/7.891.911N



Figura 72 - Relevo de Colinas Dissecadas e Morros Baixos na ADA da LT

UTM 23K, 606.121E/7.930.441N

7.1.9.3.4 Domínio de Morros e Serras Baixas

Inserida no Domínio das Unidades Denudacionais em Rochas Cristalinas ou Sedimentares, essa unidade geomorfológica ocorre de forma restrita na ADA, em uma pequena faixa na porção sul, associada às rochas sedimentares da Formação Serra de Santa Helena, que compreendem ardósias e siltitos. Estas rochas encontram-se pouco a moderadamente dobradas e fraturadas, implicando diretamente no padrão de relevo na região. O intemperismo físico e químico atuante é de baixo a alto e a porosidade primária dos litotipos é variável.

A amplitude topográfica deste domínio na ADA varia de 80 a 200 metros, com declividade de 15 a 35%. Trata-se de padrões de relevo que correspondem às zonas denudacionais, em que as formas correspondem aos 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 (Figuras 73 e 74).



Figura 73 - Relevo de Morros e Serras Baixas na ADA da LT

UTM 23K, 640.670E/7.843.274N



Figura 74 - Relevo de Colinas Dissecadas e Morros Baixos na ADA da LT

UTM 23K, 640.866E/7.843.671N

7.1.9.3.5 Domínio de Colinas Amplas e Suaves

Pertencente ao Domínio das Unidades Denudacionais em Rochas Cristalinas ou Sedimentares, este tipo de Domínio aparece como uma faixa descontínua na ADA, nas porções centro-sul, central e centro-norte, ocorrendo de forma associada às rochas sedimentares e metamórficas, das Formações Sete Lagoas e Serra de Santa Helena. Os litotipos presentes englobam calcários, metapelitos, ardósias e siltitos. O padrão de relevo deste domínio está relacionado à deformação tectônica, onde as rochas encontram-se pouco a moderadamente dobradas, e pouco a intensamente fraturadas. Apresentam intemperismo físico e químico variando de baixo a alto e porosidade primária variável.

A amplitude topográfica no Domínio de Colinas Amplas e Suaves na ADA varia de 20 a 50 metros, com declividade de 3 a 10%, constituindo formas pouco dissecadas, com vertentes convexas e topos amplos, de morfologia tabular ou alongada (Figuras 75 a 77).



Figura 75 - Relevo de Colinas Amplas e Suaves na ADA da LT

UTM 23K, 637.814E/7.852.916N



Figura 76 - Relevo de Colinas Amplas e Suaves na ADA da LT

UTM 23K, 619.348E/7.895.057N



Figura 77 - Relevo de Colinas Amplas e Suaves na ADA da LT

UTM 23K, 614.782E/7.905.469N

7.1.10 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, E, B e C, conforme a Figura 78. 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).

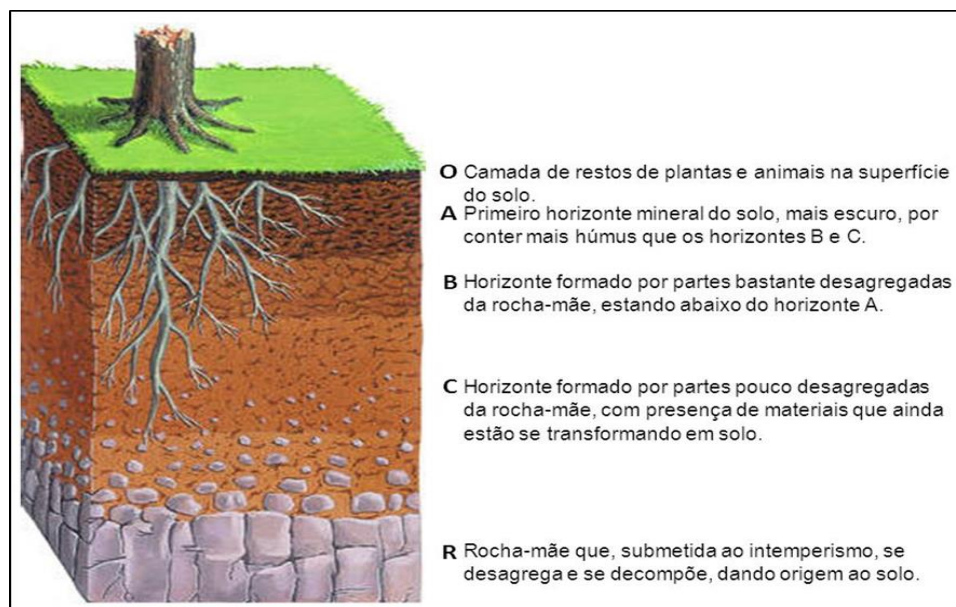


Figura 78 - Perfil de um solo com os principais horizontes

O levantamento pedológico da área de estudo esteve embasado nos dados do PROJETO RADAMBRASIL, referente à Folha SE.23 (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 e a aptidão agrícola de cada classe pedológica. A suscetibilidade à erosão foi 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 18) e de declividade (Tabela 19), obtendo-se a suscetibilidade à erosão dos compartimentos pedológicos (Tabela 20).

Tabela 18 - 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 19 - 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 20 - 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.

A aptidão agrícola dos solos foi definida de acordo com Ramalho Filho e Beek (1995). Também foram utilizadas nesta análise as características físicas e químicas dos solos, e as particularidades das áreas de influência quanto à suscetibilidade à erosão e ao relevo. Nesta metodologia são considerados três níveis de manejo, sendo eles:

Nível A – pouco tecnificado ou rudimentar;

Nível B – medianamente tecnificado, no qual o conhecimento técnico empregado é razoável, há modesta aplicação de capital e informações científicas; os recursos empregados visam manter a produtividade nos níveis atuais ou melhorar as condições agrícolas dos cultivos; usa-se calagem e adubação, tratamentos fitossanitários simples e mecanização motorizada, mas a mecanização é predominantemente de tração animal; e

Nível C – nesse nível de manejo emprega-se alto nível de conhecimento tecnológico, há intenso investimento financeiro e utiliza-se maquinário agrícola nas diversas atividades. Também são realizadas práticas intensivas de controle de erosão, drenagem dos solos, plantio direto com rotação de culturas, uso de sementes melhoradas e controle fitossanitário adequado.

São admitidos seis grupos de aptidão para avaliar as condições agrícolas de cada unidade de mapeamento de solo (Tabela 21). Os grupos 1, 2 e 3 são terras cujo tipo de uso mais intensivo pode ser com lavouras. No grupo 4 seu uso é recomendado para pastagem plantada, enquanto que no grupo 5 o uso deve ser com silvicultura ou pastagem natural. O grupo 6, por se tratar de terras inaptas à exploração agrícola (devido ao seu potencial de degradação e erosionamento ou

fragilidade ambiental), é indicado para a preservação da fauna e da flora, ou outra atividade não agrícola.

Tabela 21 - Classes de suscetibilidade à erosão laminar

Grupos de Aptidão Agrícola		Intensidade de uso					
		Preservação da fauna e da flora	Silvicultura e/ou pastagem natural	Pastagem plantada	Lavouras		
					Aptidão restrita	Aptidão regular	Aptidão boa
Intensidade da limitação ou diminuição das alternativas de uso	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						

Fonte: Ramalho Filho e Beek (1995).

As classes expressam a aptidão agrícola das terras para um determinado tipo de utilização (lavouras, pastagem plantada, silvicultura e pastagem natural), com relação a um dos três níveis de manejo considerados (A, B e C), conforme a Tabela 22. Estas letras podem ser maiúsculas, minúsculas ou minúsculas entre parênteses, conforme a classe de aptidão Boa, Regular ou Restrita, respectivamente (Tabela 23). De forma a contemplar diferentes possibilidades de utilização das terras, em função dos níveis de manejo adotados, o comportamento das terras é avaliado para lavouras nos níveis de manejo A, B e C. Para pastagem plantada e silvicultura é avaliado no nível de manejo B e para pastagem natural no nível de manejo A. A utilização da irrigação não é considerada na avaliação da aptidão agrícola a fim de se comparar os solos e o relevo apenas por suas características naturais.

Tabela 22 - Classes de aptidão agrícola das terras

Classe de aptidão	Tipo de utilização					
	Lavoura			Pasto plantado	Silvicultura	Pasto natural
	Nível de manejo			Nível de manejo B	Nível de manejo B	Nível de manejo A
	A	B	C			
Boa	A	B	C	P	S	N
Regular	a	b	c	p	s	n
Restrita	(a)	(b)	(c)	(p)	(s)	(n)
Inapta	-	-	-	-	-	-

Fonte: Ramalho Filho e Beek (1995)

Tabela 23 - Características das classes de aptidão agrícola

Classe	Características
Boa	Sem limitações significativas quando se utiliza o manejo adequado. Há um mínimo de restrições que não reduz a produtividade da atividade agropecuária e não aumenta a utilização de insumos acima de um nível aceitável.
Regular	Apresenta limitação moderada. Suas limitações podem reduzir a produtividade ou os benefícios, entretanto, desde de que se utilize manejo adequado seu cultivo é atrativo, mas inferior à classe Boa. Como exige mais insumos para manter economicamente viável seus níveis de produtividade, o custo do seu cultivo é maior que na classe Boa.
Restrita	Apresenta limitação forte à produção, mesmo usando manejo adequado. As limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, ou então aumentam os custos de produção com o uso de insumos e tecnologias necessários.
Inapta	Classe que não permite obter produção sustentável ou apresenta fragilidade ambiental e/ou risco de se degradar.

Fonte: Ramalho Filho e Beek (1995)

As condições agrícolas das terras quanto às suas propriedades físicas e/ou químicas, ou às suas relações com o ambiente, podem apresentar cinco fatores limitantes: deficiência de fertilidade, deficiência de água, excesso de água ou deficiência de oxigênio e suscetibilidade à erosão. Esses fatores limitantes ainda possuem diversos graus: nulo (N), ligeiro (L), moderado (M), forte (F) e muito forte (MF). A viabilidade quanto ao emprego de técnicas e insumos para a correção das limitações também é indicada nesta metodologia. A classe de viabilidade da correção das limitações é representada por seu respectivo algarismo sublinhado, o qual acompanha a letra que representa a limitação (Tabela 24).

Tabela 24 - Classe de viabilidade de redução da limitação ao uso da terra

Classe	Viabilidade
<u>1</u>	Melhoramento viável com práticas simples e pequeno emprego de capital.
<u>2</u>	Melhoramento viável com práticas intensivas e mais sofisticadas. Há considerável aplicação de capital, entretanto, essa classe ainda é considerada economicamente compensadora.
<u>3</u>	Melhoramento viável somente com práticas de grande vulto, aplicadas a projetos de larga escala que normalmente estão além das possibilidades individuais dos agricultores.
<u>4</u>	Sem viabilidade técnica ou econômica de melhoramento, na qual as limitações reduzem a produtividade ou os benefícios

Fonte: Ramalho Filho e Beek (1995).

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 SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, nas quais sítios amostrais distribuídos pelas áreas de influência 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 classificação pedológica foi realizada segundo o Sistema Brasileiro de Classificação do Solo, publicado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (SANTOS et al., 2013).

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 da Embrapa (2014) (Figura 79), assim como os laudos técnicos laboratoriais.





Figura 79 - Coleta de amostras para análises físico-químicas do solo na AE e ADA da LT

7.1.10.1 Solos da Região

Na AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, identificou-se quatro classes de solo: Argissolo, Cambissolo, Latossolo e Neossolo Litólico (Figura 80, Mapa de Pedologia da Área de Estudo, Volume 4 – Tomo II, Anexo 24). Observa-se que a classe pedológica mais abrangente é o Argissolo, que se subdivide em Argissolo Vermelho-Amarelo e Argissolo Vermelho Escuro. As subclasses do Latossolo são Vermelho-Amarelo, Vermelho Escuro e Roxo. O Cambissolo possui sua variação de Cambissolo Ferrífero. Concentrado na porção sul da AE, ocorre o Neossolo Litólico. A AE é, ainda, constituída em grande parte de afloramentos rochosos.

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 81, Mapa de Suscetibilidade à Erosão da Área de Estudo, Volume 4 – Tomo II, Anexo 25). A partir destas informações identificou-se as diferentes classes de aptidão agrícola da AE (Figura 82, Mapa de Aptidão Agrícola da Área de Estudo, Volume 4 – Tomo II, Anexo 26). A Tabela 25 apresenta a aptidão agrícola ou classes de capacidade de uso dos solos na região, segundo a metodologia de Ramalho Filho e Beek (1995).

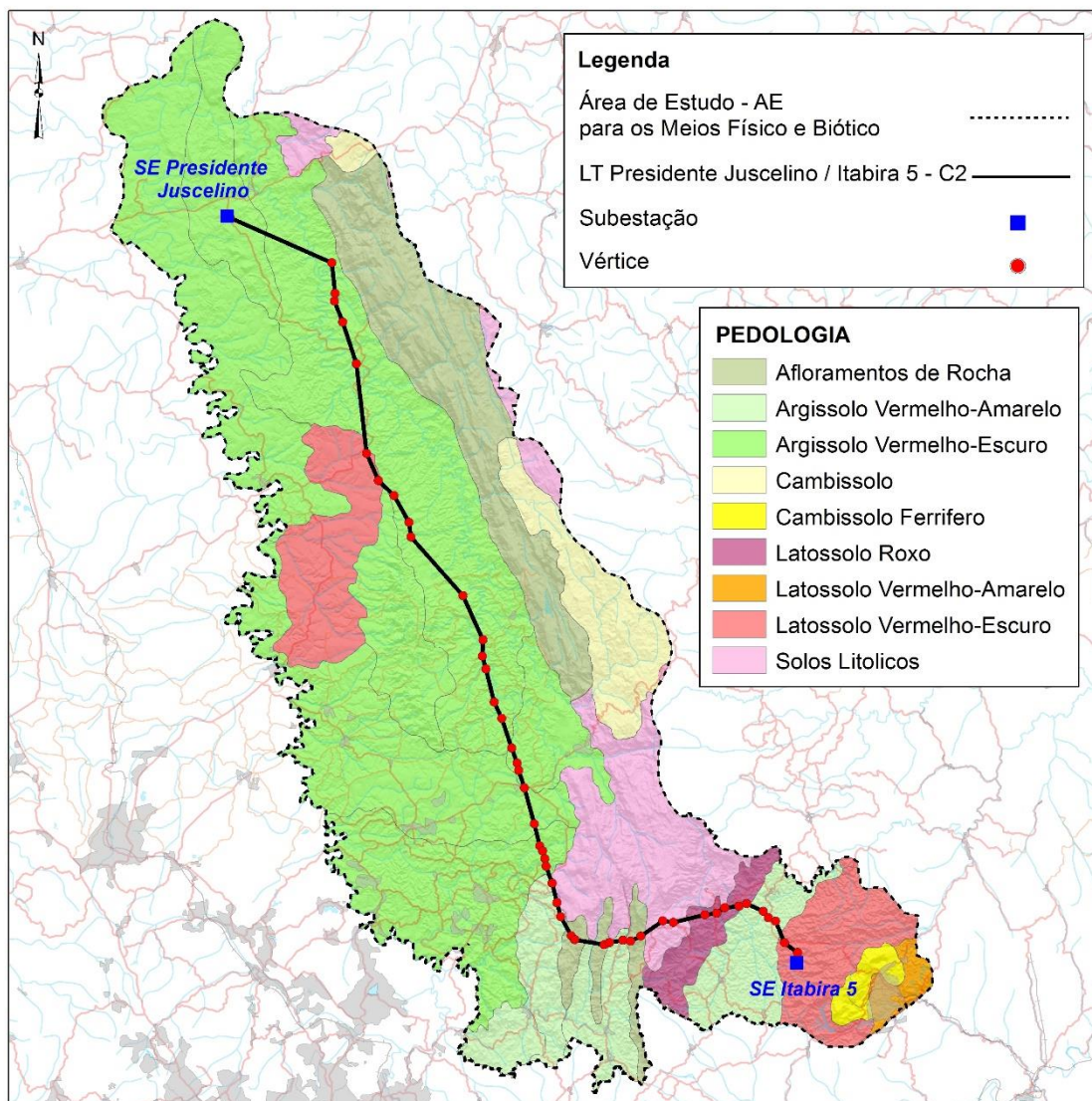


Figura 80 - Solos presentes na AE da LT

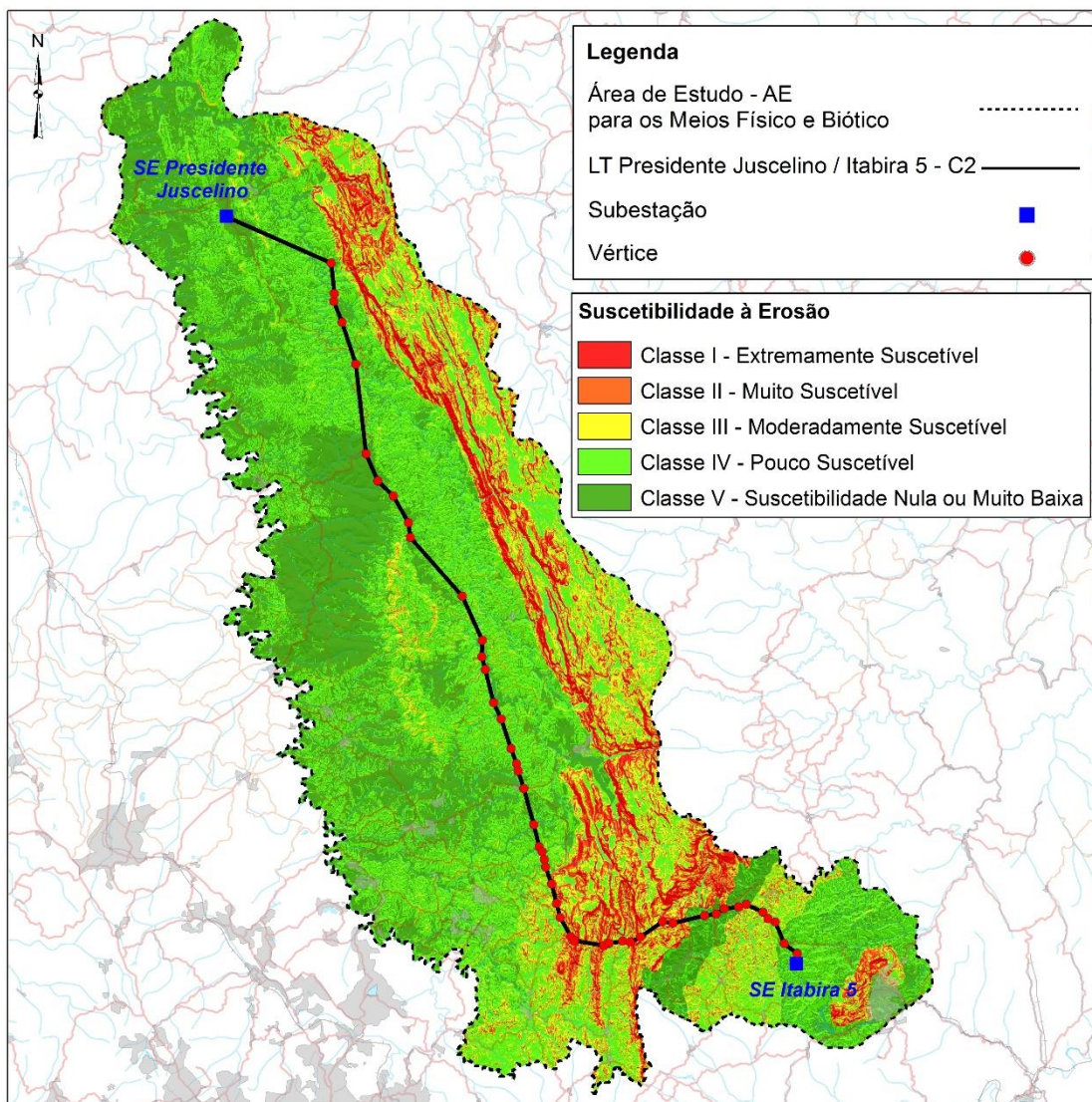


Figura 81 - Suscetibilidade à erosão dos solos AE da LT

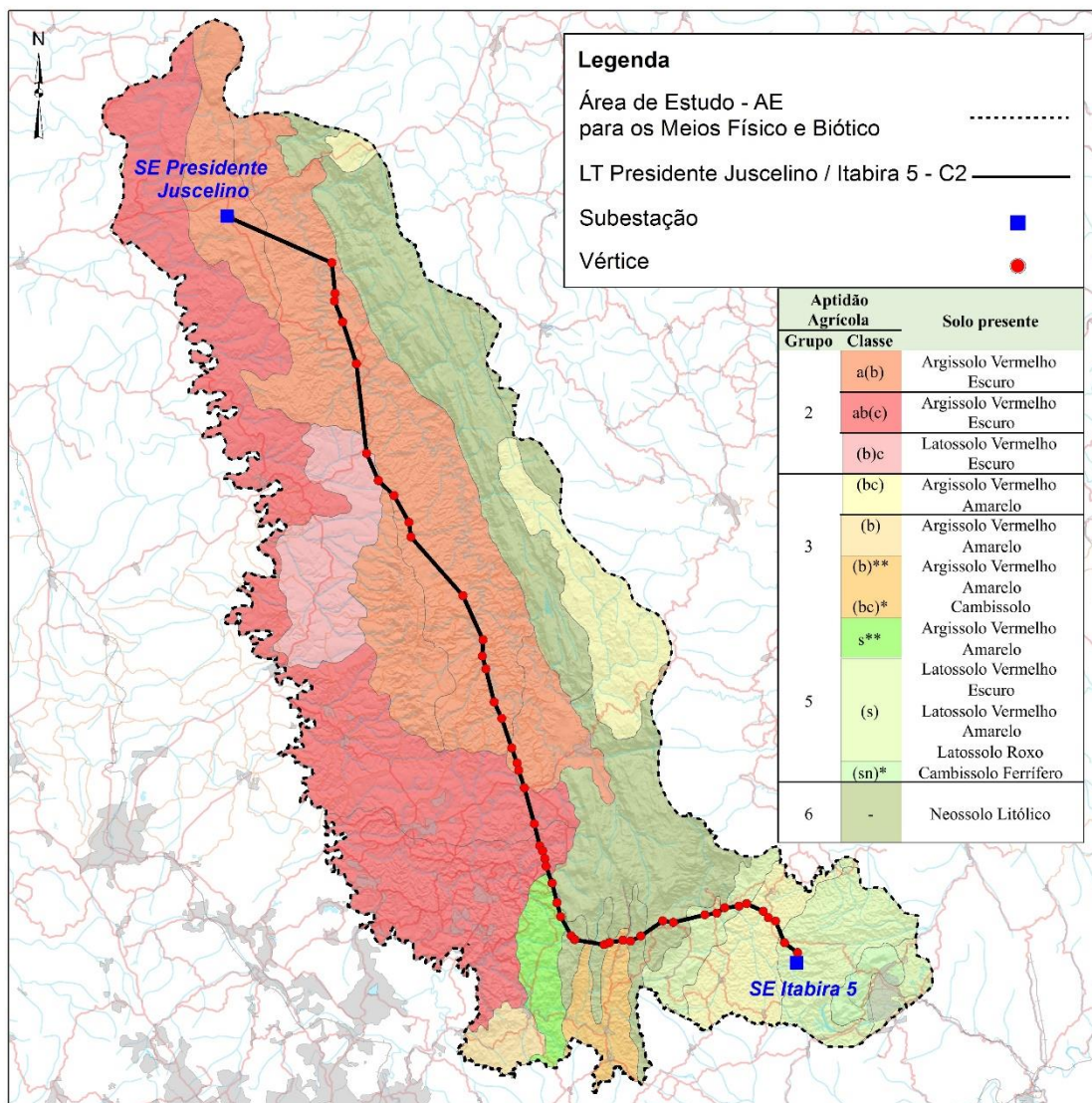


Figura 82 - Aptidão agrícola dos solos da AE da LT

Tabela 25 - Aptidão agrícola ou classes de capacidade de uso dos solos da AE da LT

Aptidão Agrícola		Solo presente	Principais limitações					Indicação de uso
Grupo	Classe		DF	DH	EH	M	E	
2	a(b)	Argissolo Vermelho Escuro	M/L1	M	N	N	L1/N2	Lavouras
	ab(c)	Argissolo Vermelho Escuro						
	(b)c	Latossolo Vermelho Escuro						
3	(bc)	Argissolo Vermelho Amarelo	L1	L1	N	M/F2	M/F2	Pastagem plantada
	(b)	Argissolo Vermelho Amarelo						

Aptidão Agrícola		Solo presente	Principais limitações					Indicação de uso
Grupo	Classe		DF	DH	EH	M	E	
	(b)**	Argissolo Vermelho Amarelo						
	(bc)*	Cambissolo						
5	s**	Argissolo Vermelho Amarelo	L2	L2	N	M/F2	M/F2	Silvicultura e/ou Pastagem Natural
	(s)	Latossolo Vermelho Escuro						
		Latossolo Vermelho Amarelo						
		Latossolo Roxo						
(sn)*	Cambissolo Ferrífero							
6	-	Neossolo Litólico	M/F2	L1	L/F2	M/F4	MF4	Inapta para o uso agrícola

DF - Deficiência de fertilidade; DH - Deficiência hídrica; EH - Excesso hídrico; M - Impedimentos à mecanização; e E - Susceptibilidade à erosão.
Graus de limitação: N - Nulo; L - Ligeiro; M - Moderado; F - Forte; e MF - Muito forte.
Viabilidade da redução da limitação: 1 - viável com práticas simples; 2 - viável com práticas intensas; 3 - custo alto, viável quando implementado em grupo; e 4 - Inviável.

7.1.10.1.1 Latossolos

Os Latossolos são pouco representativos na AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, ocorrendo de forma descontínua nas porções sudoeste e centro-oeste. Subdividido nas classes de Latossolo Vermelho Escuro, Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Roxo, 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 & 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**

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.

Na região da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, o Latossolo Vermelho-Amarelo ocorre restritamente na extremidade sudoeste da AE, assim como o Latossolo Roxo. Já o Latossolo Vermelho Escuro ocorre em porções da região sudoeste e centro-oeste da AE.

- **Potencial e Limitações ao Uso Agrícola**

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.

Os Latossolos de textura média, com teores elevados de areia, assemelham-se às Areias Quartzosas, sendo muito suscetíveis à erosão, requerendo tratos conservacionistas e manejo cuidadoso.

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 solo e que

melhorem os teores de matéria orgânica e o conseqüente aumento da retenção de umidade do solo devem ser adotados.

Nos Latossolos argilosos, o cuidado com a erosão não é menos importante. Mesmos em Latossolos Roxos, depois do preparo para o plantio, o risco de erosão é muito grande, pois a chuva encontra o solo totalmente desprotegido. A estrutura forte, muito pequena e granular leva os Latossolos argilosos a apresentar comportamento semelhante aos solos arenosos. Além disso, nos Latossolos de textura argilosa a muito argilosa, quando intensamente mecanizados, a estrutura é destruída, levando à redução da porosidade do solo e conseqüente formação de uma camada compactada (20 a 30 cm), dificultando o enraizamento das plantas e a infiltração da água da chuva recebe doses excessivas de calcário, o que pode provocar dispersão da argila que por sua vez irá obstruir os poros do solo.

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.

- **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.

7.1.10.1.2 Argissolos

São 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.

Pelo SiBCS podem apresentar horizontes alíticos (altos teores de alumínio), distróficos (baixa saturação de bases) ou eutróficos (alta saturação de bases), sendo normalmente ácidos. Os Argissolos distróficos e os alíticos apresentam baixa fertilidade natural e acidez elevada e, nos casos dos alíticos, além dessas características, a presença agravante dos altos teores de alumínio. Os eutróficos são naturalmente mais ricos em elementos (bases) essenciais às plantas como cálcio, magnésio e potássio.

- **Ambientes de Ocorrência**

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.

Na AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 corresponde à classe pedológica de mais ampla distribuição, ocorrendo de forma contínua por toda região. O Argissolo Vermelho-Amarelo está mais restrito a porção sul da AE, enquanto o Argissolo Vermelho Escuro se estende por toda área de influência do empreendimento.

- **Potencial e Limitações ao Uso Agrícola**

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.

- **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.

7.1.10.1.3 Neossolos Litólicos

Ocorrem em toda região semiárida, 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**

Distribui-se por toda a zona semiárida, usualmente em áreas mais acidentadas, em maiores extensões contendo afloramentos de rocha. Na AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 ocorrem na porção sudoeste e em uma estreita faixa a leste, sendo distribuídos de forma não contínua.

- **Potencial e Limitações ao Uso Agrícola**

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 severa ou muito severa.

A pequena espessura do solo, com frequente ocorrência de cascalhos e fragmentos de rocha no seu perfil, grande suscetibilidade à erosão, mormente nas áreas de relevo acidentado, onde estes solos ocorrem com maior frequência, são as limitações mais comuns para este tipo de solo. Nos solos distróficos e álicos, há o problema da baixa fertilidade natural.

- **Manejo**

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

7.1.10.1.4 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**

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 AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 subdividem-se Cambissolo e Cambissolo Férrico. O primeiro ocorre de maneira restrita e descontínua nas porções leste e nordeste da AE, enquanto o segundo ocorre em uma estreita faixa na região sudoeste.

- **Potencial e Limitações ao Uso Agrícola**

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.

- **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.

7.1.10.2 Área Diretamente Afetada

Na ADA da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 foram diagnosticadas três classes pedológicas, todas detalhadas anteriormente, (Mapa de Pedologia da Área Diretamente Afetada, Volume 4 – Tomo II, Anexo 27), os quais são: Latossolo, Argissolo e Neossolo Litólico. As particularidades destes solos serão discutidas a seguir, também serão apresentadas as características de suscetibilidade à erosão e aptidão agrícola (Mapa de Suscetibilidade à Erosão da Área Diretamente Afetada (Volume 4 – Tomo II, Anexo 28) e Mapa de Aptidão Agrícola da Área Diretamente Afetada, Volume 4 – Tomo II, Anexo 29).

Foram considerados ainda os acessos 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 sul e sudeste 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 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 regiões central e norte da ADA, incidem em áreas de baixa a moderada suscetibilidade ao desencadeamento de processos erosivos, localizadas no Terreno Sedimentar e Carbonático 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.

7.1.10.2.1 Argissolos

Assim como na AE, o Argissolo trata-se da classe pedológica mais representativa da ADA da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, inclusive no local onde está projetada a Subestação Presidente Juscelino, subdividindo-se em duas subclasses: Argissolo Vermelho Escuro e Argissolo Vermelho-Amarelo.

O Argissolo Vermelho-Escuro possui maior representatividade na ADA, ocorrendo de maneira contínua e na área da SE Presidente Juscelino, apresentando algumas variações quanto à estrutura, textura e relevo associado, mantendo porém constante características quanto à sua aptidão agrícola.

Nas porções central e norte, 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 83 e 84).

Quanto à aptidão agrícola é indicado para uso com lavouras, estando inserido na classe 2ab(c), apresentando regularidade para os níveis de manejo A e B e restrições para o nível C. Tratam-se, em geral de solos com pH apresentando variação entre 5,0 e 6,4 quantitativamente homogêneos quanto à sua composição das frações argila, silte e areia (Tabelas 26 e 27). Corresponde à solos originados das rochas da Formação Serra de Santa Helena, que é composta por argilito e siltito ardosianos, ocorrendo subordinadamente marga, folhelho e lestes de calcário (Figura 85).



Figura 83 - Argissolo com cobertura detrito-laterítica na ADA da LT

UTM 23K, 600.143E/7.933.088N



Figura 84 - Argissolo Vermelho Escuro na ADA da LT

UTM 23K, 596.115E/7.935.209N

Tabela 26 - Análise química e física de um Argissolo Vermelho Escuro (UTM 23K, 600.143E/7.933.088N)

Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P
cmol _c dm ⁻³				mg dm ⁻³			
10,1	7,8	2,3	0,0	1,1	0,077	30,0	1,0
CTC	V	m	Ca/Mg	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	H+Al/CTC
cmol _c kg ⁻¹	%	%	-	%			
11,28	90	0	3,4	69,0	20,4	0,7	9,7
Mat.Org.	CO	CaCl ₂	H ₂ O	Argila	Silte	Areia	
%	pH			g kg ⁻¹			
0,7	-	6,4	-	200,0	270,0	530,0	

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

Tabela 27 - Análise química e física de um Argissolo Vermelho Escuro (UTM 23K, 596.115E/7.935.209N)

Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P
cmol _c dm ⁻³				mg dm ⁻³			
3,2	2,4	0,8	0,0	3,6	0,563	220,0	5,0
CTC	V	m	Ca/Mg	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	H+Al/CTC
cmol _c kg ⁻¹	%	%	-	%			
7,36	51	0	3,0	32,4	10,8	7,6	48,6
Mat.Org.	CO	CaCl ₂	H ₂ O	Argila	Silte	Areia	
%	pH			g kg ⁻¹			
3,5	-	5,0	-	390,0	250,0	360,0	

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



Figura 85 - Litotipo da Formação Serra de Santa Helena na ADA da LT

UTM 23K, 604.123E/7.931.293N

Pela compartimentação geomorfológica das áreas onde ocorre o Argissolo Vermelho Escuro, 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 86 a 88).



Figura 86 - Processos erosivos na ADA da LT
UTM 23K, 638.977E/7.848.088N e 627.359E/7.879.643N



Figura 87 - Processo erosivo na ADA da LT
UTM 23K, 626.984E/7.876.998N



Figura 88 - Processo erosivo na ADA da

UTM 23K, 615.164E/7.907.730N

Constitui, ainda, esta classe pedológica na ADA da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, o Argissolo Vermelho-Amarelo, ocorrendo de maneira descontínua nas porções sul e sudoeste. No geral são solos álicos, apresentando condição química de baixo potencial nutricional abaixo da camada arável, devido à alta saturação por alumínio, e textura média argilosa à argilosa (Figuras 89 a 91).

Quanto à aptidão agrícola, quando ocorrem em relevo ondulado a fortemente ondulado é indicado para uso com pastagens plantadas, estando inseridos nas classes 3(b) e 3(bc), apresentando restrições para os níveis de manejo B e C. Quando ocorrem em relevo montanhoso se enquadram na classe 5s, tendo o uso indicado para silvicultura e/ou pastagem natural. Tratam-se, em geral de solos com pH apresentando variação entre 4,1 e 5,5 (Tabelas 28 a 30). Em sua origem há grande influência das rochas do Complexo Belo Horizonte (Figura 92).

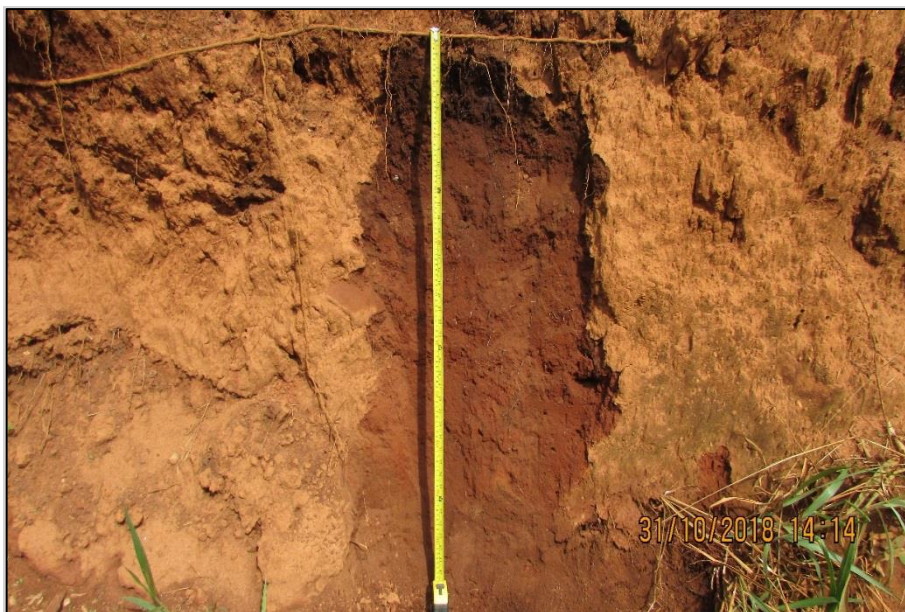


Figura 89 - Argissolo Vermelho-Amarelo na ADA da LT

UTM 23K, 669.746E/7.839.458N



Figura 90 - Argissolo Vermelho-Amarelo na ADA da LT

UTM 23K, 649.454E/7.834.695N



Figura 91 - Argissolo Vermelho-Amarelo na ADA da LT

UTM 23K, 641.380E/7.840.375N

Tabela 28 - Análise química e física de um Argissolo Vermelho-Amarelo (UTM 23K, 669.746E/7.839.458N)

Hor	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P
	cmol _c dm ⁻³						mg dm ⁻³	
A	0,9	0,6	0,3	0,2	3,1	0,026	10,0	2,0
B	1,7	1,4	0,3	0,0	2,0	0,036	14,0	3,0
Hor	CTC	V	m	Ca/Mg	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	H+Al/CTC
	cmol _c kg ⁻¹	%	%	-	%			
A	4,03	23	18	2,0	15,0	7,5	0,7	77,5
B	3,74	47	0	4,7	37,8	8,1	1,0	54,1
Hor	Mat.Org.	CO	CaCl ₂	H ₂ O	Argila	Silte	Areia	
	%		pH		g kg ⁻¹			
A	3,5	-	4,4	-	420,0	290,0	290,0	
B	1,0	-	4,9	-	420,0	290,0	290,0	

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

Tabela 29 - Análise química e física de um Argissolo Vermelho-Amarelo (UTM 23K, 649.454E/7.834.695N)

Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P
cmol _c dm ⁻³					mg dm ⁻³		
0,3	0,2	0,1	1,8	4,5	0,128	50,0	1,0
CTC	V	m	Ca/Mg	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	H+Al/CTC
cmol _c kg ⁻¹	%	%	-	%			
4,93	9	81	2,0	4,1	2,0	2,6	91,8
Mat.Org.	CO	CaCl ₂	H ₂ O	Argila	Silte	Areia	
%	pH			g kg ⁻¹			
0,7	-	4,1	-	270,0	590,0	140,0	

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

Tabela 30 - Análise química e física de um Argissolo Vermelho-Amarelo (UTM 23K, 641.380E/7.840.375N)

Hor	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P
	cmol _c dm ⁻³					mg dm ⁻³		
A	8,3	7,3	1,0	0,0	3,0	0,512	200,0	5,0
B	6,4	1,8	8,2	0,0	2,8	0,353	138,0	1,0
Hor	CTC	V	m	Ca/Mg	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	H+Al/CTC
	cmol _c kg ⁻¹	%	%	-	%			
A	11,81	75	0	7,3	61,9	8,5	4,3	25,4
B	11,35	75	0	3,6	56,1	15,8	3,1	24,6
Hor	Mat.Org.	CO	CaCl ₂	H ₂ O	Argila	Silte	Areia	
	%	pH			g kg ⁻¹			
A	2,7	-	5,4	-	230,0	260,0	510,0	
B	1,6	-	5,5	-	370,0	340,0	290,0	

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



Figura 92 - Litotipo do Complexo Belo Horizonte na ADA da LT

UTM 23K, 684.499E/7.834.922N

Inseridas na ADA da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, também foram diagnosticados focos erosivos em locais de ocorrência do Argissolo Vermelho-Amarelo (Figuras 93 a 96).



Figura 93 - Processo erosivo na ADA da LT

UTM 23K, 668.915E/7.839.618N

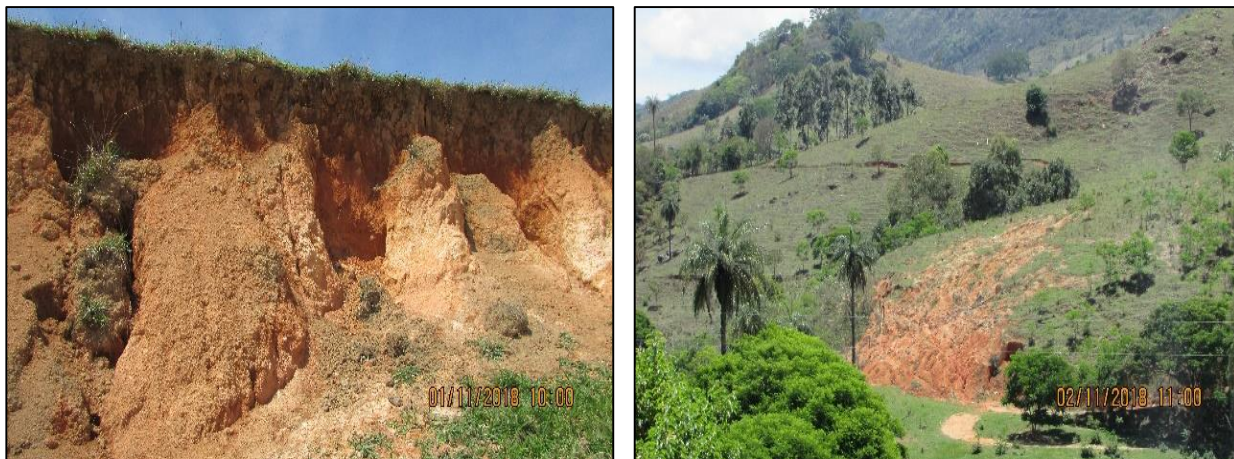


Figura 94 - Processos erosivos na ADA da LT

UTM 23K, 669.058E/7.840.261N e 650.037E/7.834.726N



Figura 95 - Processo erosivo na ADA da LT

UTM 23K, 641.205E/7.838.151N



Figura 96 - Processos erosivos na ADA da LT

UTM 23K, 640.629E/7.841.767N e 640.926E/7.841.844N

7.1.10.2.2 Latossolos

Na ADA da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, são pouco representativos, ocorrendo de maneira descontínua nas porções sudoeste e central da área estudada. Na ADA se subdividem em Latossolo Roxo e Latossolo Vermelho-Escuro, este último ocorrendo na área projetada à Subestação Itabira.

O Latossolo Vermelho-Escuro é mais representativo na ADA, apresentando condição álica com baixo potencial nutricional abaixo da camada arável, devido à alta saturação por alumínio, apresentando em geral horizonte A moderado (Figura 97).

Quanto à aptidão agrícola, quando ocorrem em relevo montanhoso e fortemente ondulado e possuem textura argilosa se enquadram no grupo 5(s). Quando apresentam textura argilosa à muito argilosa e ocorrem em relevo plano a suavemente ondulado, pertencem ao grupo 2(b)c. Com pH variando de 4,9 a 5,2, apresentam altos teores de argila em sua composição (Tabela 31).



Figura 97 - Latossolo Vermelho-Escuro na ADA da LT

UTM 23K, 674.566 E/7.831.602 N

Tabela 31 - Análise química e física de um Latossolo Vermelho-Escuro (UTM 23K, 674.566E/7.831.602N)

Hor	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P
	cmol _c dm ⁻³						mg dm ⁻³	
A	5,8	4,3	1,5	0,0	5,1	0,102	40,0	3,0
B	5,0	3,7	1,3	0,0	3,0	0,036	14,0	2,0
Hor	CTC	V	m	Ca/Mg	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	H+Al/CTC
	cmol _c kg ⁻¹	%	%	-	%			
A	11,00	54	0	2,9	39,1	13,6	0,9	46,4
B	8,04	63	0	2,8	46,3	16,3	0,5	37,5
Hor	Mat.Org.	CO	CaCl ₂	H ₂ O	Argila	Silte	Areia	
	%		pH		g kg ⁻¹			
A	2,7	-	4,9	-	270,0	170,0	560,0	
B	1,6	-	5,2	-	420,0	290,0	290,0	

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

Inseridas na ADA, foram diagnosticadas algumas feições erosivas em áreas de ocorrência do Latossolo Vermelho-Escuro (Figuras 98 e 99).



Figura 98 - Processos erosivos na ADA da LT

UTM 23K, 674.560E/7.831.602N e 674.574E/7.832.552N



Figura 99 - Processos erosivos na ADA da LT

UTM 23K, 674.619E/7.833.257N e 673.546E/7.834.562N

O Latossolo roxo, que tem origem estritamente ligada às rochas da Suíte Pedro Lessa, ocorrem em uma estreita faixa alongada na região sul da ADA. Esta unidade geológica é composta por litotipos máficos a ultramáficos, condicionando uma coloração escura ao solo (Figura 100). Apresenta pH médio em torno de 4,3 e 4,5 e, na área amostrada, obteve valores elevados para concentrações de areia (Tabela 32)



Figura 100 - Litotipo da Suíte Pedro Lessa na ADA da LT

UTM 23K, 660.612E/7.839.203N

Tabela 32 - Análise química e física de um Latossolo Roxo (UTM 23K, 667.498E/7.840.163N)

Hor	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P
	cmol _c dm ⁻³						mg dm ⁻³	
A	0,3	0,2	0,1	0,8	2,9	0,087	34,0	1,0
B	0,4	0,3	0,1	0,1	1,9	0,031	12,0	1,0
Hor	CTC	V	m	Ca/Mg	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	H+Al/CTC
	cmol _c kg ⁻¹	%	%	-	%			
A	3,29	12	67	2,0	6,1	3,0	2,6	87,9
B	2,23	20	19	3,0	13,6	4,5	1,4	81,8
Hor	Mat.Org.	CO	CaCl ₂	H ₂ O	Argila	Silte	Areia	
	%		pH			g kg ⁻¹		
A	1,2	-	4,3	-	80,0	30,0	890,0	
B	0,7	-	4,5	-	100,0	60,0	840,0	

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

Foram diagnosticados na ADA da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 processos erosivos desencadeados em áreas de ocorrência do Latossolo Roxo (Figura 101).



Figura 101 - Processos erosivos na ADA da LT

UTM 23K, 667.786E/7.840.575N

7.1.10.2.3 Neossolos Litólicos

Essa classe pedológica ocorre na região sul da ADA da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, apresentando condição álica.

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 (Figuras 102 e 103). Ocorrendo em relevo declivoso, fortemente ondulado à montanhoso e ainda associado à afloramentos rochosos, essa classe apresenta textura média arenosa e pH médio variando de 4,2 a 4,8, se enquadrando na classe de inaptidão agrícola, devendo ser usado para a conversação do ambiente (Tabelas 33 e 34).



Figura 102 - Neossolo Litólico na ADA da LT

UTM 23K, 657.042E/7.838.134N



Figura 103 - Neossolo Litólico na ADA da LT

UTM 23K, 647.567E/7.836.586N

Tabela 33 - Análise química e física de um Neossolo Litólico (UTM 23K, 657.042E/7.838.134N)

Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P
cmol _c dm ⁻³					mg dm ⁻³		
0,3	0,2	0,1	1,1	3,8	0,113	44,0	1,0
CTC	V	m	Ca/Mg	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	H+Al/CTC
cmol _c kg ⁻¹	%	%	-			%	
4,21	10	73	2,0	4,8	2,4	2,7	90,5
Mat.Org.	CO	CaCl ₂	H ₂ O	Argila	Silte	Areia	
%		pH			g kg ⁻¹		
1,0	-	4,2	-	150,0	160,0	690,0	

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

Tabela 34 - Análise química e física de um Neossolo Litólico (UTM 23K, 647.567E/7.836.586N)

Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P
cmol _c dm ⁻³					mg dm ⁻³		
2,9	2,2	0,7	0,1	3,4	0,113	44,0	1,0
CTC	V	m	Ca/Mg	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	H+Al/CTC
cmol _c kg ⁻¹	%	%	-			%	
6,41	47	3	3,1	34,4	10,9	1,8	53,1
Mat.Org.	CO	CaCl ₂	H ₂ O	Argila	Silte	Areia	
%		pH			g kg ⁻¹		
3,1	-	4,8	-	290,0	240,0	470,0	

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

Devido à sua constituição e particularidades quanto à composição, textura e estrutura, foram diagnosticadas áreas com ocorrência de processos erosivos na ADA (Figura 104).



Figura 104 - Processos erosivos na ADA da LT 500kV

UTM 23K, 643.359E/7.835.793N e 641.374E/7.840.386N

7.1.11 Recursos Hídricos

Para a caracterização dos recursos hídricos da AE e ADA da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, foram utilizadas as informações disponibilizadas nos sites da Agência Nacional de Águas (ANA) e do Ministério do Meio Ambiente (MMA). Também foram utilizados os Cadernos das Regiões Hidrográficas do São Francisco e 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).

7.1.11.1 Caracterização Hidrográfica da Região de Estudo

A AE e ADA da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, situadas na região central do Estado de Minas Gerais, estão localizadas no divisor entre duas regiões hidrográficas. Maior parte da AE pertence à Região Hidrográfica (RH) São Francisco enquanto uma pequena parte, situada na porção sudeste da AE, pertence à RH Atlântico Sudeste (Figura 105 e Mapa de Hidrografia da Área de Estudo, Volume 4 – Tomo II, Anexo 30).

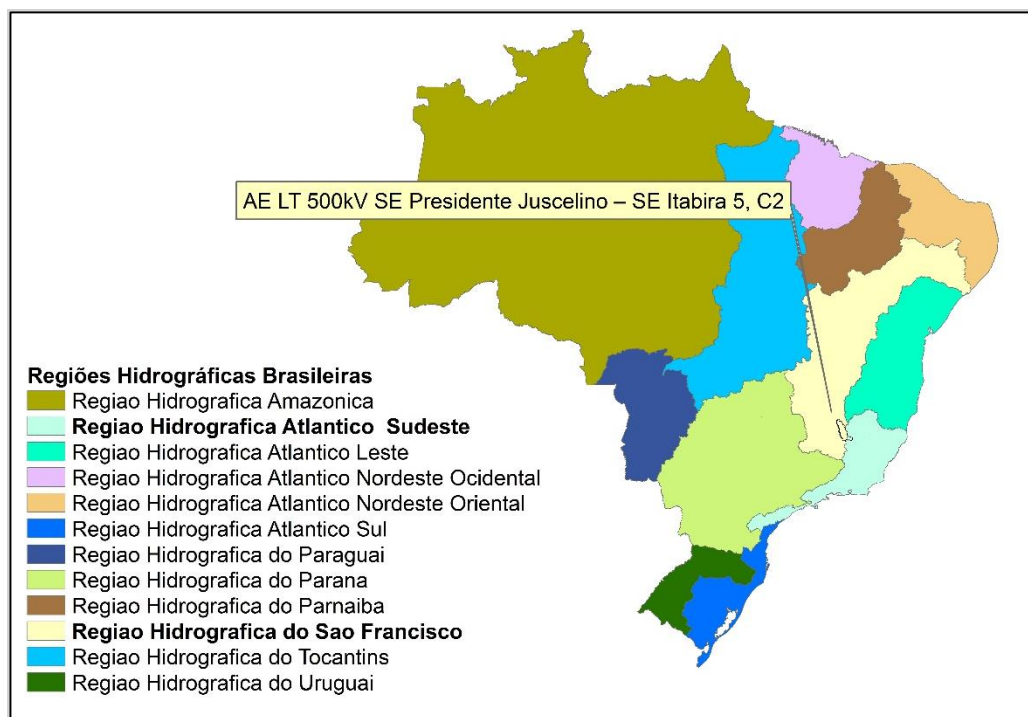


Figura 105 - Regiões Hidrográficas Brasileiras

Na AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, a RH São Francisco é representada pela bacia do rio das Velhas. Já a RH Atlântico Sudeste é composta na AE pelas bacias dos rios Piracicaba e Santo Antônio (Figura 106).

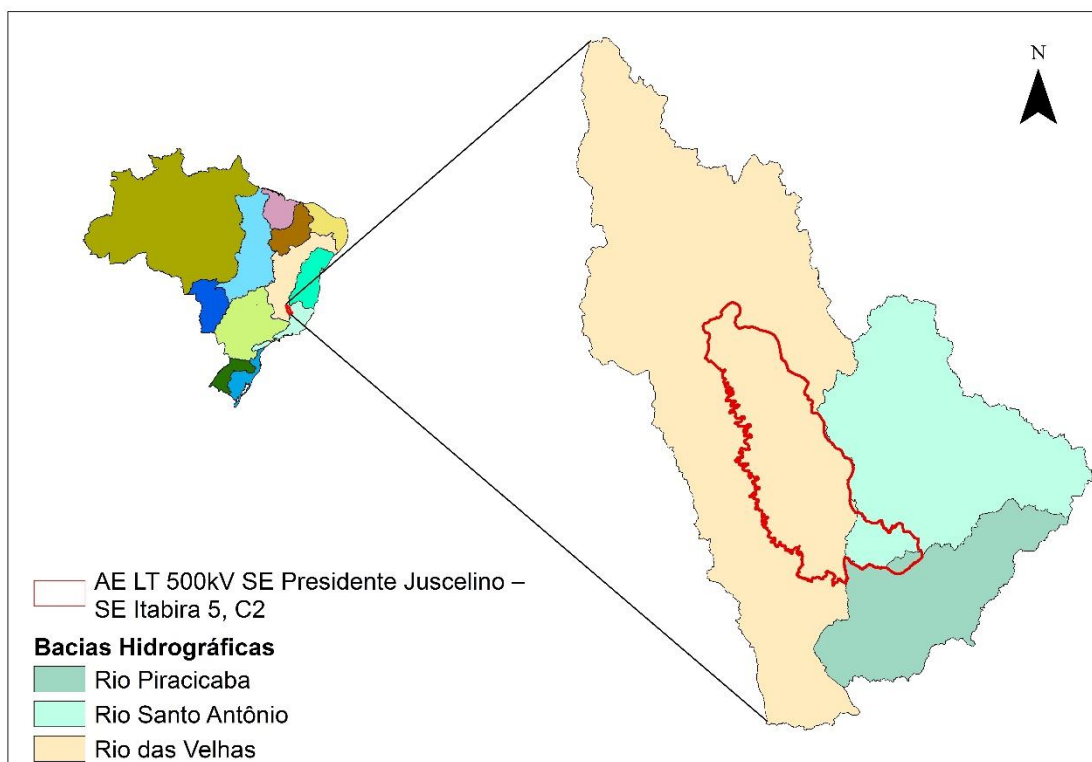


Figura 106 - Bacias Hidrográficas na AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2

A RH São Francisco drena uma área total de 638.323 km², correspondendo à 8% do território nacional. Já no Estado de Minas Gerais, a RH ocorre em 235.635 km², o que representa 36,9% da área total do estado. Situada entre as coordenadas 7°17' a 20°50' de latitude sul e 36°15' a 47°39' de longitude oeste, a RH é formada por diversas sub-bacias que deságuam no rio São Francisco (MMA, 2006).

Essa Região Hidrográfica divide-se em quatro regiões fisiográficas, que constituem as Sub 1 na base do Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH): Baixo São Francisco; Sub—Médio São Francisco; Médio São Francisco; e Alto São Francisco. A porção da AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 nessa RH, pertence à região Alto São Francisco.

A região do Alto São Francisco compreende a área desde as nascentes do rio São Francisco até a altura da localidade de Pirapora e Montes Claros (MG), está representada em grande parte por rochas pré-cambrianas e, em menor proporção, pelas rochas calcárias do Grupo Bambuí. Por outra parte os sedimentos terciários-quaternários encontram-se distribuídos irregularmente e com menor representatividade, principalmente na parte central e noroeste desta área, na parte aluvional dos rios Paracatu, São Francisco e das Velhas.

Segundo o Plano de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, as regiões fisiográficas foram ainda subdivididas em quatro unidades para efeito de planejamento. Desta maneira a região do Alto São Francisco, foi compartimentada em seis subunidades, estando a AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 inserida na subdivisão denominada Velhas (Tabela 35).

Tabela 35 - Níveis de divisão das regiões hidrográficas da Bacia do Rio São Francisco

Sub 1	Sub 2	km ²
Alto São Francisco	Jequitaiá	9.075
	Pará	12.095
	Paraopeba	12.191
	Canastra	15.777
	Três Marias	5.319
	Velhas	27.647

Fonte: MMA, 2006

O Alto São Francisco tem uma vazão natural média de 1.189 m³/s, que representa 42% da vazão natural da bacia. As Unidades Hidrográficas de expressiva contribuição nesta região, em termos de vazão, são o rio das Velhas e os afluentes mineiros do Alto São Francisco (Tabela 36).

Tabela 36 - Disponibilidade hídrica na região fisiográfica

Sub 1	Vazão (m ³ /s)			Disponibilidade	
	Natural Média	Permanência de 95%	Regularizada	Água Superficial	Água Subterrânea
Alto	1.189	289	513	622	29

Fonte: PBHSF, (2004).

Correspondendo à maior subunidade do Alto São Francisco em extensão territorial, o compartimento Velhas também apresenta a maior disponibilidade hídrica, quando comparado aos demais compartimentos da mesma subunidade. A Tabela 37, elenca os dados referentes à vazão média natural de longo termo (Q_m m³/s) e a vazão excedida 95% das vezes (Q₉₅ m³/s), denominada vazão crítica de referência e adotada como disponibilidade hídrica.

Tabela 37 - Disponibilidade hídrica no Alto São Francisco

Sub 2	Q _m m ³ /s	Q ₉₅ m ³ /s
Jequitaiá	45,28	7,65
Pará	165,72	38,10
Paraopeba	152,36	35,25
Canastra	224,94	51,72
Três Marias	146,00	27,62
Velhas	357,26	101,40

Fonte: MMA, 2006.

Em relação à vazão média anual de retirada, a unidade Alto São Francisco retira 42 m³/s, consome 14 m³/s e retorna 28 m³/s, representando 25% de retirada em toda a Bacia do São Francisco. Quanto ao uso, na Subunidade Velhas, a maior demanda hídrica é para o uso urbano, seguida pela industrial, enquanto o uso rural e com animais são baixos (Tabela 38).

Tabela 38 - Demanda Hídrica na Subunidade Velhas

Sub 2	Demandas – retiradas (m ³ /s)					Total
	Urbana	Rural	Animal	Industrial	Irrigação	
Velhas	12,65	0,18	0,40	5,90	2,23	21,35

Fonte: MMA, 2006

Na AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 ocorre ainda, em uma restrita faixa nas porções sul e sudeste a Região Hidrográfica (RH) Atlântico Sudeste. 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, marcadamente pelo elevado contingente populacional, pela diversidade econômica e pelo significativo parque industrial.

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 AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 presente nesta última. A Subunidade Doce é formada principalmente pela Bacia Hidrográfica do rio Doce, incluindo ainda a Bacia do rio Barra Seca.

A Subunidade Doce foi então compartimentada em sete segmentos (Tabela 39), estando a AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 inserida no segmento Doce 03, pelo fato de pertencer à bacia do rio do Peixe.

Tabela 39 - 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	Suaçui Pequeno; Suaçui Grande; Itambacuri
	Doce 05	Caratinga, Eme, Manuaçu
	Doce 06	Guandu; Pancas; São José

Fonte: MMA, 2006.

Considerando toda a subunidade Doce, em relação às demandas retiradas (m³/h), constatasse uma considerável tendência para o uso com irrigação, seguido pelo uso urbano (Tabela 40).

Tabela 40 - 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.

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 41). Em termos gerais, a subunidade Doce apresenta condição confortável quanto a disponibilidade hídrica, com intervalo de 1,64% e cerca de 10.895 m³/habitante/ano (MMA, 2006).

Tabela 41 - Balanço entre disponibilidade e demanda

Sub 2	Demanda Total	Q _m acumulada	Q _{95%}	Demanda/ Q _m acumulada	Demanda/ Q _{95%}
Doce 03	0,66	131,62	39,84	0,50%	1,64%

Fonte: MMA, 2006.

Em termos gerais, a AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, considerando todos os corpos hídricos, das duas RH que a compõe, apresenta um padrão de drenagem predominantemente dendrítico (Figura 107), 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. Pontualmente, principalmente nas porções sul e sudeste da AE, ocorre o padrão de treliça, condicionado por rochas inclinadas ou dobradas alternadamente de diferentes resistências.

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.

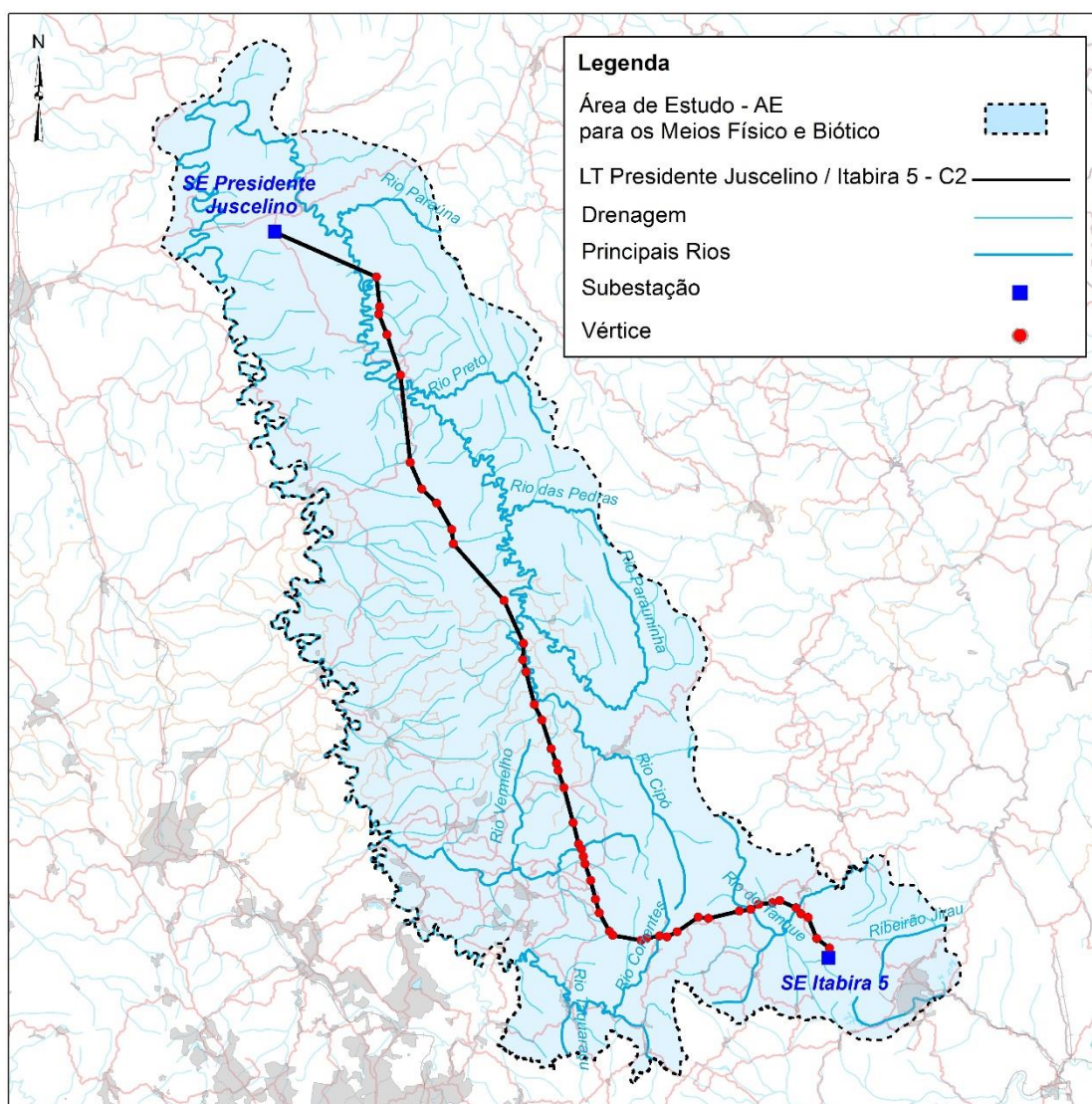


Figura 107 - Rede de drenagem na AE da LT

7.1.11.2 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 SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 refletem

as condicionantes do quadro geográfico de suas bacias, cujas características já foram abordadas anteriormente.

Apesar de alguns aspectos possam mostrar-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 das Estações Fluviométricas Ponte Preta, localizada no rio Jaboticatubas, e Taquaraçu, localizada no rio homônimo, 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 42 e Figura 108).

Tabela 42 - Estações Fluviométricas utilizadas

Estação	Rio	Código	Coordenadas-UTM 23K		Período
Ponte Preta	Jaboticatubas	41380000	615.078	7.847.691	1943-2016
Taquaraçu	Taquaraçu	41300000	637.601	7.826.319	1938-2016

Fonte: BRASIL/ANA, 2019.

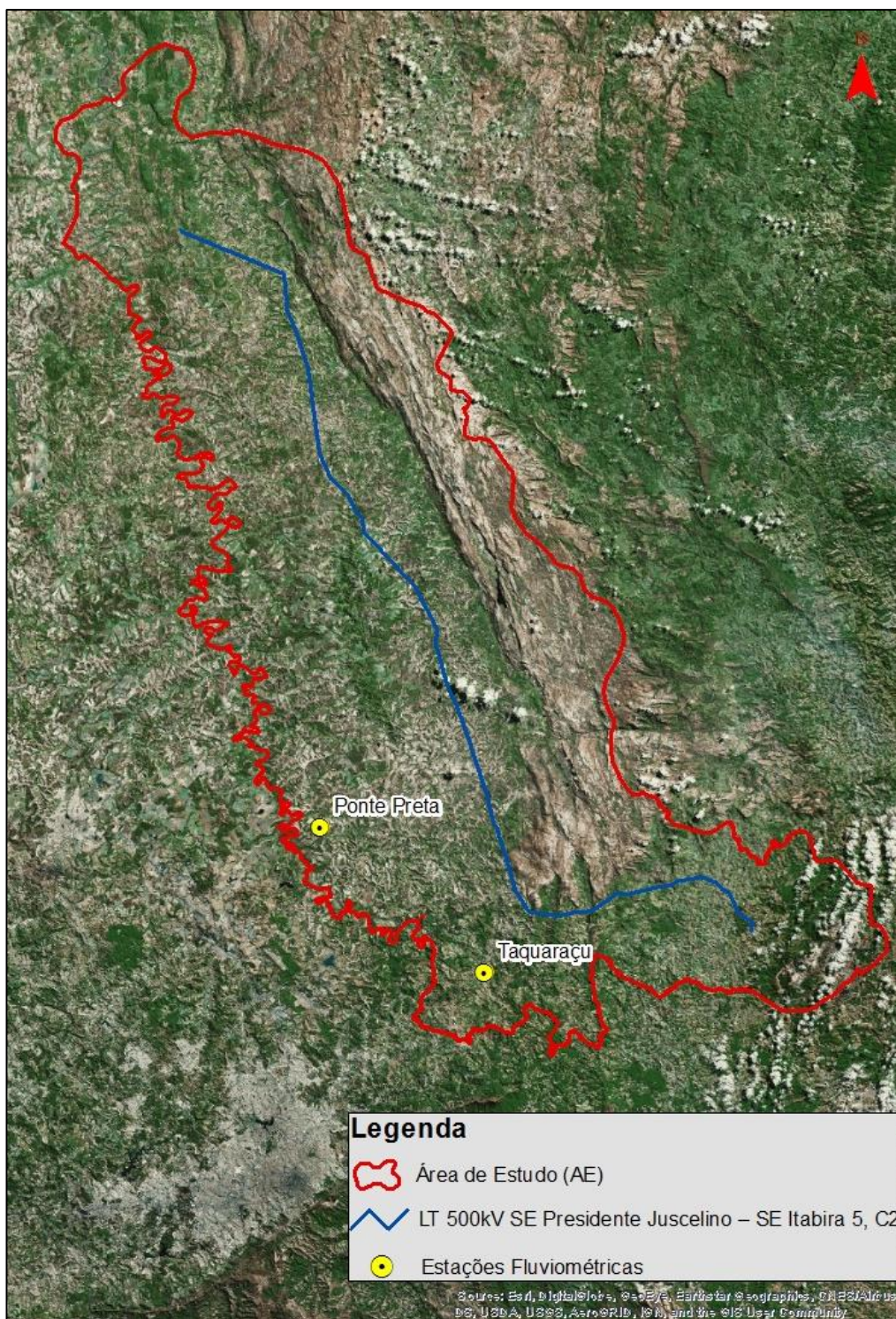


Figura 108 - Localização das estações fluviométricas utilizadas

As Figuras 109 e 110 apresentam as vazões médias mensais extraídas dos dados das estações utilizadas neste trabalho.

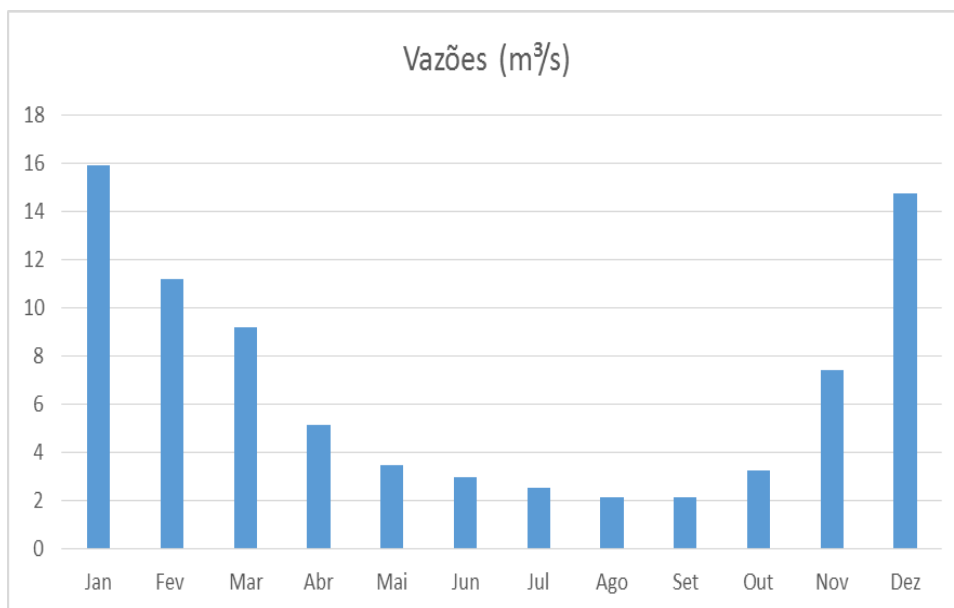


Figura 109 - Vazões médias mensais no rio Jaboticatubas
 Estação Ponte Preta (1946-2016)

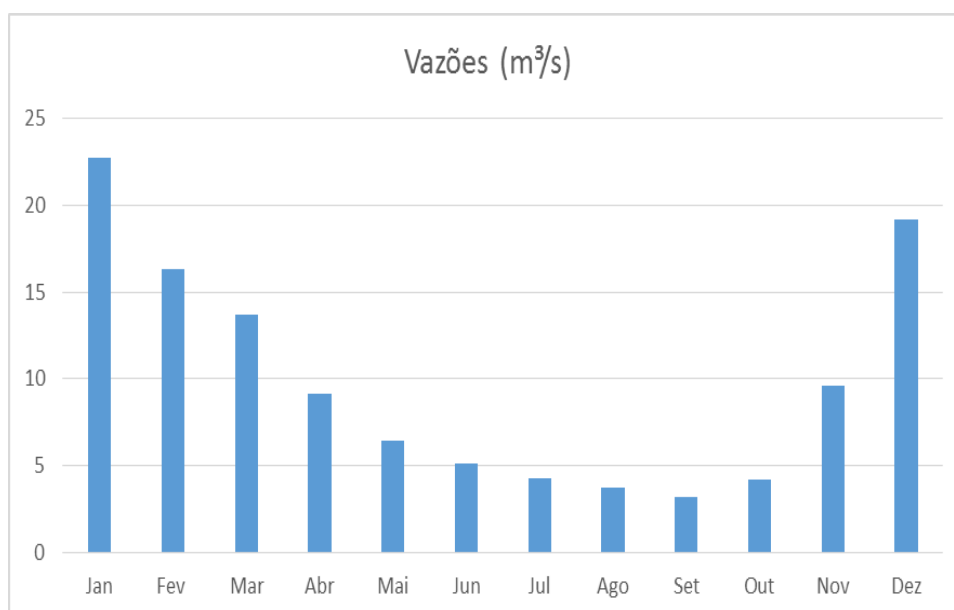


Figura 110 - Vazões médias mensais no rio Taquaraçu
 Estação Taquaraçu (1938-2016)

Nos rios analisados, de acordo com os dados obtidos nas estações fluviométricas, as máximas vazões ocorrem em dezembro e janeiro e as mínimas em agosto e 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.

7.1.11.3 Área Diretamente Afetada

De acordo com os mesmos preceitos adotados na classificação e descrição da AE, a ADA da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, também está localizada no divisor entre duas regiões hidrográficas. Maior parte da ADA pertence à Região Hidrográfica (RH) São Francisco, incluindo toda porção central e norte da área, inclusive a Subestação Presidente Juscelino, por estar inserida na bacia do rio das Velhas. Uma pequena porção na região sudeste, incluindo a área da Subestação Itabira, pertence à RH Atlântico Sudeste, por estar inserida na bacia do rio dos Peixes.

Considerada em conjunto, a rede de drenagem na ADA apresenta os mesmos padrões dendríticos que ocorrem na AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, refletindo a disposição das estruturas geológicas regionais. Em setores específicos, observam-se padrões diferenciados, também condicionados pela litoestratigrafia e pela tectônica (Mapa de Drenagens transpostas e classes hierárquicas na Área Diretamente Afetada, Volume 4 – Tomo II, Anexo 31).

De acordo com levantamento realizado pelo diagnóstico socioeconômico, o uso da água superficial no local onde será implantado o empreendimento é, predominantemente, com a dessedentação animal, principalmente em alguns locais onde a mata ciliar foi suprimida.

Através da verificação local, realizada durante a visita de campo, e análises de produtos cartográficos, constata-se que o traçado da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 cruzará em 248 pontos corpos hídricos de diversos tamanhos e ordens de hierarquia fluvial (Tabela 43 e Figuras 111 a 125).

Tabela 43 - Drenagens transpostas e classes hierárquicas

Classe Hierárquica	Quantidade de Drenagens Transpostas	Total
1	160	248
2	43	
3	19	
4	13	
5	5	
6	6	
7	2	



Figura 111 - Rio do Tanque na ADA da LT

UTM 23K, 672.104E/7.836.348N



Figura 112 - Rio Tanque próximo à ADA da LT

UTM 23K, 662.914E/7.839.005N

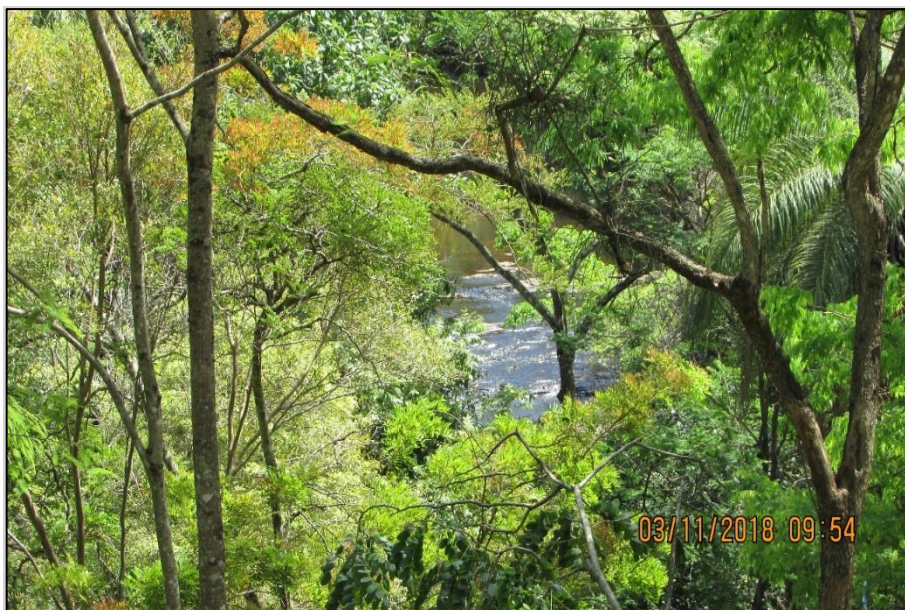


Figura 113 - Afluente do rio Jaboticatubas na ADA da LT

UTM 23K, 639.858E/7.845.425N

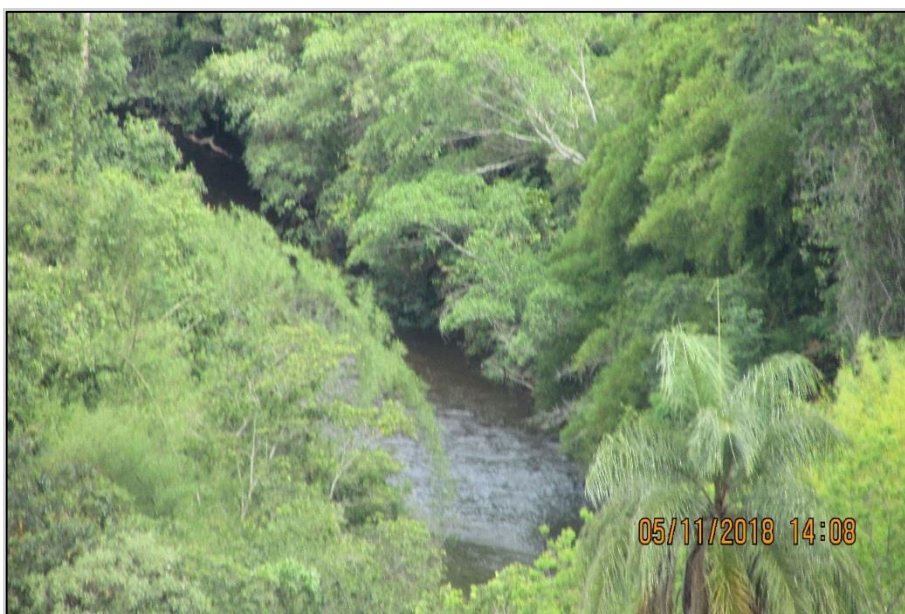


Figura 114 - Afluente do rio Cipó na ADA da LT

UTM 23K, 632.503E/7.869.255N



Figura 115 - Afluente do rio Cipó próximo à ADA da LT

UTM 23K, 609.922E/7.927.366N



Figura 116 - Rio Cipó próximo à ADA da LT

UTM 23K, 615.082E/7.913.112N



Figura 117 - Afluente do rio Cipó na ADA da LT

UTM 23K, 610.317E/7.927.738N



Figura 118 - Rio Cipó na ADA da LT

UTM 23K, 607.449E/7.929.8798N

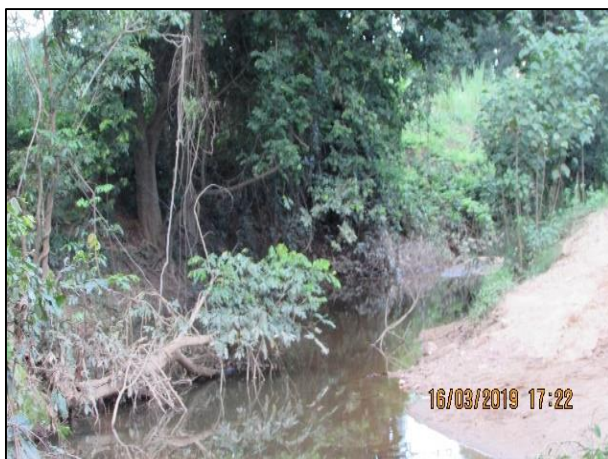


Figura 119 - Córrego dos Fechados na ADA da LT

UTM 23K, 610.659E/7.924.0738N



Figura 120 - Córrego das Caraíbas na ADA da LT

UTM 23K, 623.009E/7.888.599N



Figura 121 - Rio Cipó na ADA da LT

UTM 23K, 630.206E/7.878.594N



Figura 122 - Rio Cipó na ADA da LT

UTM 23K, 631.064E/7.875.924N



Figura 123 - Ribeirão Bom Jardim na ADA da LT

UTM 23K, 639.782E/7.845.573N



Figura 124 - Rio Preto na ADA da LT

UTM 23K, 650.293E/7.835.071N



Figura 125 - Afluente do rio do Tanque na ADA da LT

UTM 23K, 670.857E/7.837.993N

Para identificação e caracterização das áreas alagáveis interceptadas pelas diretrizes de traçado da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 foi realizada análise de imagens de sensores remotos, as quais foram complementadas com os estudos da etapa de campo. 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 meandrantés e lagoas marginais.

Devido à grande extensão do empreendimento, o seu traçado interceptará algumas áreas de várzea, alagadas e de planícies de inundação (Figura 126), onde as necessidades de intervenção construtiva podem oferecer maiores possibilidades de geração de efeitos ambientais negativos.





Figura 126 - Várzeas e áreas alagadas na ADA da LT

UTM 23K, 667.786E/7.840.575N, 636.882E/7.856.322N, 610.394E/7.923.462N e 623.009E/7.888.599N

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.

Justificando a densa malha de drenagem que ocorre na AE e ADA da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, 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.

Quanto às nascentes, 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 127). 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.

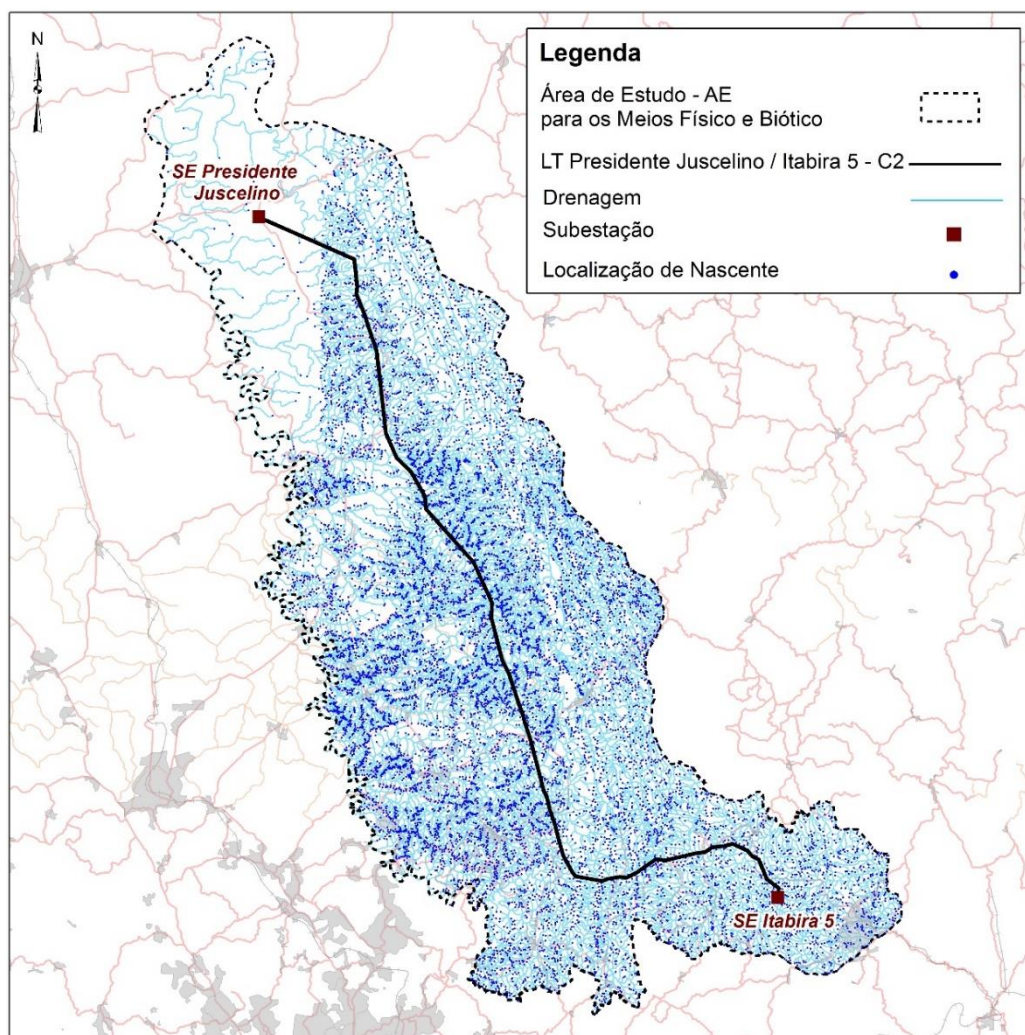


Figura 127 - Nascentes na AE da LT

7.1.12 Hidrogeologia

Hidrogeologia é o campo da geociência que estuda os aspectos relacionados à água subterrânea quanto ao seu movimento, volume, distribuição e qualidade. Isto engloba a caracterização das unidades hidrogeológicas, sua compartimentação, contaminação, definição de parâmetros hidrodinâmicos, controle geológico e topográfico da disponibilidade, potencial dos aquíferos, além da locação e construção de poços e todos os demais aspectos que tenham a ver com qualquer tipo de controle da presença de água em subsuperfície.

As águas subterrâneas representam a fração de água que, após a precipitação, infiltra e ocupa os espaços vazios existentes tanto nos solos quanto nas rochas. Exercem papel fundamental na manutenção da umidade do solo e na perenização de rios e nascentes. As águas subterrâneas

armazenam-se em espaços vazios nos materiais geológicos (solos e rochas), caracterizados por espaços intergranulares ou por espaços abertos pelo fraturamento ou fissuramento das rochas e por espaços gerados pela dissolução de minerais.

A elaboração do Mapa Hidrogeológico da área de estudo derivou de uma avaliação do mapa geológico. A distinção entre os sistemas aquíferos foi estabelecida a partir da forma de circulação da água subterrânea, considerando-se o tipo de porosidade existente.

As unidades geológicas existentes nesta área foram agrupadas do ponto de vista hidrogeológico, em função de características físicas similares, tais como composição mineralógica, textura, estrutura, porosidade, permeabilidade e grau metamórfico.

A porosidade primária, formada durante a sedimentação, varia de acordo com o tamanho, a forma, o arranjo e o grau de compactação dos grãos dos sedimentos, sendo relacionada à porosidade intersticial da rocha e à influência recebida durante os processos diagenéticos. A porosidade secundária origina-se na rocha posteriormente à sua formação, podendo ser fruto de fraturamentos ou estar associadas a feições de dissolução. A distinção entre os sistemas aquíferos foi definida a partir da forma de circulação da água subterrânea, levando em consideração o tipo de porosidade existente (Figura 128).

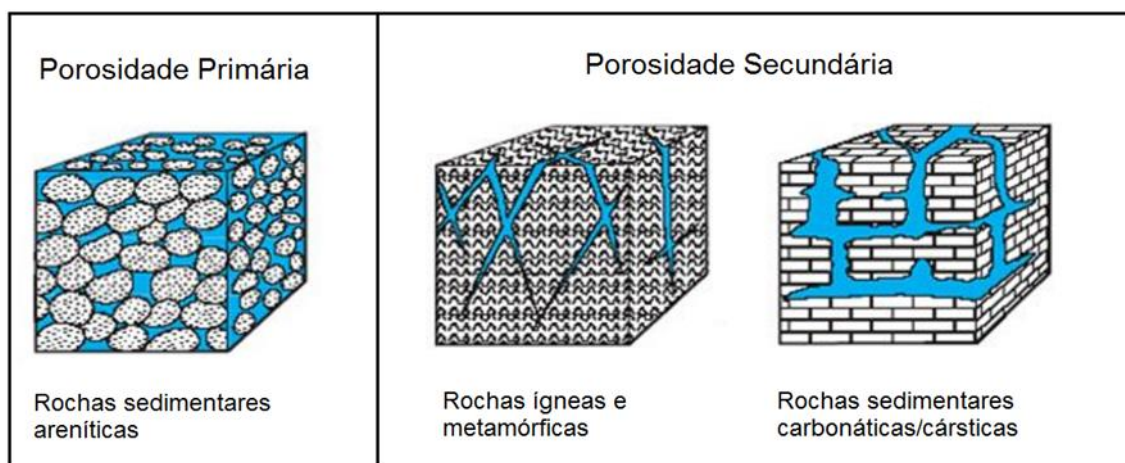


Figura 128 - Modelos de porosidade em unidades aquíferas

Fonte: Struckmeier e Margat (1995) citado por ELETRONORTE-CNEC (2008)

As águas subterrâneas no Brasil ocupam diferentes tipos de reservatórios, desde as zonas fraturadas das rochas cristalinas do embasamento até os depósitos sedimentares cenozoicos. A caracterização do potencial de um aquífero é determinada por fatores geológicos, associados com

clima, relevo e solo. A associação destes fatores caracteriza e define regiões com o mesmo potencial de armazenamento, circulação e qualidade das águas. Estas regiões são denominadas Províncias Hidrogeológicas.

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 Figura 129 exibe as províncias hidrogeológicas do Brasil, com destaque para a AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, inserida no limite entre duas Províncias Hidrogeológicas: São Francisco e Escudo Oriental.

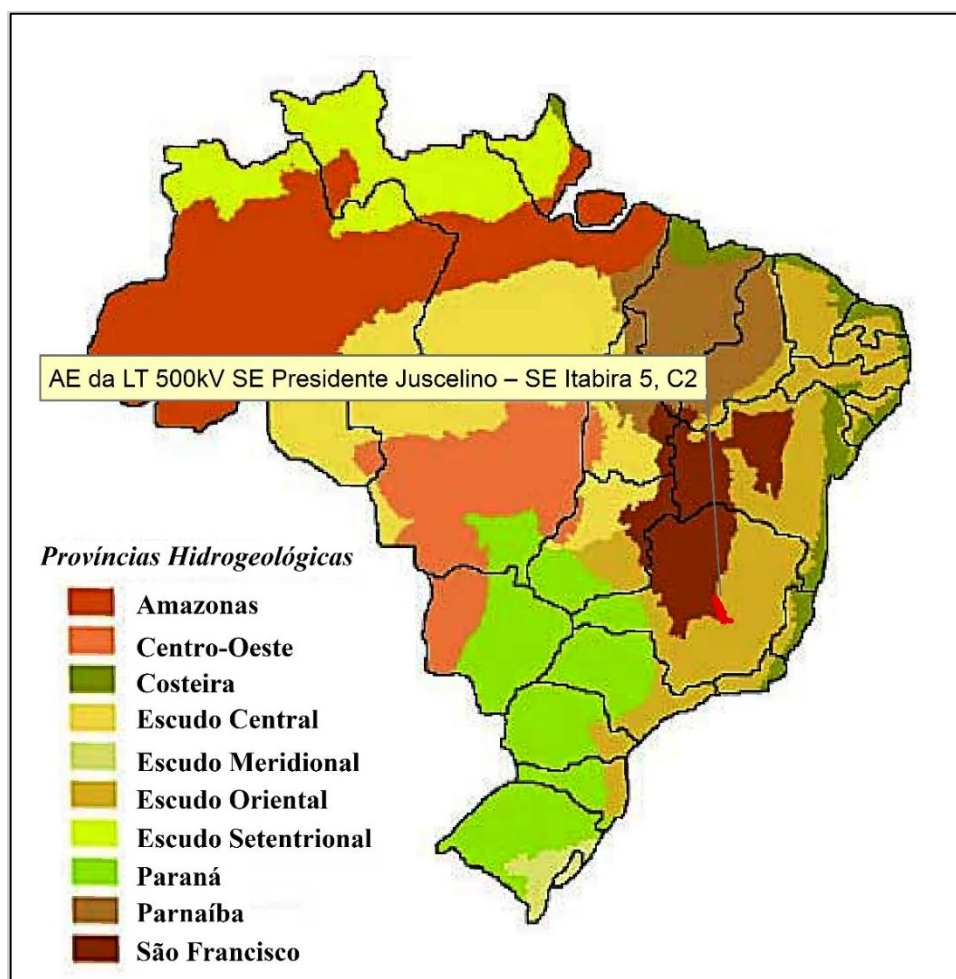


Figura 129 - Províncias hidrogeológicas do Brasil

Fonte: DNPM/CPRM, 1983

É importante salientar que os limites destas províncias não coincidem, necessariamente, com os das bacias hidrográficas. Deste modo, os aquíferos ou sistemas aquíferos, em geral, não guardam relação com estas, podendo abranger mais de uma bacia hidrográfica, se comportar como nascente ou divisor de bacias ou ainda constituir o baixo curso (mais próximo da foz) de uma ou mais bacias (MMA, 2007).

A Província São Francisco, correspondendo à província hidrogeológica mais representativa da AE, é caracterizada pelo predomínio de aquíferos associados às zonas fraturadas, em litotipos como quartzitos, metagrauvascas, metaconglomerados, calcários e dolomitas, de idade proterozóico superior. Os aquíferos desta província tornam-se mais amplos quando ocorrem associados com rochas porosas do manto de intemperismo, ou, no caso dos calcários e dolomitas, onde a dissolução cárstica atuou fortemente. De uma maneira geral, os poços tubulares de 60 a 200 metros de profundidade fornecem vazões médias da ordem de 10 m³/h, se bem que, não raro, podem alcançar valores de diversas dezenas m³/h. Os domínios hidrogeológicos, da Província São Francisco, de destaque na AE são aqueles representados pelos litotipos carbonatados, associados ao Aquífero Bambuí.

Já a Província Escudo Oriental 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 Área de Estudo, 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.

7.1.12.1 Compartimentação Hidrogeológica da Área de Estudo

A elaboração do Mapa Hidrogeológico da área de estudo derivou de uma avaliação do mapa geológico. A distinção entre os sistemas aquíferos foi estabelecida a partir da forma de circulação da água subterrânea, considerando-se o tipo de porosidade existente.

As unidades geológicas existentes nesta área foram agrupadas do ponto de vista hidrogeológico, em função de características físicas similares, tais como composição

mineralógica, textura, estrutura, porosidade, permeabilidade e grau metamórfico. Estes critérios podem colocar unidades de posicionamento estratigráfico diferente dentro de uma mesma unidade hidrogeológica.

Na região da AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 ocorrem três tipos de domínios hidrogeológicos: Cárstico, Fissural/Fraturado e Poroso-Fraturado (Figura 130 e Mapa de Hidrogeologia da Área de Estudo, Volume 4 – Tomo II, Anexo 32).

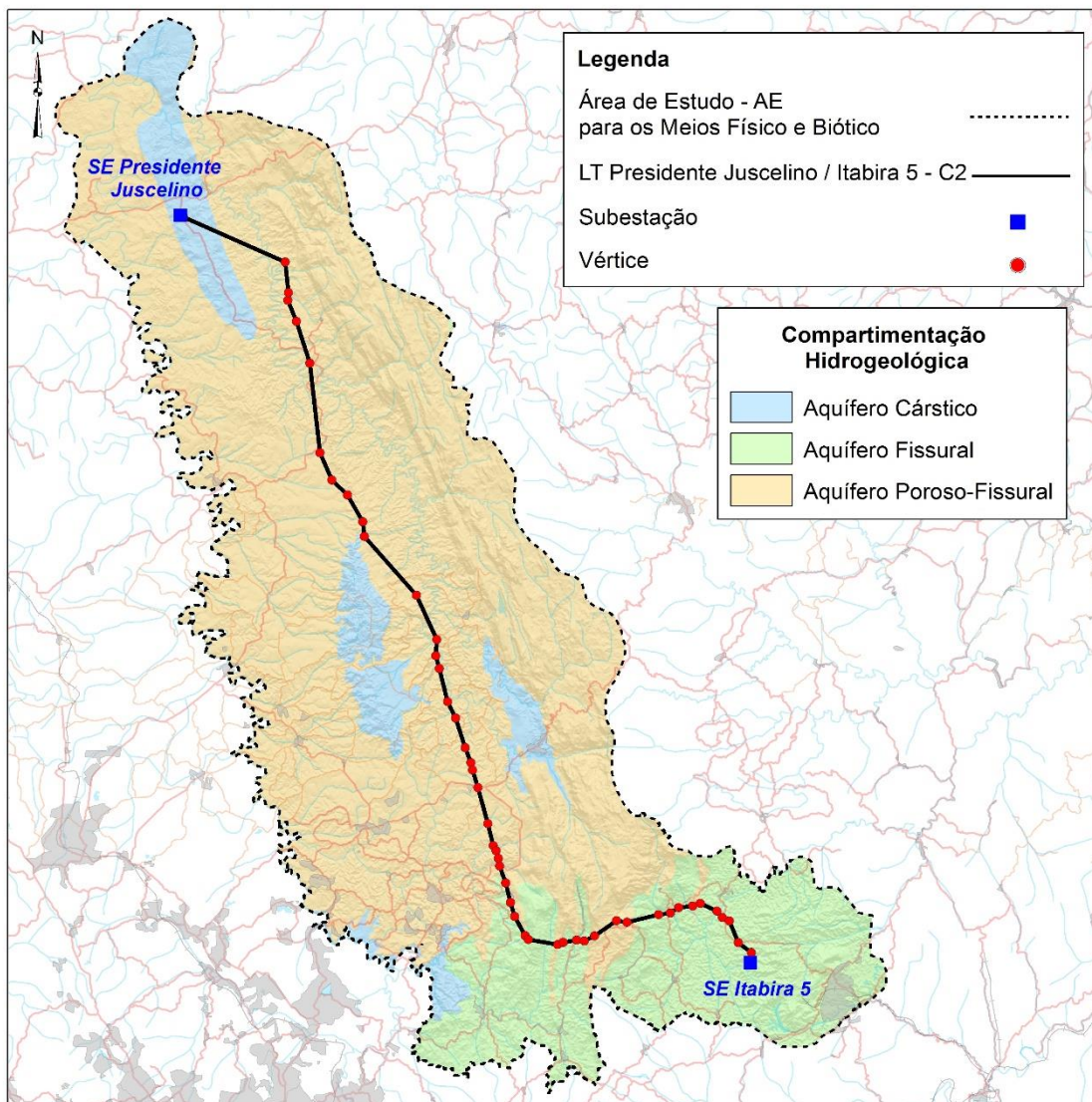


Figura 130 - Compartimentação Hidrogeológica da AE da LT

7.1.12.1.1 Domínio Cárstico

O domínio cárstico, que engloba os carbonatos e os metacarbonatos, constituem um sistema aquífero desenvolvido em terrenos onde predominam rochas calcárias e dolomíticas, e que possuem como característica principal a constante presença de formas de dissolução cárstica (dissolução química de rochas calcárias), formando cavernas, sumidouros, dolinas e outras feições erosivas típicas desses tipos litológicos. Fraturas, fissuras e outras superfícies de descontinuidade são expandidas por processos de dissolução pela água, propiciando ao sistema porosidade e permeabilidade secundária, o que possibilita acumulação de água em volumes consideráveis. Porém, essa condição de reservatório hídrico subterrâneo no domínio cárstico não ocorre de maneira homogênea ao longo de toda a área de ocorrência desses tipos litológicos. Pelo contrário, são feições localizadas, o que atribui à esse sistema aquífero uma elevada heterogeneidade e anisotropia. A água, no geral, é do tipo carbonatada, com dureza bastante elevada.

Na AE, o Domínio Cárstico ocorre associado aos calcários calcíticos e dolomíticos da Formação Lagoa do Jacaré, e aos calcários calcíticos e calcilitos da Formação Sete Lagoas, ambas do Grupo Bambuí.

7.1.12.1.2 Domínio Fissural/Fraturado

O sistema aquífero desenvolvido no domínio fissural/fraturado é caracterizado pelos tipos litológicos que ocorrem associados, onde os espaços ocupados pela água são representados por descontinuidades 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 & Cunha, 2015).

Na AE, o Domínio Fissural/Fraturado ocorre associado às rochas cristalinas de três unidades geológicas: os ortognaisses do Complexo Belo Horizonte, os monzonitos e álcali-granitos da Suíte Borrachudos e as rochas metamáficas do Grupo Nova Lima.

7.1.12.1.3 Domínio Poroso-Fraturado

O sistema aquífero que se desenvolve neste tipo de domínio é do tipo dupla porosidade. Segundo Barenblatt, Zheltov e Kochina (1960), um meio de dupla porosidade é aquele em que existem dois sistemas entrosados, um de blocos porosos, de porosidade primária, com permeabilidade baixa, mas com alta capacidade de armazenamento, e outro de fraturas, de porosidade secundária, com permeabilidade mais elevada em direções preferenciais, mas com escassa capacidade de armazenamento.

O Domínio Poroso-Fraturado, envolve pacotes sedimentares com muito baixo grau metamórfico, onde ocorrem litologias essencialmente arenosas com pelitos e carbonatos no geral subordinados.

Na AE, esse Domínio ocorre associado aos argilitos e siltitos ardosianos da Formação Serra de Santa Helena, e aos metapelitos, quartzitos e metaconglomerados do Supergrupo Espinhaço Superior.

Tem como características gerais uma litificação acentuada, forte compactação e fraturamento acentuado, o que lhe confere, além do comportamento de aquífero poroso, com porosidade primária baixa a média, um comportamento fissural acentuado, porosidade secundária de fissuras e fraturas, motivo pelo qual se enquadra com mais propriedade como aquífero do tipo misto, com baixa a média favorabilidade hidrogeológica.

7.1.12.1.4 Usos Consuntivos da Água Subterrânea

A região da AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 compreende sistemas de aquíferos com elevado 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, 116 poços tubulares cadastrados na AE pelo Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS (CPRM, 2019) (Tabela 44).

Tabela 44 - Localização e natureza dos poços tubulares da AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2

Nº Ponto	Coordenada		Localidade	Ne (m)	Nd (m)	Vazão Estabilização (m³/h)
	UTM (E)	UTM (N)				
3100022251	682.800	7.823.207	Presídio	3.79	105.8	2.41
3100003640	684.123	7.823.974	Sede Campestre/Sind. Metabase	5.4	53.84	2
3100003637	683.779	7.824.583	Hotel Chácara	-	-	-
3100003641	684.149	7.825.033	Sede Campestre/Sind. dos Rod.	14.1	53.8	4
3100003638	681.609	7.826.435	Mina da Conceição	22.83	138	49
3100003630	684.837	7.827.890	Areião	27	43	22
3100003632	684.328	7.829.157	Bairro Pará – Três Fontes	22.11	86.75	110
3100003631	684.324	7.829.220	Bairro Pará – Três Fontes	1	53.96	123.1
3100002297	685.581	7.829.150	Itabira	6	41	5.28
3100002298	685.528	7.829.239	Itabira	50.8	53	6.89
3100002299	685.406	7.829.362	Itabira	35	36	12.18
3100002300	685.317	7.829.461	Itabira	1.4	24	9.36
3100002301	685.294	7.829.610	Itabira	7	34.5	29.94
3100003633	686.495	7.831.548	Biquinha	17.1	63	4.1
3100003635	690.133	7.834.343	Cond. Quintas da Rainha	-	-	-
3100004704	662.432	7.823.746	Estiva	0	55.09	3.02
3100002296	664.284	7.830.255	Ipoema	1.05	31.75	5.91
3100003634	671.427	7.838.139	Campo de Gordura	3.65	38.61	3.5
3100003596	651.928	7.817.684	Granja Oreb	-	-	-
3100002383	646.874	7.817.433	Posto Varanda	-	-	-
3100003598	649.356	7.818.719	Nova Aparecida	4.31	69.8	5.51
3100002384	648.848	7.818.698	Vila Nova Aparecida	3	31	6
3100006388	648.467	7.819.248	Nova Aparecida	-	-	-
3100003599	648.022	7.822.402	Nova União	4	58.48	5.51
3100003600	648.128	7.822.974	Nova União	0	62	5.3
3100003597	644.191	7.823.460	Hotel Faz. Cach. do Pinhal	-	-	-
3100007034	642.815	7.825.619	Campo dos Coelho	2.8	31.5	28.8
3100003618	637.823	7.824.742	Taquaraçu de Minas	-	-	-
3100003617	637.442	7.824.975	Taquaraçu de Minas	11.35	33	11.23
3100007033	636.257	7.824.890	Taquaraçu de Minas	-	-	-
3100019398	638.014	7.828.125	Bairro Novo Horizonte	-	-	-
3100019397	628.863	7.822.513	Engenho	1.9	52.5	26.64
3100019394	628.776	7.822.606	Sede	9.6	28.5	17.46
3100019399	628.717	7.822.606	Engenho	-	-	-
3100019395	628.804	7.822.697	Sede	9.3	39.55	9.83
3100022474	628.925	7.822.909	Engenho	68.45	72.87	7.2
3100022475	629.394	7.823.186	Engenho	-	-	-
3100018635	624.764	7.835.883	Boa Vista	-	-	-
3100018636	624.997	7.836.035	Boa Vista	-	-	-
3100018632	625.024	7.836.128	Boa Vista	4.95	97.97	3.42
3100018631	625.026	7.836.190	Boa Vista	4.3	83.19	8.46
3100018633	625.606	7.836.060	Boa Vista	4.7	39.65	31.32
3100022260	633.484	7.840.948	Sede	-	-	-
3100003594	632.135	7.841.149	Jaboticatubas	1.75	15.19	15.4
3100018630	631.915	7.841.303	Sede	-	-	-
3100018629	631.973	7.841.401	Sede	1.75	15.19	42.34
3100002305	631.915	7.841.398	Jaboticatubas	-	-	8
3100002306	631.858	7.841.429	Jaboticatubas	-	-	7
3100002307	631.829	7.841.461	Jaboticatubas	-	-	7
3100022263	631.216	7.841.496	Sede	1.47	73.34	12.63
3100018634	631.684	7.841.828	Sede	-	-	-

Nº Ponto	Coordenada		Localidade	Ne (m)	Nd (m)	Vazão Estabilização (m³/h)
	UTM (E)	UTM (N)				
3100022261	631.250	7.842.231	Sede	1.22	69.75	13.32
3100022262	631.074	7.842.389	Sede	-	-	-
3100005654	632.036	7.842.381	Jaboticatubas	-	-	-
3100005655	631.980	7.842.380	Jaboticatubas	3.18	65.56	4.28
3100005653	631.980	7.842.411	Jaboticatubas	-	-	-
3100005652	632.010	7.842.440	Jaboticatubas	2.38	49.78	4.93
3100005651	632.040	7.842.440	Jaboticatubas	-	-	-
3100002309	624.123	7.843.391	São Sebastião de Campinho	-	-	-
3100002302	623.744	7.850.222	Almeida	12.55	-	5.8
3100002303	623.591	7.850.463	Almeida	5	42	23
3100002304	613.666	7.850.856	Campo Alegre	-	-	-
3100002310	631.254	7.861.842	Vargem Grande	-	-	-
3100002308	627.848	7.861.313	Joana	-	-	-
3100001582	619.050	7.861.974	Vila Amanda	-	-	30
3100018707	611.373	7.862.261	São Vicente	-	-	-
3100020707	611.344	7.862.327	São Vicente	4.95	8.02	31.32
3100018706	612.247	7.863.058	São Vicente	5.1	70.59	12.64
3100001581	613.808	7.863.713	São Vicente	-	-	2.44
3100001580	613.811	7.863.779	São Vicente	-	-	1.44
3100018705	610.577	7.866.459	Sede	2.18	75.83	11.05
3100018703	609.994	7.866.503	Sede	7	47.78	21.82
3100018708	610.001	7.866.576	Sede	16.8	46.84	25.7
3100018704	609.941	7.866.810	Sede	3.8	32.47	55.73
3100018709	610.060	7.867.178	Sede	1.7	41.89	37.91
3100001579	610.328	7.867.488	Baldim	0	-	-
3100002314	601.561	7.874.934	Jequitibá	8	11	6
3100021516	617.436	7.879.067	Raíz	2.16	50.99	24.01
3100020141	607.488	7.880.337	Onça	7.8	114.98	2.376
3100002316	606.853	7.884.094	Onça	-	-	-
3100002311	599.921	7.884.147	Calabouço	-	-	-
3100021277	617.582	7.890.947	Formigueiro	0.56	95.65	3.564
3100002506	608.692	7.893.288	Tibuna	-	-	-
3100022719	600.318	7.897.432	Sede	10.17	62.49	11.27
3100002503	601.295	7.898.319	Santana de Pirapama	0	25.5	10
3100002504	601.159	7.898.449	Santana do Pirapama	-	-	4
3100002505	601.101	7.898.534	Santana do Pirapama	-	-	4.5
3100002473	603.659	7.926.501	Faz. Do Barreirinho	-	-	-
3100002471	600.167	7.930.258	Faz. Bálamo	-	-	-
3100002474	600.146	7.931.798	Faz. Poções	28	60	9.5
3100002475	600.156	7.932.095	Faz. Poções	-	-	-
3100002477	601.990	7.939.502	Paraúna de Cima	-	-	-
3100019067	600.062	7.939.049	Sede	7.73	83.55	7.99
3100019066	599.342	7.939.083	Sede	4.25	43.16	30
3100006611	596.681	7.937.592	Pres. Juscelino	5.3	30.55	35.96
3100006610	596.653	7.937.623	Pres. Juscelino	3.68	27.47	46.83
3100002472	596.682	7.937.651	Faz. Coroadó	-	-	-
3100018115	600.660	7.947.967	Caatinga	-	-	-
3100002510	596.691	7.948.695	Lameirão de Paraúna	-	-	-
3100006613	589.746	7.952.664	Capão	-	-	-
3100002209	582.668	7.950.746	Várzea de Cima	18.17	29.65	9.93
3100002187	584.388	7.948.761	Faz. Santa Mônica	18	30	12
3100017947	584.719	7.943.403	Saco da Manga	25.53	47.74	5.87
3100017948	585.976	7.937.516	Saco do Garrote	25.65	41.93	5.87

Nº Ponto	Coordenada		Localidade	Ne (m)	Nd (m)	Vazão Estabilização (m³/h)
	UTM (E)	UTM (N)				
3100002476	586.042	7.934.077	Faz. Retiro Petrópolis	-	-	12
3100021278	622.442	7.894.204	Santa Bárbara	0.87	102.96	2.412
3100002508	635.010	7.880.380	Santana do Riacho	-	-	-
3100022720	633.158	7.877.932	Mangabeiras	-	-	-
3100022721	631.504	7.875.485	Mangabeiras	-	-	-
3100002507	641.779	7.859.906	Cardeal Mota	-	-	-
3100019090	643.210	7.861.147	Serra do Cipó	6.14	74.4	-
3100020002	643.091	7.861.313	Serra do Cipó	-	-	-
3100019088	643.298	7.861.535	Serra do Cipó	0.48	39.97	-
3100021283	643.469	7.861.512	Serra do Cipó	0	15.94	34.272
3100019089	644.089	7.861.751	Serra do Cipó	-	-	-
3100020001	648.504	7.861.532	Serra do Cipó	-	-	-

Fonte: CPRM, (2018)

7.1.12.2 Área Diretamente Afetada

Assim como a AE, a ADA da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2, localiza-se no divisor entre duas Províncias Hidrogeológicas, a São Francisco e a Escudo Oriental. Os três domínios hidrogeológicos que compõem a AE, também constituem a ADA, mantendo as mesmas características e particularidades anteriormente descritas.

Na ADA, o Domínio Cárstico ocorre de forma restrita na porção extremo norte da área, englobando a Subestação de Presidente Juscelino, associado aos litotipos da Formação Lagoa do Jacaré, condicionando sistemas aquíferos de elevada heterogeneidade e anisotropia.

O Domínio Fissural/Fraturado ocorre de forma restrita, concentrando-se nas porções extremo sul e sudeste da ADA, englobando a Subestação de Itabira, associado aos litotipos cristalinos do Complexo Belo Horizonte e da Suíte Borrachudos. O potencial destes sistemas aquíferos é vinculado à abertura, densidade e interconexão das fraturas.

Na ADA, o Domínio Poroso Fraturado é o mais representativo, ocorrendo de maneira ampla e contínua, associado aos litotipos da Formação Sopa-Brumadinho, Galho do Miguel, e principalmente pelas rochas da Formação Serra de Santa Helena.

Devido à ausência de poços tubulares cadastrados no projeto SIAGAS do Serviço Geológico do Brasil – CPRM bem como redes de monitoramento, a apresentação, caracterização e mapeamento da piezometria dos aquíferos na ADA ficam limitadas. Por este fato, os dados primários levantados e apresentados a seguir são de poços inseridos na ADA da LT 500kV SE

Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 (Figura 131 e Tabela 45). Consta-se que o principal uso da água subterrânea é para consumo humano e dessedentação animal.



Figura 131 - Poços tubulares na ADA da LT

Tabela 45 - Poços diagnosticados na ADA da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2

Poços	Coordenadas		Proprietário	Natureza
	UTM (E)	UTM (N)		
1	616.527	7.899.044	Raimunda Rodrigues Costa	Cisterna
2	619.445	7.895.124	Espólio de Izaltina José da Silva	Cisterna
3	632.703	7.868.522	Espólio de João Moreira	Cisterna
4	636.219	7.858.607	Alison Morsi	Poço Artesiano

Não são previstos impactos sobre corpos d'água subterrâneos, visto que as fundações das torres autoportantes variam em média até 3 metros e as estaiadas entre 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.

7.1.13 Considerações Finais do Meio Físico

A AE da LT 500kV SE Presidente Juscelino – SE Itabira 5, C2 está inserida no contexto climatológico da região sudeste do Brasil, submetida, majoritariamente, a um clima subtropical úmido do tipo Cwa, caracterizado por inverno seco e verão quente, 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 a implantação e operação do empreendimento, contudo medidas preventivas

no sentido de criar mecanismos de proteção à incidência de descargas, 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 sedimentares do Supergrupo São Francisco, composta por arenitos, siltitos, argilitos e calcários, favorecendo a ocorrência majoritária da classe pedológica designada como argissolos.

Condicionado pela constituição litológica e pedológica, o relevo onde a LT está projetada para ser implantada caracteriza-se 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, da qual 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 às porções de terreno cuja fragilidade e vulnerabilidade são altas, principalmente nas porções sul e sudeste 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 com declividades acentuadas e áreas cársticas, devem ser considerados cuidados específicos para não deflagrarem processos erosivos, por consequência causar estrangulamento de cursos d'água, 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 apresenta nenhum problema de interferência com os patrimônios espeleológicos e paleontológicos que possam dar causa a dificuldades para o empreendedor. Apesar do elevado 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.

No tocante aos recursos hídricos, trata-se de uma região de alta disponibilidade hídrica. Diagnosticou-se que a LT irá transpor o total de 248 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.

