

Sumário

6 -	Diagnóstico Ambiental das Áreas de Influência da Alternativa Seleccionada.....	1
6.1 -	Definição das Áreas de Influência	1
6.1.1 -	Área de Influência Indireta – All	1
6.1.2 -	Área de Influência Direta – AID	3
6.2 -	Meio Físico	7
6.2.1 -	Meteorologia e Climatologia.....	7
6.2.2 -	Nível de Ruído	43
6.2.3 -	Recursos Hídricos.....	95
6.2.4 -	Estudos Geológicos / Geomorfológicos / Geotécnicos	135
6.2.5 -	Paleontologia.....	224
6.2.6 -	Pedologia	232
6.2.7 -	Espeleologia	265
6.2.8 -	Recursos Minerais	310

Índice de Figuras

Figura 6.1-1	Área de Influência Indireta/All dos Meios Físico e Biótico.	2
Figura 6.1-2	Área de Influência Indireta/All do meio socioeconômico.....	3
Figura 6.1-3	Área de Influência Direta/AID dos Meios Físico e Biótico.....	5
Figura 6.1-4	Área de Influência Direta/AID do Meio Socioeconômico.	6
Figura 6.2-1	Mesorregião do Sudoeste Paraense.	8
Figura 6.2-2	Mesorregião do Sudeste Paraense.	9
Figura 6.2-3	Mesorregião Ocidental do Tocantins.....	10
Figura 6.2-4	Topografia do estado do Pará. A LT está representada pela linha vermelha.....	11
Figura 6.2-5	Topografia do estado do Tocantins. A LT está representada pela linha vermelha.	11
Figura 6.2-6	Localização das estações meteorológicas em relação às Linhas de Transmissão.	14

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas*Estudo de Impacto Ambiental - EIA*

Figura 6.2-7–Médias climatológicas da precipitação anual (média 1978-2008) representativas das mesorregiões do Pará. Unidade: mm.	24
Figura 6.2-8–Médias climatológicas da precipitação sazonal (média 1978-2008) representativas das mesorregiões do Pará para as estações de inverno (INV – JJA), primavera (PRI – SON), verão (VER – DJF) e outono (OUT – MAM). Unidade: mm.....	24
Figura 6.2-9–Médias climatológicas da precipitação mensal (média 1978-2008) representativas das mesorregiões do Pará para os meses de janeiro a dezembro. Unidade: mm.....	25
Figura 6.2-10– Histograma dos totais médios mensais da precipitação pluviométrica de 43 estações pluviométricas espalhadas no estado do Tocantins, referente ao período de 30 anos (1977 a 2006).	26
Figura 6.2-11- Mensais da precipitação pluviométrica de 43 estações pluviométricas espalhadas no estado do Tocantins, referente ao período de 30 anos (1977 a 2006).	26
Figura 6.2-12 - Atividade de relâmpagos entre os anos de 1961 e 1970 para as estações do ano (a) verão, (b) outono, (c) inverno e (d) primavera.	29
Figura 6.2-13- Mapa de curvas isoceráunicas – Brasil. Retângulo em vermelho demarca a área do empreendimento.....	30
Figura 6.2-14 - Localização dos pontos de monitoramento de ruído no entorno da Subestação Miracema - área prevista para canteiro de obras e área de ampliação da SE.....	60
Figura 6.2-15 - Localização dos pontos de monitoramento de ruído nos limites da Subestação a ser construída em Parauapebas.....	61
Figura 6.2-16 - Localização do ponto de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão PMR LT 1 (traçado da LT na cor vermelha).....	62
Figura 6.2-17 - Localização do ponto de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão PMR LT 2 (traçado da LT na cor vermelha).....	63
Figura 6.2-18 - Localização do ponto de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão PMR LT 3 (traçado da LT na cor vermelha).....	64
Figura 6.2-19 - Localização do ponto de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão PMR LT 4 (traçado da LT na cor vermelha).....	65
Figura 6.2-20 - Localização do ponto de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão PMR LT 5 (traçado da LT na cor vermelha).....	66
Figura 6.2-21 - Localização do ponto de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão PMR LT 6 (traçado da LT na cor vermelha).....	67

Figura 6.2-22 - Localização do ponto de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão PMR LT 7 (traçado da LT na cor vermelha).	68
Figura 6.2-23 - Localização do ponto de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão PMR LT 8 (traçado da LT na cor vermelha).	69
Figura 6.2-24 - Localização do ponto de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão PMR LT 9 (traçado da LT na cor vermelha).	70
Figura 6.2-25 - Principais bacias hidrográficas interceptadas pelo empreendimento (Ottobacias Nível 1).	101
Figura 6.2-26 - Principais sub-bacias hidrográficas que serão interceptadas pelo empreendimento (Ottobacias Nível 2).	103
Figura 6.2-27 – Corpos hídricos identificados ao longo do empreendimento. ...	107
Figura 6.2-28 – Classificação da ordem dos rios segundo o Modelo de Strahler (TUCCI, 1993).....	110
Figura 6.2-29 - Classificação do Igarapé Pilão, no município de Anapu/PA, no ponto que intercepta-se com a Linha de Transmissão.	111
Figura 6.2-30 - Classificação do Rio do Lontra em local próximo a Linha de Transmissão.....	112
Figura 6.2-31 - Localização das estações hidrométricas e pluviométricas na região do entorno das LTs.....	114
Figura 6.2-32 - Perfil transversal da seção de medição no rio Pacajá.....	121
Figura 6.2-33 - Curva Chave da estação 19985000 rio Pacajás.	121
Figura 6.2-34 - Curva Chave da estação 29100000 rio Itacaiúnas.....	123
Figura 6.2-35 - Curva Chave da estação 27550000 rio Jenipapo.....	124
Figura 6.2-36 - Curva Chave – Estação 22500000 Miracema do Tocantins – Rio Tocantins.....	125
Figura 6.2-37. Curva Chave- Estação 27530000 Bernardo Sayão – Rio das Cunhãs.....	126
Figura 6.2-38 - Isolinhas de capacidade erosiva das chuvas (K) em MJ/ha (mm/h).	129
Figura 6.2-39 – Altimetria ao longo do traçado, nos municípios interceptados pelas linhas de transmissão.	133
Figura 6.2-40 - Perfil de crosta laterítica imatura.....	138
Figura 6.2-41 – Crosta laterítica imatura. A e B) afloramento em lajeados. C e D) diferentes cores e texturas, variando em tons de roxo e vermelho.	139

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA

- Figura 6.2-42 – Grupo Itapecuru. A e B) afloramentos em lajeado e barrancos na beira da estrada. C e D) pelitos com colorações variando em tons de branco e vermelho e laminação plano-paralela. E e F) conglomerados polimíticos com clastos predominantemente subarredondados.141
- Figura 6.2-43 – Formação Rio das Barreiras. A) afloramento em lajeado. B) siltito com laminação plano-paralela. C) arenitos avermelhados. D) detalhe textura e coloração dos arenitos.....142
- Figura 6.2-44 – Bacia do Amazonas. A, C e E) afloramentos em lajeados e calhas de estrada. B) siltitos maciços. D) detalhe para laminação plano paralela. F) icnofósseis encontrados na área de influência do empreendimento. (UTM/WGS84 429317/9662110)145
- Figura 6.2-45 – Grupo Canindé. A, B e C) afloramentos em cortes de estrada e lajeados. D) laminação plano paralela incipiente. E e F) detalhes nas texturas e cores em tons de branco e vermelho.147
- Figura 6.2-46 – Complexo Serra do Tapa. A, B e C) afloramento em cortes de estrada, barrancos e matacões. D) talco xistos alterados com cores em tons de roxo. E) silexito quartzosos. F) talco xisto verde em fratura fresca, com foliação bem desenvolvida. G) detalhe no aspecto com brilho sedoso.149
- Figura 6.2-47 – Complexo Quatipuru. A e B) afloramentos em matacões e lajeados. C) detalhe na textura com sobressaliência dos níveis feldspáticos. D, E e F) aspectos do bandamento, com foliação milonítica desenvolvida sobre minerais máficos.....151
- Figura 6.2-48 – Formação Xambioá. A e B) afloramentos em cortes de estrada e lajeados. C e D) diferentes aspectos das rochas xistosas, variando em tons de vermelho e branco. E e F) detalhes nas foliações bem desenvolvidas dos xistos e textura fina.153
- Figura 6.2-49 – Formação Couto Magalhães. A, B e C) afloramentos em barrancos e lajeados na beira da estrada. D, E e F) diferentes tipos de xistos, com foliação regular e contínua. G e H) rochas sedimentares com laminação plano paralela.155
- Figura 6.2-50 – Granodiorito Belo Monte. A e B) afloramentos em matacões e lajeados. C e D) bandamento leucocrático definido por níveis quartzo feldspáticos. E e F) detalhes para texturas equigranulares média e coloração em tons de cinza em fratura fresca.157

Figura 6.2-51- Suíte Intrusiva João Jorge. A e B) afloramentos em lajeados e matacões. C e D) granitóides com colorações variando em tons de cinza claro e cinza escuro. E) foliação incipiente. F) textura equigranular.....	159
Figura 6.2-52 – Complexo Bacajaí. A e B) afloramentos em lajeado. C e D) foliação magmática alternando níveis máficos e níveis félsicos. E e F) detalhes na textura equigranular dos granitoides. G) detalhe textura média dos anfibolitos.	161
Figura 6.2-53 – Gabro Santa Inês. A) campo de blocos e matacões. B) detalhe na textura fina com cristais marrons mais desenvolvidos.	162
Figura 6.2-54 – Complexo Aruanã. A e B) afloramento em lajeados e matacões. C e D) detalhe no bandamento marcado pelos níveis de máficos. E) milonitos, com feldspatos formando augens envoltos por agregados estirados de quartzo.	164
Figura 6.2-55 – Ortognaisse Pacajá. A, B e C) afloramentos em campo de matacões, lajeados e corte de estrada respectivamente. D e E) bandamento bem definido pela alternância de níveis félsicos e máficos. F) detalhe na textura com feldspato formando augens. G e H) feições de migmatização.	166
Figura 6.2-56 – Complexo Cajazeiras. A e B) afloramentos em matacões e lajeados. C) aspecto da rocha com coloração rosada. D) detalhe bandamento marcado por níveis félsicos e máficos. E) detalhe na textura de tamanho médio a grosso.....	168
Figura 6.2-57 – Granulito Novolândia. A) afloramento em lajeado. B) termos máficos tendendo a formar formas <i>fish</i> em resposta a deformação dúctil. C) detalhe bandamento alternando níveis máficos e félsicos ricos em feldspatos. D) termos máficos anfibolíticos.	170
Figura 6.2-58 – Grupo Rio Novo. A, B e C) afloramentos em cortes e campo de matacões. D, E e F) detalhes no bandamento variando de centimétrico a milimétrico com colorações em tons de cinza.	172
Figura 6.2-59 – Complexo Xingu. A e B) lajeados e matacões. C) aspecto do bandamento regular e contínuo nos termos máficos. D) detalhe na textura média e coloração escura dos termos anfibolíticos. E) termos félsicos com bandamento descontínuo marcado pelos máficos. F) contatos irregulares e difusos entre termos máficos e félsicos.....	174

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Figura 6.2-60– Granito Serra do Rabo. A e B) afloramento em lajeado e matacão. C e D) textura equigranular média a grossa, com máficos formando agregado.	175
Figura 6.2-61 – Complexo Colméia. A, B e E) afloramentos em lajeados e matações, respectivamente. C, D e F) aspectos do bandamento bem definidos por níveis máficos e félsicos.	177
Figura 6.2-62 - Perfil topográfico 1 (≈ 76 km) da zona de transição entre o Planalto Rebaixado do Baixo Amazonas e a depressão Periférica do Sul do Pará.	189
Figura 6.2-63 - Disposição do perfil topográfico 1 em relação a área de estudo.	189
Figura 6.2-64 - Perfil topográfico 2 (≈ 183 km) na zona onde interrupção da Depressão Periférica do Sul do Pará pelo Planalto Dissecado do Sul do Pará.	190
Figura 6.2-65 - Disposição do perfil topográfico 2 em relação a área de estudo.	190
Figura 6.2-66 - Perfil topográfico 3 (≈ 356 km) da zona de transição entre a Depressão Periférica do Sul do Pará e a Depressão Ortoclinal do Médio Tocantins.	191
Figura 6.2-67 - Disposição do Perfil 3 topográfico em relação a área de estudo.	191
Figura 6.2-68. Formas de dissecação de topo convexo e aguçado do Planalto Rebaixado do Baixo Amazonas. Registro realizado na margem direita do Rio Xingu no município de Anapu/PA.	193
Figura 6.2-69. Forma de dissecação de topo tabular do Planalto Rebaixado do Baixo Amazonas.	193
Figura 6.2-70. Formas de dissecação com topos convexos e aguçados da Depressão Periférica do Sul do Pará (Planaltos Residuais do Sul da Amazônia segundo IBGE/2006).	194
Figura 6.2-71. Alternância entre formas de dissecação com topos aguçados e aplainados na Depressão Periférica do Sul do Pará.	195
Figura 6.2-72. Superfícies pediplanas da Depressão Periférica do Sul do Pará.	196
Figura 6.2-73. Formas de dissecação com topos aguçados predominantes nas zonas de contato entre Depressão Periférica do Sul do Pará e o Planalto Dissecado do Sul do Pará.	196

Figura 6.2-74. Superfícies pediplanas da Depressão Periférica do Sul do Pará ao longo da rodovia PA150 (Depressão do Baixo Rio Araguaia, descrita no mapeamento IBGE/2006).....	197
Figura 6.2-75. Superfície colinosa da Depressão Periférica do Sul do Pará (Depressão do Baixo Rio Araguaia) limitada pela Serra do Estrondo (ao fundo).....	198
Figura 6.2-76. Dissecação em colinas de rochas Pré-Cambrianas da Depressão Periférica do Sul do Pará (Patamar de Marabá).....	198
Figura 6.2-77. Relevo com dissecação em ravinas e cristas no Planalto Dissecado do Sul do Pará.....	199
Figura 6.2-78. Serra do Estrondo na Depressão Ortoclinal do Médio Tocantins.....	200
Figura 6.2-79. Formas tabulares de dissecação da Depressão Ortoclinal do Médio Tocantins.....	201
Figura 6.2-80 - Superfície pediplana de baixa suscetibilidade à erosão.	205
Figura 6.2-81. Morros em crista com alta suscetibilidade à erosão.	205
Figura 6.2-82. Zona com tendência ao deslizamento de rochas na Serra do Sereno	208
Figura 6.2-83 – Depósitos aluvionares. A e B) Depósitos aluvionares com arenitos muito finos e siltitos, com níveis de cascalhos de até 1cm. C) Níveis cascalhosos em depósitos aluvionares arenosos. Coordenadas UTM/WGS84 - 22S. A e B) 730990E/9120847N C) 611819E/9382474N.....	216
Figura 6.2-84 – Diferentes aspectos dos depósitos de crosta laterítica. A e B) crosta laterítica muito dura com sulcos irregulares e descontínuos. C e D) Crosta laterítica alterada de coloração vermelha. Coordenadas UTM/WGS84 - 22S. A e B) 444613E/9647422N e C e D) 686770E/9198668N.....	217
Figura 6.2-85 – Grupo Rio Novo e Formação Couto Magalhães. A) Relevo montanhoso com grade exposição de blocos e rochas. B) Zoom mostrando a disposição dos blocos desconfinados, com alto risco para queda dos mesmos. C) Afloramento em corte de estrada. D) Interseções entre planos de fratura condicionando a formação de blocos suscetíveis a quedas. Coordenadas UTM/WGS84 - 22S. A e B) 646964E/9344672N e C e D) 669470E/9338263N.....	219

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Figura 6.2-86 – Complexo Xingu e Complexo Colméia. A) Corte em um morro com exposição de blocos desconfinados com alto potencial para queda de blocos e deslizamentos. B) Planos de fratura com orientações variadas. C) Aspecto de um afloramento com diversos planos de fratura evidentes. Coordenadas UTM/WGS84 - 22S A) 754291E/9049230N, B) 663435E/9228522N e C) 655342E/9303403N	220
Figura 6.2-87 – Planície de inundação fluvial, com nível d’água atingindo as estradas. Foto tirada em 08/03/2014. Coordenada UTM/WGS84 - 22s 679632E/9226826N.....	224
Figura 6.2-88 - a,b,c e d) exemplares de <i>Rusophycus polonica</i> encontrados próximo ao município de Miranorte/TO. Escala = 1cm.	227
Figura 6.2-89 - Fósseis encontrados em testemunhos do furo SR-01, UHE Belo Monte. A) Lingulídeos. B) Icnofósseis. Extraído de Ponciano (2011).....	229
Figura 6.2-90 - A) afloramento na calha de estrada. B) folhelhos com estratificação plano-pararela. C) lajeado na calha de estrada onde foi encontrado o fóssil. D) vestígios fossilíferos, possivelmente rastros de invertebrados antigos (UTM/WGS84 429317/9662110).....	230
Figura 6.2-91 - Perfil Latossolo Amarelo.....	247
Figura 6.2-92. Latossolo Vermelho Amarelo.....	248
Figura 6.2-93. Latossolo Vermelho.	249
Figura 6.2-94. Perfil Nitossolo Vermelho	250
Figura 6.2-95. Perfil Argissolos Amarelo.....	251
Figura 6.2-96. Corte de estrada mostrando um Argissolo Vermelho-Amarelo.....	252
Figura 6.2-97. Corte de estrada mostrando um Argissolo Vermelho.....	253
Figura 6.2-98. Perfil Chernossolo Háplico.....	254
Figura 6.2-99. Perfil Neossolo Litólico.	255
Figura 6.2-100. Perfil Neossolo Regolítico.	256
Figura 6.2-101. Corte de estrada mostrando um Neossolo Quartzarênico.	257
Figura 6.2-102 - Corte de estrada mostrando um Cambissolo Háplico.	258
Figura 6.2-103 - Pastagem estabelecida em substituição à floresta.....	259
Figura 6.2-104. Área com solo preparado para o estabelecimento de pastagem.....	260

Figura 6.2-105. Área de pastagem bem estabelecida com evidências de erosão linear.....	260
Figura 6.2-106. Área com pastagem mal estabelecida e desenvolvimento de voçorocas.	261
Figura 6.2-107. Área de solo descoberto em função da colheita de milho para silagem.....	262
Figura 6.2-108. Área de cultivo de soja no município de Fortaleza do Tabocão/TO.....	262
Figura 6.2-109. Voçoroca desenvolvendo-se sobre Neossolo Regolítico descoberto.	264
Figura 6.2-110. Aprofundamento de canal de estrada desenvolvendo-se em um Latossolo Vermelho.	264
Figura 6.2-111. Localização da área de estudo.	267
Figura 6.2-112– Representação da área de estudo, buffer de 500m.	271
Figura 6.2-113 – Áreas prospectadas nas campanhas de campo.	273
Figura 6.2-114 – Diferenciação de abrigo e caverna, segundo Chabert & Watson (1981).	275
Figura 6.2-115 – Ponto inicial da cavidade segundo o CECAV/ICMBio.	276
Figura 6.2-116– Contexto geológico regional da área em estudo.	279
Figura 6.2-117 – Contexto geológico das áreas prospectadas.....	280
Figura 6.2-118 – Geomorfologia das áreas prospectadas.....	285
Figura 6.2-119 – Hipsometria das áreas prospectadas.....	286
Figura 6.2-120. Comparação entre o Potencial Espeleológico do CECAV e o Potencial Espeleológico baseado na Litologia da CPRM, 2014.	291
Figura 6.2-121. Potencial espeleológico da área de estudo – 1/2	293
Figura 6.2-122. Potencial espeleológico da área de estudo – 2/2	294
Figura 6.2-123. Caminhamento espeleológico na área de estudo - Áreas 1 a 6	297
Figura 6.2-124. Caminhamento espeleológico na área de estudo – Área 7.	299
Figura 6.2-125. Evolução do caminhamento espeleológico no decorrer das campanhas de campo realizadas.....	301
Figura 6.2-126. Áreas de alto potencial, nos municípios tocantinenses de Rio dos Bois e Guaraí, com relevo plano a suave ondulado (A e B).	

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas*Estudo de Impacto Ambiental - EIA*

Presença da ação antrópica indicado por áreas de cultivo (C). Área de planície de inundação (D).....	304
Figura 6.2-127. Área com potencial alto, no município de Rio dos Bois/TO, para ocorrência de cavernas identificada na terceira campanha de prospecção: litologia aflorante exige busca mais cuidadosa por feições espeleológicas.....	305
Figura 6.2-128. Rocha aflorante identificada na primeira campanha de prospecção no leito do corpo hídrico situado no município de Miracema do Tocantins/TO.....	305
Figura 6.2-129. Rocha aflorante identificada na primeira (A) e segunda (B) campanha de prospecção, localizadas no município de Miracema do Tocantins/TO: feições espeleológicas podem ser mais facilmente encontradas nestas áreas.	306
Figura 6.2-130. Entrada da caverna LTB-02 no município de Fortaleza do Tabocão/TO.	307
Figura 6.2-131. Entrada da caverna LTB-03 situada no município tocantinense de Fortaleza do Tabocão.....	308
Figura 6.2-132. Entrada da caverna LTB-05 localizada na área rural do município paraense de Curionópolis.....	308
Figura 6.2-133. Cavernas localizadas na AID e All do meio físico e biótico.....	309
Figura 6.2-134 – Distribuição dos processos minerários, em relação ao número de ocorrências.....	312
Figura 6.2-135 – Distribuição dos processos minerários, em relação as substâncias e suas abundâncias relativas.....	313

Índice de Tabelas

Tabela 6.2-1– Estações meteorológicas convencionais do INMET instaladas nas proximidades do empreendimento.	13
Tabela 6.2-2 - Nível Ceráunico no Brasil.	31
Tabela 6.2-3 - Normais climatológicas (1961-1990) de Precipitação Acumulada Média Mensal e Anual.....	32
Tabela 6.2-4 - Normais climatológicas (1961-1990) de Temperatura do Ar Média Mensal e Anual.....	32
Tabela 6.2-5 - Normais climatológicas (1961-1990) de Intensidade do Vento Média Mensal e Anual.....	33
Tabela 6.2-6 - Normais climatológicas (1961-1990) de Direção Predominante do Vento Mensal e Anual.	34
Tabela 6.2-7- Normais climatológicas (1961-1990) de Umidade Relativa do Ar Média Mensal e Anual.	34
Tabela 6.2-8- Normais climatológicas (1961-1990) de Pressão Atmosférica Média Mensal e Anual.....	35
Tabela 6.2-9- Normais climatológicas (1961-1990) de Insolação Total Média Mensal e Anual.	36
Tabela 6.2-10- Resultados de medição durante período diurno - Pontos de monitoramento nas Subestações.	72
Tabela 6.2-11 - Resultados de medição durante período diurno - Pontos de Monitoramento em Áreas Potenciais para a Instalação de Canteiros de Obra.	72
Tabela 6.2-12 - Resultados de medição durante período noturno - Pontos de Monitoramento em Áreas Potenciais para a Instalação de Canteiros de Obra.....	81
Tabela 6.2-13 - Resultados de medição durante período diurno - Pontos de monitoramento no traçado das LT's.	87
Tabela 6.2-14 - Resumo das unidades geológicas presentes na AID e AII do empreendimento.	184
Tabela 6.2-15. Graus de Suscetibilidade à Erosão.	206
Tabela 6.2-16 - Vulnerabilidade Geológica-Geotécnica.	214
Tabela 6.2-17 - Unidades Geológicas-Geotécnicas e suas Características.	221

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas*Estudo de Impacto Ambiental - EIA*

Tabela 6.2-18 Resumo das unidades encontradas na área do empreendimento, litologias, idade, local de ocorrência e potencial fossilífero associado.	231
Tabela 6.2-19- Pontos registrados no trabalho de campo, localizados na Área de Estudo das Linhas de Transmissão.	235
Tabela 6.2-20 - Síntese da coluna estratigráfica das áreas prospectadas.	281
Tabela 6.2-21. Localização e espeleometria aproximada das cavernas situadas na área do entorno da AE do presente estudo.	307
Tabela 6.2-22 - Processos minerários inseridos na AID das LTs.....	314
Tabela 6.2-23 - Relação entre os processos que podem gerar interferência e a localização dos mesmos na AID do empreendimento.	324

Índice de Quadros

Quadro 6.2-1–Escalas dos sistemas meteorológicos.	12
Quadro 6.2-2 - Pontos nos limites das Subestações (ampliadas e nova) das LT's 500 kV Xingu - Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas - Miracema C1 e C2 e LT 500 kV Parauapebas - Itacaiúnas.	48
Quadro 6.2-3 - Pontos nas Áreas Potenciais para Instalação de Canteiros de Obra da ATE XXI.	49
Quadro 6.2-4 - Pontos no traçado da Linha de Transmissão da ATE XXI	58
Quadro 6.2-5- Nível de Critério de Avaliação (NCA) para ambientes externos, em dB(A).....	70
Quadro 6.2-6 – Estações fluviométricas presentes na área de entorno das LT's.....	115
Quadro 6.2-7 - Estações Fluviométricas consideradas para o presente estudo.	117
Quadro 6.2-8 – Estações pluviométricas presentes na área do entorno das LT's.....	117
Quadro 6.2-9 – Estações pluviométricas selecionadas para o estudo.	126
Quadro 6.2-10 - Hierarquia de vulnerabilidade x Unidade de solo.	211
Quadro 6.2-11 - Hierarquia de vulnerabilidade x gradiente textural.....	211
Quadro 6.2-12 - Hierarquia de vulnerabilidade x declividade do terreno.....	211

Quadro 6.2-13 - Matriz de tabulação entre as unidades de solo e a textura.	212
Quadro 6.2-14 - Matriz de tabulação entre os agrupamentos e declividade.	213
Quadro 6.2-15 - Unidades pedológicas de mapeamento.	244
Quadro 6.2-16– Potencialidade de ocorrência de cavernas na área de estudo baseada na litologia.	289
Quadro 6.2-17– Área ocupada e porcentagem por classes de potencial espeleológico.	290
Quadro 6.2-18 – Detalhamento das campanhas de campo.....	295
Quadro 6.2-19. Estatística geral dos caminhamentos.....	303
Quadro 6.2-20. Estatística das campanhas de campo.	303

6 - Diagnóstico Ambiental das Áreas de Influência da Alternativa Selecionada

6.1 - Definição das Áreas de Influência

Para a definição das áreas de influência foram observadas as diretrizes da Portaria nº 421 de 26 de outubro de 2011, Portaria nº 419 de 26 de outubro 2011 e demais legislações pertinentes, Termo de Referência para elaboração do EIA/RIMA emitido pelo IBAMA em 02 de setembro de 2013 bem como as características preliminares das áreas de estudo, como os empreendimentos existentes, o uso e ocupação do solo, programas e projetos previstos, em andamento ou já desenvolvidos.

Desta forma, foram definidas no âmbito do presente Estudo de Impacto Ambiental (EIA) as seguintes áreas de influência, cuja espacialização pode ser visualizada no Mapa das Áreas de Influência (Apêndice 6.1).

6.1.1 - Área de Influência Indireta – All

A Área de Influência Indireta (All) consiste na área potencialmente afetada indiretamente pelos impactos da implantação e operação do empreendimento, abrangendo os ecossistemas e o sistema socioeconômico.

Para o empreendimento em estudo, considerando os Meios Físico e Biótico, a All foi definida como uma faixa de 5 km para ambos os lados do traçado do empreendimento, totalizando uma área de 9.728,7 km², cuja espacialização pode ser visualizada na Figura 6.1-1.

Para o Meio Socioeconômico, a All foi definida como a área territorial dos municípios interceptados pelo empreendimento. A All do meio antrópico pode ser visualizada na Figura 6.1-2 a seguir e totaliza uma área de 97.535,2 km².

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

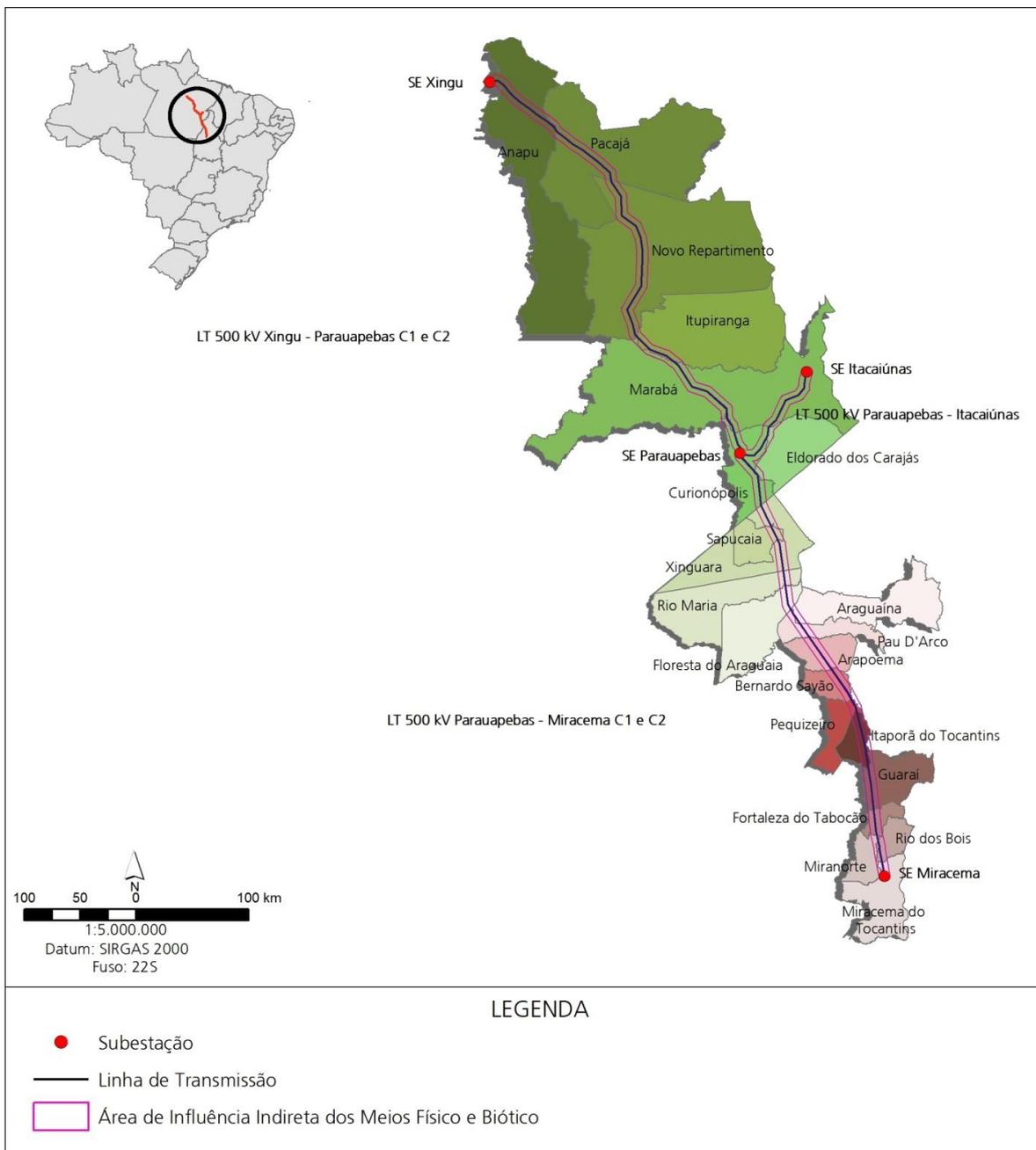


Figura 6.1-1 Área de Influência Indireta/All dos Meios Físico e Biótico.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

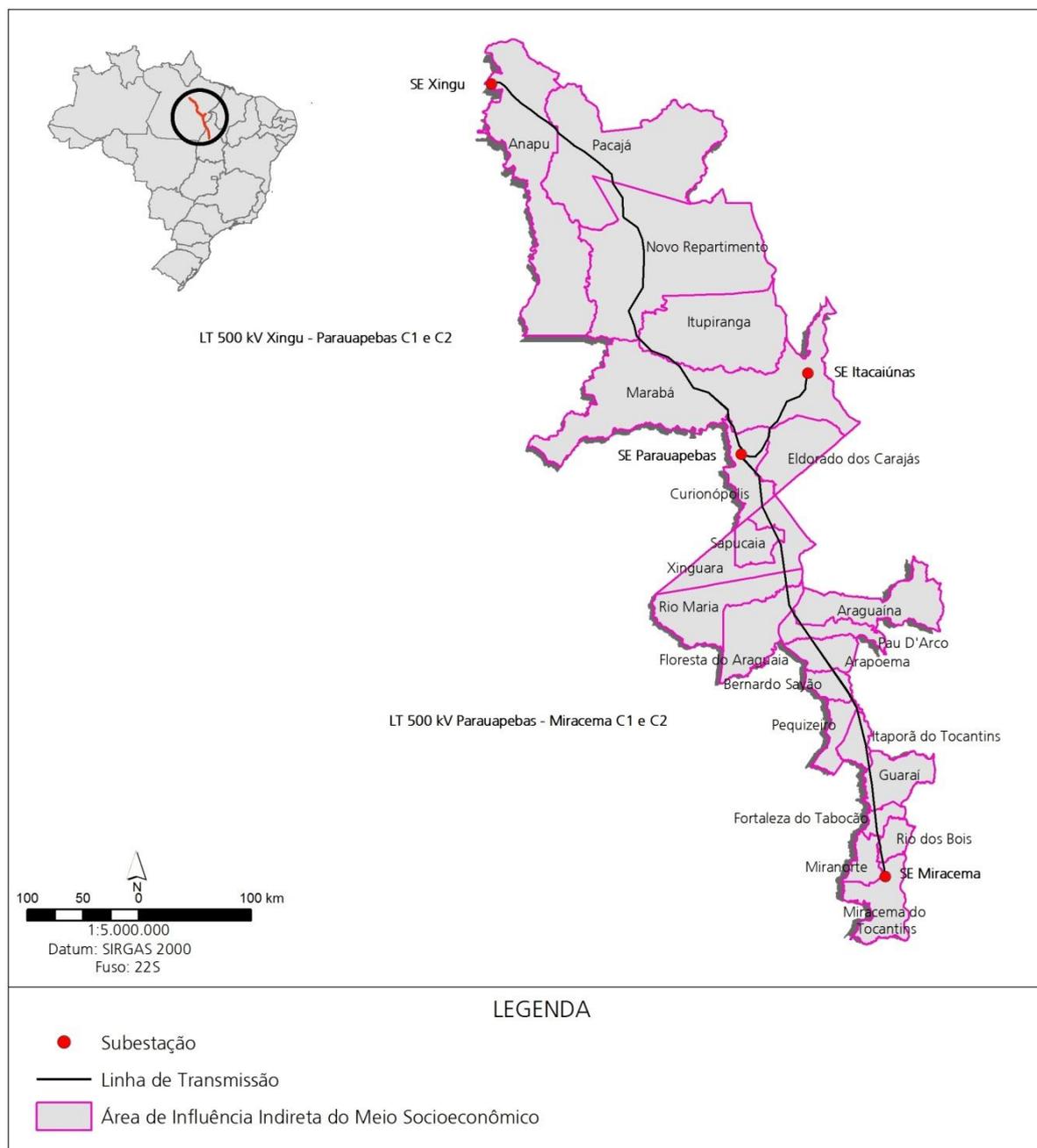


Figura 6.1-2 Área de Influência Indireta/AII do meio socioeconômico.

6.1.2 - Área de Influência Direta – AID

A Área de Influência Direta (AID) consiste na área sujeita aos impactos diretos da implantação e operação do empreendimento, considerando as características sociais, econômicas, físicas e biológicas dos sistemas a serem estudados e das particularidades do empreendimento.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Conforme especificado no Termo de Referência (TR), a AID é aquela cuja incidência dos impactos da implantação e operação do empreendimento ocorre de forma direta sobre os recursos ambientais, modificando a sua qualidade ou diminuindo seu potencial de conservação ou aproveitamento.

Para sua delimitação, foram considerados: o traçado das linhas de transmissão e suas faixas de servidão, as áreas de implantação das subestações e seu entorno; as áreas destinadas aos canteiros de obras; as áreas onde serão abertos novos acessos; e outras áreas que sofrerão alterações decorrentes da ação direta do empreendimento.

Para a delimitação da AID do Meio Físico e Biótico, foi gerado um buffer de 500 metros para cada lado das diretrizes do traçado do empreendimento, contemplando as Subestações: SE Xingu, SE Parauapebas, SE Miracema e SE Itacaiúnas. Desta forma, a AID do empreendimento compreende uma área total de 1016,1 km².

Para o Meio Socioeconômico, a AID foi gerado um buffer de 5 km, perfazendo 2,5 km para cada lado da diretriz das linhas de transmissão, totalizando uma área total de 4882,3 km².

A Figura 6.1-3 e Figura 6.1-4, a seguir, apresentam a espacialização da AID definida para o empreendimento.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA

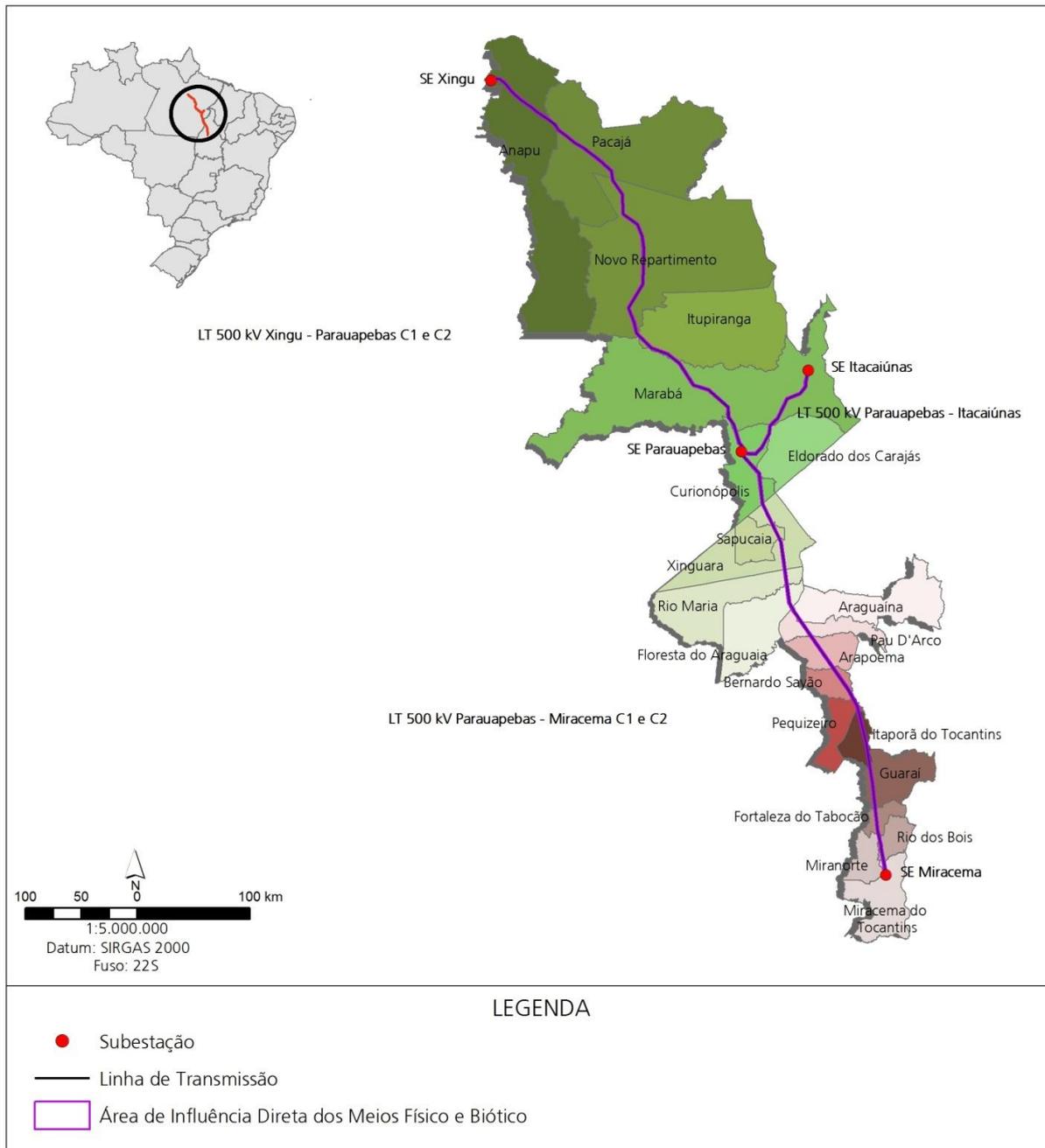


Figura 6.1-3 Área de Influência Direta/AID dos Meios Físico e Biótico.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

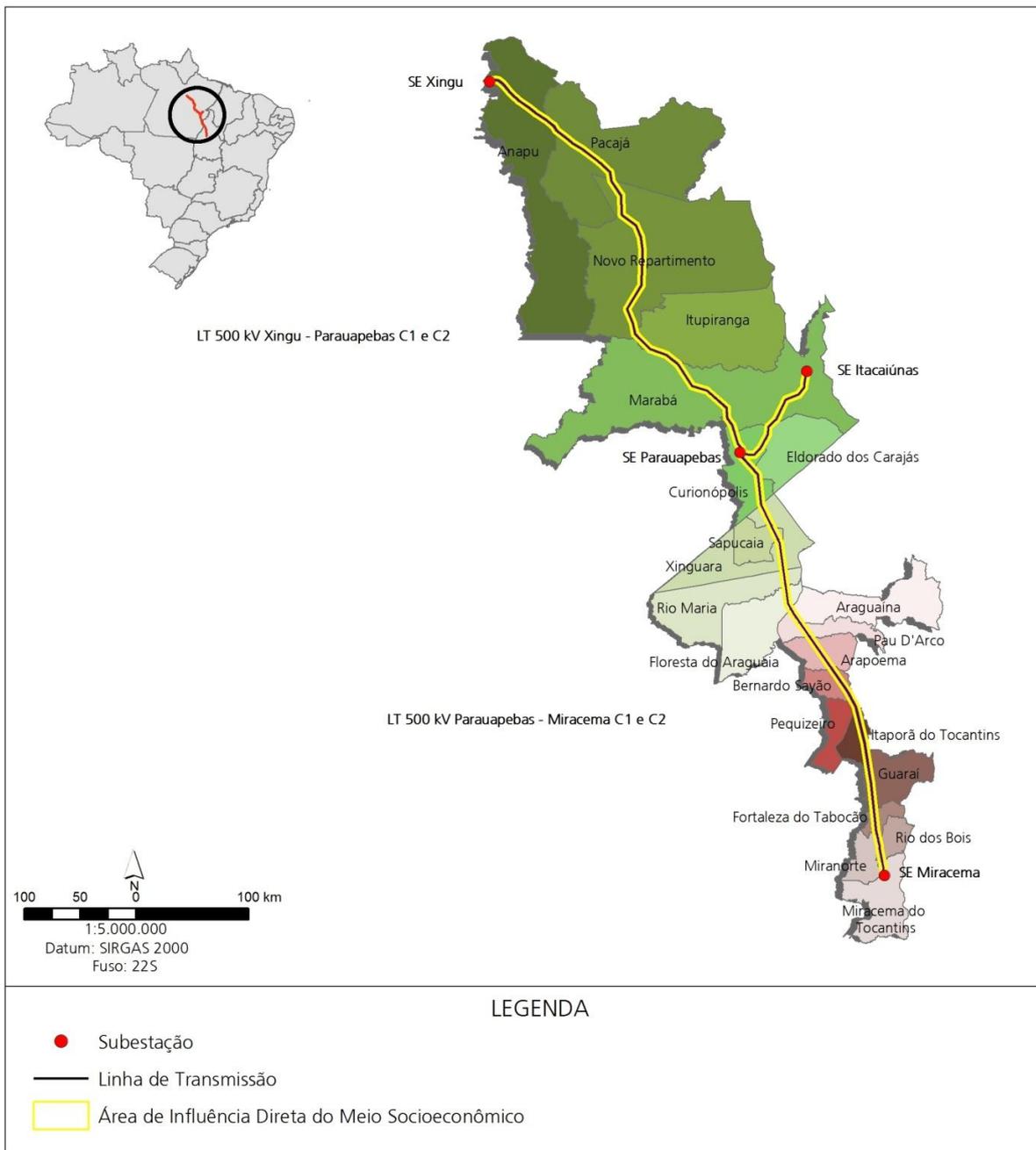


Figura 6.1-4 Área de Influência Direta/AID do Meio Socioeconômico.

6.2 - Meio Físico

6.2.1 - Meteorologia e Climatologia

Esta seção apresenta a caracterização dos fenômenos meteorológicos (de mesoescala e de macroescala) e climatológicos da região de influência das Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas.

6.2.1.1- Metodologia

A área de influência do empreendimento compreende dois estados na região Norte do Brasil, Pará e Tocantins. A caracterização dos fenômenos meteorológicos e climatológicos da área de influência indireta do empreendimento leva em conta os principais fenômenos meteorológicos que ocorrem na região e que, por sua vez, formam a climatologia local. Além disso, é aplicada uma metodologia para a classificação climatológica, usando dados meteorológicos observados por estações meteorológicas de superfície instaladas na região de estudo.

O empreendimento encontra-se dentro dos limites da Amazônia Legal e vai do norte-nordeste do estado Pará ao centro do estado do Tocantins. As linhas de transmissão estendem-se a partir da área da Represa de Tucuruí (no município paraense de Tucuruí), passando a leste da Serra do Carajás e termina a oeste da Chapada das Mangabeiras, ao longo da bacia Tocantins-Araguaia. Assim, as linhas de transmissão interceptam três mesorregiões, são elas: a mesorregião do sudoeste paraense (Figura 6.2-1), sudeste paraense (Figura 6.2-2) e da mesorregião ocidental do Tocantins (Figura 6.2-3), caracterizadas, de modo geral, por clima quente e úmido, com pequena estação seca, temperaturas elevadas (média do mês mais frio $>18^{\circ}\text{C}$) e precipitação máxima no verão (total média anual >1500 mm). No que tange ao relevo, as linhas de transmissão situam-se em uma área de relevo que varia entre 100 e 500 m de altitude (Figura 6.2-4 e Figura 6.2-5), tendo as maiores altitudes a nordeste da Serra de Carajás, no Pará, e a oeste da Chapada das Mangabeiras, no vale do Tocantins. Quanto ao tipo de vegetação, o território do estado do Pará é predominantemente composto por floresta amazônica enquanto que o estado do Tocantins é composto por pouco mais de 5% de floresta amazônica (noroeste do estado) e 87% de vegetação de cerrado. Dentro do estado do Tocantins, o empreendimento se estende ao longo das duas formações vegetais supracitadas.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

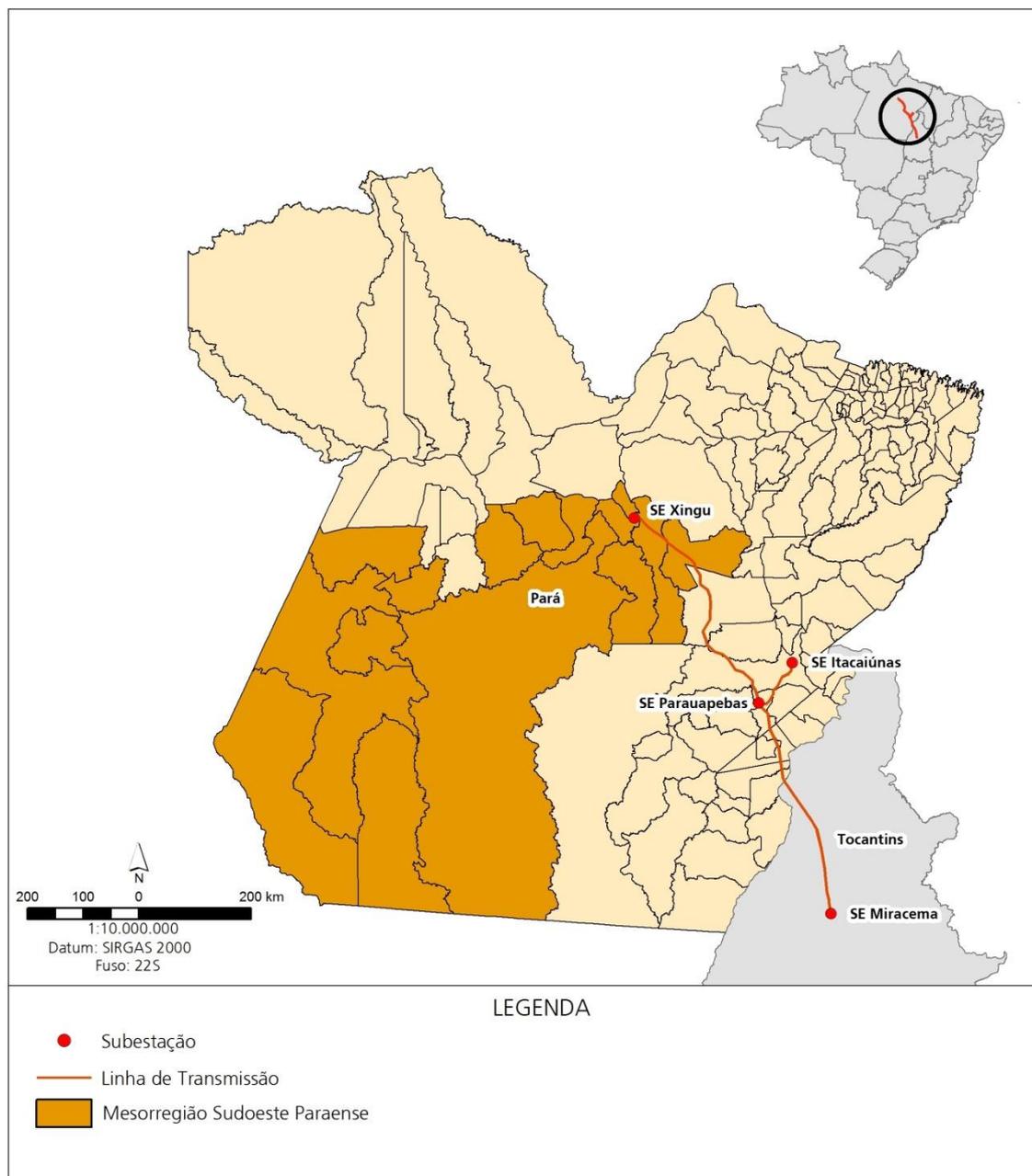


Figura 6.2-1 Mesorregião do Sudoeste Paraense.

Fonte: IBGE, 2010.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA

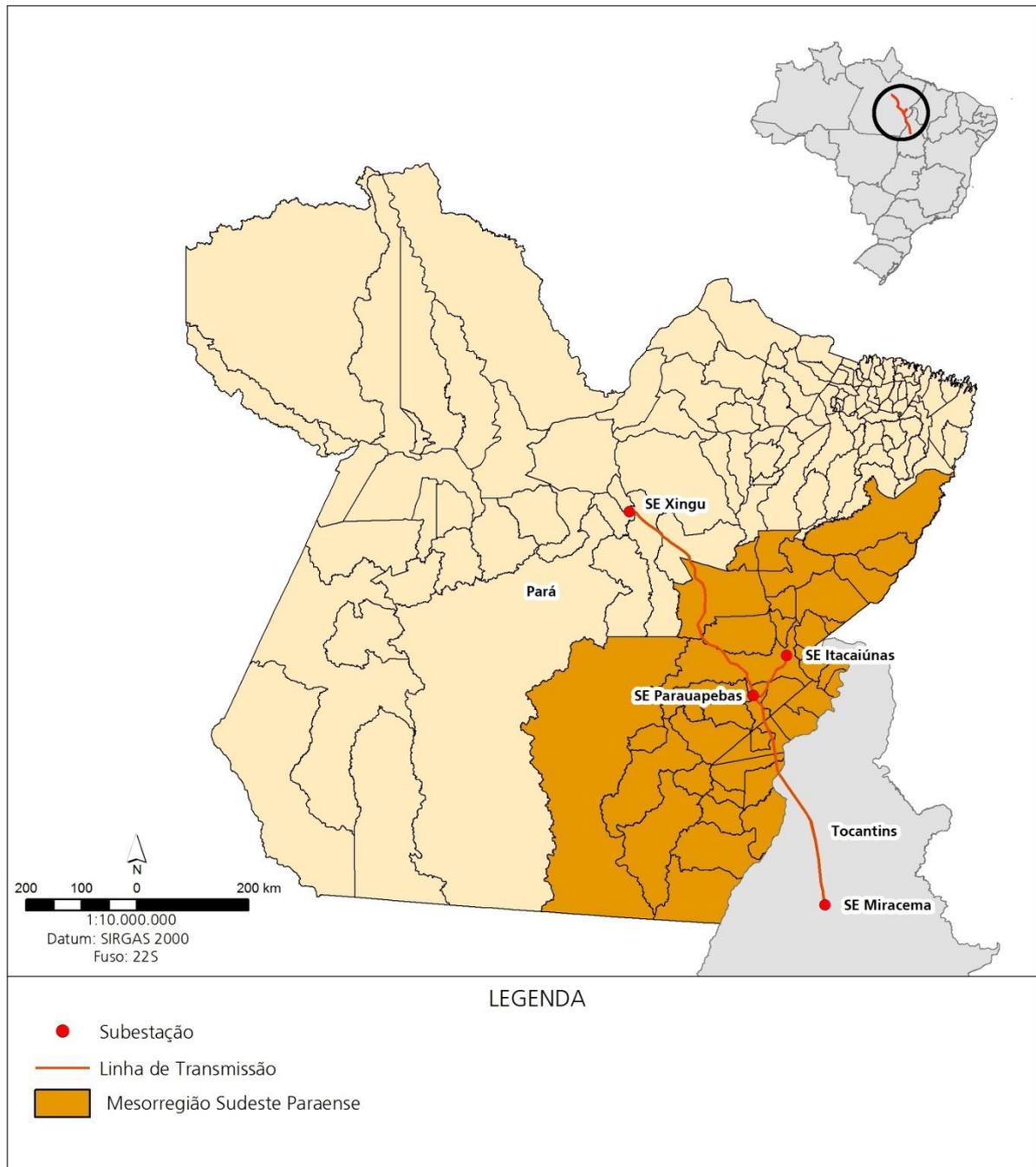


Figura 6.2-2 Mesorregião do Sudeste Paraense.

Fonte: IBGE, 2010.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

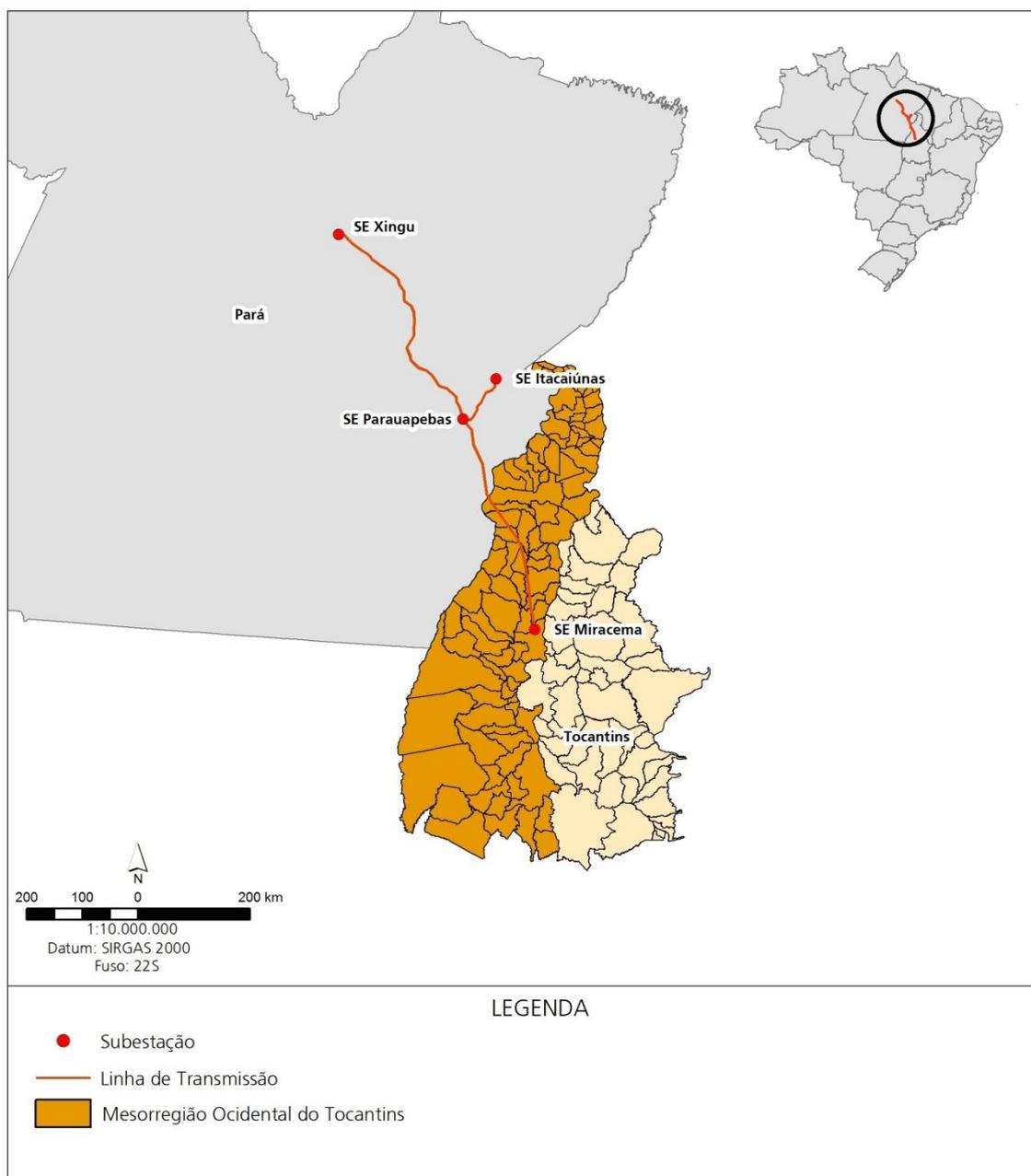


Figura 6.2-3 Mesorregião Ocidental do Tocantins.

Fonte: IBGE, 2010.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA



Figura 6.2-4 Topografia do estado do Pará. A LT está representada pela linha vermelha.

Fonte: Embrapa.

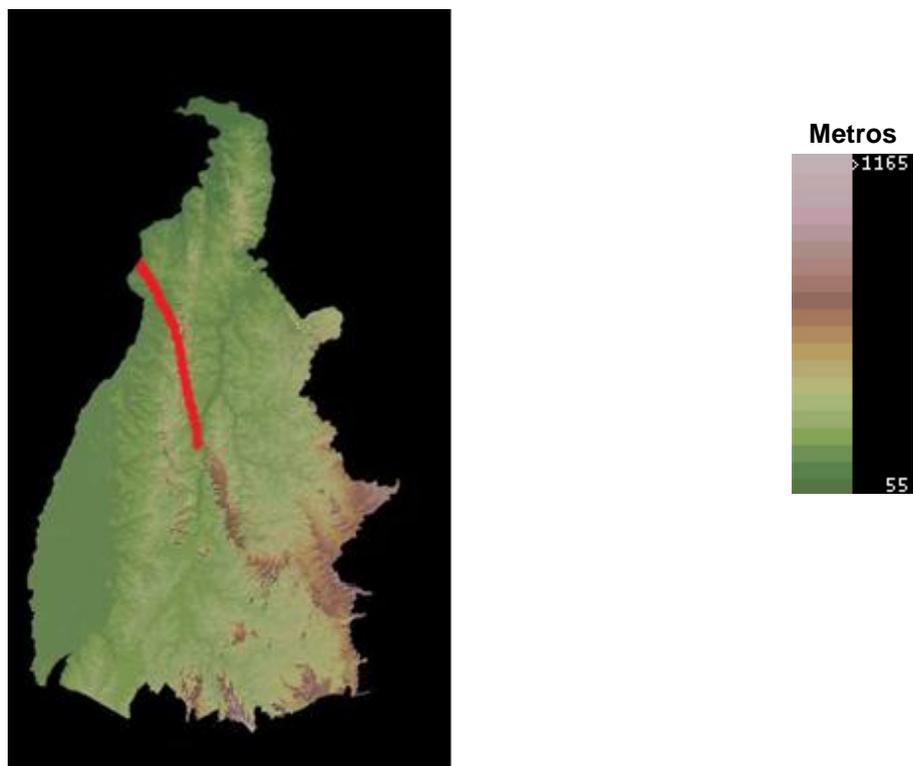


Figura 6.2-5 Topografia do estado do Tocantins. A LT está representada pela linha vermelha.

Fonte: Embrapa.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

A análise dos fenômenos meteorológicos e suas interações com os aspectos geográficos representam a parte mais complexa do estudo de caracterização meteorológica e climatológica. Os aspectos geográficos interferem nos campos meteorológicos, modificando o balanço de radiação, gerando circulações, fluxos de umidade, turbulência, etc. Então, as características geográficas da região de estudo, como latitude, longitude, proximidade do oceano e presença de corpos de água (lagos, lagoas, etc.), relevo e cobertura predominante do solo, podem exercer grande influência na circulação resultante. As brisas marítima e terrestre, lacustre e terrestre, de vale e montanha e circulações de ilha de calor são exemplos de circulações geradas devido às características geográficas. Por outro lado, os fatores meteorológicos não dependem somente dos fatores locais. Convencionalmente, os fenômenos meteorológicos podem ser classificados, conforme o tempo e dimensão espacial, em três escalas: macroescala (escala sinótica), mesoescala e microescala, conforme apresentado na Quadro 6.2-1.

Quadro 6.2-1–Escala dos sistemas meteorológicos.

Escalas	Tempo	Espaço	Fenômeno
Macroescala	Dias a meses	Centenas a milhares de km	Sistemas frontais, ciclones, inundações, secas, inversão térmica, etc.
Mesoescala	1h a 1 dia	1 km a 100 km	Tornados, tempestades, ilhas de calor, brisas, dispersão de poluentes atmosféricos, etc.
Microescala	1s a 1h	1m a 1 km	Física de nuvens (gotículas, relâmpagos, etc.), dispersão de poluentes atmosféricos, etc.

Fonte:Arya, 1999.

Como pode ser observado no quadro em epígrafe, as condições meteorológicas e climatológicas de uma região podem ser influenciadas por fenômenos das três diferentes escalas e, também, por decorrência das interações entre as mesmas, ou seja, das circulações resultantes. Sendo assim, torna-se complexo o estudo das interações entre estas escalas meteorológicas e influências dos aspectos geográficos, levando-se em conta o fato de que este estudo deve ser realizado em um espaço tridimensional de grandes dimensões.

Ao longo da extensão do empreendimento estão instaladas 09 (nove) estações meteorológicas de superfície convencionais do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), distribuídas de acordo com a Tabela 6.2-1. Destas, 08 (oito) medem dados de temperatura do ar, precipitação, umidade relativa, insolação, pressão atmosférica,

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA

intensidade e direção do vento; e 01 (uma) apenas registra somente evaporação total (estação 82659). Sendo assim, este estudo levará em conta os dados meteorológicos observados por 08 estações meteorológicas instaladas ao longo das Linhas de Transmissão (LT) 500kV Xingu - Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas - Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas - Itacaiúnas e Subestações Associadas. A posição de cada estação em relação às LT's está apresentada na Figura 6.2-6.

Tabela 6.2-1– Estações meteorológicas convencionais do INMET instaladas nas proximidades do empreendimento.

Estação	Município/Estado	Lat. (graus)	Long. (graus)	Altitude (m)	Distância em relação ao traçado das LT's (km)
82353	Altamira/PA	03°13'S	52°13'W	74	59,5
82361	Tucuruí/PA	03°46'S	49°40'W	40	11,9
82562	Marabá/PA	05°22'S	49°08'W	95	10,1
82765	Carolina/MA	07°20'S	47°28'W	192,8	161,9
82659	Araguaína/TO*	07°12'S	48°12'W	228,5	09,7
82861	Conceição do Araguaia/PA	08°16'S	49°16'W	156,9	54,3
82863	Pedro Afonso/TO	08°58'S	48°11'W	187	47,0
83033	Palmas/TO	10°11'S	48°18'W	280	75,5
83064	Porto Nacional/TO	10°43'S	48°25'W	239,2	131,0

Fonte: INMET, 2009.

OBS: *Estação que possui somente medição de dados de evaporação total, diante disso, a mesma não foi considerada para esse estudo.

O mapa de isoietas (Apêndice 6.2) tem como base os dados de isoietas médias do período de 1977 a 2006, fornecido pelo Atlas Pluviométrico do Brasil, do Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Esse conjunto de dados foi escolhido por representar um período climatológico (30 anos) recente e, também, por possibilitar a construção de mapas em escala 1:500.000.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

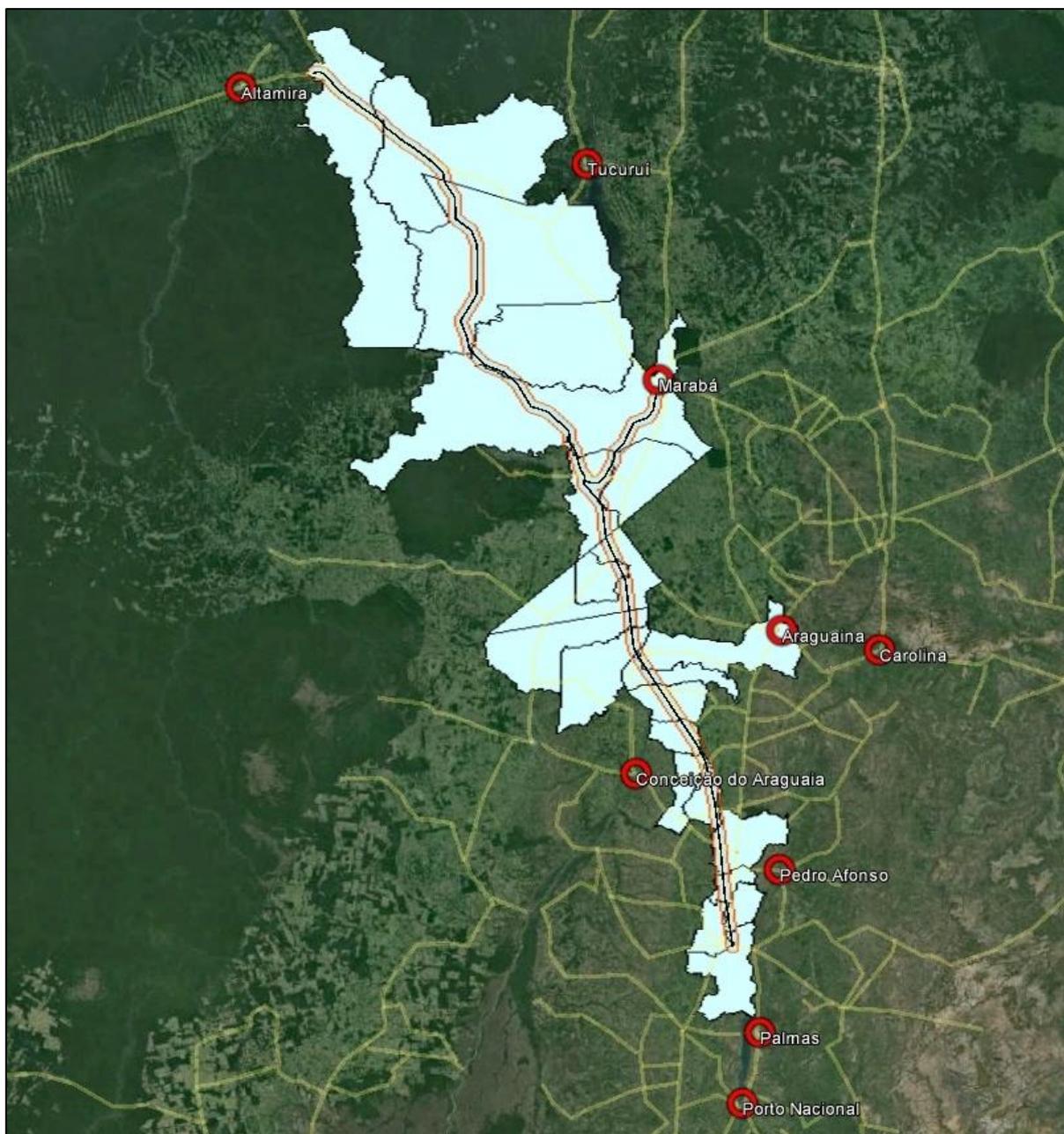


Figura 6.2-6 – Localização das estações meteorológicas em relação às Linhas de Transmissão.

6.2.1.2- Sistemas de Macroescala

Os sistemas meteorológicos de macroescala (ou escala sinótica) que atuam sobre a região Norte são Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Zona de Convergência da América do Sul (ZCAS), Alta da Bolívia, Frentes e Sistemas Frontais, além dos eventos de El Niño-Oscilação Sul (ENOS).

De acordo com Hallak (2012), a ZCIT é uma banda de nuvens convectivas que circunda o globo terrestre na linha do equador, formada pela convergência entre os ventos alísios do Hemisfério Norte e do Hemisfério Sul. A convergência dos ventos alísios em superfície provoca a ascensão de ar quente e úmido, o que permite a formação de nuvens e, por frequência, a precipitação. Normalmente, a ZCIT desloca-se de sua posição mais ao norte (14° N) nos meses de agosto-setembro para uma posição mais ao sul (4° S) em março-abril. Essa migração sazonal da ZCIT, associada aos fatores que causam o fortalecimento ou enfraquecimento dos ventos alísios de nordeste (Hemisfério Norte) e sudeste (Hemisfério Sul), tem papel importante na determinação da estação chuvosa do norte da região nordeste.

A Zona de Convergência da América do Sul (ZCAS) é um sistema típico de verão na América do Sul. É caracterizada por uma faixa de nebulosidade orientada no sentido noroeste-sudeste, cuja área de atuação engloba o centro-sul da Amazônia e Regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil. A ZCAS pode atingir ainda o centro-sul da Bahia, o norte do Paraná e prolongar-se até o Atlântico Sudoeste. Ela está associada a uma zona de convergência do fluxo de umidade na baixa troposfera e tem um papel importante no regime de chuvas das Regiões Sul e Sudeste do Brasil no período de verão. Vários autores mostraram que a intensificação da ZCAS está relacionada com outros sistemas meteorológicos, tais como os sistemas frontais e a Alta da Bolívia (AB).

A Alta da Bolívia (AB) é uma circulação anticiclônica de grande escala que ocorre na troposfera superior (~300hPa), centrada, em média, no platô boliviano. No período de verão, a AB contribui para as chuvas que ocorrem principalmente nas regiões Norte, parte do Nordeste e no Centro-Oeste do Brasil. Alguns autores mostram que a AB atinge intensidade máxima nos meses de dezembro a fevereiro, enfraquecendo nos meses de abril e maio. Em geral, a manutenção da AB está associada ao aquecimento continental e ao escoamento de baixos níveis. A variabilidade da precipitação no verão sobre o Altiplano está diretamente associada à posição e à intensidade da AB, que, por sua vez, refletem-se como uma resposta do calor latente oriundo da convecção da Amazônia, Andes Central e ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul). O efeito da topografia, em razão dos Andes, tem um papel secundário na variabilidade da precipitação.

Outro importante mecanismo de macroescala causador de chuvas no Norte do Brasil está ligado à penetração de Frentes Frias até as latitudes tropicais. Uma frente é uma zona estreita de transição entre massas de ar de densidades diferentes que ocorre

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

usualmente devido a contrastes de temperatura, por isso o uso da nomenclatura quente ou fria (Hallak, 2012). A massa de ar frio penetra por baixo da quente, como uma cunha, e faz com que o ar quente e úmido suba, forme as nuvens e conseqüentemente as chuvas. Um sistema frontal clássico é composto de frente fria, frente quente e centro de baixa pressão na superfície, chamado ciclone. Existe uma sazonalidade na ocorrência da passagem de frentes frias, as quais são mais frequentes nos meses de maio a setembro e menos frequente durante o verão (dezembro a fevereiro) no Hemisfério Sul. As frentes ocorrem em maior número e durante todo o ano entre 25° e 30°S, mas são mais numerosas nos meses de maio a outubro; e mais raras ao norte de 20° S durante o verão. A ocorrência de frentes frias na faixa latitudinal entre 20° e 40° S tende a ser maior nos anos de El Niño e menor nos anos de La Niña. Nos anos de El Niño as frentes apresentam maior frequência sobre o estado do Rio Grande do Sul e Uruguai. Quando estes sistemas atingem as regiões tropicais, o que ocorre em algumas situações durante o inverno, a frente fria se desloca rapidamente sobre o continente, numa trajetória quase meridional, atingindo as regiões Norte e Nordeste (Kousky, 1979).

6.2.1.3- Sistemas de Mesoescala

Os sistemas meteorológicos de mesoescala que atuam sobre a região Norte são Linhas de Instabilidade (LI), Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM), Sistema de Brisa Marítima-Terrestre e Sistema de Escoamento Vale-Montanha (Escoamento Orográfico).

As Linhas de Instabilidade (LI) são bandas de nuvens causadoras de chuva, normalmente do tipo *cumulus*, organizadas em forma de linha. As LI's na costa norte-nordeste da América do Sul são observadas frequentemente e podem se propagar para o interior do continente, causando quantidades apreciáveis de precipitação. Sua formação se dá basicamente pela disponibilidade da grande quantidade de radiação solar incidente sobre a região tropical, o que propicia o desenvolvimento de nuvens *cumulus* e frequente precipitação. Como esses sistemas têm uma escala temporal associada à variabilidade diurna (brisa marítima e aquecimento terrestre), a máxima atividade convectiva pode ser notada nas imagens de satélite no final da tarde e início da noite. Cutrin e Cohen (1987), analisaram os sistemas produtores de chuva no leste paraense e encontraram que as LI's são uns dos sistemas meteorológicos de mesoescala que atuam naquela região. Com uma análise de cinco anos de imagens de satélite, Cavalcanti (1982), fez um estudo observacional sobre a interação das LI's formadas junto ao litoral nordeste da América do Sul e a ZCIT. Também constatou que a região de formação das

Línguas sofre um deslocamento na direção norte-sul, no mesmo sentido e na mesma época da ZCIT, com maior frequência no período em que a ZCIT está mais organizada.

Os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) são aglomerados de nuvens que se formam devido às condições locais (temperatura, relevo, pressão, etc.) e provocam chuvas fortes e de curta duração. A definição de CCM leva em conta o tamanho, a forma e o tempo de vida do sistema convectivo, com os seguintes critérios: o sistema deve apresentar cobertura de nuvens com temperaturas menores que -32°C numa área de 100.000 km^2 , sendo que a região mais interna da nuvem deve apresentar temperaturas menores que -52°C numa área de 50.000 km^2 ; o sistema deve ter formato circular com excentricidade maior que 0,7; quando as duas características anteriores ocorrem por um período superior a 6 horas (Hallak, 2012). Segundo os critérios, os CCM são fenômenos que atuam na mesoescala, podendo ser considerados agrupamentos de nuvens do tipo *cumulonimbus*, cujas bigornas formam uma cobertura contínua que dá o aspecto típico visto de uma imagem de satélite. A maior ocorrência de CCM é no verão e a região preferencial é entre 15° e 30° S. A maior parte dos CCM que ocorrem nesta faixa de latitudes tem um ciclo de vida típico, com início à noite ou de madrugada, chegando à sua máxima extensão durante a manhã e dissipando-se por volta do meio dia. Esse ciclo de vida revela uma forte dependência da situação geográfica do início dos sistemas, relacionada com a topografia. Grande parte dos CCM se forma em associação com Jatos de Baixos Níveis (Vitorino *et. al.*, 1997; Alves *et. al.*, 2001).

O Sistema de Brisa Marítima-Terrestre ocorre a partir de diferenças de temperatura (e pressão) entre o oceano e o continente. Durante o dia, o continente se aquece mais rapidamente que o oceano adjacente e, assim, ocorre um gradiente de temperatura, com temperaturas mais elevadas sobre o continente. A diferença de temperatura gera uma circulação, com o ar subindo sobre o continente e descendo sobre o oceano, formando a brisa marinha. O movimento de ar ascendente sobre o continente provoca a formação de nuvens, que podem gerar chuva. À noite o processo se inverte, com o continente se resfriando mais rapidamente que o oceano devido à perda radiativa de ondas longas. Assim, surge uma circulação da terra para o oceano, com movimentos ascendentes sobre o oceano.

O Escoamento Vale-Montanha representa o fluxo de ar em áreas de topografia complexa (áreas montanhosas). As montanhas atuam como obstáculos para o escoamento de macroescala (escala sinótica). Em baixos níveis, quando o vento está em

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas*Estudo de Impacto Ambiental - EIA*

determinadas direções, ele pode ser canalizado (ou afunilado) em vales a grandes velocidades, enquanto que em altos níveis as montanhas podem gerar ondas orográficas (e nuvens lenticulares de ondas orográficas) no ar acima e atrás delas. No entanto, quando o escoamento de macroescala é fraco, as diferenças de temperatura entre vales e montanhas podem gerar sua própria circulação de vale-montanha. À noite, as superfícies do vale apresentam perda radiativa de onda longa para o espaço, resfriando o ar adjacente. O ar mais frio e mais denso desloca-se em direção ao vale, produzindo um escoamento catabático que desce a encosta, conhecido como escoamento de montanha. Durante o dia, as encostas das montanhas estão expostas a uma maior quantidade de radiação solar. O ar adjacente às encostas das montanhas aquece e diminui de densidade, o que permite a sua ascensão pelas encostas das montanhas como um escoamento anabático ou escoamento de vale. Isto pode levar ao desenvolvimento de nuvens convectivas sobre as montanhas durante o dia. Este escoamento é uma circulação termicamente direta e reversível, semelhante ao Sistema de Brisas Marítima e Terrestre (Stull, 1988; Arya, 1999).

6.2.1.4- Eventos Extremos

Valores discrepantes de um estado climático médio (chamado de “eventos extremos”) ocorrem em escalas temporais que variam de dias a milênios, embora os mais importantes para as atividades humanas são possivelmente os extremos de curto prazo (relacionados com o tempo) e os de médio prazo (relacionados com o clima), que são eventos com potencial para impactos significativos (Marengo, 2009a). Eventos extremos de curto e médio prazo na área do empreendimento estão relacionados, principalmente, ao regime pluviométrico no leste da Amazônia e na bacia do Tocantins; a região é caracterizada por pequena estação seca e precipitação máxima no verão.

De acordo com Molion *et. al.* (2006), a precipitação é a variável meteorológica mais importante na região tropical. Em anos recentes, sua variabilidade interanual, particularmente seus eventos extremos, tem atraído mais atenção e preocupação em decorrência de uma possível variação do clima global. Ressaltam-se os anos de 1982-1983 e 1997–1998 quando, durante os eventos El Niños, as Regiões Norte e Nordeste do Brasil sofreram com secas severas. Entretanto, outros eventos extremos também podem ocorrer associados a outras condições sinóticas. Inundações e secas prejudicam as atividades humanas, como a geração de energia elétrica, controle e operação de reservatórios e segurança das barragens, além de prejuízos à agricultura e à sociedade.

Marengo *et. al.* (2007) mostram as tendências de chuva na Amazônia-Tocantins durante eventos de El Niño e La Niña, correlacionados com episódios de Atlântico Tropical norte mais quente e Atlântico tropical Norte mais frio. Observaram a redução da chuva no leste da Amazônia e na bacia do Tocantins durante o evento de El Niño e episódios do Atlântico Tropical Norte mais quente. Durante o evento de La Niña e episódios do Atlântico Tropical Sul mais quente, a chuva esteve acima no normal no leste da Amazônia e na bacia do Tocantins. A seca de 2005 não corresponde a estes padrões, pois as anomalias de chuvas ocorreram na região sudoeste da Amazônia. Neste caso, a seca não se estendeu até a Amazônia central e leste, como foram observados em anos de El Niño como ocorreu nos anos de 1982–1983 e 1997–1998.

Marengo (2009b) destaca que, no sudeste da Amazônia, condições climáticas incomuns têm causado a diminuição dos níveis fluviais, deixando isoladas algumas comunidades mais afastadas devido à redução da capacidade de navegação. Estudos sobre o clima no futuro indicam a diminuição das chuvas no sul e no centro da Amazônia, no centro-oeste do Brasil e na maior parte da região Nordeste. Cenários mais pessimistas indicam aumento dos períodos de secas no leste da Amazônia e em parte do Nordeste, enquanto que o número de dias consecutivos com grande umidade diminuirá na maior parte da região Nordeste e no oeste e sul da Amazônia. As mudanças nos padrões e nos regimes de precipitação poderão também afetar as vazões dos rios. Para finais do século XXI, os modelos do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) sugerem reduções nas vazões dos rios São Francisco, Parnaíba, Tocantins, Xingu e outros no leste da Amazônia. Evidências científicas apontam para o fato de que as mudanças climáticas representam um sério risco para os recursos hídricos no Brasil. Não só as mudanças do clima futuro representam risco, mas também a variabilidade climática (Marengo *et. al.*, 2010).

6.2.1.5- Análise Climatológica

A classificação climatológica utilizada para este trabalho é a classificação idealizada pelo russo Wladimir Köppen em 1900 e sucessivamente aperfeiçoada a partir de 1901. A classificação de Köppen está baseada em um conjunto de símbolos formados por letras, indicando a característica geral do clima e as particularidades do regime de chuva e de temperatura de uma região. Portanto, a classificação de Köppen é realizada em função dos regimes de precipitação e de temperatura. O mérito da classificação de Köppen é incontestável, uma vez que tem sido usada a mais de 80 anos.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas*Estudo de Impacto Ambiental - EIA*

Para uma adequada classificação climatológica é necessária uma série de dados meteorológicos de superfície de pelos menos 30 anos. Para este estudo, não estavam disponíveis séries climatológicas tão longas nas estações meteorológicas instaladas ao longo do empreendimento, pois as séries de dados disponíveis são de curta duração e descontínuas. Para contornar estas dificuldades e manter a credibilidade do resultado final, utilizam-se as normais climatológicas publicadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). O período de medição dos dados apresentados pelo INMET está compreendido entre 1961 a 1990. O fato de se tratar de uma série registrada relativamente antiga não invalida o estudo climatológico, uma vez que dados climatológicos não apresentam variações significativas.

6.2.1.6- Resultados

A área de influência das Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu–Parauapebas C1 e C2, LT 500 kV Parauapebas–Miracema C1 e C2, LT 500 kV Parauapebas–Itacaiúnas e Subestações Associadas encontram-se dentro de duas mesorregiões paraenses, mesorregião do Sudoeste e do Sudeste paraense, (Figura 6.2-7 e Figura 6.2-8) e da mesorregião Ocidental do Tocantins (Figura 6.2-9). A área como um todo apresenta características de clima quente e úmido, com pequena estação seca, temperaturas elevadas (média do mês mais frio > 18°C) e precipitação máxima no verão (total média anual > 1500 mm). Os fenômenos meteorológicos atuantes sobre a região Norte do Brasil, que podem influenciar as condições do tempo sobre a região de estudo são: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Zona de Convergência da América do Sul (ZCAS), Alta da Bolívia (AB), Frentes e Sistemas Frontais, Linhas de Instabilidade (LI's), Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) e Sistema de Brisa Marítima-Terrestre.

A região amazônica apresenta uma precipitação média de aproximadamente 2300 mm por ano (Fisch *et. al.*, 1998). Na área onde se estende a LT, o período chuvoso ocorre de outubro a maio, nas mesorregiões sudoeste e sudeste paraense, e de outubro a abril, na mesorregião ocidental do Tocantins. Considerando a média da chuva acumulada nestes meses, observam-se valores entre 600 e 2100 mm, com máximos principais sobre uma grande região que inclui a porção oeste, centro e sul da região amazônica (Amazonas, Acre, Rondônia, Mato Grosso, Tocantins e sul do Pará) e outra na porção oriental amazônica (que inclui o sul do Amapá, leste do Pará e norte do Maranhão) (Figuroa e Nobre, 1990 *apud* Albuquerque *et. al.*, 2010). O período seco ocorre durante os meses de junho a agosto, na mesorregião sudeste paraense, e de maio a setembro, na mesorregião ocidental do Tocantins. Este período caracteriza-se pela baixa pluviosidade

(chuvas abaixo de 50 mm/mês) e períodos de estiagem, as quais atingem principalmente o Acre, Rondônia, Mato Grosso, Tocantins, centro sul do Maranhão, e sul do Amazonas e do Pará (Albuquerque *et. al.*, 2010). A chuva neste período ocorre em forma de pancadas isoladas e em áreas esparsas (Souza e Ambrizzi, 2003 *apud* Albuquerque *et. al.*, 2010).

A convecção na região Amazônica é um importante mecanismo de aquecimento da atmosfera tropical e suas variações, em termos de intensidade e posição, possui um papel importante na determinação do tempo e clima da região (Fisch *et. al.* 1998). Molion (1987, 1993 & Fish *et. al.*, 1998) estuda as circulações de macro e meso escala que atuam na Amazônia e os processos dinâmicos que organizam e promovem a precipitação naquela área. Segundo este autor, os mecanismos que provocam chuva na Amazônia podem ser agrupados em 3 tipos: a) convecção diurna resultante do aquecimento da superfície e condições de larga-escala favoráveis; b) linhas de instabilidade originadas na costa N/NE do litoral do Atlântico; c) aglomerados convectivos de meso e larga escala, associados com a penetração de sistemas frontais na região S/SE do Brasil e interagindo com a região Amazônica.

Os sistemas de alta pressão semi-estacionários do Atlântico afetam o comportamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). A Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), um dos sistemas de alta pressão atmosférica semi-estacionários da circulação geral da atmosfera, é determinante das condições do tempo e clima no Brasil. A Alta Subtropical aparece devido à circulação média meridional da atmosfera, surgindo como parte da célula de Hadley. Como todo sistema de alta pressão no hemisfério sul, apresenta circulação no sentido anti-horário e divergência junto à superfície, impedindo a formação de nuvens. A posição do centro deste sistema de alta pressão fica sobre o Atlântico na costa do Sudeste. A posição do centro da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) varia ao longo do ano, mais ou menos próxima do continente e afeta o comportamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Períodos mais secos no norte e nordeste do Brasil estão relacionados com a expansão da ASAS em direção a linha do equador. Nesses anos, a ZCIT tende a se deslocar para o norte de sua posição climatológica. O inverso ocorre em anos chuvosos, ou seja, a retração da ASAS em direção às latitudes mais altas do Atlântico Sul (Hallak, 2012).

É aceito, de maneira geral, que eventos El Niño–Oscilação Sul (ENOS) afetem o tempo e o clima globalmente, principalmente nos trópicos. Nobre e Molion (1988) sugeriram que durante o El Niño, o ramo ascendente da Circulação Hadley–Walker, usualmente sobre a

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas*Estudo de Impacto Ambiental - EIA*

Amazônia, seja deslocado para sobre as águas anormalmente quentes do Pacífico leste ou central, produzindo centros ciclônicos nos altos níveis sobre o norte/nordeste da América do Sul e uma forte subsidência sobre essa região e sobre o Atlântico tropical. Essa subsidência enfraqueceria a ZCIT e a convecção, diminuindo as chuvas. Por outro lado, parece existir uma relação oposta durante a La Niña e as chuvas seriam intensificadas durante esse período. Porém, nem todos estudiosos concordam que El Niño e La Niña influenciem as chuvas. Kane (1993), por exemplo, mostrou que não existe correlação significativa entre estes eventos e a variabilidade das chuvas nordestinas. Os eventos de El Niño podem não apresentar uma correlação alta com as secas, possivelmente porque a intensidade, tanto dos El Niños como das secas, varia muito espacial e temporalmente. Porém, a análise da temperatura da superfície (TSM) do Pacífico mostrou que, durante o período de dominância de eventos El Niño (fase quente do ENOS) e Índices de Oscilação Sul negativos, houve uma tendência para condições mais úmidas no Sudoeste e mais secas no Nordeste e Sul da Amazônia, mantendo a ZCIT mais ao norte e a ZCAS mais ao sul de suas posições normais (Sousa *et. al.*, 2006).

As Linhas de Instabilidade (LI's) são responsáveis pela formação de chuva próxima à costa litorânea dos estados do Pará e Amapá, bem como de precipitação na Amazônia Central, durante a estação seca. Estudos de Coehn *et. al.* (1989), mostraram que as LI's são um dos sistemas atmosféricos atuantes na área leste do Pará e que contribuem com 45% da precipitação durante o período chuvoso. Estas linhas são caracterizadas por aglomerados de nuvens *cumulonimbus* e são formadas devido à circulação de brisa marítima, podendo-se prolongar para o interior do continente. Cavalcanti (1982) realizou um estudo climatológico e observou que a formação destas linhas posiciona-se ao sul da ZCIT, sendo o período de maior frequência na época em que a ZCIT está mais organizada.

Albuquerque *et. al.* (2010), observa que a precipitação é um dos elementos climáticos mais importantes a ser analisado na região tropical, já que induz às características de outros elementos, tais como temperatura, umidade relativa e vento. Analisando os dados de precipitação do estado do Pará, os autores estudaram a climatologia anual, sazonal e mensal para as seis mesorregiões do estado. A climatologia anual (Figura 6.2-7) mostra que os maiores índices de precipitação estão concentrados no nordeste paraense, com precipitação superior a 2000 mm; o alto índice pluviométrico se deve à influência da ZCIT, da convecção local e de aglomerados de nuvens do tipo *Cumulonimbus*. Por outro lado, os menores valores de precipitação no estado do Pará,

ficam reservados à mesorregião sudeste do estado, com valores inferiores a 1900 mm. A climatologia sazonal (Figura 6.2-8) revela que, em todas as mesorregiões, o período chuvoso ocorre durante as estações de verão e outono, enquanto que o período seco ocorre durante as estações de inverno e primavera. Com relação aos extremos mínimos de chuva, observa-se que as regiões do Baixo Amazonas e Sudeste apresentam os menores valores sazonais. Já os extremos máximos de chuva são observados nas regiões do Nordeste paraense, Metropolitana e Marajó, durante o outono. A climatologia mensal (Figura 6.2-9) mostra que a época chuvosa inicia-se em dezembro e tem duração de cinco a seis meses, sendo o mês de março mais chuvoso em todas as mesorregiões, exceto no Baixo Amazonas, o que é justificado pela intensificação dos efeitos locais associados à presença da ZCIT. A época menos chuvosa, onde predomina a precipitação de caráter convectivo na forma de pancadas de chuvas isoladas, abrangem os demais meses do ano, sendo que o período de menor precipitação mensal climatológica ocorre entre os meses de setembro e outubro em todas as mesorregiões, exceto para o Sudeste e Sudoeste, que é entre agosto e setembro, estas interceptadas pelo empreendimento em estudo. O ciclo anual da precipitação no estado do Pará é fortemente modulado pela marcha da ZCIT, causando os trimestres mais chuvosos de dezembro, janeiro, fevereiro (DJF) e março, abril, maio (MAM) e; e os menos chuvosos de junho, julho, agosto (JJA) e setembro, outubro, novembro (SON). No mês de setembro/outubro se observa os menores índices pluviométricos do ano para as mesorregiões do Nordeste Paraense. Para as mesorregiões Sudoeste e Sudeste, observa-se que o período chuvoso concentra-se de outubro a maio. Esse comportamento se dá por influência de episódios da ZCAS seguida da atuação da ZCIT, que se encontra mais ao Sul do estado nos meses de verão, causando os máximos índices de precipitação. No mês de abril, observa-se que a precipitação começa a diminuir, dando início a época menos chuvosa, com mínimas no mês de julho. O trimestre de junho, julho e agosto apresenta-se como o período mais seco do ano.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

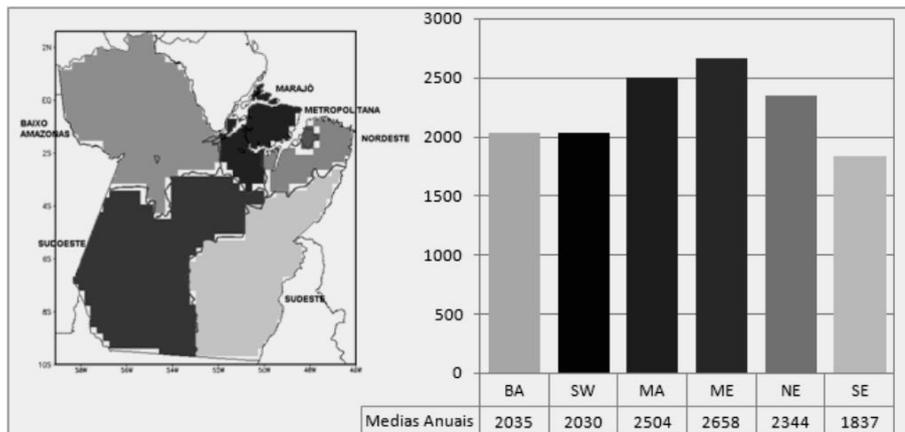


Figura 6.2-7–Médias climatológicas da precipitação anual (média 1978-2008) representativas das mesorregiões do Pará. Unidade: mm.

Fonte: Albuquerque *et al.*, 2010.

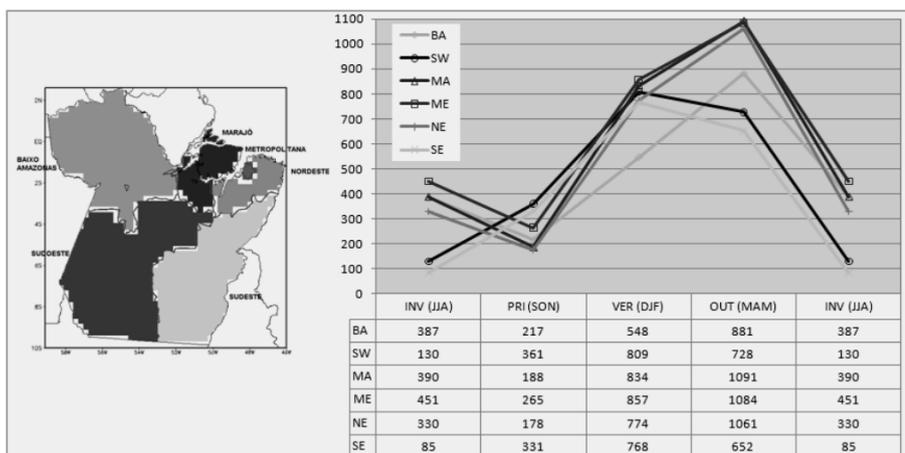


Figura 6.2-8–Médias climatológicas da precipitação sazonal (média 1978-2008) representativas das mesorregiões do Pará para as estações de inverno (INV – JJA), primavera (PRI – SON), verão (VER – DJF) e outono (OUT – MAM). Unidade: mm.

Fonte: Albuquerque *et al.*, 2010.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

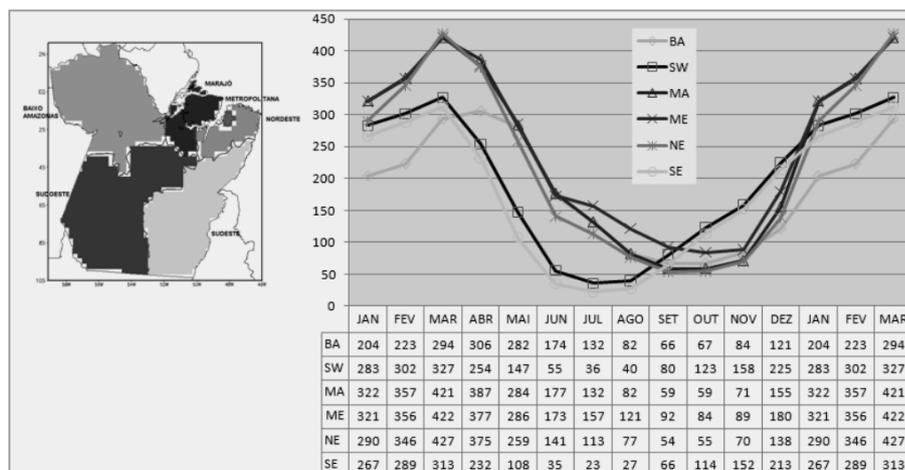


Figura 6.2-9–Médias climatológicas da precipitação mensal (média 1978-2008) representativas das mesorregiões do Pará para os meses de janeiro a dezembro. Unidade: mm.

Fonte: Albuquerque et al., 2010.

Marcuzzo e Goularte (2013), determinaram o ano hidrológico do estado do Tocantins e mapearam a distribuição da precipitação dos períodos úmidos e secos, usando dados de 43 estações pluviométricas no período de 1977 a 2006. De acordo com os resultados apresentados na Figura 6.2-10, o mês mais chuvoso no estado do Tocantins é janeiro, com precipitação pluviométrica média de 280 mm. O mês mais seco é julho com precipitação média de 5 mm. Os meses de maio e setembro estão no limite da zona de transição entre úmido e seco e junho, julho e agosto são os meses secos. Considerando a precipitação do período seco, nota-se que as maiores pluviosidades encontram-se na porção norte/noroeste, na parte compreendida pelo território de Floresta Amazônica, enquanto que para o período úmido as maiores pluviosidades encontram-se na porção oeste do estado do Tocantins (Figura 6.2-11).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

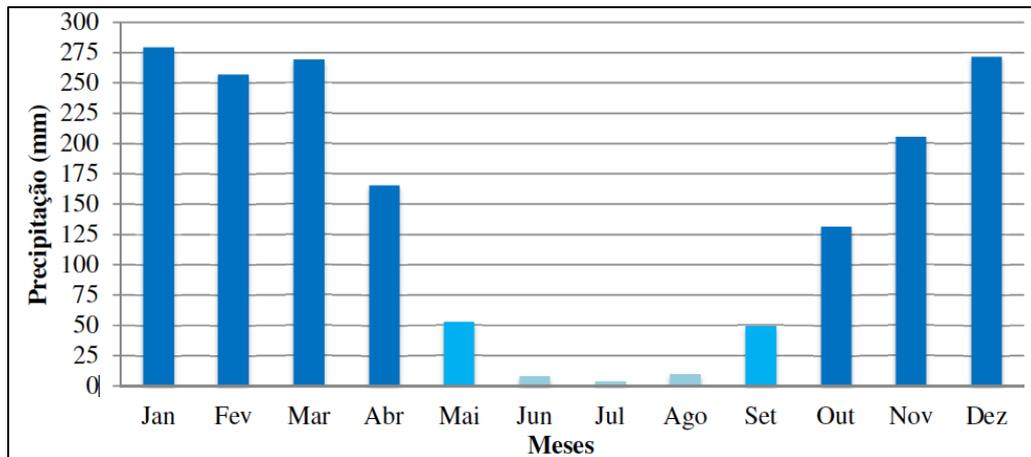


Figura 6.2-10– Histograma dos totais médios mensais da precipitação pluviométrica de 43 estações pluviométricas espalhadas no estado do Tocantins, referente ao período de 30 anos (1977 a 2006).

Fonte: Marcuzzo e Goularte, 2013.

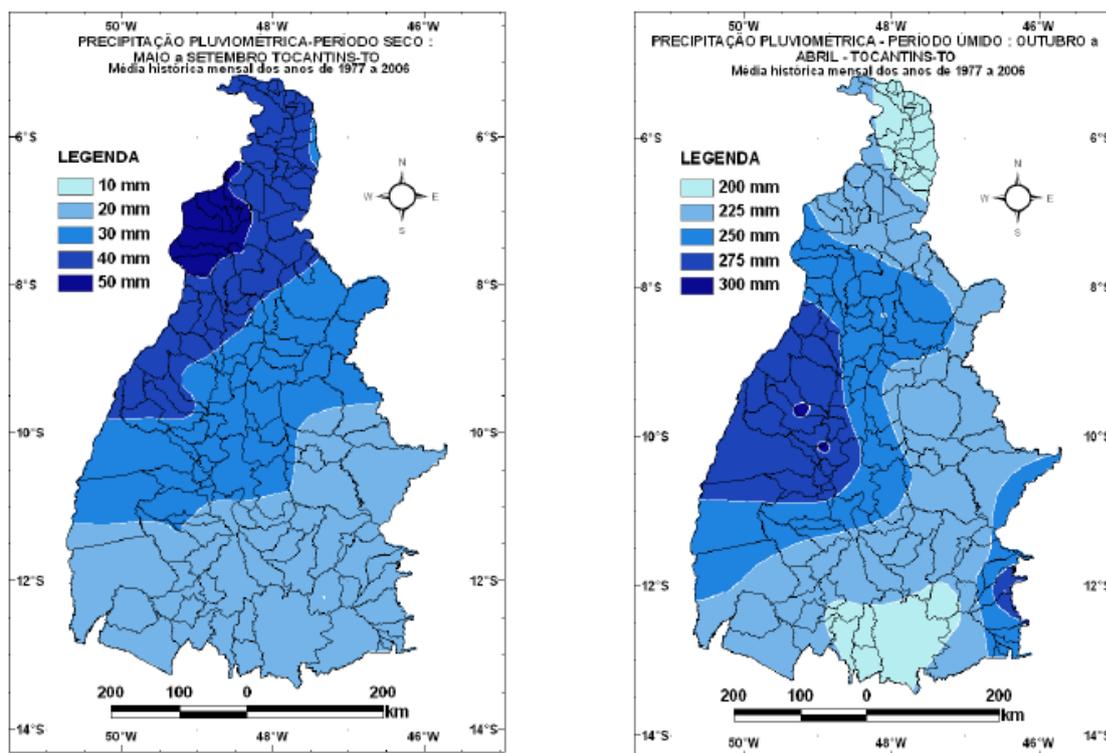


Figura 6.2-11- Mensais da precipitação pluviométrica de 43 estações pluviométricas espalhadas no estado do Tocantins, referente ao período de 30 anos (1977 a 2006).

Fonte: Marcuzzo e Goularte, 2013.

Conforme observado por Albuquerque *et. al.* (2010), a precipitação é um dos elementos climáticos mais importantes a ser analisado na região tropical, já que induz às características de outros elementos, tais como temperatura, umidade relativa e vento.

Nesse sentido, o Mapa de Isoietas (Apêndice 6.2) da área de estudo apresenta as isoietas (linhas de igual precipitação) médias trimestrais (janeiro, fevereiro e março) para a região de abrangência do empreendimento. A partir do mapa de isoietas gerado (Apêndice 6.2), observa-se que as LT's estendem-se através de uma área em que os valores das isoietas estão entre 725 e 1025 mm.

Dentro do estado do Pará, o empreendimento se estende em uma região onde ocorre a diminuição da precipitação para a porção sudeste, de 1025 a 725 mm, aumentando, na sequência, para 850 mm em direção à fronteira com o estado do Tocantins. Conforme apresentado por Albuquerque *et. al.* (2010), a climatologia do estado do Pará mostra que os maiores índices de precipitação estão concentrados no norte/noroeste paraense e os menores valores de precipitação situam-se na mesorregião sudeste do estado (Figura 6.2-8). Dentro do estado do Tocantins, a LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2 situa-se entre as isoietas de 720 e 875 mm, em uma área onde ocorre uma redução do regime de precipitação de oeste para leste. Esta última análise corrobora com os resultados de Marcuzzo e Goularte (2013) para o Tocantins, indicando que no período úmido as maiores pluviosidades encontram-se na porção oeste do estado (Figura 6.2-11).

No que tange, a temperatura do ar, umidade relativa do ar, precipitação, evaporação, pressão atmosférica e nebulosidade, são variáveis fundamentais para a geração de descargas elétricas em uma determinada área, sendo, portanto, responsáveis pelo nível ceráunico da região. O índice ceráunico é um parâmetro que indica o número de dias no ano em que ocorrem trovoadas em uma dada região. Esse índice pode ser utilizado como indicador de atividade elétrica em regiões onde não há sistemas de detecção contínua de relâmpagos.

Dentre os sistemas meteorológicos atuantes na área do empreendimento e que podem influenciar diretamente o índice ceráunico estão Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Zona de Convergência da América do Sul (ZCAS), Frentes e Sistemas Frontais, Linhas de Instabilidade (LI) e Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM). Esses sistemas podem apresentar intensas formações convectivas e, portanto, altas probabilidades para gerar descargas elétricas (raios), relâmpagos e trovoadas. Além disso, os fenômenos El Niño e La Niña, quando das suas ocorrências, afetam diretamente a quantidade de atividade elétrica na atmosfera no Nordeste Brasileiro e na área de estudo.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas*Estudo de Impacto Ambiental - EIA*

Em um estudo, analisando dados em todo o território brasileiro entre 1961 e 1970, Gin e Guedes (2000), mostraram que a atividade de relâmpagos varia em função da latitude. A atividade de relâmpagos diminui com o aumento da latitude devido à diminuição da altitude da isoterma -10° C (a altitude do centro de cargas negativas da nuvem), diminuindo a profundidade da camada de cargas negativas da nuvem. De acordo com os resultados mostrados por Gin e Guedes (2000), a faixa onde se encontra a área do empreendimento (entre 3° e 10° latitude sul) apresentou valores médios de 50 a 350 relâmpagos por ano.

Gin e Guedes (2000), também analisaram a distribuição espacial da atividade de relâmpagos a nível nacional para cada estação do ano, no período de 1961 a 1970. A Figura 6.2-12 mostra as regiões que apresentam máxima atividade de relâmpagos para as estações do ano. O verão e a primavera apresentam maior atividade de relâmpagos na direção sudeste-noroeste, respectivamente, acompanhando o posicionamento da ZCIT associada com a atividade convectiva da região central da América do Sul. O outono e o inverno apresentam maior ocorrência de relâmpago na direção noroeste-sudoeste, acompanhando a migração da atividade convectiva para o noroeste da América do Sul e, também, a passagem de frentes frias. De acordo com o estudo de Gin e Guedes (2000), a atividade de relâmpagos na área do empreendimento, entre os anos de 1961 a 1970, está entre 1000 e 1200 no verão, entre 600 e 800 no outono, entre 200 e 400 no inverno e entre 1200 e 1600 na primavera.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

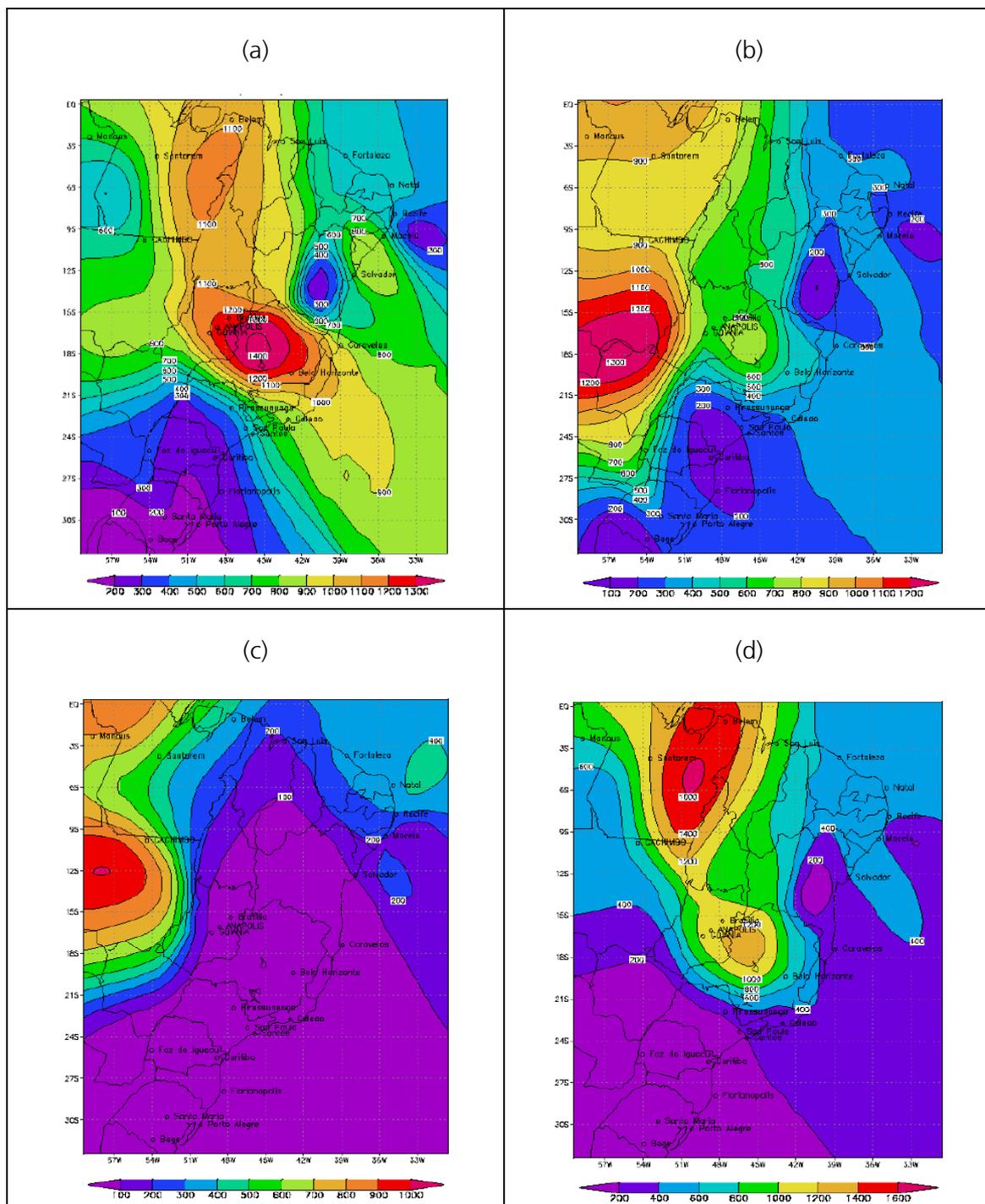


Figura 6.2-12 - Atividade de relâmpagos entre os anos de 1961 e 1970 para as estações do ano (a) verão, (b) outono, (c) inverno e (d) primavera.

Fonte: Gin e Guedes, 2000.

A Figura 6.2-13 apresenta o mapa isoceráunico do Brasil com o número médio de dias com trovoadas por ano. Nota-se que para a área do empreendimento o número de dias no ano com trovoadas está entre 40 e 140. Tal intervalo é confirmado pelos dados

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

apresentados na Tabela 6.2-2 que mostra os valores médios de nível cerâmico. Pode-se observar que, para a Região Amazônica, os dias com ocorrências de trovoadas no ano estão entre 40 e 140.



Figura 6.2-13- Mapa de curvas isocerâmicas – Brasil. Retângulo em vermelho demarca a área do empreendimento.

Fonte: Adaptado da NBR 5419:2000 - ABNT/CB-03.

Tabela 6.2-2 - Nível Ceráunico no Brasil.

Local	Nível Ceráunico (Total de dias com ocorrência de trovoadas no ano)
Estado de São Paulo	40 a 100
Minas Gerais	40 a 120
Região Centro-Oeste	80 a 140
Região Amazônica	40 a 140
Região Nordeste (Litoral)	5 a 10
Região Nordeste (Sertão)	20 a 60
Região Sul	30 a 80

Fonte: NBR ISO 5419/2000.

A caracterização climatológica para a área de estudo considera os dados das estações meteorológicas de superfície listadas na Tabela 6.2-2. Os dados dessas estações, que são apresentados nas Tabela 6.2-3 a Tabela 6.2-9, incluem precipitação acumulada, temperatura do ar, intensidade do vento, direção predominante do vento, umidade relativa do ar, pressão atmosférica e insolação total. A análise permite realizar a classificação climatológica segundo Köppen, para cada uma das estações de superfície e sua microrregião. Os dados registrados pelas estações meteorológicas corroboram com as análises realizadas para a área em consideração, ou seja, apresentam temperaturas elevadas, chuvas em grande quantidade, alta umidade e intensidade do vento de fraca ou calma.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
 Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Tabela 6.2-3 - Normais climatológicas (1961-1990) de Precipitação Acumulada Média Mensal e Anual.

Código	Estação Meteorológica	UF	Precipitação Acumulada (mm)												
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
82353	Altamira	PA	287.5	279.2	406.3	309.5	206.8	116.9	80.1	26.4	32.9	46.1	66.2	167.3	2025.1
82361	Tucuruí	PA	317.6	402.1	443.0	433.9	234.1	101.1	56.2	24.8	24.9	77.7	102.8	204.5	2422.7
82562	Marabá	PA	253.3	405.0	421.1	313.0	97.6	38.5	24.0	14.6	62.9	121.9	156.3	266.0	2174.1
82765	Carolina	MA	253.7	264.7	310.8	182.7	66.5	17.8	12.0	12.4	46.9	148.5	189.1	219.6	1724.4
82861	Conceição do Araguaia	PA	227.7	242.4	271.5	204.4	71.8	17.2	10.4	11.4	69.1	170.3	175.8	251.9	1723.6
82863	Pedro Afonso	TO	297.4	250.3	231.8	178.2	33.9	6.4	1.0	17.0	50.6	182.3	204.7	266.9	1720.5
83033	Palmas	TO	245.7	216.7	170.8	100.3	14.9	1.7	0.2	2.4	19.2	120.8	196.6	211.9	1301.2
83064	Porto Nacional	TO	252.5	270.5	259.2	146.5	39.6	4.4	4.9	5.7	47.5	173.3	207.7	249.4	1661.1

Fonte: INMET, 2009.

Tabela 6.2-4 - Normais climatológicas (1961-1990) de Temperatura do Ar Média Mensal e Anual.

Código	Estação	UF	Temperatura do Ar (°C)												
			Jan	Fev	Mar	Abr	MAI	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
82353	Altamira	PA	25.7	25.4	25.4	25.7	25.9	25.7	25.6	26.2	26.8	27.0	26.8	26.4	26.1
82361	Tucuruí	PA	26.1	25.9	26.1	26.3	26.6	26.5	26.3	26.6	27.0	27.4	27.2	26.6	26.6
82562	Marabá	PA	25.9	25.7	25.9	26.3	26.6	26.4	26.3	26.9	26.9	26.6	26.5	26.0	26.3
82765	Carolina	MA	25.0	25.1	25.3	25.8	26.1	26.0	26.2	27.1	28.0	26.7	26.0	25.5	26.1
82861	Conceição do Araguaia	PA	25.1	25.1	25.3	25.6	25.9	25.3	25.1	25.9	26.4	25.8	25.6	25.2	25.5

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Código	Estação	UF	Temperatura do Ar (°C)												
			Jan	Fev	Mar	Abr	MAI	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
82863	Pedro Afonso	TO	25.3	25.4	25.6	26.0	26.2	25.3	25.4	26.4	27.2	26.4	25.9	25.5	25.9
83033	Palmas	TO	25.3	25.2	25.5	25.5	24.6	23.2	22.9	24.3	26.5	26.4	25.6	25.3	25.0
83064	Porto Nacional	TO	25.5	25.4	25.6	26.1	26.2	25.3	25.3	26.9	28.0	26.9	26.3	25.7	26.1

Fonte: INMET, 2009.

Tabela 6.2-5 - Normais climatológicas (1961-1990) de Intensidade do Vento Média Mensal e Anual.

Código	Estação	UF	Intensidade do Vento (m.s-1)												
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
82353	Altamira	PA	1.34	1.32	1.29	1.25	1.13	1.17	1.11	1.40	1.56	1.63	1.61	1.52	1.36
82361	Tucuruí	PA	1.03	1.06	1.12	1.04	1.01	1.18	1.27	1.42	1.43	1.25	1.09	1.01	1.16
82562	Marabá	PA	0.99	1.10	1.09	1.02	0.96	1.05	1.07	1.20	1.34	1.20	1.09	0.98	1.09
82765	Carolina	MA	1.04	1.06	1.01	1.01	1.13	1.54	1.82	1.74	1.65	1.24	1.09	1.05	1.28
82861	Conceição do Araguaia	PA	1.53	1.55	1.40	1.32	1.47	1.48	1.66	1.59	1.73	1.59	1.53	1.49	1.53
82863	Pedro Afonso	TO	0.90	0.87	0.80	0.68	0.65	1.03	1.00	0.96	1.01	0.98	0.95	0.82	0.89
83033	Palmas	TO	1.78	1.78	1.80	1.70	1.75	1.90	2.34	2.11	2.07	1.89	1.71	1.67	1.88
83064	Porto Nacional	TO	1.06	1.07	1.00	1.01	1.05	1.25	1.37	1.39	1.38	1.15	1.18	1.08	1.17

Fonte: INMET, 2009.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
 Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Tabela 6.2-6 - Normais climatológicas (1961-1990) de Direção Predominante do Vento Mensal e Anual.

Código	Estação	UF	Direção Predominante do Vento (Pontos Cardeais)												
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
82353	Altamira	PA	Calmo	Calmo	Calmo	NE	NE	Indef.	Calmo	NE	NE	NE	NE	NE	NE
82361	Tucuruí	PA	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	N	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo
82562	Marabá	PA	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo
82765	Carolina	MA	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	E	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo
82861	Conceição do Araguaia	PA	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo
82863	Pedro Afonso	TO	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo
83033	Palmas	TO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
83064	Porto Nacional	TO	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo

Fonte: INMET, 2009.

Tabela 6.2-7- Normais climatológicas (1961-1990) de Umidade Relativa do Ar Média Mensal e Anual.

Código	Estação	UF	Umidade Relativa do Ar (%)												
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
82353	Altamira	PA	86.0	87.0	88.0	88.0	87.0	85.0	83.0	81.0	79.0	78.0	79.0	86.0	83.9
82361	Tucuruí	PA	90.0	91.0	91.0	91.0	89.0	87.0	85.0	85.0	84.0	85.0	85.0	88.0	87.6
82562	Marabá	PA	86.0	87.0	87.0	87.0	84.0	79.0	77.0	76.0	78.0	81.0	83.0	86.0	82.6
82765	Carolina	MA	84.0	85.0	85.0	81.0	73.0	66.0	55.0	50.0	57.0	74.0	80.0	83.0	72.8
82861	Conceição do Araguaia	PA	90.0	91.0	87.0	90.0	84.5	83.0	77.0	78.0	83.0	83.0	88.0	90.0	85.4

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Código	Estação	UF	Umidade Relativa do Ar (%)												
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
82863	Pedro Afonso	TO	88.3	87.9	87.3	86.2	81.1	75.9	70.5	67.5	73.4	81.6	84.9	87.9	81.0
83033	Palmas	TO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
83064	Porto Nacional	TO	83.0	84.0	84.0	80.0	72.0	64.5	56.0	50.0	56.0	74.0	79.0	80.0	71.9

Fonte: INMET, 2009.

Tabela 6.2-8- Normais climatológicas (1961-1990) de Pressão Atmosférica Média Mensal e Anual.

Código	Estação	UF	Pressão Atmosférica (hPa)												
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
82353	Altamira	PA	999.9	999.9	999.6	999.8	1000.4	1001.3	1001.8	1001.1	1000.7	999.4	998.6	999.4	1000.2
82361	Tucuruí	PA	1008.2	1008.5	1008.3	1008.6	1008.9	1010.1	1010.5	1010.1	1009.9	1009.5	1008.3	1008.1	1009.1
82562	Marabá	PA	999.6	999.7	999.5	999.5	1000.0	1001.2	1001.4	1000.9	1000.3	999.5	999.1	999.3	1000.0
82765	Carolina	MA	988.9	988.9	988.8	988.7	989.4	990.9	990.9	990.1	989.4	988.8	988.4	988.4	989.3
82861	Conceição do Araguaia	PA	992.1	992.2	992.2	992.5	993.1	994.1	994.6	993.6	992.9	992.1	991.4	991.8	992.7
82863	Pedro Afonso	TO	989.5	989.7	989.6	989.3	990.5	992.0	992.4	991.2	990.2	989.2	988.7	989.2	990.1
83033	Palmas	TO	979.7	979.9	979.9	980.5	981.8	983.2	983.5	982.3	980.7	979.8	979.3	979.4	980.8
83064	Porto Nacional	TO	984.6	984.8	985.1	985.4	985.9	986.8	987.0	985.8	984.6	984.6	984.3	984.7	985.3

Fonte: INMET, 2009.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
 Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Tabela 6.2-9- Normais climatológicas (1961-1990) de Insolação Total Média Mensal e Anual.

Código	Estação	UF	Insolação (horas)												
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
82353	Altamira	PA	101.2	80.6	92.7	101.8	144.2	164.8	207.2	205.8	164.4	134.3	93.2	98.4	1588.6
82361	Tucuruí	PA	137.1	120.3	135.9	152.1	204.5	240.2	243.4	232.4	170.5	154.0	119.9	130.1	2040.4
82562	Marabá	PA	129.2	116.9	141.6	161.2	199.4	227.7	248.7	198.9	122.3	106.9	111.9	119.4	1884.1
82765	Carolina	MA	135.5	121.3	134.5	163.3	246.2	277.4	286.9	278.9	201.9	156.2	151.1	146.0	2299.2
82861	Conceição do Araguaia	PA	149.5	127.9	136.1	158.3	227.4	263.0	282.6	223.8	158.1	157.2	152.4	134.9	2171.2
82863	Pedro Afonso	TO	148.8	135.2	155.9	194.9	250.1	264.0	280.4	273.7	199.5	171.5	159.6	144.5	2378.1
83033*	Palmas	TO	186.4	159.1	168.8	236.8	246.4	197.2	196.9	192.5	151.4	168.9	184.7	204.0	2293.1
83064	Porto Nacional	TO	152.7	130.0	146.3	186.7	263.5	276.1	300.7	291.0	208.1	172.3	166.9	153.0	2447.3

Fonte: INMET, 2009.

Nota: Para as estações assinaladas com asterisco (*) foi relaxada a exigência de se considerar apenas anos com "meses completos", no cômputo da média.

Os resultados da classificação de Köppen, para cada uma das estações, são apresentados a seguir:

A estação de Altamira/PA apresenta precipitação média anual de 2025,1 mm, temperatura média anual de 26,1°C, intensidade do vento fraca ou calma ($1,36 \text{ m.s}^{-1}$) a partir de nordeste, umidade relativa média anual de 83,9% e insolação total de 1588,6 h. Os dados da estação de Altamira revelam que a classificação de Köppen para essa região é Am - Clima Tropical Monçônico (clima megatérmico, tropical úmido, precipitação anual total média maior do que 1500 mm e temperatura média do mês mais frio do ano maior do que 18°C).

A estação de Tucuruí/PA apresenta precipitação média anual de 2422,7 mm, temperatura média anual de 26,6°C, intensidade do vento fraca ou calma ($1,16 \text{ m.s}^{-1}$), umidade relativa média anual de 87,6% e insolação total de 2040,4 h. Os dados da estação de Tucuruí revelam que a classificação de Köppen é Am - Clima Tropical Monçônico (clima megatérmico, tropical úmido, precipitação anual total média maior do que 1500 mm e temperatura média do mês mais frio do ano maior do que 18°C).

A estação de Marabá/PA apresenta precipitação média anual de 2174,1 mm, temperatura média anual de 26,3°C, intensidade do vento fraca ou calma ($1,09 \text{ m.s}^{-1}$), umidade relativa média anual de 82,6% e insolação total de 1884,1 h. Os dados da estação de Tucuruí revelam que a classificação de Köppen é Am - Clima Tropical Monçônico (clima megatérmico, tropical úmido, precipitação anual total média maior do que 1500 mm e temperatura média do mês mais frio do ano maior do que 18°C).

A estação de Carolina/MA apresenta precipitação média anual de 1724,4 mm, temperatura média anual de 26,1°C, intensidade do vento fraca ou calma ($1,26 \text{ m.s}^{-1}$), umidade relativa média anual de 72,8% e insolação total de 2299,2 h. Os dados da estação de Carolina revelam que a classificação de Köppen é Aw - Clima Tropical com estação seca de inverno (clima megatérmico, tropical úmido, invernos secos e chuvas máximas de verão e temperatura média do mês mais frio do ano maior do que 18°C).

A estação de Conceição do Araguaia/PA apresenta precipitação média anual de 1723,6 mm, temperatura média anual de 25,5°C, intensidade do vento fraca ou calma ($1,53 \text{ m.s}^{-1}$), umidade relativa média anual de 85,4% e insolação total de 2171,2 h. Os dados da estação de Conceição do Araguaia revelam que a classificação de Köppen é Am - Clima Tropical Monçônico (clima megatérmico, tropical úmido, precipitação anual total

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

média maior do que 1500 mm e temperatura média do mês mais frio do ano maior do que 18°C).

A estação de Pedro Afonso/TO apresenta precipitação média anual de 1720,5 mm, temperatura média anual de 26,9°C, intensidade do vento fraca ou calma (0,89 m.s⁻¹), umidade relativa média anual de 81% e insolação total de 2378,1 h. Os dados da estação de Pedro Afonso revelam que a classificação de Köppen é Aw - Clima Tropical com estação seca de inverno (clima megatérmico, tropical úmido, invernos secos e chuvas máximas de verão e temperatura média do mês mais frio do ano maior do que 18°C).

A estação de Palmas/TO apresenta precipitação média anual de 1301,2 mm, temperatura média anual de 25,0°C, intensidade do vento fraca ou calma (1,88 m.s⁻¹) e insolação total de 2293,1 h. Os dados da estação de Palmas revelam que a classificação de Köppen é Aw - Clima Tropical com estação seca de inverno (clima megatérmico, tropical úmido, invernos secos e chuvas máximas de verão e temperatura média do mês mais frio do ano maior do que 18°C).

A estação de Porto Nacional/TO apresenta precipitação média anual de 1661,1 mm, temperatura média anual de 26,1°C, intensidade do vento fraca ou calma (1,17 m.s⁻¹), umidade relativa média anual de 71,9% e insolação total de 2447,3 h. Os dados da estação de Porto Nacional revelam que a classificação de Köppen é Aw - Clima Tropical com estação seca de inverno (clima megatérmico, tropical úmido, invernos secos e chuvas máximas de verão e temperatura média do mês mais frio do ano maior do que 18°C).

As estações de superfície consideradas na análise climatológica apresentam altos índices de pluviosidade, temperatura do ar média elevada, alta umidade relativa do ar, forte insolação e velocidade do vento de fraca ou calma. Tais características são típicas do clima tropical úmido brasileiro, caracterizado por um balanço hídrico positivo, resultante das precipitações médias anuais superiores a 1500 mm.

6.2.1.6.1 - Efeitos do regime pluviométrico nas condições geotécnicas das áreas de influência do empreendimento

Embora o comportamento geotécnico da superfície esteja associado a uma série de fatores, observa-se na área de estudo um efeito pronunciado da interação entre as características climatológicas e meteorológicas da região e o material pedológico. Dentre

as variáveis meteorológicas elencadas no item Meteorologia e Climatologia, a precipitação pluvial é, sem dúvida, aquela que apresenta maior relevância em função de seu potencial impacto sobre o comportamento mecânico dos solos da região. Contudo, o grau de interação regime pluviométrico/solo depende dos atributos mecânicos das classes de solo observadas na área estudo, estando esta subordinada a características do relevo, notadamente à sua declividade. Para a área de estudo observa-se maior intensidade desta interação nas zonas de relevo mais acidentado, desenvolvido sobre rochas metamórficas, e em superfícies aplainadas desenvolvidas sobre sedimentos depositados nas margens de cursos d'água.

As zonas de relevo mais acidentado compreendem as Serras do Sereno e Estrondo, no Planalto Dissecado do Sul do Pará e Depressão Ortoclinal do Médio Tocantins, respectivamente. Nestas, o risco geotécnico tem relação com o grau de fraturamento das rochas e à ocorrência de solos rasos e fracamente estruturados. O fraturamento de rochas é resultado de processos físicos como a redução da pressão sobre o material rochoso, ou de variações acentuadas da temperatura, sendo pouco influenciado pelo regime pluviométrico local. Contudo, de acordo com o mapa pedológico e clinográfico elaborados (Apêndices 6.13 e 6.8, respectivamente), as zonas de maior declividade estão associadas à Neossolo Litólicos e Cambissolos Háplicos os quais possuem acentuada instabilidade, resultado de seu estágio incipiente de evolução. Nos períodos de precipitação intensa, a saturação destes solos pode provocar um incremento do componente gravitacional pelo acúmulo de água na matriz do solo, culminando na extrapolação da tensão de cisalhamento e desencadeando seu escorregamento.

As zonas de relevo aplainado influenciadas pelo regime pluviométrico são compreendidas pelas planícies fluviais dos principais corpos d'água da região, notadamente as dos rios Itacaiunas e Araguaia. De acordo com o mapa pedológico elaborado, nestas zonas predominam Neossolos Quartzarênicos de textura arenosa, os quais, de acordo com o mapa geológico elaborado (Apêndice 6.6), desenvolvem-se sobre sedimentos quaternários. Estes solos, embora ocorram fundamentalmente em relevos aplainados, apresentam pouca capacidade de estruturação em função da composição quartzosa de sua matriz, apresentando pouca resiliência quando

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas*Estudo de Impacto Ambiental - EIA*

submetidos a distúrbios. Aliado a isso, observa-se a possibilidade de transbordamento dos Rios Itacaiúnas e Araguaia, indicada por estações pluviométricas próximas à área do empreendimento, em virtude das taxas de precipitação da região, havendo inundação das áreas adjacentes a esses corpos d'água. Nestas condições, a interação entre água e os sedimentos inconsolidados que compõem os Neossolos Quartzarênicos, reduz o atrito entre as partículas, principal mecanismo de estabilização da superfície, o que pode causar o carreamento de material por fluxo de massa e, conseqüentemente, o enfraquecimento do nível de base de estruturas instaladas no local.

Desta forma, o regime pluviométrico observado para a região favorece o desencadeamento dos mecanismos relacionados ao escorregamento e desestruturação de solos nas zonas mencionadas, principalmente no período de maior precipitação (setembro a maio). Este cenário pode ser agravado em anos de retração da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), onde há um aumento no volume de chuvas na região. Neste sentido, a instalação de estruturas nestes locais deve prever a adoção de técnicas de estabilização adaptadas aos mecanismos descritos, evitando a ocorrência de acidentes e promovendo o convívio harmonioso entre o empreendimento e seu entorno.

6.2.1.7- Conclusões

A partir das informações lançadas neste estudo pode-se concluir que a área do empreendimento encontra-se dentro das delimitações da Amazônia Legal, onde o clima é quente e úmido, com pequena estação seca, temperaturas elevadas (média do mês mais frio > 18°C) e precipitação máxima no verão (total média anual >1500 mm). As condições do tempo nessa região, que formam o clima do local, são determinadas por alguns fenômenos meteorológicos típicos da região Norte do Brasil.

Os sistemas meteorológicos atuantes sobre a região Norte, que podem influenciar as condições do tempo sobre a região de estudo são: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Zona de Convergência da América do Sul (ZCAS), Alta da Bolívia (AB), Frentes e Sistemas Frontais, El Niño-Oscilação Sul (ENOS), Linhas de Instabilidade (LI's), Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM), Sistema de Brisa Marítima-Terrestre e Sistema de Escoamento Vale-Montanha (Escoamento Orográfico). Esses sistemas podem atuar da seguinte forma:

- Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sendo o principal sistema meteorológico provocador de chuva. A ZCIT desloca-se de sua posição mais ao norte (14° N) nos meses de agosto-setembro para uma posição mais ao sul (4° S) em março-abril, modulando os períodos entre mais secos e mais úmidos;
- O avanço dos sistemas frontais entre as latitudes 5° S e 18° S é outro mecanismo que precisa ser considerado para o regime de precipitação na região Norte do Brasil. Sistemas frontais avançam até latitudes equatoriais mais frequentemente no inverno do Hemisfério Sul, pois o posicionamento médio da ZCIT está em torno de 10° N a 14° N nessa época. Tal condição é importante para a produção de chuva na região;
- A posição do centro da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) varia ao longo do ano, mais ou menos próxima do continente e afeta o comportamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Anos menos chuvosos pode estar relacionados com a expansão da ASAS em direção ao equador. Nesses anos, a ZCIT tende a se deslocar para o norte de sua posição climatológica. O inverso ocorre em anos chuvosos, ou seja, a retração da ASAS em direção às latitudes mais altas do Atlântico Sul;
- Eventos El Niño-Oscilação Sul (ENOS) afetam o tempo e o clima globalmente, principalmente nos trópicos. A análise da temperatura da superfície (TSM) do Pacífico mostra que, durante o período de dominância de eventos El Niño (fase quente do ENOS) e Índices de Oscilação Sul negativos, houve uma tendência para condições mais úmidas no Sudoeste e mais secas no Nordeste e Sul da Amazônia, mantendo a ZCIT mais ao norte e a ZCAS mais ao sul de suas posições normais;
- Linhas de Instabilidade (LI's) são caracterizadas por aglomerados de nuvens *cumulonimbus* e são formadas devido à circulação de brisa marítima. Representam um dos principais sistemas meteorológicos de mesoescala que contribuem com 45% da precipitação durante o período chuvoso. A formação das LI's sofre um deslocamento na direção norte-sul, no mesmo sentido e na mesma época da ZCIT, com maior frequência no período em que a ZCIT está mais organizada;
- O período chuvoso ocorre de setembro a maio, na mesorregião sudeste paraense, e de outubro a abril, na mesorregião ocidental do Tocantins. O período seco ocorre durante os meses de junho a agosto, na mesorregião sudeste paraense, e de maio a setembro, na mesorregião ocidental do Tocantins. Nos

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas*Estudo de Impacto Ambiental - EIA*

períodos secos, as chuvas são tipicamente de origem local, formadas a partir de Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM), Brisas Marítima e Terrestre e Escoamentos de Vale e Montanha, que surgem em determinadas áreas da região;

- No estado do Pará, a climatologia anual e sazonal mostra que a mesorregião sudeste do estado apresenta os menores índices de precipitação. A climatologia mensal indica que o período chuvoso na mesorregião Sudeste concentra-se de outubro a maio enquanto que o período de menor precipitação mensal climatológica ocorre entre os meses de agosto e setembro. Os máximos de precipitação ocorrem por influência de episódios da ZCAS seguida da atuação da ZCIT, que se encontra mais ao Sul do estado paraense nos meses de verão, causando os máximos índices de precipitação;
- No estado do Tocantins, a análise climatológica dos dados de precipitação revela que o mês mais chuvoso é janeiro e o mês mais seco é julho. Considerando a precipitação do período seco, nota-se que as maiores pluviosidades encontram-se na porção norte/noroeste, na parte do território recoberto pela Floresta Amazônica, enquanto que para o período úmido as maiores pluviosidades encontram-se na porção oeste do estado do Tocantins;
- Mapas de isoietas confirmam a distribuição da precipitação ao longo da extensão das LT's. Dentro do estado do Pará, ocorre a diminuição da precipitação para sudeste, diminuindo de 1025 para 725 mm. Dentro do estado do Tocantins, a LT se estende entre as isoietas de 850 e 875 mm, em uma área onde ocorre uma diminuição do regime de precipitação de oeste para leste;
- Eventos extremos de curto e médio prazo na área do empreendimento estão relacionados, principalmente, ao regime pluviométrico no leste da Amazônia e na bacia do Tocantins. A ocorrência de El Niño implica na redução da chuva no leste da Amazônia e na bacia do Tocantins. Durante eventos de La Niña, a precipitação se mantém acima do normal no leste da Amazônia e na bacia do Tocantins. As mudanças nos padrões e nos regimes de precipitação poderão afetar as vazões dos cursos d'água. Para finais do século XXI, os modelos do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) sugerem reduções nas vazões dos rios São Francisco, Parnaíba, Tocantins, Xingu e outros no leste da Amazônia.

Alguns sistemas apresentam intensas formações convectivas e, portanto, alta probabilidade para gerar descargas elétricas (raios), relâmpagos e trovoadas. Além disso, os fenômenos El Niño e La Niña, quando das suas ocorrências, afetam diretamente a

quantidade de atividade elétrica na atmosfera no Nordeste Brasileiro e na área de estudo. O mapa isoceráunico do Brasil aponta que, para a área do empreendimento, o número de dias no ano com trovoadas está entre 40 e 140 (NBR 5419:2000 - ABNT/CB-03).

No que diz respeito à climatologia da área onde as linhas de transmissão serão instaladas, as estações de superfície analisadas registraram altos índices de pluviosidade, temperatura do ar média elevada, alta umidade relativa do ar, forte insolação e velocidade do vento de fraca ou calma. Tais características são típicas do clima tropical úmido brasileiro, caracterizado por um balanço hídrico positivo, resultante das precipitações médias anuais superiores a 1500 mm.

Os dados observados pelas estações meteorológicas instaladas nas proximidades das LT's permitiram realizar a classificação climática de acordo com a metodologia de Köppen. De acordo com esta metodologia, as estações de Altamira/PA, Tucuruí/PA, Marabá/PA e Araguaia/PA são classificadas como Am - Clima Tropical Monçônico (clima megatérmico, tropical úmido, precipitação anual total média maior do que 1500 mm e temperatura média do mês mais frio do ano maior do que 18°C) e as estações de Carolina/MA, Pedro Afonso/TO, Palmas/TO e Porto Nacional/TO são classificadas como Aw - Clima Tropical com estação seca de inverno (clima megatérmico, tropical úmido, invernos secos e chuvas máximas de verão e temperatura média do mês mais frio do ano maior do que 18°C).

6.2.2 - Nível de Ruído

No presente item, serão apresentadas as informações relativas às atividades que apresentam potencial geração de poluição sonora relacionados as fases de instalação e operação das Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu - Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas - Miracema C1 e C2 e LT 500 kV Parauapebas - Itacaiúnas e Subestações Associadas. Convém destacar que no Capítulo 4, Caracterização do Empreendimento desse estudo, são apresentadas todas as atividades previstas para as fases de instalação e operação das LT's. Nesse contexto, levando-se em consideração a Resolução CONAMA 001/90, que estabelece a necessidade de observação às normas técnicas da ABNT - NBR 10.151/2000 e baseada na Decisão de Diretoria nº 100/2009/P da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do estado de São Paulo (CETESB), apresenta-se o relatório de medições realizadas na área de influência direta e indireta do empreendimento.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

O presente trabalho tem por objetivo o atendimento à legislação vigente, considerando a possibilidade de danos causados por níveis excessivos de ruído, principalmente em áreas residenciais, sob o aspecto de Controle de Poluição de Meio Ambiente e deterioração da qualidade de vida, bem como identificar as comunidades passíveis de sofrer influência da poluição sonora do empreendimento nas fases descritas anteriormente.

Possui também, o objetivo de verificar e caracterizar os níveis de ruído (*background*) atuais nas proximidades das subestações, existentes e das futuras, e das áreas potenciais para instalação de canteiros de obras.

Para as obras das Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu - Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas - Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas - Itacaiúnas e Subestações Associadas, foram pré selecionadas, até o momento, 53 (cinquenta e três) áreas potenciais para instalação de canteiros das LTs em 11 (onze) municípios interceptados pelo empreendimento. Posteriormente, serão selecionadas em torno de 17 (dezesete) canteiros de obras ao longo das LTs, estes nem sempre serão locados em cada município, isso ocorre em decorrência da extensão dos municípios. Convém destacar que, nos locais onde serão ampliadas as 03 SEs (Xingu, Miracema e Itacaiúnas) e construída 01 SE (Parauapebas), também será instalado um canteiro de obras em cada uma das subestações.

6.2.2.1- Metodologia

A metodologia empregada está descrita na NBR 10.151/2000 - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas, visando o conforto da comunidade e na Decisão da Diretoria nº 100/2009/P da CETESB, a qual dispõe sobre a Aprovação do Procedimento para Avaliação de Níveis de Ruído em Sistemas Lineares de Transporte.

A NBR 10.151/2000 tem como objetivo os seguintes aspectos:

- Fixar as condições exigíveis para avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades, independente da existência de reclamações;
- Especificar um método para a medição de ruído, a aplicação de correções nos níveis medidos se o ruído apresentar características especiais e uma comparação dos níveis corrigidos com um critério que leva em conta vários fatores.

Para fins de avaliação os resultados obtidos pelas medições de todos os pontos foram comparados com os valores estabelecidos pela NBR 10.151/2000 para os períodos diurno e noturno, estabelecendo-se o L_{ra} para cada local em que ocorreu a medição e classificando-se os pontos de acordo com a ocupação atual predominante.

6.2.2.1.1 - Definições

Segundo a ABNT NBR 10.151/2000:

4.1 - Nível de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}), em decibéis ponderados em A [dB(A)]: nível obtido a partir do valor médio quadrático da pressão sonora (com ponderação A) referente a todo o intervalo de medição.

4.2 - Ruído com caráter impulsivo: ruído que contém impulsos, que são picos de energia acústica com duração menor do que 1s e que se repetem a intervalos maiores do que 1s (por exemplo, martelagens, bate-estacas, tiros e explosões).

4.3 - Ruído com componentes tonais: ruído que contém tons puros, como o som de apitos ou zumbidos.

4.4 - Nível de ruído ambiente (L_{ra}): nível de pressão sonora equivalente ponderado em A, no local e horário considerados, na ausência do ruído gerado pela fonte sonora em questão.

Complementando segundo a Decisão de Diretoria nº 100/2009/P da CETESB:

4.5 - dB(A): unidade do nível de pressão sonora em decibéis, para quantificação do nível de ruído, ponderada pela curva de resposta A.

4.6 - Estabilização do L_{Aeq} Acumulado: quando a variação do L_{Aeq} acumulado nos últimos 5 minutos for menor ou igual a 0,5dB(A).

4.7 - Interferências transitórias: são emissões sonoras de curta duração e ocorrência eventual, não representativas da área em avaliação.

4.8 - L_{Aeq} acumulado: Nível de pressão sonora equivalente referente ao período de medição realizado.

4.9 - L_{10} : Nível de pressão sonora excedido 10% do período de medição.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

4.10 - L_{50} : Nível de pressão sonora excedido 50% do período de medição.

4.11 - L_{90} : Nível de pressão sonora excedido 90% do período de medição.

4.12 - Medidor de Nível de Pressão Sonora (MNS): equipamento utilizado para as medições dos níveis de ruído.

4.13 - Nível de ruído: nível de pressão sonora expresso em decibéis, ponderado pela curva de resposta A.

4.14 - Ponto de medição: local onde o medidor de nível de pressão sonora foi posicionado para realização da medição.

4.15 - Receptores potencialmente críticos: receptores localizados em áreas residenciais habitadas lindeiras ao sistema viário, com ocupação regular e demais receptores representativos do impacto sonoro como hospitais, unidades básicas de saúde, unidades educacionais. *Neste caso, adapta-se a Decisão de Diretoria nº 100/2009/P da CETESB para o empreendimento em questão, ou seja, para linha de transmissão e subestações de energia elétrica.*

6.2.2.1.2 - Procedimentos de medição

Considerando a NBR 10.151/2000 foram obedecidos os seguintes procedimentos:

- Os níveis de ruído foram medidos externamente aos limites da propriedade que contém a fonte.
- As medições foram efetuadas em pontos afastados a aproximadamente 1,2 m do piso, e, pelo menos, 2 metros do limite da propriedade e de quaisquer outras superfícies refletoras, como muros, paredes, etc.
- Efeito de vento sobre o microfone foi evitado com uso de protetor.
- Não foram necessárias correções (nível corrigido, L_c), devido a não ocorrência de ruído de impacto.

Complementarmente à Decisão de Diretoria nº 100/2009/P da CETESB:

- O microfone do MNS foi direcionado para o sistema objeto de avaliação.
- As avaliações de níveis de ruído foram realizadas nos períodos em que a atividade, alvo do licenciamento, representasse a condição normal do sistema.

- As interferências transitórias ocorridas durante as medições foram desprezadas e não deverão compor os níveis de ruído medidos.
- Nas avaliações, as interferências transitórias foram descartadas das medições com o uso do recurso de “Pausa” do MNS.
- Para caracterização dos níveis de ruído foi adotado o tempo de medição mínimo de 10 (dez) minutos para cada ponto de medição, desde que entre o 5º minuto e o 10º minuto a variação do L_{Aeq} acumulado seja igual ou menor a 0,5 dB(A).
- Quando a variação do L_{Aeq} entre o 5º minuto e o 10º minuto for maior que 0,5 dB(A) a avaliação foi estendida até 15 minutos, sendo encerrada quando a variação do L_{Aeq} nos últimos 5 minutos fosse menor ou igual a 0,5 dB(A).
- As avaliações nas áreas próximas às escolas, não foram realizadas nos horários de recreio ou intervalo, entrada ou saída de alunos.
- Descrição e caracterização das interferências transitórias que foram excluídas.

6.2.2.1.3 - Equipamentos utilizados

Para avaliação das avaliações quantitativas contidas neste levantamento foram utilizados os seguintes equipamentos:

Medidor de Nível sonoro marca Quest Technologies, modelo Sound Pro SE/DL, número de série BLI100007, Tipo 1, operando no circuito de compensação A. O MNS foi calibrado conforme Certificado de Calibração A0286/2012 expedido pelo LABELO/PUC/RS em anexo.

Calibrador de Nível Sonoro marca Quest Technologies, modelo QC-10, classe 1, número de série QIH100132, amplitude de 114,0 dB, calibrado conforme Certificados de Calibração A0287/2012 e 3963-2014, expedidos pelo LABELO/PUC/RS e Almont Brasil, respectivamente, conforme Anexo 6.1.

GPS Garmin modelo GPS 12XL (12 Channel), número de série 35310307.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

6.2.2.1.4 - Medições

As medições de ruído foram realizadas entre os dias 11 e 21 de abril de 2014.

O instrumento utilizado integra os valores de nível de pressão sonora ao longo do tempo, indicando o L_{Aeq} . Este tipo de medição espelha com maior exatidão o nível de pressão sonora, pois não é pontual, considerando os vários níveis de pressão sonora ao longo do tempo.

O decibelímetro foi calibrado antes do início e após o final das sessões, utilizando o calibrador acústico em 114,0 dB.

O período noturno, segundo a NBR 10.151/2000, deve começar após as 22 horas e não deve terminar antes das 7 horas do dia seguinte. Se o dia seguinte for domingo ou feriado, o término do período noturno não deve ser antes das 9 horas.

O registro das medições e registro fotográfico dos Pontos de Monitoramento de Ruído (PMR) encontra-se no Apêndice 6.3. A seguir, no Quadro 6.2-2, Quadro 6.2-3 e Quadro 6.2-4 estão relacionados os pontos de medição.

Quadro 6.2-2 - Pontos nos limites das Subestações (ampliadas e nova) das LT's 500 kV Xingu - Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas - Miracema C1 e C2 e LT 500 kV Parauapebas - Itacaiúnas.

Ponto de Monitoramento	Coordenadas UTM - - Datum SIRGAS 2000	Localização
SE Miracema 1 (PMR SE Miracema 1)	22L 771766/8944096	Limite da propriedade da Subestação Miracema, a 35 m da TO-342.
SE Miracema 2 (PMR SE Miracema 2)	22L 771693/8944119	Limite da propriedade da Subestação Miracema, a 35 m da TO-342.
SE Miracema 3 (PMR SE Miracema 3)	22L 771942/8944777	Limite da propriedade da Subestação Miracema.
SE Miracema 4 (PMR SE Miracema 4)	22L 771877/8944739	Limite da propriedade da Subestação Miracema.
SE Parauapebas 1 (PMR SE Parauapebas 1)	22M 642613/9326143	Limite da propriedade da Subestação Parauapebas, a 10 metros da PA-257.
SE Parauapebas 2 (PMR SE Parauapebas 2)	22M 642800/9326099	Limite da propriedade da Subestação Parauapebas, a 10 metros da PA-257.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto de Monitoramento	Coordenadas UTM - - Datum SIRGAS 2000	Localização
SE Xingu 1(PMR ANE 4)	22M 424170 / 9656015 ¹	Área de pastagem, em área rural da localidade de Belo Monte do Pontal/Anapu.

Quadro 6.2-3 - Pontos nas Áreas Potenciais para Instalação de Canteiros de Obra da ATE XXI.

Ponto de Monitoramento	Coordenadas UTM - Datum SIRGAS 2000	Localização
CSE Miracema 1 (PMR CSE Miracema 1)	22L 772276/8943958	Área ocupada pela Subestação Miracema, a 37 metros da TO-342.
CSE Miracema 2 (PMR CSE Miracema 2)	22L 772343 / 8943935	Área ocupada pela Subestação Miracema, a 35 metros da TO-342.
CSE Miracema 3 (PMR CSE Miracema 3)	22L 772279 / 8943990	Área ocupada pela Subestação Miracema, a 68 metros da TO-342.
CSE Miracema 4 (PMR CSE Miracema 4)	22L 772362 / 8943997	Área ocupada pela Subestação Miracema, a 64 metros da TO-342.
CSE Itacaiúnas 1 (PMR CSE Itacaiúnas 1)	22M 705068 / 9396763	Na área da SE Itacaiúnas, em área rural.
CSE Itacaiúnas 2 (PMR CSE Itacaiúnas 2)	22M 705016 / 9396764	Na área da SE Itacaiúnas, em área rural.
CSE Itacaiúnas 3 (PMR CSE Itacaiúnas 3)	22M 705025 / 9396638	Na área da SE Itacaiúnas, em área rural.
CSE Itacaiúnas 4 (PMR CSE Itacaiúnas 4)	22M 705086 / 9396644	Na área da SE Itacaiúnas, em área rural.
Guaraí 1_1 (PMR G 1_1)	22L 774062 / 9024061	Área industrial abandonada, em área predominantemente residencial.
Guaraí 1_2 (PMR G 1_2)	22L 774148 / 9024078	Área industrial abandonada, em área predominantemente residencial.
Guaraí 1_3 (PMR G 1_3)	22L 774031 / 9024220	Área industrial abandonada, em área predominantemente residencial.
Guaraí 1_4 (PMR G 1_4)	22L 774192 / 9014213	Área industrial abandonada, em área predominantemente residencial.
Guaraí 2_1 (PMR G 2_1)	22L 773941 / 9016781	Área predominantemente rural, a 43 metros da BR-153.

¹ A avaliação ocorreu somente em um ponto da área prevista, no qual havia uma pastagem e nos demais pontos havia vegetação de maior porte, que não justificava a realização de medição.

Esse ponto de medição está identificado no Apêndice 6.3 como PMR ANE 4, na página 487.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto de Monitoramento	Coordenadas UTM - Datum SIRGAS 2000	Localização
Guaraí 2_2 (PMR G 2_2)	22L 773949 / 9016557	Área predominantemente rural, a 29 metros da BR-153.
Guaraí 2_3 (PMR G 2_3)	22L 773778 / 9016784	Área predominantemente rural, a 200 metros da BR-153.
Guaraí 2_4 (PMR G 2_4)	22L 773812 / 9016560	Área predominantemente rural, a 165 metros da BR-153.
Guaraí 3_1 (PMR G 3_1)	22L 772067 / 9022921	Em área rural, ao lado da Av. Brasil.
Guaraí 3_2 (PMR G 3_2)	22L 771818 / 9023179	Em área rural, ao lado da Av. Brasil.
Guaraí 3_3 (PMR G 3_3)	22L 771745 / 9022847	Em área rural, em área de pastagem.
Guaraí 3_4 (PMR G 3_4)	22L 772074 / 9023124	Em área rural, em área de pastagem.
Bernardo Sayão 1_1 (PMR BS 1_1)	22M 731984 / 9127463	Área de pastagem em área rural, distante 20m da estrada asfaltada.
Bernardo Sayão 1_2 (PMR BS 1_2)	22M 731901 / 9126673	Área de pastagem em área rural, distante 20m da estrada asfaltada.
Bernardo Sayão 1_3 (PMR BS 1_3)	22M 731639 / 9127439	Área de pastagem em área rural.
Bernardo Sayão 1_4 (PMR BS 1_4)	22M 731531 / 9126676	Área de pastagem em área rural.
Bernardo Sayão 2_1 (PMR BS 2_1)	22M 731986 / 9126896	Área de pastagem em área rural, distante 35m da estrada asfaltada.
Bernardo Sayão 2_2 (PMR BS 2_2)	22M 731965 / 9126671	Área de pastagem em área rural, distante 35m da estrada asfaltada.
Bernardo Sayão 2_3 (PMR BS 2_3)	22M 732444 / 9126895	Área de pastagem em área rural.
Bernardo Sayão 2_4 (PMR BS 2_4)	22M 732435 / 9126666	Área de pastagem em área rural.
Bernardo Sayão 3_1 (PMR BS 3_1)	22M 728692 / 9127659	Área de pastagem em área rural.
Bernardo Sayão 3_2 (PMR BS 3_2)	22M 728138 / 9127511	Área de pastagem em área rural.
Bernardo Sayão 3_3 (PMR BS 3_3)	22M 728732 / 9127998	Área de pastagem em área rural.
Bernardo Sayão 3_4 (PMR BS 3_4)	22M 727886 / 9127923	Área de pastagem em área rural.
Bernardo Sayão 4_1 (PMR BS 4_1)	22M 731901 / 9126673	Área de pastagem em área rural, distante 20m da estrada asfaltada. Assume-se os valores do PMR BS 1_2, que faz divisa com essa área.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto de Monitoramento	Coordenadas UTM - Datum SIRGAS 2000	Localização
Bernardo Sayão 4_2 (PMR BS 4_2)	22M 731749 / 9126289	Área de pastagem em área rural, distante 35m da estrada asfaltada.
Bernardo Sayão 4_3 (PMR BS 4_3)	22M 731340 / 9126675	Área de pastagem em área rural.
Bernardo Sayão 4_4 (PMR BS 4_4)	22M 731471 / 9126287	Área de pastagem em área rural.
Pau D'Arco 1_1 (PMR PA 1_1)	22M 680658 / 9165988	Área utilizada para pastagem em área rural, ao lado do centro de eventos do município e de uma chácara, a 15 metros da TO-230.
Pau D'Arco 1_2 (PMR PA 1_2)	22M 680770 / 9165899	Área utilizada para pastagem em área rural, ao lado do centro de eventos do município e de área residencial, a 15 metros da TO-230.
Pau D'Arco 1_3 (PMR PA 1_3)	22M 680516 / 9165881	Área utilizada para pastagem em área rural, ao lado do centro de eventos do município e de área residencial.
Pau D'Arco 1_4 (PMR PA 1_4)	22M 680667 / 9165791	Área utilizada para pastagem em área rural, ao lado do centro de eventos do município. A 28 m localiza-se o Centro de Educação Infantil (CEI) Prof. Euzeni de Souza Alcântara.
Pau D'Arco 2_1 (PMR PA 2_1)	22M 680731 / 9165990	Área utilizada para pastagem em área rural, em frente ao centro de eventos do município, a 25 metros da TO-230 e 35 metros de uma residência.
Pau D'Arco 2_2 (PMR PA 2_2)	22M 680882 / 9165870	Área utilizada para pastagem em área rural, em frente ao centro de eventos do município, a 20 metros da TO-230.
Pau D'Arco 2_3 (PMR PA 2_3)	22M 680806 / 9166053	Área utilizada para pastagem em área rural, em frente ao centro de eventos do município, a 120 metros da TO-230 e a 70 metros de uma casa.
Pau D'Arco 2_4 (PMR PA 2_4)	22M 680939 / 9165924	Área utilizada para pastagem em área rural, em frente ao centro de eventos do município, a 100 metros da TO-230 e a 30 metros de uma casa.
Pau D'Arco 3_1 (PMR PA 3_1)	22M 684617 / 9163084	Área de pastagem em área rural, a 32 metros da TO-230.
Pau D'Arco 3_2 (PMR PA 3_2)	22M 685143 / 9162642	Área de pastagem em área rural, a 32 metros da TO-230.
Pau D'Arco 3_3 (PMR PA 3_3)	22M 684990 / 9163480	Área de pastagem em área rural.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto de Monitoramento	Coordenadas UTM - Datum SIRGAS 2000	Localização
Pau D'Arco 3_4 (PMR PA 3_4)	22M 684768 / 9163489	Área de pastagem em área rural.
Pau D'Arco 4_1 (PMR PA 4_1)	22M 680736 / 9166845	Área utilizada para pastagem próximo a área urbana, a 5 metros da TO-427.
Pau D'Arco 4_2 (PMR PA 4_2)	22M 680633 / 9166703	Área utilizada para pastagem próximo a área urbana, a 5 metros da TO-427.
Pau D'Arco 4_3 (PMR PA 4_3)	22M 680930 / 9166849	Área utilizada para pastagem próximo a área urbana, a 210 metros da TO-427.
Pau D'Arco 4_4 (PMR PA 4_4)	22M 680984 / 9166639	Área utilizada para pastagem próximo a área urbana, a 360 metros da TO-427.
Sapucaia 1_1 (PMR S 1_1)	22M 644241 / 9232735	Área de pastagem abandonada, a 15 metros da PA-150.
Sapucaia 1_2 (PMR S 1_2)	22M 644028 / 9232552	Área de pastagem abandonada, a 15 metros da PA-150.
Sapucaia 1_4 (PMR S 1_4)	22M 644368 / 9232387	Área de pastagem abandonada.
Sapucaia 2_1 (PMR S 2_1)	22M 641438 / 9230298	Área de pastagem em área rural, a 22 metros da PA-150.
Sapucaia 2_2 (PMR S 2_2)	22M 644305 / 9230248	Área utilizada para pastagem em área rural, a 70 metros da PA-150.
Sapucaia 2_3 (PMR S 2_3)	22M 641314 / 9230446	Área utilizada para pastagem em área rural, a 210 metros da PA-150.
Sapucaia 2_4 (PMR S 2_4)	22M 641212 / 9230327	Área utilizada para pastagem em área rural, a 195 metros da PA-150.
Sapucaia 5_1 (PMR S 5_1)	22M 642487 / 9231237	Área de pastagem em área rural, a 23 metros da PA-150.
Sapucaia 5_2 (PMR S 5_2)	22M 642302 / 9231065	Área utilizada para pastagem em área rural, a 20 metros da PA-150.
Sapucaia 5_3 (PMR S 5_3)	22M 642460 / 9231470	Área utilizada para pastagem em área rural, a 210 metros da PA-150.
Sapucaia 5_4 (PMR S 5_4)	22M 642342 / 9231207	Área utilizada para pastagem em área rural, a 80 metros da PA-150.
Curionópolis 1_1	22M 656307 / 9327084	área utilizada por usina de asfalto da empresa JM Terraplenagem e Construções, a 30 metros da PA-257.
Curionópolis 1_2	22M 656390 / 9327169	área utilizada por usina de asfalto da empresa JM Terraplenagem e Construções, a 20 metros da PA-257.
Curionópolis 1_3	22M 656226 / 9327217	área utilizada por usina de asfalto da empresa JM Terraplenagem e Construções, a 180 metros da PA-257.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto de Monitoramento	Coordenadas UTM - Datum SIRGAS 2000	Localização
Curionópolis 1_4	22M 656293 / 9327295	área utilizada por usina de asfalto da empresa JM Terraplenagem e Construções, a 180 metros da PA-257.
Curionópolis 2_1 (PMR C 2_1)	22M 646460 / 9325992	Área utilizada para pastagem em área rural, a 25 metros da PA-257.
Curionópolis 2_2 (PMR C 2_2)	22M 646625 / 9326001	Área utilizada para pastagem em área rural, a 25 metros da PA-257.
Curionópolis 2_3 (PMR ')	22M 646467 / 9325920	Área utilizada para pastagem em área rural, a 100 metros da PA-257.
Curionópolis 2_4 (PMR C 2_4)	22M 646603 / 9325638	Área utilizada para pastagem em área rural, a 400 metros da PA-257.
Curionópolis 3_3 (PMR C 3_3)	22M 655952 / 9327814	Área arborizada em área rural.
Curionópolis 3_4 (PMR C 3_4)	22M 656214 / 9327675	Área ocupada por palmeiras em área rural.
Curionópolis 4_1 (PMR C 4_1)	22M 656334 / 9327262	Área ocupada por palmeiras em área rural, a 110 metros da PA-257.
Curionópolis 4_2 (PMR C 4_2)	22M 656532 / 9327385	Área ocupada por palmeiras em área rural, a 20 metros da PA-257.
Curionópolis 4_3 (PMR C 4_3)	22M 656249 / 9327365	Área utilizada para palmeiras em área rural, a 260 metros da PA-150.
Curionópolis 4_4 (PMR C 4_4)	22M 656382 / 9327519	Área ocupada por palmeiras em área rural, a 235 metros da PA-257.
Área 1 MV 38_39_1 (PMR A1 1_1)	22M 630671 / 9354574	Área rural.
Área 1 MV 38_39_2 (PMR A1 1_2)	22M 630549 / 9354730	Área rural.
Área 1 MV 38_39_3 (PMR A1 1_3)	22M 630570 / 9354461	Área rural.
Área 2 MV 38_39_1 (PMR A2 2_1)	22M 630541 / 9355768	Área rural.
Área 2 MV 38_39_2 (PMR A2 2_2)	22M 630567 / 9355993	Área rural.
Área 2 MV 38_39_4 (PMR A2 2_4)	22M 630478 / 9356018	Área rural.
Área 3 MV 38_39_1 (PMR A3 3_1)	22M 630923 / 9356822	Área de pastagem em área rural.
Área 3 MV 38_39_2 (PMR A3 3_2)	22M 631002 / 9356907	Área de pastagem em área rural.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto de Monitoramento	Coordenadas UTM - Datum SIRGAS 2000	Localização
Área 3 MV 38_39_3 (PMR A3 3_3)	22M 630840 / 9356905	Área de pastagem em área rural.
Área 3 MV 38_39_4 (PMR A3 3_4)	22M 630925 / 9357039	Área de pastagem em área rural.
Vila Sororó 1_1 (PMR VS 1_1)	22M 708188 / 9376260	Área pertencente ao Parque Pioneiro, local de exposição de feiras, no limite entre a área urbana do bairro Cidade de Deus e área rural, na localidade de Vila Sororó.
Vila Sororó 1_2 (PMR VS 1_2)	22M 709133 / 9376358	Área pertencente ao Parque Pioneiro, local de exposição de feiras, no limite entre a área urbana do bairro Cidade de Deus e área rural, na localidade de Vila Sororó.
Vila Sororó 1_3 (PMR VS 1_3)	22M 709130 / 9376163	Área pertencente ao Parque Pioneiro, local de exposição de feiras, no limite entre a área urbana do bairro Cidade de Deus e área rural, na localidade de Vila Sororó.
Vila Sororó 1_4 (PMR VS 1_4)	22M 709040 / 9376250	Área pertencente ao Parque Pioneiro, local de exposição de feiras, no limite entre a área urbana do bairro Cidade de Deus e área rural, na localidade de Vila Sororó.
Vila Sororó 2_1 (PMR VS 2_1)	22M 709293 / 9375835	Área de pastagem, no limite entre a área residencial e rural, na localidade de Vila Sororó. A PA-150 distancia-se 150 metros do ponto de monitoramento.
Vila Sororó 2_2 (PMR VS 2_2)	22M 709229 / 9375494	Área de pastagem, no limite entre a área residencial e rural, na localidade de Vila Sororó. A PA-150 distancia-se 155 metros do ponto de monitoramento.
Vila Sororó 2_3 (PMR VS 2_3)	22M 709191 / 9375842	Área de pastagem, no limite entre a área residencial e rural, na localidade de Vila Sororó. A PA-150 distancia-se 255 metros do ponto de monitoramento.
Vila Sororó 2_4 (PMR VS 2_4)	22M 709174 / 9375550	Área de pastagem, no limite entre a área residencial e rural, na localidade de Vila Sororó.
Vila Sororó 3_1 (PMR VS 3_1)	22M 709986 / 9375793	Área de pastagem em área rural, na localidade de Vila Sororó.
Vila Sororó 3_2 (PMR VS 3_2)	22M 709109 / 9375491	Área de pastagem em área rural, na localidade de Vila Sororó.
Vila Sororó 3_3 (PMR VS 3_3)	22M 708837 / 9375759	Área de pastagem em área rural, na localidade de Vila Sororó.
Vila Sororó 3_4 (PMR VS 3_4)	22M 708960 / 9375497	Área de pastagem em área rural, na localidade de Vila Sororó.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto de Monitoramento	Coordenadas UTM - Datum SIRGAS 2000	Localização
Vila Sororó 4_1 (PMR VS 4_1)	22M 709179 / 9374067	Área de pastagem em área rural, a 15 metros da PA-150.
Vila Sororó 4_3 (PMR VS 4_3)	22M 709371 / 9374002	Área de pastagem em área rural, a 215 metros da PA-150.
Vila Sororó 5_1 (PMR VS 5_1)	22M 708500 / 9370559	Área de pastagem em área rural, a 11 metros da PA-150.
Vila Sororó 5_2 (PMR VS 5_2)	22M 708433 / 9370483	Área de pastagem em área rural, a 17 metros da PA-150.
Vila Sororó 5_3 (PMR VS 5_3)	22M 708189 / 9370630	Área de pastagem em área rural, a 300 metros da PA-150.
Vila Sororó 5_4 (PMR VS 5_4)	22M 708150 / 9370537	Área de pastagem em área rural, a 265 metros da PA-150.
Itaianópolis 4_1 (PMR IT 4_1)	22M 675005 / 9374617	Área de pastagem em área rural, a 28 metros de estrada de chão.
Itaianópolis 4_2 (PMR IT 4_2)	22M 674746 / 9374647	Área de pastagem em área rural, a 30 metros de estrada de chão.
Itaianópolis 4_3 (PMR IT 4_3)	22M 674918 / 9374404	Área de pastagem em área rural.
Itaianópolis 4_4 (PMR IT 4_4)	22M 674688 / 9374465	Área de pastagem em área rural.
Vila União 1_1 (PMR VU 1_1)	22M 594697 / 9390072	Área de pastagem em área rural, a 12 metros de estrada de chão.
Vila União 1_2 (PMR VU 1_2)	22M 595151 / 9390116	Área de pastagem em área rural, a 7 metros de estrada de chão.
Vila União 1_3 (PMR VU 1_3)	22M 595232 / 9390047	Área de pastagem em área rural, a 82 metros de estrada de chão.
Vila União 1_4 (PMR VU 1_4)	22M 595174 / 9389911	Área de pastagem em área rural, a 82 metros de estrada de chão.
Vila União 2_1 (PMR VU 2_1)	22M 595693 / 9390101	Área de pastagem em área rural, a 4 metros de estrada de chão.
Vila União 2_3 (PMR VU 2_3)	22M 594592 / 9390362	Área de pastagem em área rural, a 285 metros de estrada de chão.
Vila União 3_1 (PMR VU 3_1)	22M 591569 / 9389324	Área de serraria desativada em área rural.
Vila União 3_2 (PMR VU 3_2)	22M 591711 / 9389358	Área de serraria desativada em área rural.
Vila União 3_3 (PMR VU 3_3)	22M 591536 / 9389487	Área de serraria desativada em área rural.
Vila União 3_4 (PMR VU 3_4)	22M 591696 / 9389525	Área de serraria desativada em área rural.
Pacajá 1_1 (PMR PJ 1_1)	22M 541197 / 9576474	Área predominantemente residencial. A área avaliada caracteriza-se como canteiro desativado em frente a Rua 14 de Abril, no Bairro Toseti, em Pacajá/PA.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto de Monitoramento	Coordenadas UTM - Datum SIRGAS 2000	Localização
Pacajá 1_2 (PMR PJ 1_2)	22M 541212 / 9576307	Área de canteiro desativado em área predominantemente residencial. A área avaliada caracteriza-se como canteiro desativado em frente a Rua 14 de Abril, no Bairro Toseti, em Pacajá/PA.
Pacajá 1_3 (PMR PJ 1_3)	22M 541324 / 9576443	Área de canteiro desativado em área predominantemente residencial. A área avaliada caracteriza-se como canteiro desativado em frente a Rua Primavera, no Bairro Toseti, em Pacajá/PA.
Pacajá 1_4 (PMR PJ 1_4)	22M 541321 / 9576336	Área de canteiro desativado em área predominantemente residencial. A área avaliada caracteriza-se como canteiro desativado em frente a Rua Primavera, no Bairro Toseti, em Pacajá/PA.
Pacajá 2_2 (PMR PJ 2_2)	22M 541190 / 9576165	Área de canteiro desativado em área predominantemente residencial, no Bairro Toseti, em Pacajá/PA.
Pacajá 2_3 (PMR PJ 2_3)	22M 541271 / 9576277	Área de canteiro desativado em área predominantemente residencial, no Bairro Toseti, em Pacajá/PA.
Pacajá 2_4 (PMR PJ 2_4)	22M 541315 / 9576197	Área de canteiro desativado em área predominantemente residencial, no Bairro Toseti, em Pacajá/PA.
Pacajá 4_1 (PMR PJ 4_1)	22M 537106 / 9576389	Área de campo em área rural, a 18m da BR-230 em trecho asfaltado.
Pacajá 4_2 (PMR PJ 4_2)	22M 537365 / 9576342	Área de campo em área rural, sobre o talude a 35 metros da BR-230.
Pacajá 4_3 (PMR PJ 4_3)	22M 537150 / 9576725	Área de campo em área rural, a 355 metros da BR-230.
Pacajá 4_4 (PMR PJ 4_4)	22M 537150 / 9576725	Área de campo em área rural, a 355 metros da BR-230.
Pacajá 5_1 (PMR PJ 5_1)	22M 561804 / 9573278	Área rural a 63 metros da BR-230, em trecho asfaltado.
Pacajá 5_2 (PMR PJ 5_2)	22M 561946 / 9573237	Área rural a 55 metros da BR-230, em trecho asfaltado.
Pacajá 5_3 (PMR PJ 5_3)	22M 561743 / 9573470	Área de pastagem em área rural a 255 metros da BR-230, em trecho asfaltado.
Pacajá 5_4 (PMR PJ 5_4)	22M 561969 / 9573399	Área de pastagem em rural a 210 metros da BR-230, em trecho asfaltado.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto de Monitoramento	Coordenadas UTM - Datum SIRGAS 2000	Localização
Maracajá 1_1 (PMR MJ 1_1)	22M 585709 / 9542397	Área de pastagem em área rural, a 120m da BR-230, em trecho asfaltado.
Maracajá 1_2 (PMR MJ 1_2)	22M 585662 / 9542459	Área de pastagem em área rural, a 140m da BR-230, em trecho asfaltado.
Maracajá 1_3 (PMR MJ 1_3)	22M 585795 / 9542579	Área de pastagem em área rural, a 315m da BR-230, em trecho asfaltado.
Maracajá 1_4 (PMR MJ 1_4)	22M 585667 / 9542652	Área de pastagem em área rural, a 300m da BR-230, em trecho asfaltado.
Maracajá 2_1 (PMR MJ 2_1)	22M 585161 / 9542703	Área de serraria em área rural, a 55m da BR-230, em trecho asfaltado.
Maracajá 2_2 (PMR MJ 2_2)	22M 585305 / 9542590	Área de serraria em área rural, a 45m da BR-230, em trecho asfaltado.
Maracajá 2_3 (PMR MJ 2_3)	22M 585318 / 9542737	Área de serraria em área rural, a 170m da BR-230, em trecho asfaltado.
Anapu 2_1 (PMR AN 2_1)	22M 675828 / 9618480	Área de pastagem em área industrial desativada, a 70 metros da BR-230.
Anapu 2_2 (PMR AN 2_2)	22M 675547 / 9618631	Área utilizada para canteiro de obra da empresa Torc, envolvida na construção da BR-230. A 33 metros da pista da BR-230.
Anapu 2_3 (PMR AN 2_3)	22M 675834 / 9618240	Área de pastagem em área industrial desativada.
Anapu 2_4 (PMR AN 2_4)	22M 675531 / 9618404	Área de pastagem em área industrial desativada.
Anapu 1_1 (PMR AN 1_1)	22M 422805 / 9655307	Área de canteiro desativada no limite da área urbana de Belo Monte do Pontal, a 20 metros da BR-230.
Anapu 1_2 (PMR AN 1_2)	22M 422787 / 9655452	Área de canteiro desativada no limite da área urbana de Belo Monte do Pontal, a 170 metros da BR-230 e ao lado de estrada de chão de acesso à subestação existente.
Anapu 1_3 (PMR AN 1_3)	22M 423034 / 9655355	Área de canteiro desativada no limite da área urbana de Belo Monte do Pontal, a 20 metros da BR-230.
Anapu 1_4 (PMR AN 1_4)	22M 422190 / 9655448	Área de canteiro desativada no limite da área urbana de Belo Monte do Pontal, a 140 metros da BR-230.
Anapu 3_1 (PMR AN 3_1)	22M 476609 / 9617821	Área da madeireira Deck Xingu, localizada em área predominantemente residencial, a 115 metros da BR-230.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto de Monitoramento	Coordenadas UTM - Datum SIRGAS 2000	Localização
Anapu 3_2 (PMR AN 3_2)	22M 476798 / 9617740	Área da madeireira Deck Xingu, localizada em área predominantemente residencial, a 200 metros da BR-230.
Anapu 3_3 (PMR AN 3_3)	22M 476736 / 9617932	Área da madeireira Deck Xingu, localizada em área predominantemente residencial.
Anapu 4_1 (PMR AN 4_1)	22M 422947 / 9656238	Junto da área da subestação existente em Belo Monte do Pontal. Em área de pastagem aonde ocorriam obras de construção de fundação de uma torre.
Anapu 4_2 (PMR AN 4_2)	22M 422876 / 9656430	Junto da área da subestação existente em Belo Monte do Pontal. Havia junto da área instalado um canteiro de obras de ampliação da subestação.
Anapu 4_3 (PMR AN 4_3)	22M 423078 / 9656336	Junto da área da subestação existente em Belo Monte do Pontal, em área de pastagem. Havia junto da área instalado um canteiro de obras de ampliação da subestação.

Quadro 6.2-4 - Pontos no traçado da Linha de Transmissão da ATE XXI

Ponto de Monitoramento	Coordenadas UTM - - Datum SIRGAS 2000	Localização
LT 1 (PMR LT 1)	22L 770775/89050316	Em área rural, em casa ocupada. O traçado da linha de transmissão da ATE XXI distância-se aproximadamente 210 m.
LT 2 (PMR LT 2)	22M 719574 / 91040437	Em área de pastagem em área rural. Há uma casa a 300 m.
LT 3 (PMR LT 3)	22M 687136 / 9192017	No traçado da linha de transmissão da ATE XXI, em área rural, a aproximadamente 210 metros da linha de transmissão.
LT 4 (PMR LT 4)	22M 663748 / 9281652	No traçado da linha de transmissão da ATE XXI, que se encontra a 150 metros. Há uma casa a 250 m do PMR LT 4.
LT 5 (PMR LT 5)	22M 616429 / 9379230	Área de campo em área rural, a 280 metros da futura linha de transmissão.
LT 6 (PMR LT 6)	22M 477182 / 9618500	Área residencial no Bairro Laranjeiras em Anapu/PA.
LT 7 (PMR LT 7)	22M 504958 / 9596426	Área rural em Vila Bom Jardim, Anapu/PA. Ocorria tráfego intenso de caminhões transportando material mineral utilizado nas obras da BR-230 pela estrada de chão em frente, a 45m do ponto de medição. Na

Ponto de Monitoramento	Coordenadas UTM - - Datum SIRGAS 2000	Localização
		Serraria Ipiaçava, a 40m, encontrava-se ativa.
LT 8 (PMR LT 8)	22M 464581 / 9627449	Junto do traçado da linha de transmissão da ATE XXI, que se encontra a 440 metros. O ponto de monitoramento distancia-se 180 metros da BR-230, em trecho asfaltado na localidade de Vila Sucupira. Há uma casa a 30m do PMR LT 8.
LT 9 (PMR LT 9)	22M 434410 / 9654433	Área predominante residencial em Vila Isabel no município de Anapu/PA, ao lado do EMEF Doutor Acyr de Jesus Barros.

Da Figura 6.2-14 à Figura 6.2-19 são ilustradas a localização dos pontos de monitoramento de ruído para caracterização referente à instalação e ampliação das Subestações Parauapebas e Miracema, respectivamente, ao longo da Linha de Transmissão 500 kV Parauapebas - Miracema C1 e C2. Destaca-se, que durante os estudos para identificar os níveis de ruídos na área de implantação do empreendimento, a área destinada à construção da SE Parauapebas encontrava-se em análise, sendo definida somente após o trabalho de campo. Diante disso, optou-se por realizar o monitoramento de ruídos em uma área rural, com características ambientais e sonoras semelhantes às áreas possíveis de serem adquiridas para a SE.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA



Figura 6.2-14 - Localização dos pontos de monitoramento de ruído no entorno da Subestação Miracema - área prevista para canteiro de obras e área de ampliação da SE.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA



Figura 6.2-15 - Localização dos pontos de monitoramento de ruído nos limites da Subestação a ser construída em Parauapebas.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA



Figura 6.2-16 - Localização do ponto de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão PMR LT 1 (traçado da LT na cor vermelha).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA

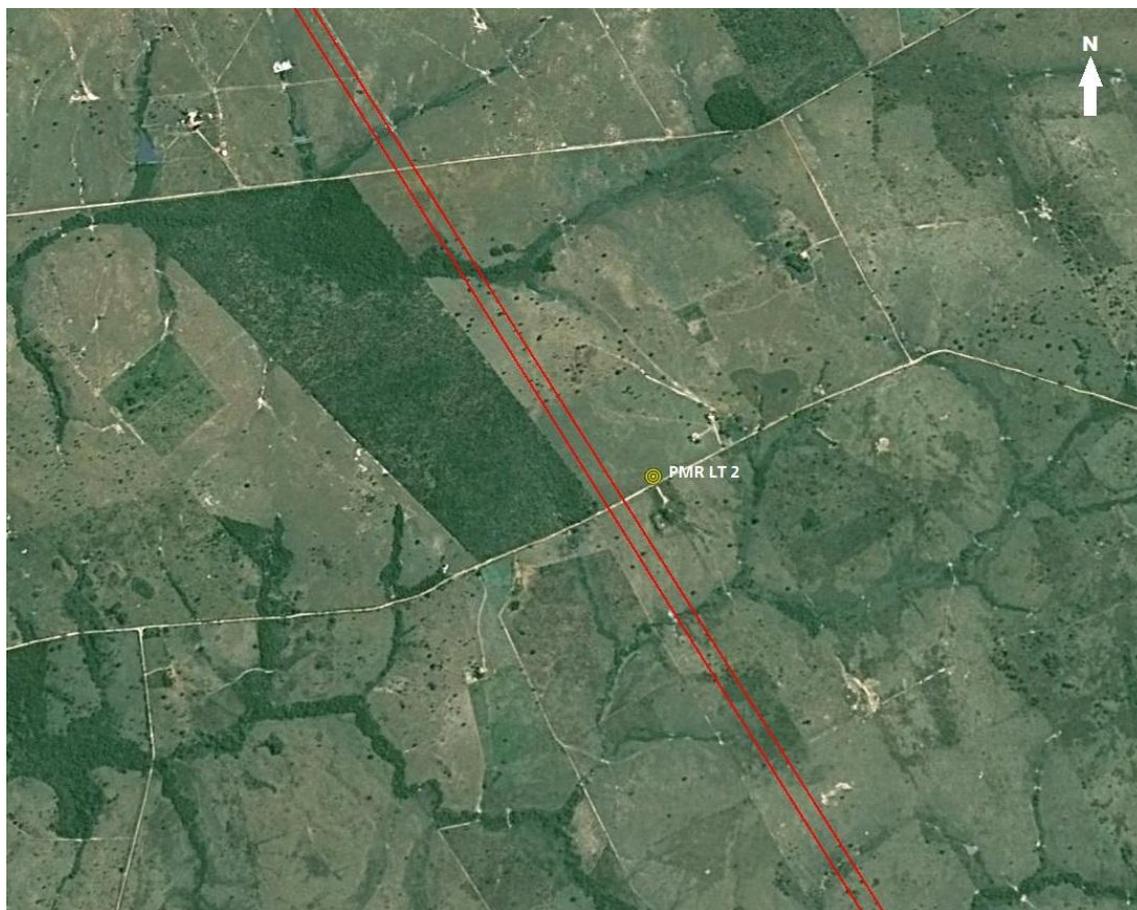


Figura 6.2-17 - Localização do ponto de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão PMR LT 2 (traçado da LT na cor vermelha).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

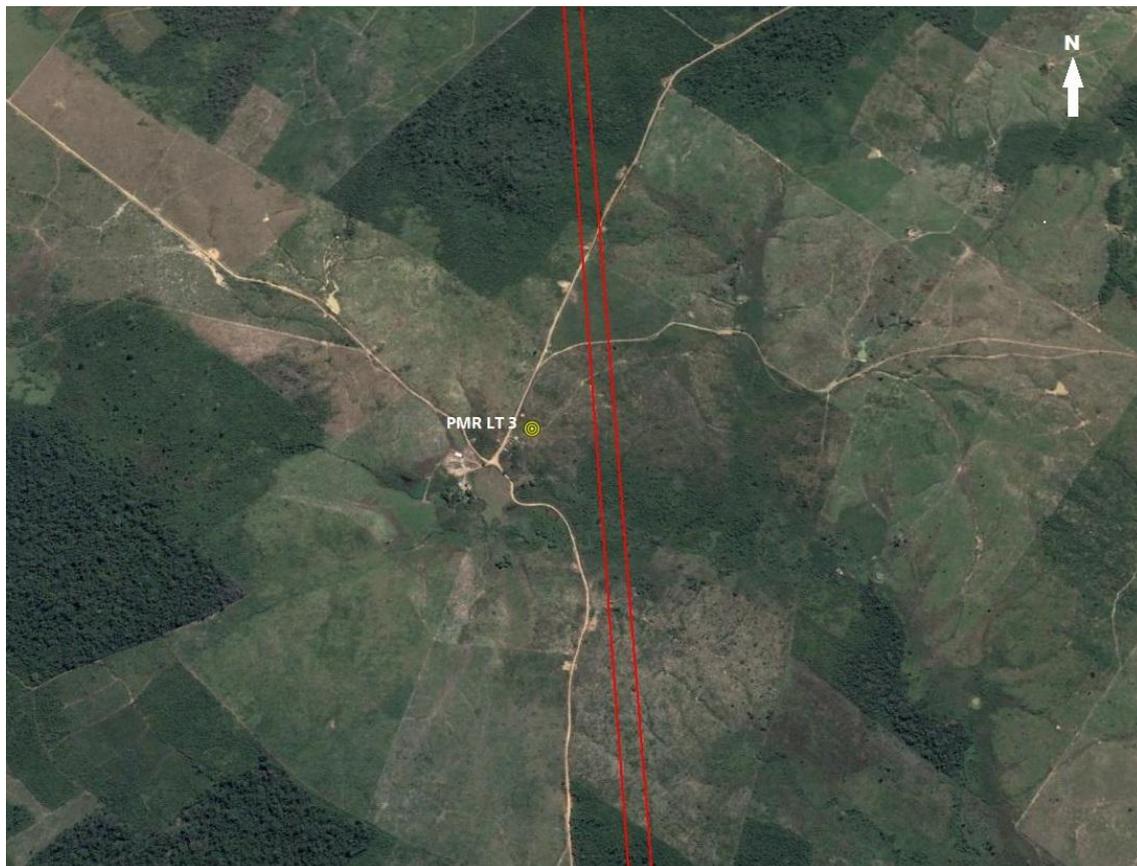


Figura 6.2-18 - Localização do ponto de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão PMR LT 3 (traçado da LT na cor vermelha).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA



Figura 6.2-19 - Localização do ponto de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão PMR LT 4 (traçado da LT na cor vermelha).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA



Figura 6.2-20 - Localização do ponto de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão PMR LT 5 (traçado da LT na cor vermelha).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA

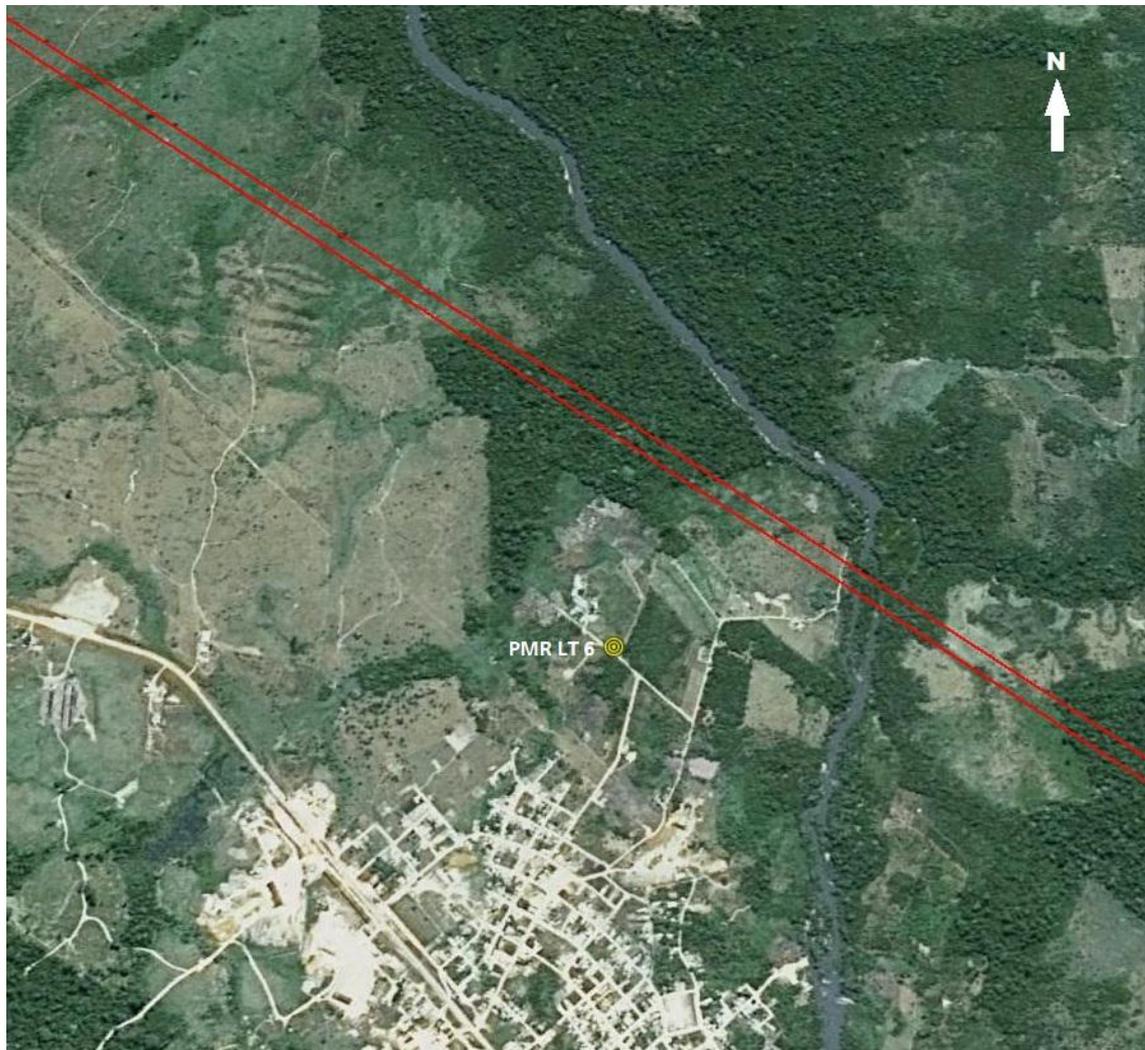


Figura 6.2-21 - Localização do ponto de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão PMR LT 6 (traçado da LT na cor vermelha).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA



Figura 6.2-22 - Localização do ponto de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão PMR LT 7 (traçado da LT na cor vermelha).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA



Figura 6.2-23 - Localização do ponto de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão PMR LT 8 (traçado da LT na cor vermelha).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA



Figura 6.2-24 - Localização do ponto de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão PMR LT 9 (traçado da LT na cor vermelha).

6.2.2.2- Valor do nível de critério de avaliação

Para fins de comparação foi utilizado o critério estabelecido pela NBR 10.151/2000, baseado na comparação entre o nível de pressão sonora (L) e Nível de Critério de Avaliação, conforme consta no Quadro 6.2-5.

Quadro 6.2-5- Nível de Critério de Avaliação (NCA) para ambientes externos, em dB(A).

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: Norma ABNT NBR 10.151/2000

6.2.2.3- Resultados

Na sequência são apresentados os resultados das medições realizadas em cada ponto de medição em horário diurno e noturno.

Os resultados obtidos no monitoramento realizado encontram-se resumidos na Tabela 6.2-10 à

Tabela 6.2-13. No Apêndice 6.3 são apresentados os resultados obtidos para cada medição individual, pela apresentação em tabelas e gráficos.

Registra-se que não foi possível realizar a avaliação das áreas:

- Em Itaianópolis 2 e 3 (IT 2 e IT 3) pois ocorria som de música no momento da avaliação, alterando significativamente o ambiente acústico e não corresponde ao período normal de operação das áreas pretendidas para canteiro. Ambas as áreas caracterizam-se por canteiros desativados em área urbana;
- Em Anapu 3 (AN 3) para avaliações noturnas, devido à presença de cães nas imediações, inviabilizando as medições;
- Na área de ampliação da Subestação Xingu, somente foi possível realizar a avaliação em um ponto, pois os demais encontravam-se em local de difícil acesso e em área de vegetação de grande porte ou de pastagem alta.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
 Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Tabela 6.2-10- Resultados de medição durante período diurno - Pontos de monitoramento nas Subestações.

Ponto (PMR)	Data	Início sessão	Término sessão	Duração (min)	Leituras registradas em campo								Observação
					L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	L _{Aeq}	L _{Aeq 5'}	L _{Aeq 10'}	L _{Aeq 15'}	L _{ra}	
SE Miracema 1	11/04/14	09:33	09:43	10:02	55,6	44,1	39,0	51,6	51,0	51,6	-	39,7	Sem interrupção durante a medição.
SE Miracema 2	11/04/14	09:54	10:09	15:09	54,4	40,6	36,3	54,4	53,4	55,0	54,5	38,0	Sem interrupção durante a medição.
SE Miracema 3	11/04/14	12:21	12:31	10:02	44,0	40,7	38,1	41,8	41,8	41,8	-	40,5	Sem interrupção durante a medição.
SE Miracema 4	11/04/14	12:35	12:45	10:01	46,5	44,1	41,9	44,7	44,4	44,7	-	41,2	Sem interrupção durante a medição.
SE Parauapebas 1	20/04/14	11:20	11:30	10:09	68,5	45,4	38,7	62,6	62,8	62,9	-	39,0	Sem interrupção durante a medição.
SE Parauapebas 2	20/04/14	11:46	12:01	15:02	63,8	44,8	40,4	59,2	56,7	58,2	59,2	40,5	Sem interrupção durante a medição.
SE Xingu (PMR ANE 4)	23/07/14	10:08	10:18	10:02	48,2	43,6	38,7	45,0	45,2	45,0	-	38,1	Sem interrupção durante a medição.

Tabela 6.2-11 - Resultados de medição durante período diurno - Pontos de Monitoramento em Áreas Potenciais para a Instalação de Canteiros de Obra.

Ponto (PMR)	Data	Início sessão	Término sessão	Duração (min)	Leituras registradas em campo								Observação
					L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	L _{Aeq}	L _{Aeq 5'}	L _{Aeq 10'}	L _{Aeq 15'}	L _{ra}	
CSE Miracema 1	11/04/14	10:39	10:49	10:02	64,5	49,6	38,6	59,4	59,2	59,4	-	36,1	Sem interrupção durante a medição.
CSE Miracema 2	11/04/14	11:11	11:28	15:02	60,7	47,2	32,2	56,4	55,5	57,0	56,5	33,6	Interrupção devido à passagem de veículo na porteira próxima.
CSE Miracema 3	11/04/14	10:53	11:03	10:02	57,9	46,3	38,7	53,5	53,5	53,5	-	36,2	Sem interrupção durante a medição.
CSE Miracema 4	11/04/14	11:32	11:47	15:01	52,6	42,0	36,0	48,5	47,3	49,2	48,5	30,7	Sem interrupção durante a medição.
CSE Itacaiúnas 1	18/07/14	18:22	18:33	10:23	44,9	43,7	42,3	43,7	42,9	43,7	-	45,7	Sem interrupção durante a medição.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto (PMR)	Data	Início sessão	Término sessão	Duração (min)	Leituras registradas em campo								Observação
					L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	L _{Aeq}	L _{Aeq 5'}	L _{Aeq 10'}	L _{Aeq 15'}	L _{ra}	
CSE Itacaiúnas 2	18/07/14	18:42	18:53	10:02	40,6	39,9	39,1	40,2	40,3	40,2	-	40,2	Sem interrupção durante a medição.
CSE Itacaiúnas 3	18/07/14	18:57	19:07	10:02	42,6	41,3	40,9	42,0	42,4	42,0	-	42,0	Sem interrupção durante a medição.
CSE Itacaiúnas 4	18/07/14	19:12	19:22	10:02	45,5	43,9	43,3	44,3	43,8	44,3	-	44,4	Sem interrupção durante a medição.
G 1_1	14/04/14	07:35	07:50	15:02	59,9	45,1	41,8	56,5	57,1	55,7	56,5	42,0	Sem interrupção durante a medição.
G 1_2	14/04/14	07:12	07:27	15:02	52,2	47,9	46,6	49,7	47,8	49,2	49,7	48,7	Sem interrupção durante a medição.
G 1_3	14/04/14	08:06	08:21	15:02	51,3	49,7	48,6	51,1	49,9	51,6	51,1	50,3	Sem interrupção durante a medição.
G 1_4	14/04/14	08:28	08:43	15:02	48,5	41,1	39,0	52,3	41,4	45,0	52,3	41,4	Sem interrupção durante a medição.
G 2_1	12/04/14	11:22	11:32	10:02	65,8	60,5	47,6	62,0	62,2	62,1	-	42,0	Sem interrupção durante a medição.
G 2_2	12/04/14	12:08	12:18	10:07	69,6	61,7	50,2	65,2	65,3	65,2	-	43,0	Sem interrupção durante a medição.
G 2_3	12/04/14	11:41	11:56	15:01	54,1	50,1	44,2	51,1	50,0	51,2	51,1	38,4	Sem interrupção durante a medição.
G 2_4	12/04/14	12:41	12:51	10:03	55,8	47,6	40,6	51,4	51,3	51,4	-	41,0	Sem interrupção durante a medição.
G 3_1	12/04/14	17:40	17:55	15:02	61,3	45,2	41,8	56,8	58,3	57,2	56,8	40,4	Sem interrupção durante a medição.
G 3_2	13/04/14	11:08	11:23	15:01	58,9	43,2	38,0	55,2	54,8	55,5	55,2	40,0	Sem interrupção durante a medição.
G 3_3	13/04/14	11:42	11:52	09:58	36,9	34,7	33,1	35,8	35,6	35,8	-	37,6	Sem interrupção durante a medição.
G 3_4	13/04/14	10:37	10:53	15:43	41,1	36,0	32,0	38,3	38,3	37,2	38,3	39,6	Sem interrupção durante a medição.
BS 1_1	14/04/14	13:56	14:11	15:01	50,2	46,4	37,2	48,3	45,4	47,5	-	43,0	Sem interrupção durante a medição.
BS 1_2	14/04/14	15:28	15:43	15:01	51,5	44,3	42,6	52,5	-	53,2	52,5	44,1	Sem interrupção durante a medição.
BS 1_3	14/04/14	14:26	14:36	10:01	47,8	42,0	35,5	44,4	44,2	44,4	-	42,7	Sem interrupção durante a medição.
BS 1_4	14/04/14	14:58	15:14	15:24	44,3	38,3	31,5	40,0	42,0	40,3	40,0	39,9	Sem interrupção durante a medição.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto (PMR)	Data	Início sessão	Término sessão	Duração (min)	Leituras registradas em campo								Observação
					L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	L _{Aeq}	L _{Aeq 5'}	L _{Aeq 10'}	L _{Aeq 15'}	L _{Ta}	
BS 2_1	14/04/14	16:05	16:20	15:02	57,9	54,4	52,8	55,6	57,2	56,2	55,6	52,3	Sem interrupção durante a medição.
BS 2_2	14/04/14	16:29	16:39	10:02	53,8	50,2	48,4	51,9	52,6	52,0	-	48,6	Sem interrupção durante a medição.
BS 2_3	14/04/14	16:55	17:05	10:03	50,7	49,6	48,5	49,7	49,3	49,8	-	50,7	Sem interrupção durante a medição.
BS 2_4	14/04/14	17:21	17:31	10:07	50,7	49,6	48,5	49,7	49,3	49,8	-	50,7	Sem interrupção durante a medição.
BS 3_1	15/04/14	10:51	11:01	10:00	-	-	-	42,8	42,0	42,8	-	42,4	Sem interrupção durante a medição.
BS 3_2	14/04/14	18:30	18:46	15:20	48,3	45,9	42,3	48,4	47,2	48,6	48,4	48,4	Sem interrupção durante a medição.
BS 3_3	15/04/14	11:08	11:23	15:00	-	-	-	36,8	39,6	37,9	36,8	28,0	Sem interrupção durante a medição.
BS 3_4	14/04/14	18:08	18:18	10:01	50,5	48,1	45,1	48,4	49,1	48,5	-	45,0	Sem interrupção durante a medição.
BS 4_1	14/04/14	15:28	15:43	15:01	51,5	44,3	42,6	52,5	-	53,2	52,5	44,1	Sem interrupção durante a medição. Assume-se os valores do PMR 1_2, que faz divisa com essa área.
BS 4_2	15/04/14	09:45	10:00	15:00	-	-	-	49,3	49,7	47,3	49,3	28,9	Sem interrupção durante a medição.
BS 4_3	15/04/14	08:48	08:58	10:00	-	-	-	49,0	49,3	49,0	-	48,8	Sem interrupção durante a medição.
BS 4_4	15/04/14	09:19	09:29	10:00	-	-	-	39,4	40,5	39,4	-	37,8	Sem interrupção durante a medição.
PA 1_1	16/04/14	12:15	12:30	15:00	-	-	-	52,0	53,2	50,3	52,0	36,6	Sem interrupção durante a medição.
PA 1_2	16/04/14	11:52	12:07	15:00	-	-	-	50,8	48,6	51,9	50,8	34,0	Sem interrupção durante a medição.
PA 1_3	16/04/14	11:29	11:39	10:00	-	-	-	36,6	36,4	36,6	-	34,7	Sem interrupção durante a medição.
PA 1_4	16/04/14	11:00	11:15	15:00	-	-	-	44,6	38,6	45,9	44,6	31,0	Sem interrupção durante a medição.
PA 2_1	17/04/14	12:01	12:16	15:00	-	-	-	49,9	48,2	49,7	49,9	40,3	Sem interrupção durante a medição.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto (PMR)	Data	Início sessão	Término sessão	Duração (min)	Leituras registradas em campo								Observação
					L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	L _{Aeq}	L _{Aeq 5'}	L _{Aeq 10'}	L _{Aeq 15'}	L _{ra}	
PA 2_2	17/04/14	10:52	11:02	10:00	-	-	-	50,6	50,1	50,6	-	37,2	Sem interrupção durante a medição.
PA 2_3	17/04/14	11:35	11:50	15:00	-	-	-	42,3	40,5	41,6	42,3	39,3	Sem interrupção durante a medição.
PA 2_4	17/04/14	11:15	11:25	10:00	-	-	-	46,4	46,3	46,4	-	43,8	Sem interrupção durante a medição.
PA 3_1	17/04/14	10:27	10:37	10:00	-	-	-	49,9	49,4	49,9	-	42,7	Sem interrupção durante a medição.
PA 3_2	17/04/14	09:55	10:10	15:00	-	-	-	52,3	-	53,0	52,3	48,4	Sem interrupção durante a medição.
PA 3_3	17/04/14	09:17	09:27	10:00	-	-	-	51,1	50,4	51,1	-	51,2	Sem interrupção durante a medição.
PA 3_4	17/04/14	08:53	09:03	10:00	-	-	-	52,7	52,1	52,7	-	53,3	Sem interrupção durante a medição.
PA 4_1	16/04/14	17:15	17:25	10:00	-	-	-	50,1	49,8	50,1	-	48,8	Sem interrupção durante a medição.
PA 4_2	16/04/14	17:31	17:46	15:00	-	-	-	52,8	54,1	53,2	52,8	47,1	Sem interrupção durante a medição.
PA 4_3	16/04/14	16:58	17:08	10:00	-	-	-	49,7	49,4	49,7	-	50,1	Sem interrupção durante a medição.
PA 4_4	16/04/14	17:59	18:09	10:00	-	-	-	45,7	45,5	45,7	-	45,7	Sem interrupção durante a medição.
S 1_1	18/04/14	15:27	15:42	15:02	56,6	46,3	44,6	55,2	51,8	54,3	55,2	46,0	Sem interrupção durante a medição.
S 1_2	18/04/14	15:03	15:13	10:02	55,7	46,5	44,4	52,5	52,3	52,5	-	45,5	Sem interrupção durante a medição.
S 1_4	18/04/14	14:34	14:53	14:41	50,2	48,8	46,5	48,8	49,6	47,4	48,8	48,8	Sem interrupção durante a medição.
S 2_1	18/04/14	16:12	16:27	15:01	58,5	44,3	41,5	55,0	52,1	53,3	55,0	44,9	Sem interrupção durante a medição.
S 2_2	18/04/14	17:34	17:44	10:01	53,5	50,4	49,2	51,9	52,2	52,0	-	50,0	Sem interrupção durante a medição.
S 2_3	18/04/14	16:42	16:52	10:02	46,6	43,0	41,7	44,5	43,8	44,5	-	39,6	Sem interrupção durante a medição.
S 2_4	18/04/14	17:10	17:25	15:02	51,6	48,2	44,0	49,2	46,9	48,4	49,2	49,7	Sem interrupção durante a medição.
S 5_1	18/04/14	19:00	19:16	15:08	58,9	48,6	45,0	53,7	53,2	54,8	53,7	45,9	Sem interrupção durante a medição.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto (PMR)	Data	Início sessão	Término sessão	Duração (min)	Leituras registradas em campo								Observação
					L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	L _{Aeq}	L _{Aeq 5'}	L _{Aeq 10'}	L _{Aeq 15'}	L _{Ta}	
S 5_2	19/04/14	08:41	08:51	10:04	52,3	45,2	43,6	51,1	51,1	51,1	-	45,0	Sem interrupção durante a medição.
S 5_3	18/04/14	18:12	18:22	10:01	52,0	46,0	42,8	48,7	48,3	48,7	-	50,9	Sem interrupção durante a medição.
S 5_4	18/04/14	18:37	18:52	15:05	45,2	43,1	42,0	45,0	43,5	45,6	45,0	43,2	Sem interrupção durante a medição.
C 1_1	20/07/14	16:48	17:03	15:05	61,8	48,4	38,4	58,6	55,5	58,0	58,6	39,3	Sem interrupção durante a medição.
C 1_2	20/07/14	16:27	16:42	15:10	66,8	55,2	41,3	63,5	65,5	63,9	63,5	40,5	Sem interrupção durante a medição.
C 1_3	20/07/14	16:07	16:17	10:11	47,8	41,6	36,7	44,8	45,3	44,8	-	36,8	Sem interrupção durante a medição.
C 1_4	20/07/14	15:42	15:58	15:33	43,2	39,6	35,2	42,7	40,0	44,0	42,7	34,5	Sem interrupção durante a medição.
C 2_1	20/04/14	09:46	10:02	15:03	64,2	48,9	45,0	59,5	60,5	60,3	59,5	45,2	Sem interrupção durante a medição.
C 2_2	20/04/14	10:40	10:50	10:01	60,3	49,6	45,4	56,4	56,4	56,4	-	42,5	Sem interrupção durante a medição.
C 2_3	20/04/14	10:17	10:27	10:02	52,6	51,0	49,4	51,4	51,7	51,4	-	50,0	Sem interrupção durante a medição.
C 2_4	20/04/14	09:04	09:14	10:01	49,8	48,8	47,9	49,0	49,4	49,0	-	49,0	Sem interrupção durante a medição.
C 3_3	19/04/14	15:37	15:52	15:02	43,1	40,4	39,4	42,6	43,9	42,5	42,6	41,9	Sem interrupção durante a medição.
C 3_4	19/04/14	16:15	16:25	10:02	51,9	48,2	46,6	48,9	49,1	48,9	-	50,7	Sem interrupção durante a medição.
C 4_1	19/04/14	17:17	17:27	10:01	47,4	44,8	43,4	46,1	46,0	46,2	-	44,1	Sem interrupção durante a medição.
C 4_2	19/04/14	16:52	17:05	10:02	56,3	53,8	52,5	54,5	54,9	54,5	-	54,0	Interrupções para passagem de caminhão da indústria láctea.
C 4_3	19/04/14	17:38	17:48	10:01	53,8	51,5	48,8	51,8	51,3	51,9	-	51,1	Sem interrupção durante a medição.
C 4_4	19/04/14	16:34	16:44	10:02	46,2	44,5	43,1	44,8	45,5	44,8	-	42,6	Sem interrupção durante a medição.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto (PMR)	Data	Início sessão	Término sessão	Duração (min)	Leituras registradas em campo								Observação
					L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	L _{Aeq}	L _{Aeq 5'}	L _{Aeq 10'}	L _{Aeq 15'}	L _{ra}	
A1 1_1	21/04/14	11:24	11:29	05:43	45,5	42,5	38,0	43,1	43,1	-	-	36,8	Interrupção da medição por perceber-se som da casa a 110m.
A1 1_2	21/04/14	10:55	11:10	15:01	56,2	49,8	45,2	54,5	53,4	54,3	54,5	49,1	Sem interrupção durante a medição.
A1 1_3	21/04/14	11:43	11:48	05:01	48,2	46,4	44,8	46,8	46,8	-	-	48,0	Interrupção da medição por perceber-se vozes e cacarejos na casa a 30m.
A2 2_1	21/04/14	12:03	12:09	04:59	33,8	30,8	29,7	32,2	32,2	-	-	30,8	Interrupção para passagem de moto pela estrada de chão.
A2 2_2	21/04/14	12:16	12:22	05:02	42,3	41,3	39,7	41,3	41,3	-	-	39,4	Interrupção para passagem de caminhão pela estrada de chão.
A2 2_4	21/04/14	12:33	12:39	05:02	48,7	42,5	39,1	46,0	46,0	-	-	41,0	Interrupção para passagem de veículo pela estrada de chão.
A3 3_1	21/04/14	12:50	12:59	09:33	38,0	35,4	32,0	32,0	36,5	36,4	-	36,4	Sem interrupção durante a medição.
A3 3_2	21/04/14	13:26	13:33	05:14	41,6	36,8	34,9	39,0	39,0	-	-	33,8	Sem interrupção durante a medição.
A3 3_3	21/04/14	13:06	13:16	10:01	44,6	39,1	37,9	41,4	41,5	41,4	-	41,3	Sem interrupção durante a medição.
A3 3_4	21/04/14	13:42	13:52	10:01	33,7	30,1	27,6	31,6	32,0	31,6	-	28,9	Sem interrupção durante a medição.
VS 1_1	19/07/14	08:02	08:17	15:01	53,8	41,0	37,3	58,3	48,6	59,7	58,3	28,9	Sem interrupção durante a medição.
VS 1_2	19/07/14	08:22	08:37	15:01	49,7	43,1	41,3	50,9	44,8	49,7	50,9	42,6	Sem interrupção durante a medição.
VS 1_3	19/07/14	08:59	09:09	10:01	43,7	40,8	39,4	41,8	42,4	41,8	-	39,9	Sem interrupção durante a medição.
VS 1_4	19/07/14	08:45	08:55	10:03	41,7	39,5	38,0	40,1	40,6	40,1	-	38,5	Sem interrupção durante a medição.
VS 2_1	19/07/14	10:12	10:28	15:01	46,2	41,2	38,0	43,7	45,7	44,5	43,7	40,2	Interrupção durante a medição para passagem de moto aos 3'53" e 7'54".

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto (PMR)	Data	Início sessão	Término sessão	Duração (min)	Leituras registradas em campo								Observação
					L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	L _{Aeq}	L _{Aeq 5'}	L _{Aeq 10'}	L _{Aeq 15'}	L _{Ta}	
VS 2_2	19/07/14	10:27	10:37	10:02	50,9	46,1	41,5	47,9	48,2	47,9	-	43,2	Interrupção durante a medição para passagem de carro aos 5'4".
VS 2_3	19/07/14	11:10	11:25	15:02	41,5	37,9	35,0	39,6	38,5	39,5	39,6	35,0	Sem interrupção durante a medição.
VS 2_4	19/07/14	11:36	11:51	15:01	42,1	38,0	33,0	39,0	36,6	38,7	39,0	35,0	Sem interrupção durante a medição.
VS 3_1	19/07/14	13:42	13:52	10:09	44,3	38,2	34,3	40,6	39,5	40,6	-	40,8	Sem interrupção durante a medição.
VS 3_2	19/07/14	12:49	12:59	10:01	43,8	39,0	34,4	40,6	40,3	40,6	-	34,2	Sem interrupção durante a medição.
VS 3_3	19/07/14	14:02	14:17	15:01	44,5	40,4	36,7	42,2	43,0	41,7	42,2	38,3	Sem interrupção durante a medição.
VS 3_4	19/07/14	13:12	13:20	10:05	43,3	40,1	36,7	41,1	41,3	40,1	-	38,3	Interrupção durante a medição para passagem de moto aos 3'27".
VS 4_1	19/07/14	17:15	17:30	15:03	68,3	51,9	41,6	65,7	64,3	65,9	65,7	38,0	Sem interrupção durante a medição.
VS 4_3	19/07/14	17:40	17:50	10:03	40,4	36,9	32,0	37,7	37,3	37,7	-	35,0	Sem interrupção durante a medição.
VS 5_1	19/07/14	14:39	14:49	10:08	69,7	52,6	38,8	65,0	64,6	65,0	-	34,7	Sem interrupção durante a medição.
VS 5_2	19/07/14	16:03	16:13	10:13	64,2	44,9	35,9	61,6	62,2	61,7	-	35,3	Sem interrupção durante a medição.
VS 5_3	19/07/14	15:07	15:22	15:02	46,6	41,4	35,3	43,4	43,1	44,0	-	33,0	Sem interrupção durante a medição.
VS 5_4	19/07/14	15:29	15:44	15:02	44,3	36,6	32,8	40,3	39,7	41,0	40,3	34,5	Sem interrupção durante a medição.
IT 4_1	20/07/14	10:34	10:49	15:02	43,4	37,8	33,6	41,5	41,2	42,6	41,5	32,2	Sem interrupção durante a medição.
IT 4_2	20/07/14	11:02	11:18	15:03	34,8	28,4	26,0	44,6	49,3	46,4	44,6	27,0	Sem interrupção durante a medição.
IT 4_3	20/07/14	11:46	12:01	15:02	32,2	27,9	26,3	30,0	32,4	30,8	30,0	30,1	Sem interrupção durante a medição.
IT 4_4	20/07/14	11:26	11:36	10:10	43,1	37,3	30,2	39,3	39,7	39,3	-	30,0	Sem interrupção durante a medição.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto (PMR)	Data	Início sessão	Término sessão	Duração (min)	Leituras registradas em campo								Observação
					L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	L _{Aeq}	L _{Aeq 5'}	L _{Aeq 10'}	L _{Aeq 15'}	L _{ra}	
VU 1_1	26/07/14	16:13	16:28	15:01	42,9	35,7	29,9	48,9	53,0	50,1	48,9	33,8	Sem interrupção durante a medição.
VU 1_2	26/07/14	16:44	16:59	15:02	42,0	35,1	32,5	46,2	49,0	47,1	46,2	38,7	Sem interrupção durante a medição.
VU 1_3	26/07/14	17:05	17:20	15:02	41,4	35,2	31,0	38,2	37,0	39,5	38,3	38,2	Sem interrupção durante a medição.
VU 1_4	26/07/14	18:07	18:17	10:34	44,1	41,5	40,2	43,1	43,9	43,1	-	42,0	Sem interrupção durante a medição.
VU 2_1	26/07/14	18:52	19:07	15:02	48,7	30,7	29,2	51,7	54,3	52,5	51,8	30,2	Sem interrupção durante a medição.
VU 2_3	26/07/14	19:25	19:41	15:10	37,6	33,1	31,5	36,2	34,3	36,9	36,2	33,5	Sem interrupção durante a medição.
VU 3_1	26/07/14	13:55	14:10	15:01	49,3	42,7	31,5	50,9	51,2	50,2	50,9	39,7	Sem interrupção durante a medição.
VU 3_2	26/07/14	14:19	14:34	15:06	52,2	43,8	35,9	49,7	46,3	48,2	49,7	41,4	Sem interrupção durante a medição.
VU 3_3	26/07/14	15:11	15:26	15:04	45,5	40,8	37,5	42,4	44,1	43,0	42,4	38,7	Sem interrupção durante a medição.
VU 3_4	26/07/14	14:44	14:59	15:02	43,6	37,3	31,4	40,2	40,3	41,4	40,2	36,6	Sem interrupção durante a medição.
PJ 1_1	23/07/14	16:57	17:07	10:02	60,3	45,5	38,3	58,6	59,0	58,6	-	42,9	Sem interrupção durante a medição.
PJ 1_2	23/07/14	17:44	17:59	15:04	59,5	48,4	42,4	58,2	53,6	59,3	58,2	45,3	Sem interrupção durante a medição.
PJ 1_3	23/07/14	18:48	18:58	10:06	58,8	55,1	52,9	56,5	56,3	56,5	-	53,1	Sem interrupção durante a medição.
PJ 1_4	23/07/14	18:16	18:26	10:02	51,7	47,0	43,9	50,1	50,7	50,1	-	45,1	Sem interrupção durante a medição.
PJ 2_2	24/07/14	11:07	11:22	15:02	64,7	48,3	41,9	62,5	62,6	63,7	62,6	46,5	Sem interrupção durante a medição.
PJ 2_3	24/07/14	10:24	10:39	15:02	52,9	44,2	36,6	48,6	51,8	50,2	48,7	39,7	Sem interrupção durante a medição.
PJ 2_4	24/07/14	10:51	11:01	10:02	51,3	45,3	41,3	49,8	50,2	49,9	-	46,0	Sem interrupção durante a medição.
PJ 4_1	24/07/14	08:36	08:51	15:03	67,2	51,0	48,5	65,7	63,4	64,5	65,7	47,2	Sem interrupção durante a medição.
PJ 4_2	24/07/14	08:08	08:18	10:04	48,9	46,8	45,6	47,4	47,4	47,4	-	43,3	Sem interrupção durante a medição.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto (PMR)	Data	Início sessão	Término sessão	Duração (min)	Leituras registradas em campo								Observação
					L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	L _{Aeq}	L _{Aeq 5'}	L _{Aeq 10'}	L _{Aeq 15'}	L _{Ta}	
PJ 4_3	24/07/14	09:03	09:13	10:02	43,5	41,1	40,2	42,3	42,1	42,3	-	39,9	Sem interrupção durante a medição.
PJ 4_4	24/07/14	09:28	09:38	10:03	47,1	45,3	43,1	45,7	44,9	45,8	-	45,7	Sem interrupção durante a medição.
PJ 5_1	24/07/14	13:25	13:40	15:01	60,8	49,1	36,3	56,7	53,9	55,8	56,7	33,7	Sem interrupção durante a medição.
PJ 5_2	24/07/14	12:58	13:13	15:02	59,4	46,1	36,4	57,2	52,9	54,1	57,2	34,3	Sem interrupção durante a medição.
PJ 5_3	24/07/14	14:00	14:15	15:01	48,9	41,3	35,4	45,5	40,8	43,2	45,5	32,3	Sem interrupção durante a medição.
PJ 5_4	24/07/14	14:30	14:45	15:01	43,8	38,7	34,3	41,7	37,2	40,8	41,7	38,1	Sem interrupção durante a medição.
MJ 1_1	24/07/14	17:43	17:59	15:01	52,3	46,0	42,8	50,4	40,7	50,7	50,4	43,0	Sem interrupção durante a medição.
MJ 1_2	24/07/14	16:30	16:45	15:02	46,9	39,9	36,0	44,9	40,7	46,4	45,0	35,1	Sem interrupção durante a medição.
MJ 1_3	24/07/14	16:56	17:06	10:02	40,6	36,3	34,2	38,1	37,5	38,1	-	38,1	Sem interrupção durante a medição.
MJ 1_4	24/07/14	17:16	17:31	15:01	42,6	39,0	37,3	40,4	38,7	39,9	40,4	40,0	Sem interrupção durante a medição.
MJ 2_1	24/07/14	19:14	19:24	10:01	49,4	45,6	43,0	48,3	48,4	48,3	-	48,0	Sem interrupção durante a medição.
MJ 2_2	24/07/14	18:53	19:03	10:01	54,1	42,9	41,2	52,3	51,7	52,3	-	42,8	Sem interrupção durante a medição.
MJ 2_3	24/07/14	18:27	18:42	15:02	45,9	41,2	38,8	43,6	45,5	44,1	43,6	40,2	Sem interrupção durante a medição.
AN 1_1	22/07/14	13:39	13:54	15:08	56,3	47,0	40,1	55,8	51,6	53,2	55,8	46,1	Sem interrupção durante a medição.
AN 1_2	22/07/14	14:01	14:16	15:03	46,5	38,8	35,2	51,8	56,2	53,3	51,8	36,8	Sem interrupção durante a medição.
AN 1_3	22/07/14	14:33	14:43	10:12	60,1	42,7	39,9	36,4	57,7	58,4	-	36,4	Sem interrupção durante a medição.
AN 1_4	22/07/14	13:15	13:30	15:01	43,1	37,4	34,9	40,2	37,9	40,0	40,2	37,7	Sem interrupção durante a medição.
AN 2_1	21/07/14	18:05	18:20	15:02	55,0	47,4	40,3	51,5	53,0	51,2	51,5	43,5	Sem interrupção durante a medição.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto (PMR)	Data	Início sessão	Término sessão	Duração (min)	Leituras registradas em campo								Observação
					L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	L _{Aeq}	L _{Aeq 5'}	L _{Aeq 10'}	L _{Aeq 15'}	L _{ra}	
AN 2_2	21/07/14	16:35	16:50	15:03	61,3	49,8	44,4	57,6	58,0	57,3	57,6	45,4	Sem interrupção durante a medição.
AN 2_3	21/07/14	17:20	17:30	10:16	45,6	40,6	37,0	42,6	42,1	42,6	-	40,8	Sem interrupção durante a medição.
AN 2_4	21/07/14	17:43	17:53	10:02	44,9	42,2	39,8	42,9	43,2	42,9	-	42,6	Sem interrupção durante a medição.
AN 3_1	22/07/14	17:47	18:02	15:01	62,0	51,6	46,0	66,1	57,9	59,1	66,1	47,8	Sem interrupção durante a medição.
AN 3_2	22/07/14	18:31	18:46	15:01	48,5	45,8	43,9	46,7	47,7	46,9	46,7	45,0	Sem interrupção durante a medição.
AN 3_3	22/07/14	18:08	18:18	09:04	64,5	56,2	51,7	65,7	59,4	65,7	-	57,5	Sem interrupção durante a medição.
AN 3_4	22/07/14	18:31	18:46	15:01	48,5	45,8	43,9	46,7	47,7	46,9	46,7	45,0	Sem interrupção durante a medição.
AN 4_1	22/07/14	09:26	09:42	15:02	49,4	46,4	44,2	48,2	46,6	48,6	48,2	45,0	Sem interrupção durante a medição.
AN 4_2	22/07/14	10:53	11:08	15:02	58,4	57,3	56,7	57,8	57,3	57,8	-	56,9	Sem interrupção durante a medição.
AN 4_3	22/07/14	11:26	11:36	10:02	57,1	45,9	42,6	56,2	55,4	56,2	-	47,6	Sem interrupção durante a medição.
ANE 4	23/07/14	10:08	10:18	10:02	48,2	43,6	38,7	45,0	45,2	45,0	-	38,1	Sem interrupção durante a medição.

Tabela 6.2-12 - Resultados de medição durante período noturno - Pontos de Monitoramento em Áreas Potenciais para a Instalação de Canteiros de Obra.

Ponto (PMR)	Data	Início sessão	Término sessão	Duração (min)	Leituras registradas em campo								Observação
					L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	L _{Aeq}	L _{Aeq 5'}	L _{Aeq 10'}	L _{Aeq 15'}	L _{ra}	
CSE Miracema 1	11/04/14	22:26	22:41	15:02	58,6	45,0	43,6	55,9	58,3	57,4	55,9	43,7	Sem interrupção durante a medição.
CSE Miracema 2	11/04/14	23:06	23:21	15:11	53,4	40,7	39,1	52,0	54,0	53,0	52,0	40,4	Sem interrupção durante a medição.
CSE Miracema 3	11/04/14	22:44	22:59	15:02	54,8	46,2	42,9	43,0	50,4	51,6	51,6	43,0	Sem interrupção durante a medição.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto (PMR)	Data	Início sessão	Término sessão	Duração (min)	Leituras registradas em campo								Observação
					L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	L _{Aeq}	L _{Aeq 5'}	L _{Aeq 10'}	L _{Aeq 15'}	L _{ra}	
CSE Miracema 4	11/04/14	23:28	23:38	10:04	48,8	44,2	42,0	47,3	47,9	47,3	-	41,6	Sem interrupção durante a medição.
G 1_1	13/04/14	22:20	22:30	10:14	51,0	48,0	45,9	48,8	49,1	48,8	-	46,2	Sem interrupção durante a medição.
G 1_2	13/04/14	22:00	22:10	10:02	52,8	51,2	48,7	51,3	51,4	51,3	-	50,6	Sem interrupção durante a medição.
G 1_3	13/04/14	22:47	22:57	10:02	53,3	50,4	48,2	51,2	51,9	51,3	-	49,4	Sem interrupção durante a medição.
G 1_4	13/04/14	23:05	23:16	10:02	50,1	48,0	45,4	48,3	48,2	48,4	-	48,0	Ocorreram duas interrupções durante a medição para passagem de motos.
G 2_1	12/04/14	23:46	00:01	15:10	61,5	46,8	42,6	56,3	57,0	56,1	56,3	43,8	Sem interrupção durante a medição.
G 2_2	12/04/14	23:11	23:26	15:06	65,2	51,1	43,3	60,0	61,7	60,7	60,1	40,7	Sem interrupção durante a medição.
G 2_3	13/04/14	00:10	00:20	10:05	50,0	48,4	44,3	48,7	48,2	48,7	-	40,3	Sem interrupção durante a medição.
G 2_4	12/04/14	22:50	23:00	10:03	52,7	44,5	41,8	48,4	48,4	48,5	-	40,5	Sem interrupção durante a medição.
G 3_1	14/04/14	01:01	01:12	10:34	43,8	43,1	42,4	43,1	43,3	43,2	-	42,6	Sem interrupção durante a medição.
G 3_2	13/04/14	23:50	00:00	10:02	50,2	48,0	46,0	50,3	50,4	50,3	-	48,2	Sem interrupção durante a medição.
G 3_3	14/04/14	00:28	00:43	15:02	45,4	43,4	42,2	44,3	42,9	43,7	-	43,9	Sem interrupção durante a medição.
G 3_4	14/04/14	00:09	00:19	10:03	48,4	47,5	46,6	47,6	47,6	47,6	-	47,6	Sem interrupção durante a medição.
BS 1_1	16/04/14	00:53	01:03	10:00	-	-	-	51,8	51,7	51,8	-	51,0	Sem interrupção durante a medição.
BS 1_2	15/04/14	23:15	23:30	15:00	-	-	-	49,2	46,6	48,6	49,2	50,4	Sem interrupção durante a medição.
BS 1_4	15/04/14	22:52	23:02	10:00	-	-	-	50,3	49,9	50,3	-	50,8	Sem interrupção durante a medição.
BS 2_1	16/04/14	00:00	00:10	10:00	-	-	-	50,2	50,3	50,2	-	50,6	Sem interrupção durante a medição.
BS 2_2	15/04/14	23:41	23:51	10:00	-	-	-	48,0	47,4	48,0	-	48,1	Sem interrupção durante a medição.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto (PMR)	Data	Início sessão	Término sessão	Duração (min)	Leituras registradas em campo								Observação
					L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	L _{Aeq}	L _{Aeq 5'}	L _{Aeq 10'}	L _{Aeq 15'}	L _{ra}	
BS 2_3	16/04/14	00:21	00:36	15:00	-	-	-	57,9	56,8	58,0	57,9	57,5	Sem interrupção durante a medição.
BS 3_1	14/04/14	23:13	23:23	10:00	-	-	-	51,2	51,4	51,2	-	50,8	Sem interrupção durante a medição.
BS 3_2	14/04/14	22:59	23:09	10:00	-	-	-	50,0	50,0	50,0	-	50,2	Sem interrupção durante a medição.
BS 3_3	14/04/14	23:31	23:41	10:00	-	-	-	44,1	43,4	44,1	-	46,6	Sem interrupção durante a medição.
BS 3_4	14/04/14	22:38	22:49	10:24	57,1	55,9	54,3	55,9	55,8	55,9	-	56,4	Sem interrupção durante a medição.
BS 4_1	15/04/14	22:52	23:02	10:00	-	-	-	50,3	49,9	50,3	-	50,8	Sem interrupção durante a medição. Assume-se os valores do PMR 1_2, que faz divisa com essa área.
BS 4_2	15/04/14	22:05	22:15	10:00	-	-	-	49,1	48,5	49,1	-	49,2	Sem interrupção durante a medição.
BS 4_3	15/04/14	22:30	22:45	15:00	-	-	-	53,1	51,5	52,9	53,1	54,1	Sem interrupção durante a medição.
BS 4_4	15/04/14	21:48	21:58	10:00	-	-	-	53,2	52,9	53,2	-	54,1	Sem interrupção durante a medição.
PA 1_1	16/04/14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Havia um cachorro latindo muito próximo, impossibilitando a realização da medição.
PA 1_2	16/04/14	22:50	23:00	10:00	-	-	-	46,1	45,2	46,1	-	46,9	Sem interrupção durante a medição.
PA 1_3	16/04/14	22:08	22:18	10:00	-	-	-	43,8	43,8	43,8	-	44,2	Sem interrupção durante a medição.
PA 1_4	16/04/14	22:26	22:36	10:00	-	-	-	73,0	72,9	73,0	-	73,2	Sem interrupção durante a medição.
PA 2_1	17/04/14	22:51	22:56	04:43	-	-	-	50,8	50,8	-	-	49,8	Interrupção durante a medição devido a latidos.
PA 2_2	17/04/14	22:17	22:27	10:00	-	-	-	53,8	53,8	53,8	-	53,8	Sem interrupção durante a medição.
PA 2_3	17/04/14	22:35	22:45	10:00	-	-	-	50,1	50,4	50,1	-	50,0	Sem interrupção durante a medição.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto (PMR)	Data	Início sessão	Término sessão	Duração (min)	Leituras registradas em campo								Observação
					L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	L _{Aeq}	L _{Aeq 5'}	L _{Aeq 10'}	L _{Aeq 15'}	L _{Tra}	
PA 3_2	17/04/14	23:14	23:29	15:03	59,6	58,0	55,6	58,1	56,5	57,5	58,2	59,7	Sem interrupção durante a medição.
PA 4_1	17/04/14	00:25	00:35	10:00	-	-	-	47,3	47,1	47,3	-	47,2	Sem interrupção durante a medição.
PA 4_2	17/04/14	00:08	00:18	10:00	-	-	-	47,4	47,0	47,4	-	48,4	Sem interrupção durante a medição.
PA 4_3	16/04/14	23:48	00:03	10:00	-	-	-	49,4	47,8	48,8	49,4	51,2	Sem interrupção durante a medição.
PA 4_4	17/04/14	01:00	01:10	10:00	-	-	-	53,0	52,3	53,0	-	51,7	Sem interrupção durante a medição.
S 1_1	19/04/14	01:45	01:50	05:03	54,0	51,2	46,5	51,5	51,5	-	-	44,8	Sem interrupção durante a medição. Havia um caminhão carregado com cabras a 30m, que se movimentaram por toda a medição.
S 1_2	19/04/14	01:27	01:37	10:03	46,4	44,7	42,5	44,8	44,9	44,8	-	44,7	Sem interrupção durante a medição.
S 1_4	19/04/14	01:11	01:21	10:06	53,1	52,5	51,9	52,6	52,5	52,6	-	52,6	Sem interrupção durante a medição.
S 2_1	19/04/14	00:00	00:11	10:02	55,0	53,2	51,2	53,5	53,3	53,7	-	53,8	Interrupção durante a medição aos 4'24" por latidos.
S 2_3	18/04/14	23:38	23:48	10:03	45,5	42,8	41,4	44,3	44,6	44,3	-	44,7	Sem interrupção durante a medição.
S 2_4	19/04/14	00:24	00:34	10:05	47,6	46,4	44,9	46,5	46,8	46,2	-	46,0	Interrupção durante a medição aos 7'36" por latidos.
S 5_1	18/04/14	23:03	23:18	15:02	42,3	40,6	39,6	46,0	49,8	47,4	46,0	40,7	Sem interrupção durante a medição.
S 5_3	18/04/14	22:43	22:53	10:02	56,1	52,8	47,6	53,4	53,2	53,4	-	53,9	Sem interrupção durante a medição.
C 1_1	25/07/14	22:13	22:28	15:02	57,3	42,7	32,9	54,1	48,9	55,3	54,1	36,5	Sem interrupção durante a medição.
C 1_2	25/07/14	22:38	22:53	15:02	63,0	46,8	39,7	62,4	63,9	62,5	62,4	35,7	Sem interrupção durante a medição.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto (PMR)	Data	Início sessão	Término sessão	Duração (min)	Leituras registradas em campo								Observação
					L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	L _{Aeq}	L _{Aeq 5'}	L _{Aeq 10'}	L _{Aeq 15'}	L _{ra}	
C 1_4	25/07/14	23:07	23:17	10:29	43,5	38,3	36,3	41,9	43,4	42,1	-	36,3	Sem interrupção durante a medição.
C 3_4	19/04/14	22:39	22:49	10:02	55,9	54,4	52,7	54,5	54,5	54,5	-	55,5	Sem interrupção durante a medição.
C 4_4	19/04/14	22:58	23:03	04:56	56,7	53,0	48,7	53,7	53,7	-	-	-	Interrupção por perceber-se som originado do parque em Curionópolis.
A1 1_1	21/04/14	00:22	00:32	10:03	46,8	44,8	42,6	45,1	44,8	45,1	-	45,7	Sem interrupção durante a medição.
A1 1_2	21/04/14	00:42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Interrupção devido a latidos. Não foi possível medir no local.
A1 1_3	21/04/14	01:05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Interrupção devido a latidos. Não foi possível medir no local.
A2 2_1	21/04/14	01:26	01:41	15:12	52,6	49,4	41,2	50,1	52,5	50,5	50,1	49,7	Sem interrupção durante a medição.
A3 3_1	21/04/14	01:51	02:01	10:16	42,7	41,5	40,4	41,6	41,1	41,6	-	42,7	Sem interrupção durante a medição.
VS 1_1	21/07/14	01:22	01:33	10:04	41,2	40,0	38,8	40,6	40,4	40,6	-	41,1	Sem interrupção durante a medição.
VS 1_3	21/07/14	00:51	01:01	10:02	41,7	39,4	37,9	40,2	40,9	40,2	-	40,1	Sem interrupção durante a medição.
VS 2_2	20/07/14	23:33	23:48	15:29	48,1	42,0	39,7	44,8	47,4	45,5	44,8	43,3	Sem interrupção durante a medição.
VS 2_3	21/07/14	00:28	00:38	10:00	43,9	42,7	37,6	42,4	43,4	42,4	-	37,6	Sem interrupção durante a medição.
VS 2_4	20/07/14	23:15	23:25	10:07	45,7	43,6	41,6	44,0	43,6	44,0	-	48,4	Sem interrupção durante a medição.
VS 3_2	20/07/14	22:54	23:04	10:02	54,9	53,1	51,4	53,3	53,1	53,4	-	54,4	Sem interrupção durante a medição.
VS 3_3	19/07/14	23:49	23:59	10:02	50,4	43,2	41,4	46,3	46,6	46,3	-	50,3	Sem interrupção durante a medição.
VS 3_3	20/07/14	23:57	00:07	10:02	45,4	43,7	42,4	44,0	43,9	44,0	-	43,9	Sem interrupção durante a medição.
VS 4_1	19/07/14	22:36	22:51	15:04	57,2	51,7	49,3	57,5	59,3	57,5	57,5	49,1	Sem interrupção durante a medição.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto (PMR)	Data	Início sessão	Término sessão	Duração (min)	Leituras registradas em campo								Observação
					L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	L _{Aeq}	L _{Aeq 5'}	L _{Aeq 10'}	L _{Aeq 15'}	L _{Tra}	
VS 5_1	19/07/14	23:11	23:26	15:06	54,4	42,2	39,4	60,6	59,2	60,6	60,6	39,0	Sem interrupção durante a medição.
VU 3_1	26/07/14	23:43	23:53	10:27	45,7	37,9	34,5	42,5	44,0	42,6	-	35,2	Sem interrupção durante a medição.
VU 3_2	26/07/14	22:46	22:56	10:04	34,9	31,2	30,2	32,5	31,8	32,5	-	33,5	Sem interrupção durante a medição.
VU 3_3	26/07/14	23:04	23:19	15:03	42,6	37,6	36,2	40,0	42,9	40,9	40,0	38,3	Sem interrupção durante a medição.
PJ 1_1	24/07/14	01:03	01:13	10:02	48,2	46,5	44,7	48,0	47,0	48,0	-	46,8	Sem interrupção durante a medição.
PJ 1_2	24/07/14	00:03	00:13	09:48	50,2	45,1	42,7	46,8	46,2	46,9	-	43,9	Sem interrupção durante a medição.
PJ 1_3	24/07/14	00:41	00:51	10:02	45,8	42,9	42,2	44,3	44,9	44,3	-	40,8	Sem interrupção durante a medição.
PJ 1_4	24/07/14	00:22	00:32	10:02	50,2	47,7	44,7	48,1	47,4	48,1	-	48,1	Sem interrupção durante a medição.
PJ 2_2	25/07/14	01:48	01:59	10:02	43,9	41,5	39,5	42,5	42,7	42,5	-	40,9	Interrupção aos 7'57" para passagem de moto.
PJ 2_4	25/07/14	01:32	01:42	10:02	44,8	42,3	40,3	42,9	42,9	42,9	-	42,4	Sem interrupção durante a medição.
PJ 4_1	25/07/14	00:57	01:13	15:02	45,5	41,6	39,4	55,7	41,9	50,8	55,7	41,7	Sem interrupção durante a medição.
PJ 4_2	25/07/14	00:14	00:24	10:03	47,0	45,9	44,7	46,0	46,0	46,0	-	45,6	Sem interrupção durante a medição.
PJ 4_3	25/07/14	00:36	00:46	10:02	42,4	40,5	39,0	41,1	41,6	41,1	-	40,0	Sem interrupção durante a medição.
PJ 5_1	23/07/14	22:58	23:13	15:02	50,8	44,5	43,0	49,2	47,2	49,1	49,2	44,2	Sem interrupção durante a medição.
PJ 5_2	25/07/14	03:04	03:19	15:02	52,0	49,0	47,5	51,0	50,8	51,7	51,0	47,5	Sem interrupção durante a medição.
PJ 5_3	25/07/14	02:41	02:51	10:02	49,0	46,3	44,3	47,1	47,2	47,1	-	47,2	Sem interrupção durante a medição.
AN 1_1	22/07/14	23:26	23:39	10:03	54,4	51,7	48,9	52,2	52,5	52,2	-	50,2	Interrupção aos 4'12" para passagem de moto.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto (PMR)	Data	Início sessão	Término sessão	Duração (min)	Leituras registradas em campo								Observação
					L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	L _{Aeq}	L _{Aeq 5'}	L _{Aeq 10'}	L _{Aeq 15'}	L _{ra}	
AN 1_2	22/07/14	23:51	23:55	02:42	50,2	47,5	45,3	48,9	-	-	-	45,3	Interrupção devido a latidos.
AN 1_3	22/07/14	22:46	22:56	10:03	51,7	50,5	49,0	50,5	51,0	50,5	-	48,8	Sem interrupção durante a medição.
AN 1_4	22/07/14	23:08	23:16	08:46	53,8	51,6	49,8	52,0	51,9	52,0	-	52,0	Interrupção devido a latidos na proximidade.
AN 2_1	21/07/14	22:06	22:16	10:02	49,4	46,7	43,5	47,7	48,3	47,7	-	45,5	Sem interrupção durante a medição.
AN 2_2	21/07/14	23:25	23:35	10:02	47,2	45,7	44,0	45,9	45,4	45,9	-	46,0	Sem interrupção durante a medição.
AN 2_3	21/07/14	22:25	22:40	15:03	43,3	41,0	39,2	42,1	43,3	42,5	42,1	42,0	Sem interrupção durante a medição.
AN 2_4	21/07/14	22:52	23:07	15:02	47,7	44,3	41,9	45,1	44,2	44,9	45,2	45,3	Sem interrupção durante a medição.
AN 3_1	21/07/14	23:56	00:11	14:32	47,4	43,3	39,5	45,4	43,3	46,7	45,4	39,5	Interrupção devido à ocorrência de latidos na proximidade.
AN 4_2	23/07/14	00:45	00:55	10:02	40,8	39,9	39,1	40,0	39,9	40,1	-	41,2	Sem interrupção durante a medição.
AN 4_2	23/07/14	00:08	00:18	10:04	56,2	55,7	55,2	55,7	55,6	55,7	-	56,4	Sem interrupção durante a medição.
AN 4_3	23/07/14	00:25	00:35	10:03	49,5	48,3	47,6	48,5	48,4	48,5	-	47,6	Sem interrupção durante a medição.

Tabela 6.2-13 - Resultados de medição durante período diurno - Pontos de monitoramento no traçado das LT's.

Ponto (PMR)	Data	Início sessão	Término sessão	Duração (min)	Leituras registradas em campo								Observação
					L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	L _{Aeq}	L _{Aeq 5'}	L _{Aeq 10'}	L _{Aeq 15'}	L _{ra}	
LT 1	12/04/14	09:17	09:27	10:02	37,5	34,4	32,8	35,7	35,2	35,8	-	34,9	Sem interrupção durante a medição.
LT 2	16/04/14	08:25	08:35	10:00	-	-	-	44,7	45,2	44,7	-	44,2	Sem interrupção durante a medição.
LT 3	17/04/14	17:30	17:40	10:00	-	-	-	51,2	51,0	51,2	-	51,2	Sem interrupção durante a medição.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto (PMR)	Data	Início sessão	Término sessão	Duração (min)	Leituras registradas em campo								Observação
					L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	L _{Aeq}	L _{Aeq 5'}	L _{Aeq 10'}	L _{Aeq 15'}	L _{ra}	
LT 4	19/04/14	10:59	11:10	10:04	51,1	50,2	49,1	50,2	50,5	50,2	-	49,5	Interrupção aos 4'47" devido a movimentação de uma moto.
LT 5	26/07/14	11:11	11:26	15:03	36,9	31,4	28,7	36,0	34,1	37,3	36,0	28,1	Sem interrupção durante a medição.
LT 6	23/07/14	13:26	13:36	09:57	41,7	36,4	33,8	39,4	39,4	39,4	-	38,8	Interrupção aos 9'36" devido a passagem de uma moto.
LT 7	23/07/14	15:18	15:28	10:14	52,0	45,1	42,6	50,4	51,0	50,4	-	43,9	Sem interrupção durante a medição.
LT 8	22/07/14	17:13	17:24	10:21	44,4	39,4	37,1	42,4	41,9	42,4	-	39,6	Interrupção aos 6'37" e aos 9'4" para passagem de moto na estrada de chão.
LT 9	23/07/14	11:20	11:30	10:02	43,7	38,2	33,3	40,2	39,7	40,2	-	36,6	Sem interrupção durante a medição.

6.2.2.3.1 - Subestações

➤ Xingu

A área da SE Xingu encontra-se em área rural. Não foram identificados receptores críticos na proximidade da área avaliada e em seus acessos. Não se constatou ultrapassagem dos valores critério. A avaliação ocorreu somente em um ponto da área prevista, no qual havia uma pastagem e nos demais pontos havia vegetação de maior porte, que não justificava a realização de medição.

➤ Parauapebas

A área SE Parauapebas encontra-se em área rural, a 10 metros da PA-257. Não foram identificados receptores críticos na proximidade da área avaliada e em seus acessos. Não se constatou ultrapassagem dos valores critério, devido à proximidade da estrada asfaltada.

➤ Itacaiúnas

A área SE Itacaiúnas encontra-se em área rural, ocorrendo ampliação na área da subestação existente. Não foram identificados receptores críticos na proximidade da área avaliada e em seus acessos. Não foi realizada a medição na área de instalação da SE Itacaiúnas, mas assumem-se os valores da avaliação da área CSE Itainópolis. Dessa maneira não ocorre ultrapassagem dos valores critério, pois a instalação ocupará em área da subestação existente.

➤ Miracema

A área SE Miracema encontra-se em área rural, ocorrendo ampliação da subestação existente. Não foram identificados receptores críticos na proximidade da área avaliada e em seus acessos. Constatou-se ultrapassagem dos valores critério, quando comparados àqueles estabelecidos para área rural, pela presença de vegetação.

6.2.2.3.2 - Áreas Potenciais para Instalação de Canteiros de Obra e áreas de entorno

➤ Miracema/TO

Constata-se que o nível critério não é ultrapassado para a área de canteiro na Subestação Miracema (SE Miracema). Não foram identificados receptores críticos

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas*Estudo de Impacto Ambiental - EIA*

próximos ou que pudessem ter ambiente acústico alterado pelo tráfego de veículos relacionados às obras de ampliação da SE. Devido à proximidade com TO-342 constata-se que a área da subestação torna-se receptor de ruído gerado pelo tráfego veicular.

➤ Guará/TO

A área Guará 1 (G 1) encontra-se em área de uso misto, predominantemente residencial, na área urbana do município de Guará. Mas como a área de interesse não se encontrava sendo utilizada para atividades industriais durante o monitoramento, constatou-se que é receptora de ruídos gerados na área residencial limdeira a mesma. Desta forma, observa-se que ocorre ultrapassagem do nível critério durante o período noturno.

A área Guará 2 (G 2) encontra-se em área rural à beira da BR-153. Percebe-se que o ruído gerado pelo tráfego da BR-153 causa ultrapassagem do nível critério nos pontos mais afastados de monitoramento, considerando valores de referência para área rural.

A área Guará 3 (G 3) localiza-se em área rural, percebendo-se o ruído de tráfego pelas estradas próximas. No entanto, não ocorre ultrapassagem do valor critério. A área não apresenta receptores próximos.

➤ Bernardo Sayão/TO

A área Bernardo Sayão 1 (BS 1) encontra-se em área rural na margem direita da TO-164, que liga o município de Bernardo Sayão a Colinas do Tocantins. Desta maneira, percebe-se o ruído gerado pelo tráfego de veículos na rodovia. A referida área não apresenta receptores críticos nas proximidades. Os valores de ruído encontram-se ultrapassados para avaliação diurna, mas devido à presença de fauna. Não há receptores próximos.

A área Bernardo Sayão 2 (BS 2) encontra-se em área rural as margens da TO-164 (margem esquerda), entre os municípios de Bernardo Sayão e Colinas do Tocantins. Desta maneira percebe-se o ruído gerado pelo tráfego de ruído de veículos na rodovia. Para medições noturnas constata-se a ultrapassagem do nível critério, mas devido à presença de fauna, quando se considera as áreas mais afastadas da rodovia. Não há receptores próximos.

A área Bernardo Sayão 3 (BS 3) encontra-se em área rural, mas apresenta ultrapassagem do nível critério devido à presença de fauna. Não há receptores próximos.

A área Bernardo Sayão 4 (BS 4) encontra-se em área rural à beira de estrada municipal, de chão batido. Desta maneira, percebe-se o ruído gerado pelo tráfego de veículos na estrada. Encontra-se em área rural, mas apresenta ultrapassagem do nível critério devido à presença de fauna. Não há receptores próximos.

➤ Pau D'Arco/TO

A área Pau D'Arco 1 (PA 1) encontra-se na área de transição entre o urbano e o rural do município de Pau D'Arco, à beira da rodovia estadual, TO-230. Desta maneira, percebe-se o ruído gerado pelo tráfego de veículos na rodovia. Apresenta como receptor crítico o Centro de Educação Infantil (CEI) Prof. Euzeni de Souza Alcântara, o qual fica distante 30 metros da área, e a área residencial situada nas proximidades da PA 1

A área Pau D'Arco 2 (PA 2) encontra-se em área predominantemente rural, à beira da rodovia estadual TO-230 e próximo dos limites da área urbana do município. Desta maneira, percebe-se o ruído gerado pelo tráfego de veículos na rodovia. Não há receptores próximos. Os valores critério foram ultrapassados na avaliação noturna, mas devido à fauna existente no local.

A área Pau D'Arco 3 (PA 3) encontra-se em área predominantemente rural, na margem esquerda da TO-230, que liga os municípios de Pau D'Arco e Arapoema. A referida área situa-se a aproximadamente 06 km da área urbana de Pau D'Arco. Percebe-se o ruído gerado pelo tráfego de veículos na rodovia. Não há receptores próximos. Os valores critério foram ultrapassados na avaliação diurna e noturna, devido à fauna existente no local.

A área Pau D'Arco 4 (PA 4) encontra-se na faixa de transição entre a área urbana e rural do município, mais precisamente na margem direita da rodovia TO-427, que liga o referido município ao município vizinho de Araguaína. Desta maneira percebe-se o ruído gerado pelo tráfego de veículos na rodovia. O receptor neste caso representa o bairro lindeiro. Os valores critério foram ultrapassados na avaliação diurna e noturna, mas devido à fauna existente no local.

➤ Sapucaia/PA

A área Sapucaia 1 (S 1) encontra-se em área predominantemente rural à beira da estrada PA-150 e no limite da área urbana. Desta maneira percebe-se o ruído de tráfego. O receptor nesse caso é o bairro residencial próximo, mas que sofre maior

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas*Estudo de Impacto Ambiental - EIA*

influência devido ao tráfego pela PA-150. Ocorreu ultrapassagem no ponto mais distante da PA-150, mas devido à presença de fauna.

A área Sapucaia 2 (S 2) encontra-se em área rural à beira da estrada PA-150 e distante do limite da área urbana. Desta maneira percebe-se o ruído de tráfego. Não há receptores nas proximidades. Ocorreu ultrapassagem no ponto mais distante da PA-150, mas devido à presença de fauna.

A área Sapucaia 5 (S 5) encontra-se em área rural do município de Sapucaia, a uma equidistância da área urbana de aproximadamente 2 km, situado à margem direita da PA-150, no sentido Sapucaia - Xinguara. Desta maneira, percebe-se o ruído de tráfego. Não há receptores nas proximidades. Ocorreu ultrapassagem nos pontos mais distante da PA-150, mas devido à presença de fauna.

➤ Curionópolis/PA

A área Curionópolis 2 (C 2) encontra-se em área rural à beira da estrada PA-257 e distante do limite da área urbana. Nos pontos próximos da estrada percebe-se o ruído de tráfego. Não há receptor próximo. Ocorreu ultrapassagem nos pontos mais distantes da PA-257 devido à presença de fauna.

A área Curionópolis 3 (C 3) encontra-se em área rural à beira da estrada PA-257. Não se identificou receptor próximo. Ocorreu ultrapassagem dos valores critério diurno e noturno devido à presença de fauna.

A área Curionópolis 4 (C 4) encontra-se em área rural, à beira da estrada PA-257 e nos limites de área industrial. Não se identificou receptor próximo. Ocorreu ultrapassagem dos valores critério diurno e noturno devido à presença de fauna.

A área 1 (A1 MV 38_39) encontra-se na área rural do município de Curionópolis, distante aproximadamente 40 km da área urbana. Percebe-se o ruído de tráfego pela estrada de chão batido que dá acesso a área. Não se identificou nenhum receptor nas proximidades das áreas avaliadas. Os valores critério foram ultrapassados para medições diurnas e noturnas, devido à presença de fauna.

➤ Marabá/PA

As áreas 2 (A2 MV 38_39) e 3 (A3 MV 38_39) encontram-se em área rural, distante aproximadamente 100 km da área urbana de Marabá, e 38 km da área urbana do

município de Curionópolis. Percebe-se o ruído de tráfego pela estrada de chão batido próxima. Não se identificou nenhum receptor nas proximidades das áreas avaliadas. Os valores critério foram ultrapassados para medições diurnas e noturnas, devido à presença de fauna.

➤ Vila Sororó

A área Vila Sororó 1 (VS 1) encontra-se no limite entre a área urbana e rural da vila. Não se constata ultrapassagem do NCA durante o período diurno, porém à noite percebe-se que a fauna local contribui para ultrapassagem do NCA. Percebe-se o ruído de tráfego pela estrada de chão de acesso a Itaianópolis. Os receptores encontrados correspondem à área residencial próxima, sendo que leste a área avaliada caracteriza-se como área com aptidão para recreação.

A áreas Vila Sororó 2 e 3 (VS 2 e VS 3) encontram-se no limite entre área urbana e rural. São áreas ocupadas por campo e pastagem, caracterizando-se como receptoras dos ruídos gerados na área urbana. Durante a avaliação constatou-se contribuição de som de música e tráfego local em período diurno e noturno. Não foram identificados receptores críticos na proximidade e possíveis acessos às áreas.

A área Vila Sororó 4 (VS 4) encontra-se em área rural, à beira da PA-150. Não se constata ultrapassagem no NCA.

A área Vila Sororó 5 (VS 5) encontra-se em área rural, à beira da PA-150. Existe um povoado em frente à área. Nota-se que ocorre contribuição da fauna existe no local sob o aspecto de ruídos. Os valores critério não foram ultrapassados.

➤ Itaianópolis

A área Itaianópolis 4 (IT 4) encontra-se em área rural, próximo de linhas de transmissão existentes e a aproximadamente 250 metros da área urbana. Não se verificou a presença de receptor crítico próximo à área. Os valores critério diurno não foram ultrapassados.

➤ Vila União

As áreas Vila União 1 e 2 (VU 1 e VU 2) localizam-se em área rural, sendo utilizadas para pastagem e campo, ambas com estrada de chão em frente. Não foram identificados receptores críticos na proximidade. Os valores critério foram ultrapassados para

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

medições diurna em alguns pontos, devido a atividades de carregamento de gado junto ao curral na VU 1. Nota-se a presença de fauna que contribui sob o aspecto de ruído.

A área Vila União 3 (VU 3) encontra-se em área desativada de serraria, com um povoado a 100 metros e estrada de chão em frente. Não se constatou existência de receptores críticos na proximidade e em seus acessos. O valor critério é ultrapassado nas medições noturnas pela presença de fauna e ocorrência de tráfego pela estrada de chão.

➤ Pacajá

As áreas Pacajá 1 e 2 (PJ 1 e PJ 2) localizam-se em área predominantemente residencial, ambas caracterizadas como canteiros desativados. Não foram identificados receptores críticos na proximidade, porém seus acessos ocorrem em área urbana. Apesar da contribuição de ruído gerado pelo tráfego local e de som de casas noturnas, não se constata ultrapassagem de valores critério para avaliações diurna e noturna.

As áreas Pacajá 4 (PJ 4) e 5 (PJ 5) encontram-se em área rural, à beira da BR-230 em trechos asfaltados. Não se verifica ultrapassagem do valor critério, apesar da contribuição que ocorre devido à fauna. Não foram identificados receptores críticos nas proximidades de ambas as áreas.

➤ Maracajá

As áreas Maracajá 2 e 3 (MJ 2 e MJ 3) encontram-se no limite da área urbana e rural. A área Maracajá 2 localiza-se em serraria desativada, fazendo limite com outra que encontra-se em atividade. A área Maracajá 3 é utilizada como pastagem, a 300 metros da área urbana. Constata-se contribuição do ruído de tráfego pela BR-230 e da fauna. Não se constatou a presença de receptores críticos na proximidade de ambas áreas. Ocorre ultrapassagem do valor critério, pela proximidade à área urbana e atividade de serrarias.

➤ Anapu

A área Anapu 1 (AN 1) encontra-se no limite de área urbana e rural, caracterizando-se como canteiro desativado. Constata-se ultrapassagem do valor critério para avaliações noturnas pela presença de fauna. Não foram identificados receptores críticos na proximidade da área avaliada e em seus acessos.

A área Anapu 2 (AN 2) localiza-se que área rural, utilizada em parte para canteiro de obra de empresa de construção de estradas e à beira da BR-230. Não se constata ultrapassagem de valores critério e não se constatou presença de receptores críticos na proximidade.

A área Anapu (AN 3) localiza-se em área predominantemente residencial, notando-se tráfego local intenso e ao fundo da BR-230. Constata-se ultrapassagem do valor critério para avaliação diurna, por contribuição de ruído gerado pela comunidade.

A área Anapu 4 (AN 4) encontra-se em área rural, junto da subestação existente. Constata-se ultrapassagem de valores critério, principalmente pela presença de fauna.

6.2.2.3.3 - Linha de Transmissão

Os pontos de monitoramento de ruído ao longo do traçado da linha de transmissão ocorreram principalmente em áreas rurais, nas quais observa-se que os valores são compatíveis com os valores de NCA.

6.2.2.4 - Conclusão

Constata-se que as áreas de implantação de subestações encontram-se em áreas rurais, bem como o traçado da linha de transmissão. As áreas potenciais para instalação dos canteiros de obras poderão apresentar ambiente acústico alterado durante a implantação, com efeito temporário, integrando-se às atividades urbanas, principalmente em período diurno. As áreas de canteiros propostas, localizadas em área rural, poderão alterar o ambiente acústico, mas considera-se este impacto somente durante o período diurno.

Considerando que os possíveis impactos ocorram durante a fase de implantação, torna-se necessário o uso de ações preventivas sob o aspecto de geração de ruídos, reduzindo possíveis impactos às comunidades lindeiras.

6.2.3 - Recursos Hídricos

A modernização do sistema de gestão de Recursos Hídricos no Brasil iniciou-se efetivamente a partir da década de 1980 com a criação de uma Política Nacional de Recursos Hídricos inserida dentro do III Plano Nacional de Desenvolvimento. Nesse âmbito foi também instituída a Política Nacional do Meio Ambiente em 1981, abrangendo todos os níveis federal, estadual e municipal. Duas estruturas paralelas

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

passaram a atuar nessa área, cuidando do meio ambiente e dos recursos hídricos. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) é o órgão maior do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), vinculado este ao Ministério do Meio Ambiente. Por outro lado, age também o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), também vinculado àquele Ministério através da Secretaria de Recursos Hídricos (SRH).

Os instrumentos para uma efetiva implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos podem ser agrupados em:

- 1.- Planos de Recursos Hídricos;
- 2.- Classificação dos cursos d'água em função do uso da água;
- 3.- Cobrança pelo uso do recurso hídrico;
- 4.- Compensação aos municípios;
- 5.- Implantação de um sistema de informações sobre recursos hídricos.

Como órgão executor da política de Recursos Hídricos, foi criada a Agência Nacional de Águas (ANA), cujas principais atribuições passam pelo controle, outorga e cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

De forma resumida pode-se dizer que o Sistema Nacional de Recursos Hídricos está assim integrado:

- 1.- Conselho Nacional de Recursos Hídricos;
- 2.- Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados;
- 3.- Comitês de Bacia Hidrográfica;
- 4.- Órgãos dos poderes públicos cujas competências relacionam-se com a gestão de recursos hídricos;
- 5.- Agências de Água.

Pelas suas dimensões geográficas, o Brasil possui um potencial de recursos hídricos entre os maiores do planeta. Esse sistema hídrico está composto pela bacia Amazônica, a dos rios Tocantins/Araguaia, a bacia dos rios Paraná/Paraguai, a bacia do rio Uruguai e as bacias litorâneas do Atlântico.

Os rios brasileiros possuem em geral um regime pluvial, com cheias de verão e estiagens de inverno, com exceção da bacia Amazônica e os rios do Nordeste. Se aceitarmos a hipótese de que uma sociedade sustentável é aquela que procura conservar a

biodiversidade e os sistemas de suporte de vida, o paradigma da sustentabilidade exige análises de viabilidade socioambiental de todas as obras que venham a interferir com o uso dos recursos hídricos.

Na geração de hidroeletricidade no Brasil, que é a opção lógica pelo seu elevado potencial natural, os maiores problemas ambientais estão representados pela construção da barragem e das obras de condução das águas represadas, o que normalmente implica num alto custo ambiental. A transmissão dessa energia elétrica não apresenta em geral grandes problemas ambientais, pois se trata de uma obra pouco invasiva ao ambiente natural, mesmo nos casos de implantação de uma linha numa floresta densa; a área impactada por este tipo de obra é geralmente reduzida em comparação com a impactada na construção da barragem e o subsequente alagamento de áreas extensas.

6.2.3.1 - Metodologia

A primeira parte da abordagem hidrológica refere-se à identificação das bacias que serão interceptadas pelas linhas de transmissão. Para isso foi realizada a localização geográfica das linhas em mapas suficientemente detalhados para visualizar os cursos d'água interceptados pelas LT's e situados na área de estudo. Nesses mapas foi realizado a delimitação das bacias hidrográficas mediante o traçado dos divisores de águas das mesmas, apresentadas no item 6.2.3.1.1 - desta Metodologia. Há naturalmente certa dificuldade para nomear todos os leitos fluviais transpostos, pois os mapas não explicitam os nomes de todos eles, muitos inclusive não possuindo nomes conhecidos nos arquivos cartográficos.

Quanto aos dados hidrológicos foi feita uma varredura no banco de dados da ANA na procura das estações tanto pluviométricas quanto fluviométricas, cujos dados forneceram os elementos necessários às análises a serem efetuadas.

Esses dados foram examinados em termos de continuidade, extensão temporal e coerência para poder iniciar os estudos hidrológicos propriamente ditos.

As séries resultantes devem possuir pelo menos 30 anos de dados ininterruptos para viabilizar os estudos probabilísticos, tanto em termos de chuvas quanto de vazões. Em termos de precipitações o principal processamento visa à estimativa do coeficiente que mede a capacidade erosiva das chuvas, como está descrito no item 6.2.3.2.2 - Aspectos relacionados à perda de solo, que trata desse assunto do estudo.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas*Estudo de Impacto Ambiental - EIA*

Quanto às vazões, as estações fluviométricas selecionadas fornecerão as séries de dados de vazões máximas diárias anuais que servirão de base para os cálculos estatísticos das vazões de projeto para períodos de retorno especificados, como detalhado no item 6.2.3.1.4 - Cálculos Hidrológicos. Para chegar ao estágio de cálculo probabilístico é necessário processar as informações de hidrometria das estações selecionadas, passando por um exame detalhado das curvas-chave de cada uma e sua extrapolação, conforme descrito no item 6.2.3.2 - Resultados.

Quanto à estimativa da perda de solo em consequência do poder erosivo das chuvas, o método mais utilizado é a equação universal de perda de solo:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

Sendo:

A= perda anual de solo do solo (ton/ha/ano) devido ao escoamento superficial;

R= fator de erosividade. No Estado de São Paulo R varia de 575 a 800 MJ/ha/(mm/h)

K= fator de erodibilidade que varia de 0,03 a 0,79 ton/MJ/ha/(mm/h).

LS= fator de declividade e comprimento de encosta (adimensional)

C= fator de prática de cultura variando de 0,001 a 1,0 (adimensional)

P= fator de pratica de cultura contra erosão que varia de 0,3 a 1,0 (adimensional)

Esta equação será usada ao longo de todo o traçado das LT's para essa estimativa.

6.2.3.1.1 - Identificação das Bacias Hidrográficas transpostas pelas Linhas de Transmissão

As Linhas de Transmissão encontram-se quase totalmente inseridas dentro da bacia dos rios Araguaia-Tocantins, uma das mais importantes regiões hidrográficas do Brasil. Essa bacia tem uma extensão de 2500 km desde suas nascentes em Goiás, na confluência dos rios Maranhão e rio das Almas, até sua foz na baía de Marajó no Pará. Os dois eixos fluviais principais, o Tocantins e o Araguaia, correm no sentido geral sul-norte, entre os paralelos 18°S e 2°S, e os meridianos 46°W e 56°W. A LT Xingú-Parauapebas percorre nos seus primeiros 100 km aproximadamente a bacia do rio Xingu.

A bacia Araguaia-Tocantins drena uma área de aproximadamente 767.000 km², mas apesar dessa enorme extensão o relevo é considerado monótono, com altitudes que variam entre 200 e 500 m, menos nas nascentes onde pode atingir 1000 m de altitude.

O rio Tocantins por sua parte nasce no estado de Goiás ao norte de Brasília. Corre sobre a paisagem do planalto central do Brasil, dominada pela vegetação de cerrado, que cobre 76% de sua superfície. Já o terço inferior do rio Tocantins é coberto pela floresta amazônica.

O rio Araguaia tem suas nascentes principais na serra do Caiapó na divisa do estado de Goiás com Mato Grosso; seus principais afluentes são os rios Água Limpa, Babilônia, Caiapó, Crixás-Açu, Crixás-Mirim, do Peixe, Pintado, Matrixã e rio Vermelho.

O clima regional é de característica continental tropical e não sofre a influência direta da Zona de Convergência Intertropical. É um clima semiúmido com tendência a úmido, tipo Aw na classificação de Köppen de savanas tropicais com quatro a cinco meses secos no ano.

A precipitação média anual é de cerca de 1600 mm no período chuvoso, de outubro a abril, e no período seco de junho a setembro. As temperaturas médias anuais situam-se entre 24 e 25 °C com baixas amplitudes térmicas.

Na região hidrográfica do Tocantins-Araguaia estão presentes os biomas Floresta Amazônica ao norte e noroeste e Cerrado nas demais áreas. O desmatamento na região se intensificou a partir da década de 70 com a construção da rodovia Belém-Brasília, da hidrelétrica de Tucuruí e da expansão das atividades agropecuárias e de mineração. O desmatamento atual se deve principalmente às indústrias madeireiras nos estados do Pará e Maranhão.

O padrão de drenagem predominante observado no Mapa Hidrográfico (Apêndice 6.4) da área de estudo das LT's é claramente dendrítico ao longo de toda a área do empreendimento, mostrando que a rocha mãe oferece uma resistência relativamente uniforme à erosão e que as encostas não apresentam orientação dominante.

Quanto à constância do escoamento, os cursos d'água de maior importância são perenes, salvo os pequenos igarapés que em geral drenam diretamente ao leito dos cursos de água maiores, e podem desaparecer em épocas de estiagem severas, caracterizando-se como intermitentes. A pluviosidade anual é levemente superior a 1600 mm, como se constata com as precipitações médias anuais calculadas nas estações trabalhadas, as quais são descritas a seguir, embora a distribuição mensal seja muito variável, não sendo rara a ocorrência de meses com chuva nula. Isso pode fazer com que

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas*Estudo de Impacto Ambiental - EIA*

os pequenos igarapés que formam as nascentes dos rios se tornem efêmeros nesses períodos, mas representam uma percentagem muito baixa da rede total de drenagem.

Segundo o sistema de classificação de hierarquia fluvial proposto por Horton (1945), a ordem dos cursos de água de maior porte resultaria bastante elevada, em consequência de sua extrema ramificação; isso levaria a ordens de varias dezenas, perdendo-se assim o interesse prático dessa classificação.

Foram identificadas 04 (quatro) bacias transpostas pelo empreendimento, utilizando-se como critério a segmentação de Ottobacias proposto pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2012). Os principais domínios de drenagem que transpõem as linhas de transmissão na segmentação de Ottobacias no Nível 1 (Figura 6.2-25) são:

- Bacia Hidrográfica Xingu;
- Bacia Hidrográfica Tocantins Baixo;
- Bacia Hidrográfica Araguaia;
- Bacia Hidrográfica Tocantins Alto.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

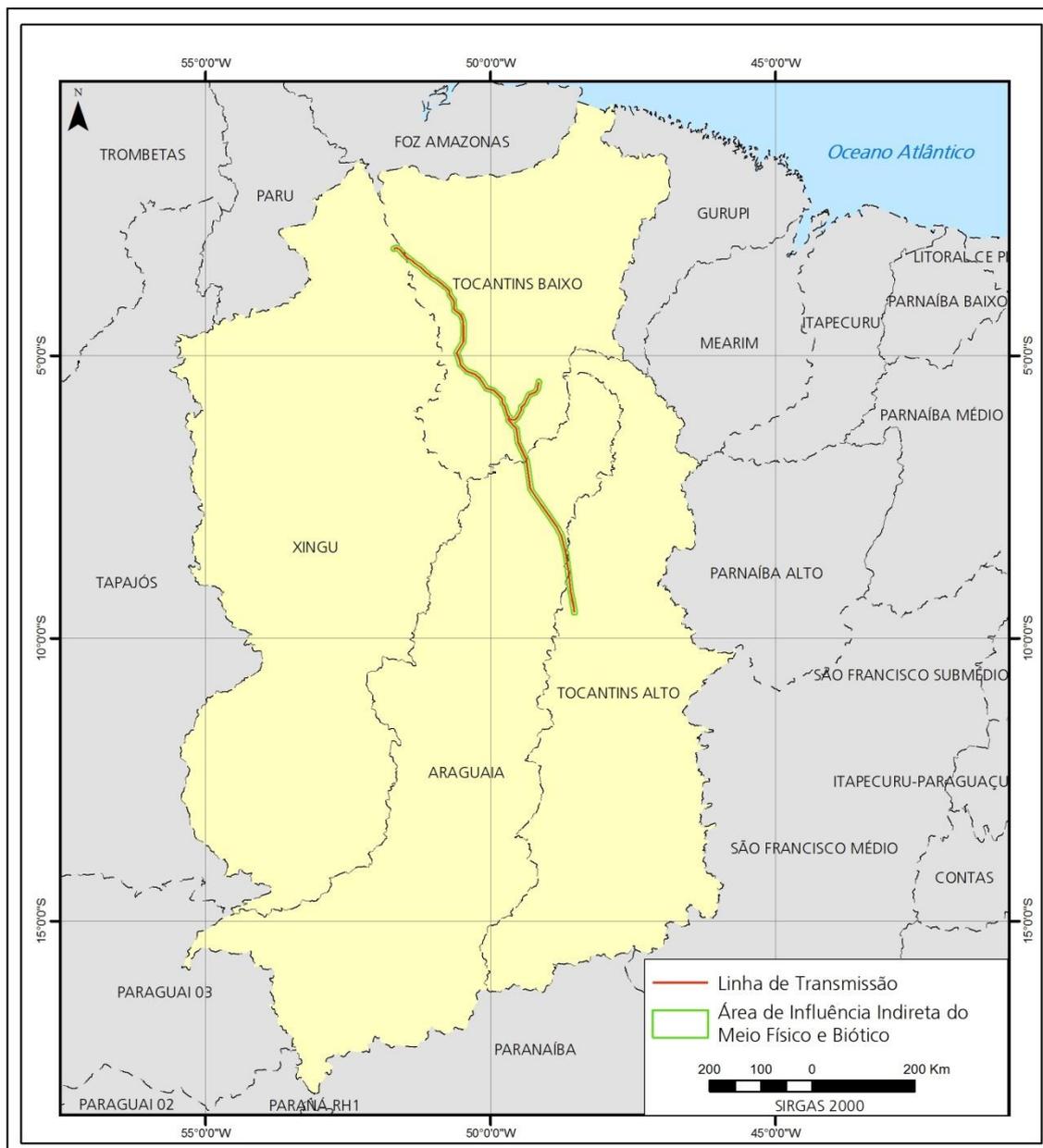


Figura 6.2-25 - Principais bacias hidrográficas interceptadas pelo empreendimento (Ottobacias Nível 1).

Fonte: Ana, 2012.

Em um maior nível de detalhamento (nível 2 de Ottobacias), foram identificadas um conjunto de 07 sub-bacias que serão transpostas pelo empreendimento (Figura 6.2-26):

- Bacia Hidrográfica Xingu
- Sub-bacia Xingu 03

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

- Bacia Hidrográfica Tocantins Baixo
 - Sub-bacia Pará – Tocantins
 - Sub-bacia Tocantins 08

- Bacia Hidrográfica Araguaia
 - Sub-bacia Araguaia 05
 - Sub-bacia Araguaia 04

- Bacia Hidrográfica Tocantins Alto
 - Sub-bacia Tocantins 07
 - Sub-bacia Tocantins 05

Segundo pode ser visualizado na Figura 6.2-26, a LT Xingú-Parauapebas C1 e C2 está contida nas sub-bacias Xingu 03, Pará-Tocantins e Tocantins 08; a LT Parauapebas-Miracema C1 e C2 situa-se na sub-bacia Tocantins 08, Araguaia 05 e 04 e na Tocantins 05, já a linha de transmissão Parauapebas-Itacaiúnas encontra-se totalmente inserida na sub-bacia Tocantins 08.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
 Estudo de Impacto Ambiental - EIA

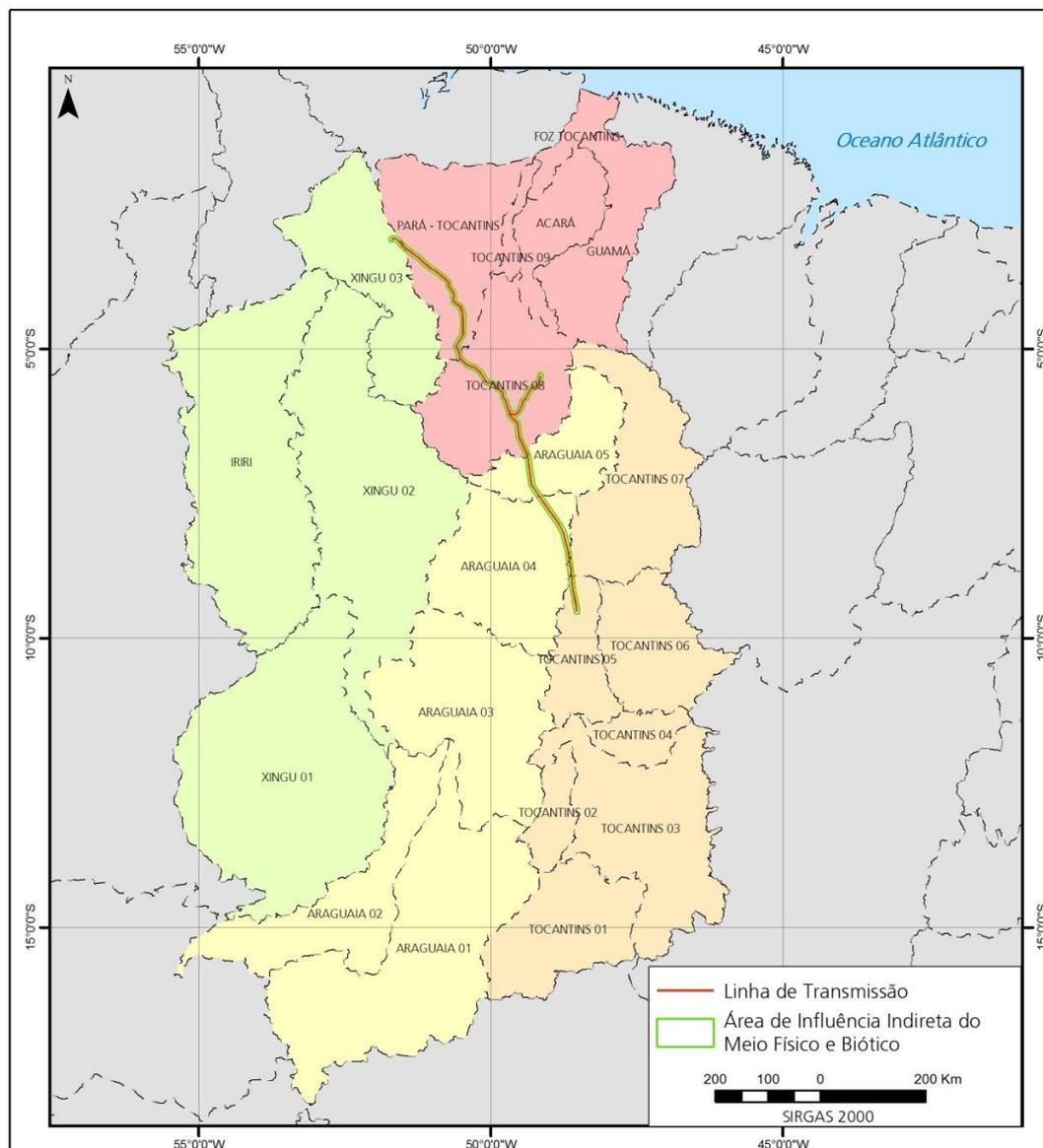


Figura 6.2-26 - Principais sub-bacias hidrográficas que serão interceptadas pelo empreendimento (Ottobacias Nível 2).

Fonte: Ana, 2012.

6.2.3.1.2 - Principais corpos d'água (cursos d'água, lagos e lagoas marginais, áreas brejosas e alagadas) transpostos pelo empreendimento

Ao longo do traçado, a linha de transmissão situa-se, em sua maior parte, muito perto dos divisores de águas das diversas bacias interceptadas, ou nas encostas das mesmas, vizinhas desses divisores; isto faz com que as possibilidades de alagamentos nessas regiões sejam praticamente nulas. No entanto, nas partes baixas onde a linha transpõe cursos d'água de alguma importância, a possibilidade de alagamento aumenta nas épocas chuvosas. Dentro dessa ótica, foram identificadas as seguintes zonas suscetíveis

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas*Estudo de Impacto Ambiental - EIA*

de sofrer esses alagamentos na ocasião da ocorrência de grandes precipitações, sejam estas concentradas em um curto ou longo espaço de tempo, e que por isso merecem maior detalhamento posterior quanto à topografia dessas áreas. A seguir segue uma breve descrição dessas áreas, cuja representação ilustrativa, encontra-se no Apêndice 6.4 – Mapa Hidrográfico, onde também encontram-se mapeados corpos hídricos como lagos, lagoas ou zonas pantanosas, obtidas no mapeamento de uso e cobertura do solo, descrito no item 6.3.1.1 desse EIA.

Área A1 - Transposição do rio Anapu, perto da estação pluviométrica Granja Gazela (Estação ANA 351000). Embora a zona seja aparentemente de declividade razoável, o rio Anapu apresenta uma bacia hidrográfica de área importante até o local, após receber vários afluentes de porte médio.

Área A2 - Transposição do rio Pacajá a montante da estação fluviométrica Pacajás. Neste ponto também a bacia hidrográfica do rio Pacajá recebe afluentes de importância, como o rio do Lontra, drenando uma grande extensão.

Área A3 - Transposição do rio Itacaiúnas. Neste ponto já o rio Itacaiúnas drena uma bacia de grande extensão, exigindo por isso especial cuidado nas cotas de inundação no local. Convém destacar, que o rio Preto, afluente de margem esquerda do rio Itacaiúnas, na intersecção com a linha de transmissão Xingu-Parauapebas corre por uma zona de boa declividade a julgar pela ausência de meandros na região; por isso não deve apresentar maiores problemas em sua transposição.

Área A4 - Transposição do rio Parauapebas em seu terço médio. Trata-se de uma zona baixa, relativamente plana com meandros, a jusante da confluência dos rios Caracol e Surpresa, dois dos formadores do rio Parauapebas. A linha de transmissão corre num trecho paralela ao rio Caracol e o transpõe em três ocasiões, embora em região de cota mais alta.

Área A5 - ALT Parauapebas-Itacaiúnas transpõe inúmeros igarapés, os quais em sua maioria são de 1ª ou 2ª ordem, mas também o rio Sereno de maior magnitude. Embora não seja uma zona muito baixa, o curso d'água interceptado é de extensão razoável e drena a região de Serra Pelada, onde se produziu uma extensiva alteração na superfície da bacia, ocasionando substancial transporte de sedimentos que devem ter alterado os leitos fluviais, alteração que pode não ser observável nos mapas; por isso merece uma observação mais cuidadosa.

Área A6 - Transposição do rio Vermelho pela LT Parauapebas-Itacaiúnas; nesta região o rio Vermelho está próximo da sua confluência com o rio Itacaiúnas, no vale do Tocantins, zona provavelmente sujeita aos efeitos de remanso na época de cheias; pela existência de vários meandros, a transposição na zona deve ser examinada com cuidado.

Área A7 - No trecho compreendido pela LT Parauapebas-Miracema a transposição do rio Maria, um pouco a montante da sua foz no Araguaia. Até aqui o rio Maria e seus afluentes, os córregos Jaburu, Lajeado e Campo Grande, drenam uma bacia de grande extensão, suscetível de provocar cheias importantes.

Área A8 - Transposição do rio Araguaia a montante da estação pluviométrica de Boa Vista do Araguaia. É a transposição mais importante devido à magnitude de curso fluvial e à largura do mesmo. Impõe-se aqui um levantamento hidro topográfico completo para determinação das cotas atingidas pela cheia desse curso d'água. Deverão ser feitas medições detalhadas na ilha existente no meio do rio para determinar as condições de estabilidade e comportamento em cheias, pois há grande probabilidade de ser ali assentada pelo menos uma das torres do empreendimento.

Área A9 - Transposição do rio das Cunhãs, a jusante de Bernardo Sayão. Este rio é um dos principais afluentes do Araguaia pela margem direita que a linha transpõe; o rio das Cunhãs junto com seu maior formador, o ribeirão das Cunhazinhas, possui uma ampla bacia hidrográfica até aqui.

Área A10 - Rio das Cunhãs. Nesse curso d'água, a LT intercepta o mesmo logo a jusante da foz do Ribeirão Cunhazinhas. Posteriormente, a montante do local onde desemboca o Ribeirão Santo Antônio a linha tangencia o rio das Cunhãs num trecho de 15 km aproximadamente, numa região baixa de múltiplos meandros, indicando possibilidade de alagamento em períodos de cheias.

Área A11 - Rio dos Bois, penultima bacia transposta antes da SE Miracema. Neste ponto a linha corta uma zona muito plana, rica em meandros na parte media da bacia, evidenciando a presença de zonas suscetíveis de inundação.

Área A12 - Rio Grotão, perto da subestação Miracema. Neste local a linha cruza este rio no meio de meandros numa zona baixa aparentemente propicia a inundações

As Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2 e LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas interceptarão

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

inúmeros de cursos d'água, igarapés pequenos a rios grandes e caudalosos (Rio Araguaia). A Figura 6.2-27 apresenta todas as intercepções das LTs com os cursos d'água.

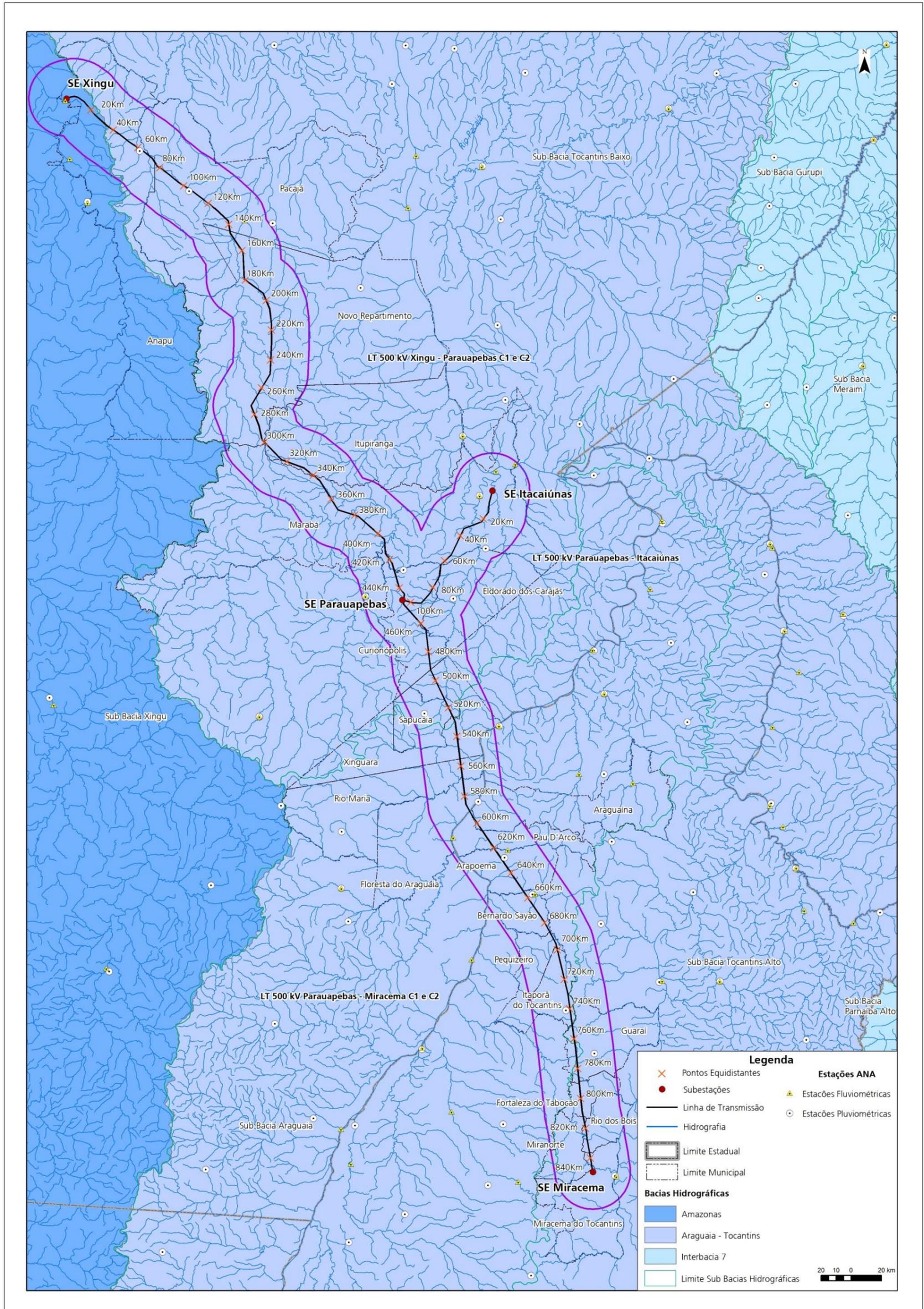


Figura 6.2-27 – Corpos hídricos identificados ao longo do empreendimento.

Fonte: Ana, 2012. A seguir são apresentados segmentos das LT's que irão transpor os cursos d'água presentes no decorrer da mesma. Convém destacar, que as distâncias mencionadas ao longo das linhas de transmissão, na descrição a seguir, são referências aproximadas, estimadas através da escala gráfica do Mapa Hidrológico (Apêndice 6.4).

- a) Trecho da Linha Transmissão 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2 e Linha de Transmissão 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2

Km 0 a km 35 – Neste trecho a linha intercepta pequenos cursos d'água diretamente contribuintes à bacia do rio Xingú em sua margem direita, sem discriminação toponímica.

Km 35 a km 95 – A LT entra na sub-bacia do alto Anapú, cortando a parte alta da bacia hidrográfica deste afluente do rio Pacajá.

Km 95 a km 290 – A LT percorre longitudinalmente a margem direita do rio Pacajá, muito próxima do divisor de águas com os cursos d'água que contribuem diretamente à barragem de Tucuruí na bacia do Tocantins Baixo. Por esta particularidade só corta um afluente importante do rio Pacajá, e rio Preto, perto de suas cabeceiras, no município paraense de Novo Repartimento.

Km 290 a km 530 – Penetra na grande bacia do rio Itacaiúnas muito próximo do divisor de águas do rio Cajazeiras, entrando depois na bacia do rio Preto, um dos formadores do rio Itacaiúnas, desaguando em sua margem esquerda. Sucessivamente corta os diversos afluentes maiores do rio Itacaiúnas (rio Grotão de Arraia, rio Sapucaia, rio Parauapebas. Perto do km 400, intercepta vários outros cursos d'água como riacho Refúgio e rio Vermelho, e igarapés não nominados.

Km 530 a km 590 – A linha cruza à bacia hidrográfica do rio Araguaia, transpondo inúmeros riachos de menor importância (rio Água Fria, rio Mana), afluentes diretos da margem esquerda do Araguaia.

Km 590 – A linha transpõe o próprio leito do rio Araguaia.

Km 590 a km 720 – A linha passa à margem direita do Araguaia, já no estado do Tocantins, cortando inúmeros igarapés e córregos menos caldosos, mas de contribuição direta ao rio Araguaia. No km 655 cruza o rio das Cunhãs e corre paralela a um dos seus formadores, o rio Santo Antônio, até as nascentes.

Km 720 a km 780 – A linha avança praticamente sobre o divisor de águas entre a bacia hidrográfica do Tocantins e do Araguaia.

Km 780 até a SE Miracema – A linha perpassa na bacia hidrográfica do Tocantins (pelo

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ribeirão Tabocão) e corta o Rio dos Bois e o Rio Providência pouco antes de chegar à SE Miracema.

b) Linha de Transmissão 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas

Km 0 a km 30 – A linha de transmissão corre pela várzea do rio Itacaiúnas, cortando pequenos igarapés. No km 30 transpõe o leito do rio Vermelho, principal afluente do Itacaiúnas.

Km 30 até SE Parauapebas – A linha perpassa a bacia do rio Sereno, cruzando após diversos formadores do rio Vermelho até atingir praticamente o divisor de águas com o rio Verde, outro contribuinte do rio Itacaiúnas.

c) Classificação dos rios interceptados pela linha de transmissão

A classificação de Strahler (TUCCI, 1993) é uma das mais consistentes entre as usadas para estabelecer alguma hierarquia entre os diversos cursos d'água; nela a hierarquização é feita de montante para jusante atribuindo ordinais crescentes a começar pelas nascentes (ordem 1); os de segunda ordem se originam da confluência de dois canais de primeira ordem e assim sucessivamente; um canal de ordem u é formado pela união de dois canais de ordem $u-1$, podendo receber afluência de canais de qualquer ordem inferior. Portanto, o rio principal, conforme mostra a Figura 6.2-28, tem ordem crescente a medida que se avança para jusante.

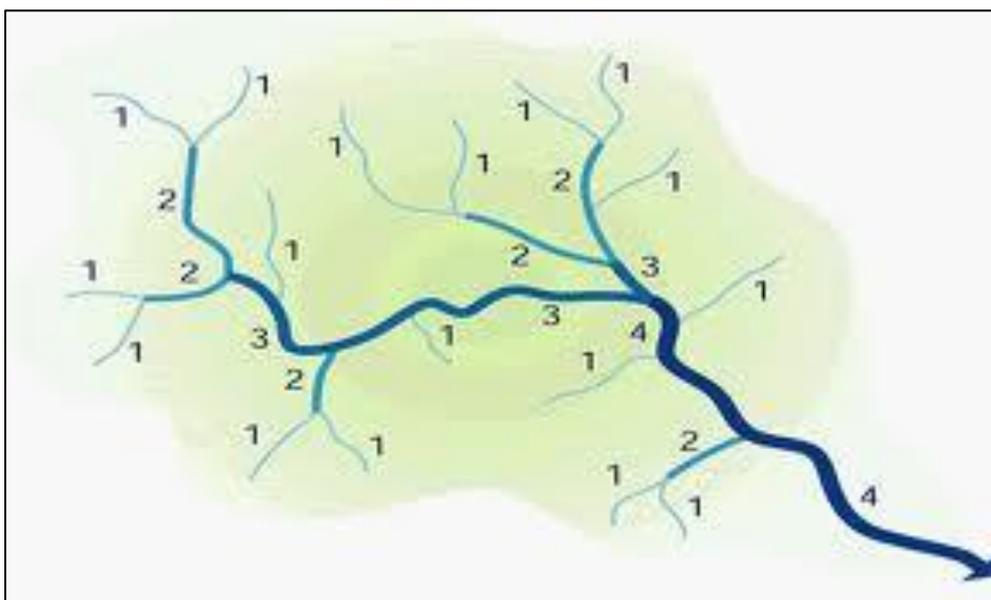


Figura 6.2-28 – Classificação da ordem dos rios segundo o Modelo de Strahler (TUCCI, 1993)

No caso da linha de transmissão, em virtude do nível de ramificação extremamente alta dos cursos d'água, resultante da topografia local, gera uma rede de caráter dendrítico altamente complexa. A título de exemplo, o rio Anapu no cruzamento da linha de transmissão teria classificação 5, embora não revelando esse número algum tipo de característica hidrológica, sendo apenas resultante do elevado número de confluências e de afluentes, muitos de pequeno porte e intermitentes. Essa informação não possui interesse prático neste caso, pois não se trata de comparar a hidrografia dos rios interceptados, único caso em que uma classificação teria algum valor.

No caso da região atravessada pela linha de transmissão, o Igarapé Pilão, por exemplo, (Figura 6.2-29) seria classificado como de nível 3 até a intercepção com a linha.

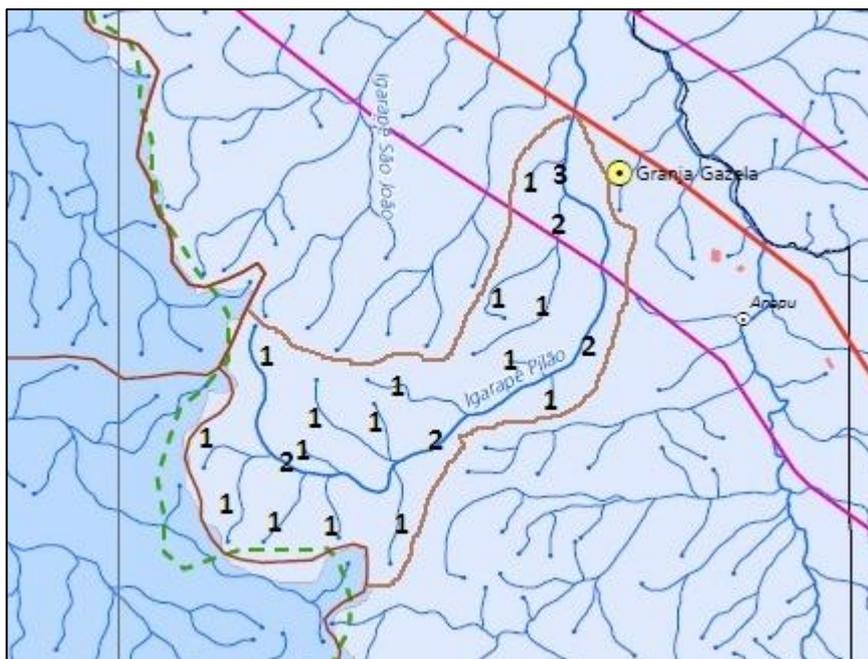


Figura 6.2-29 - Classificação do Igarapé Pilão, no município de Anapu/PA, no ponto que intercepta-se com a Linha de Transmissão.

Já o Rio do Lontra, um dos formadores do rio Pacajá (Figura 6.2-30), corresponde ao nível 4 até um local próximo da linha de transmissão.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

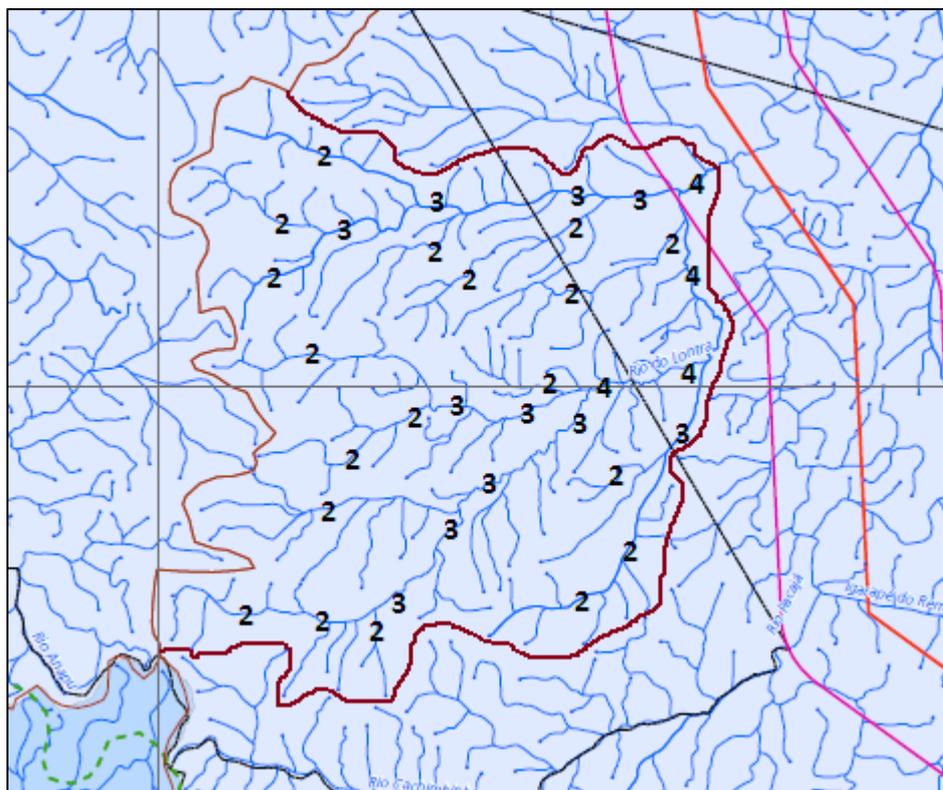


Figura 6.2-30 - Classificação do Rio do Lontra em local próximo a Linha de Transmissão.

Pelo aspecto geral apresentado pelo relevo na área, pode-se afirmar que toda a rede de drenagem local das bacias até serem interceptadas pela linha de transmissão correspondem a classes entre 1 e 5, com um numero muito elevado de cursos classes 1 e 2 (nas nascentes), e classes 3 e 4 com menor frequência, até muito poucas bacias com rios classe 5.

Essa classificação não fornece informações relacionadas ao comportamento hídrico do curso d'água, e não depende do tamanho da bacia, apenas serve como elemento de comparação entre bacias quanto à densidade de drenagem local, aspecto que por sua vez é decorrente do tipo de relevo predominante na área. Esse nível de ramificação da rede de drenagem não está relacionado com aspectos como enchentes, alagamentos ou quaisquer outra característica de interesse para o projeto e implantação das linhas de transmissão.

6.2.3.1.3 - Seleção das estações fluviométricas e pluviométricas a serem usadas nos estudos

Os dados hidrológicos básicos são os existentes no banco de dados da ANA, inicialmente foi realizada uma varredura nos dados disponíveis para a região onde será inserido o traçado das linhas de transmissão, para posteriormente, e em função do volume e da qualidade dos dados, selecionar as estações que serão efetivamente empregadas nas análises a serem realizadas (Figura 6.2-31).

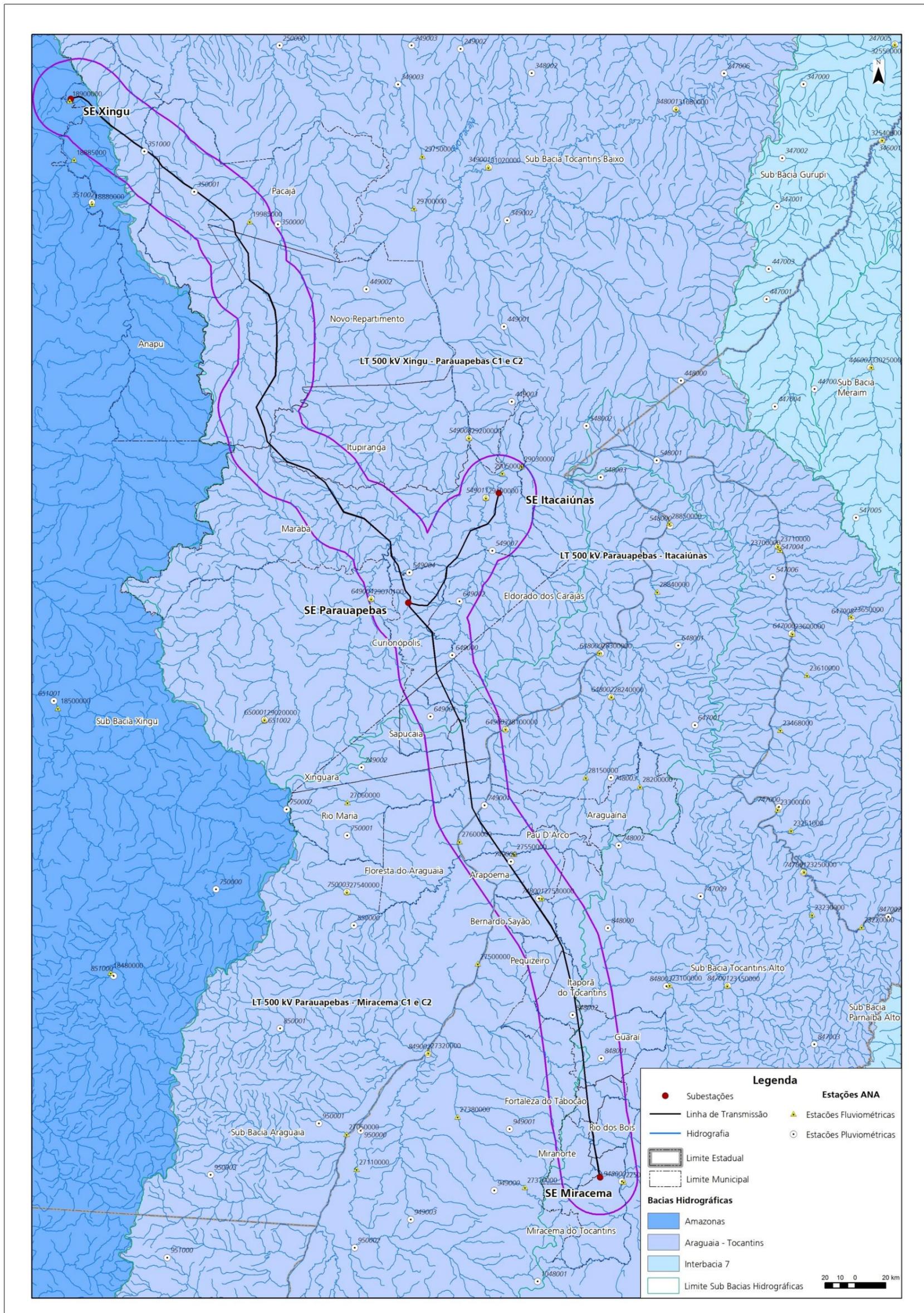


Figura 6.2-31 - Localização das estações hidrométricas e pluviométricas na região do entorno das LTs

d) Estações fluviométricas

Em função da proximidade ao traçado das LT's, inicialmente foram pré-selecionadas 39 estações fluviométricas com dados de vazões, médias diárias, necessárias para os estudos de frequência a serem elaborados visando estabelecer possíveis áreas inundáveis no entorno do traçado das Linhas de Transmissão. O Quadro 6.2-6 apresenta essas estações, sendo que a grande maioria está localizada na bacia hidrográfica do Tocantins. Algumas estações apresentam falhas em suas séries temporais, estas foram desconsideradas para o presente estudo.

Quadro 6.2-6 – Estações fluviométricas presentes na área de entorno das LT's.

Código da estação	Nome	Rio	Série temporal dos dados
18850000	Altamira	Xingú	1971 - 2008
27500000	Conceição do Araguaia	Araguaia	1970 - 2012
29100000	Fazenda Alegria	Itacaiúnas	1969 - 2012
18880000*	Fazenda Cipaúba	Bacajá	1976 - 2009
29200000	Itupiranga	Tocantins	1977 - 2012
19985000	Pacajás	Pacajás	1981 - 2012
29700000	Tucuruí	Tocantins	1978 - 2012
18119000	UHE Curuá - UNA- jus.	Curuá	2000 - 2012
18250000	Uruará	Uruará	1978 - 2009
28850000	Araguatins	Araguaia	1974 - 2012
27550000*	Arapoema	Genipapo	1985 - 2012
26800000*	Barreira da Cruz	Javaés	1970 - 2012
26710000	Barreira do Pequi	Javaés	1986 - 2012
27530000	Bernardo Sayão	Rio das Cunhãs	2001 - 2012
23220000	Cach. Monte Lindo	Manuel Alves	1984 - 2012
22100000*	Colonha	Santa Teresa	1974 - 2006
23700000	Descarreto	Tocantins	1974 - 2008
21080000*	Fazenda Barreiro	Tocantins	1978 - 2006
27370000	Fazenda Craveiro	Piranhas	2000 - 2012
22250000	Fazenda Lobeira	Manuel Alves	1969 - 2006
23250000*	Goiatins	Manuel Alves Grande	1972 - 2012

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Código da estação	Nome	Rio	Série temporal dos dados
23150000	Itacajá	Manuel Alves Peq.	1974 - 2012
23230000	Jacaré	Vermelho	1984 - 2012
22150000*	Jacinto	Santa Teresa	1972 - 2006
22680000	Jatobá (Faz. Boa Nova)	Rio do Sono	1973 - 2007
21750000	Lavadeira	Mosquito	1974 -2007
22500000	Miracema do Tocantins	Tocantins	1969 - 2012
28150000	Muricilandia	Muricizal	1974 - 2012
22700000	Novo Acordo	Rio do Sono	1972 - 2012
22050001	Peixe	Tocantins	1971 - 2006
28240000	Piraqué	Lontra	1975 - 2012
27380000	Ponte rio Piranhas	Piranhas	1981 - 2012
22190000	Porto Alegre	Manuel Alves	1975 - 2006
28240000	Piraqué	Lontra	1974 - 2012
22900000	Porto Real	Rio do Sono	1969 - 2007
26720000	Praia Alta	Rio Formoso	1986 - 2012
21850000	Rio da Palma	Rio Palma	1973 - 2006
23600000	Tocantinópolis	Tocantins	1955 - 2007
23100000	Tupiratins	Tocantins	1970 - 2007
28300000	Xambioá	Araguaia	1969 - 2012

Fonte: HIDROWEB, 2014².

* Estações que apresentam falha na série temporal dos dados.

Os critérios adotados para a seleção das estações foram os seguintes: período mínimo de pelo menos 25 anos de dados para possibilitar os estudos estatísticos; bem como ausência de falhas nos registros; além da disponibilidade de curvas chave e referenciamento topográfico dos zeros das réguas, para atribuir altitudes aos possíveis níveis de inundação calculados. A ausência destas últimas informações na grande maioria das estações fluviométricas reduz grandemente o universo inicialmente pesquisado. Por outro lado, é indispensável a proximidade geográfica da estação aos locais onde as linhas de transmissão transpõem os cursos d'água, dada a característica de validade pontual da informação hidrométrica.

² Disponível em <http://hidroweb.ana.gov.br/>. Acesso em fevereiro de 2014.

Em função disto, foram elencadas apenas 06 (seis) estações para o estudo, as mesmas encontram-se no Quadro 6.2-7.

Quadro 6.2-7 - Estações Fluviométricas consideradas para o presente estudo.

Código da Estação	Nome	Coord. UTM – Datum SIRGAS2000	Rio	LT	Município/UF	Distância da LT (m)
29100000	Fazenda Alegria	-54867 -492214	Rio Itacaiúnas	Parauapebas-Itacaiúnas	Marabá/PA	10Km
22500000	Miracema do Tocantins	-95675 -483786	Rio Tocantins	Parauapebas-Miracema	Miracema do Tocantins/TO	15Km
27550000	Arapoema	-76136 -490453	Rio Jenipapo	Parauapebas-Miracema	Arapoema/TO	10Km
19985000	Pacajás	-38539 -506361	Rio Pacajás	Xingú-Parauapebas	Pacajá/PA	8Km
29050000	Marabá	-53386 -491244	Rio Tocantins (só cotas)	Parauapebas-Itacaiúnas	Marabá/PA	15Km
27530000	Bernardo Sayão	-78764 -488789	Rio das Cunhãs	Parauapebas-Miracema	Bernardo Sayão/TO	5Km

Fonte: HIDROWEB, 2014.

Dada a ausência de dados altimétricos mencionados, a curva chave dessas estações foi definida e extrapolada de forma gráfica visual, para estabelecer os valores de leitura de régua correspondentes às vazões de inundação calculadas, sem poder atribuir altitude a esses níveis.

e) Estações pluviométricas

Inicialmente, foi realizado o levantamento das estações localizadas na região das LT's e elaborado um diagrama de barras para visualizar a extensão e qualidade dos dados (falhas existentes) em escala mensal, para posteriormente selecionar as estações mais adequadas e procurar os correspondentes dados diários. As estações assim vistoriadas são apresentadas no Quadro 6.2-8.

Quadro 6.2-8 – Estações pluviométricas presentes na área do entorno das LT's.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Código da estação	Nome	Município/UF	Série temporal dos dados
350001	Bom Jardim da Transamazônica	Portel/PA	1999 - 2013
649002	Eldorado	Marabá/PA	1985 - 2013
649001	Fazenda Santa Elisa	Xinguara/PA	1984 - 2013
649000	Fazenda Surubim	Marabá/PA	1984 - 2013
351000	Granja Gazela	Portel/PA	1977 - 2013
549007	Km 60-PA-150	Marabá/PA	1988 - 2013
649004	Parauapebas	Parauapebas/PA	2008 - 2013
351003	Altamira km35	Altamira/PA	1987 - 1989
352000	Altamira	Altamira/PA	1968 - 1989
750002	Bannach	Rio Maria/PA	1997 - 2005
548002	Bom Jesus do Tocantins	Bom Jesus do Tocantins/PA	1999 - 2006
549011	Fazenda Alegria	Marabá/PA	2004 - 2013
351002	Fazenda Cipaúba	Senador José Porfirio/PA	1981 - 2001
350000	Fazenda Estrela do Norte	Portel/PA	1977 - 2006
549008	Itupiranga	Itupiranga/PA	1993 - 2006
449003	Nova Ipixuna	Jacundá/PA	1999 - 2006
449002	Novo Repartimento	Jacundá/PA	1999 - 2006
750001	Posto da Serra	Rio Maria/PA	1997 - 2005
749002	Xinguara	Xinguara/PA	1984 - 2006

Fonte: HIDROWEB, 2014

Destas estações, foram selecionadas 13 no entorno das linhas de transmissão, visando o cálculo da capacidade erosiva das chuvas segundo a metodologia para o uso da fórmula universal de perda de solos.

f) Mapa de localização de estações

No mapa (Apêndice 6.4) pode ser visualizada a localização das estações existentes na região segundo o banco de dados da ANA; nas tabelas constantes deste relatório foram pré-selecionadas estações próximas do traçado das linhas de transmissão; foi estabelecida uma faixa de 25 km para cada lado do traçado, mostrada no mapa da temática, dentre as quais foram selecionadas aquelas utilizadas no presente estudo.

6.2.3.1.4 - Cálculos hidrológicos

Para as estações selecionadas, mencionadas anteriormente, foram calculadas as vazões de projeto para um período de retorno de 100 anos, o qual se considera razoável para esse estudo. Para isso, foi usada uma distribuição de probabilidades de Gumbel, aplicável às séries de vazões diárias máximas anuais extraídas dos dados disponíveis nas estações analisadas.

Segundo o método de Gumbel, a probabilidade de que uma determinada vazão venha a ser igualada ou excedida em um ano qualquer pode ser estimada de acordo com a equação:

$$P = 1 - e^{-e^{-b}}$$

onde;

P é a probabilidade,

e é a base dos logaritmos naturais; e

b é dado por:

$$b = \frac{1}{0,7797s} (x - \bar{x} + 0,45s)$$

onde x é a vazão, \bar{x} é a média, e s é o desvio padrão. A função densidade da distribuição de Gumbel é

$$f_y(y) = \frac{1}{\alpha} \exp \left[-\frac{y-\beta}{\alpha} - \exp \left(-\frac{y-\beta}{\alpha} \right) \right]$$

O valor esperado é

$$E(Y) = \beta + 0,5772 \alpha \quad (\text{média})$$

A variância é $Var[Y] = \sigma_y^2 = \frac{\pi^2 \alpha^2}{6}$ (quadrado do desvio padrão)

e o coeficiente de assimetria é fixo, $\gamma = 1,1396$

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

A função inversa da FAP (Função Acumulada de Probabilidades) de Gumbel é

$$y(F) = \beta - \alpha \ln[-\ln(F)]$$

Ou

$$y(Tr) = \beta - \alpha \ln\left[-\ln\left(1 - \frac{1}{Tr}\right)\right]$$

Onde;

Tr é o período de retorno em anos e F é a probabilidade de não excedência.

Os valores de α e β são determinados a partir dos dados e da definição de σ^2 dada acima, e a vazão de interesse calculada com a equação de $y(Tr)$ fornecida. Dessa forma obtiveram-se as vazões e cotas de 100 anos de período de retorno para as estações estudadas.

6.2.3.2 - Resultados

6.2.3.2.1 - Aspectos Hidrológicos

a) Estação 19985000 – Pacajás, Rio Pacajás

Média das vazões máximas anuais 587,6 m³/s

Desvio padrão 175 m³/s

Vazão para Tr = 100 anos 1137 m³/s

Leitura de régua correspondente 1170 cm

Análise: Na Figura 6.2-32 pode-se ver o perfil transversal do leito do rio Pacajás na seção de medição; a leitura da régua, correspondente de 1170 cm, sugere um extravasamento da ordem de 3,70 m acima das margens do rio, que pode ser transferido à curva chave mostrada na Figura 6.2-33 o que inundaria uma área adjacente à estação hidrométrica de razoável importância na zona de passagem da LT Xingu – Parauapebas C1 e C2, que deverá ser determinada posteriormente mediante levantamento topográfico. A estação fica bem próxima desse ponto de passagem, cerca de 13 km a jusante do cruzamento da linha, aproximadamente no km 145 da mesma.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA



Figura 6.2-32 - Perfil transversal da seção de medição no rio Pacajás.

Fonte: Ana, 2014³.

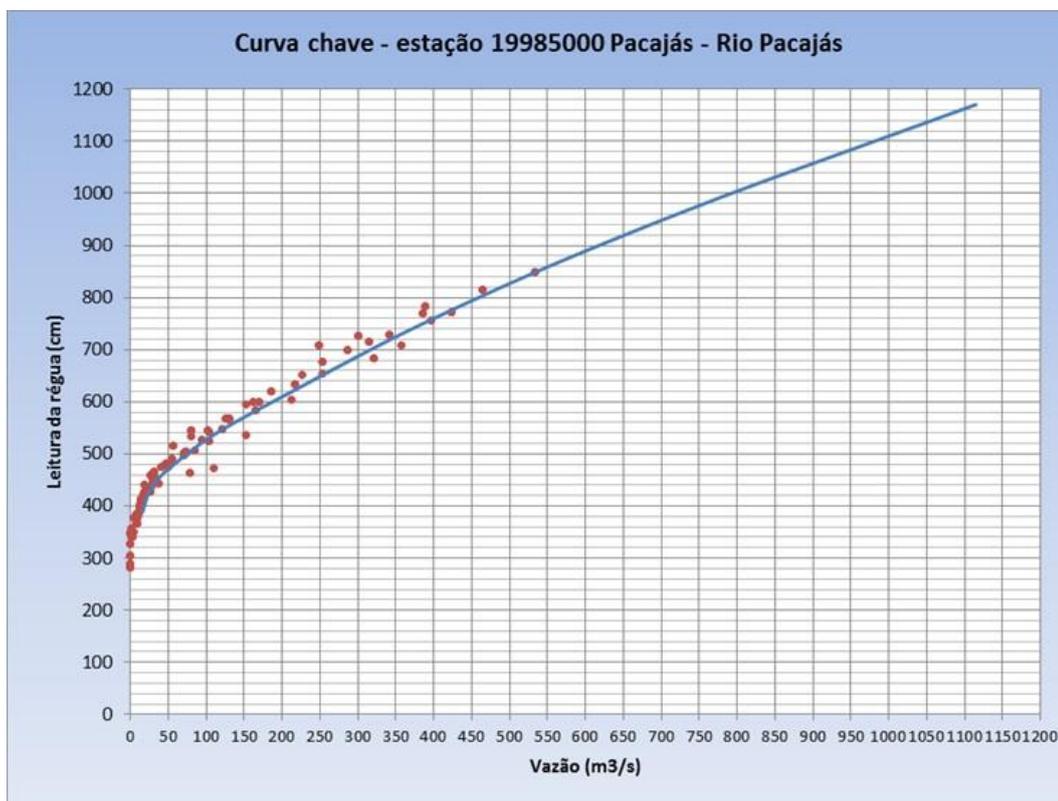


Figura 6.2-33 - Curva Chave da estação 19985000 rio Pacajás.

³ Disponível em: <http://visualizador.ana.gov.br:8080/VisualizadorWebLogic/>. Acesso em março de 2014

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas*Estudo de Impacto Ambiental - EIA*

b) Estação 29050000 – Marabá, rio Tocantins

Apesar desta estação só dispor de dados de leituras de régua (ausência de vazões calculadas), pareceu interessante incluir seus dados, os mesmos foram submetidos ao mesmo tratamento estatístico das demais, embora a validade deste tipo de informação seja ainda mais localizada na seção transversal do rio onde se situa a estação. Mas serve como uma dica de referência quanto à possibilidade de transbordamento neste local, muito próximo da Subestação Itacaiúnas, praticamente situada na planície de inundação do rio Tocantins.

Media das cotas máximas diárias anuais	1208,7 cm
Desvio padrão	173,6 cm
Altura da régua para $Tr = 100$ anos	1707,6 cm

Análise: Embora a Subestação Itacaiúnas esteja localizada a montante da foz do rio Itacaiúnas, muito próximo da margem esquerda do rio Sororó, a curva de remanso da enchente do Tocantins pode atingir a zona, razão pela qual isto deve ser pesquisado mais profundamente no projeto das instalações. O valor de 1707,6 cm de cota de régua é comparável à maior cota já registrada na estação (1741 cm na enchente de 1980).

c) Estação 29100000 – Fazenda Alegria, rio Itacaiúnas

Média das vazões máximas anuais	2101,4 m ³ /s
Desvio padrão	648,2 m ³ /s
Vazão para $Tr = 100$ anos	4137 m ³ /s
Leitura da régua correspondente	1725 cm

Análise: Nesta estação não se dispõe do desenho do perfil transversal do rio, mas observando a curva chave da estação (Figura 6.2-34) percebe-se que a maior medição de vazão realizada corresponde a uma vazão de 3350 m³/s, não muito distante da vazão de projeto de 4137 m³/s, o que pode significar um baixo potencial de inundação da planície fluvial, mesmo que entre a bacia do Itacaiúnas e a ampliação das instalações da SE Itacaiúnas (rio Sororó) exista um divisor de águas de baixa altitude. A transposição do rio Vermelho pela linha Parauapebas - Itacaiúnas ocorre uns 30 km a montante do local da estação, o que impede seu uso para estudar essa transposição.

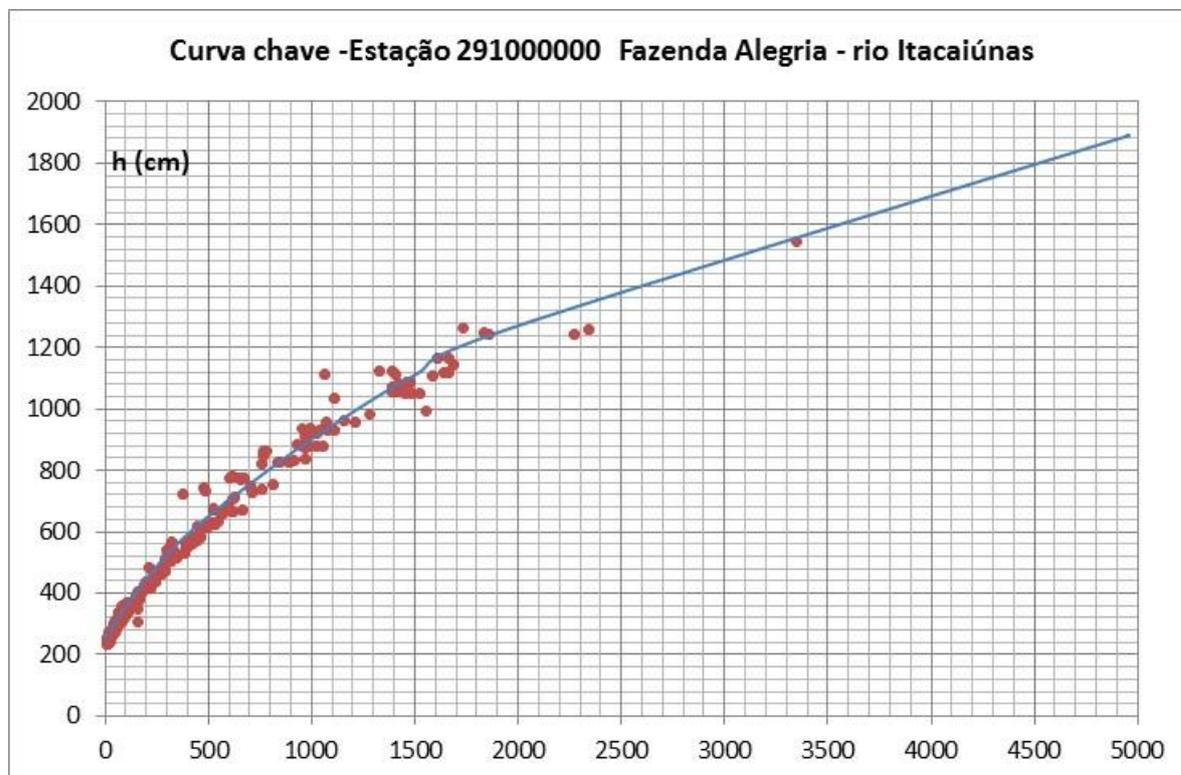


Figura 6.2-34 - Curva Chave da estação 291000000 rio Itacaiúnas

d) Estação 27550000 – Arapoema, rio Jenipapo

Média das vazões máximas anuais 135,8 m³/s

Desvio padrão 35,2 m³/s

Vazão para Tr = 100 anos 317,6 m³/s

Leitura da régua correspondente 455 cm

Análise: A estação fluviométrica se encontra uns 9 km a montante do local de transposição do rio Jenipapo pela LT Parauapebas – Miracema (no km 620 da mesma). Nesta estação, como nas demais, não existem dados de altimetria, o que torna impossível relacionar essa altura de régua de 455 cm com eventuais transbordamentos. A análise da curva chave da estação (Figura 6.2-35) mostra que a leitura da régua é bem maior do que a máxima medição de vazão efetuada (correspondente a 260 cm de régua), implicando numa grande extrapolação e possível extravasamento na seção de medição e adjacências. Convém destacar, que a falta de levantamentos topográficos (determinação do zero da régua) não permitiu a aferição da cota máxima atingida pela cheia calculada; por isso se fala de um possível extravasamento na seção da estação

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

hidrométrica; mesmo havendo extravasamento, o que poderia afetar seriamente as torres de sustentação, dependendo de sua localização.

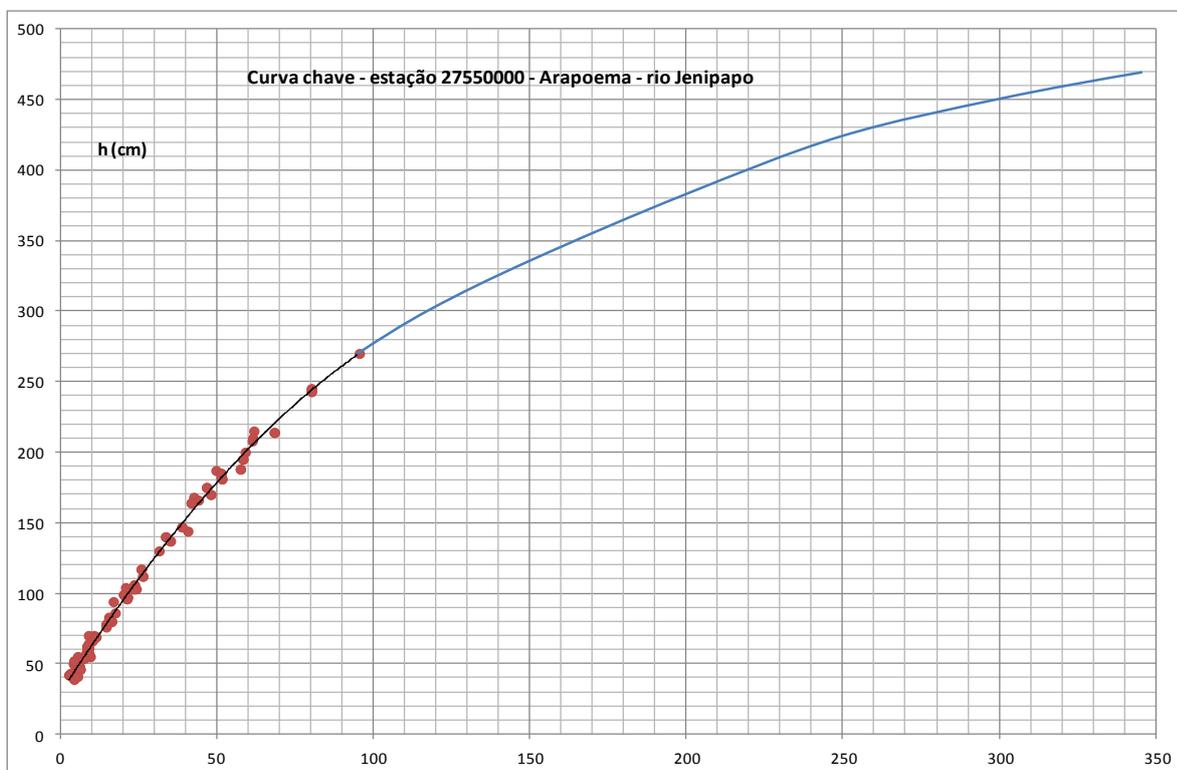


Figura 6.2-35 - Curva Chave da estação 27550000 rio Jenipapo.

e) Estação 22500000 - Miracema do Tocantins, rio Tocantins

Média das vazões máximas anuais 9362,9 m³/s

Desvio padrão 3626,3 m³/s

Vazão para Tr = 100 anos 14016 m³/s

Leitura da régua correspondente 1380 cm

Análise: A Subestação Miracema situa-se a aproximadamente 17 km em linha reta da margem esquerda do rio Tocantins, no local onde encontra-se instalada a SE Miracema, a qual será ampliada. Parece pouco provável que a hidrologia do Tocantins venha a afetar o local da Subestação, já que esta encontra-se bem a montante na encosta do rio Providência, afluente da margem esquerda do rio Tocantins. Examinando-se a curva chave da estação (Figura 6.2-36) pode-se verificar que o valor 1380 cm de leitura de régua é apenas algo maior do que a maior medição de vazão efetuada (1240 cm),

representando baixa extrapolação da curva.

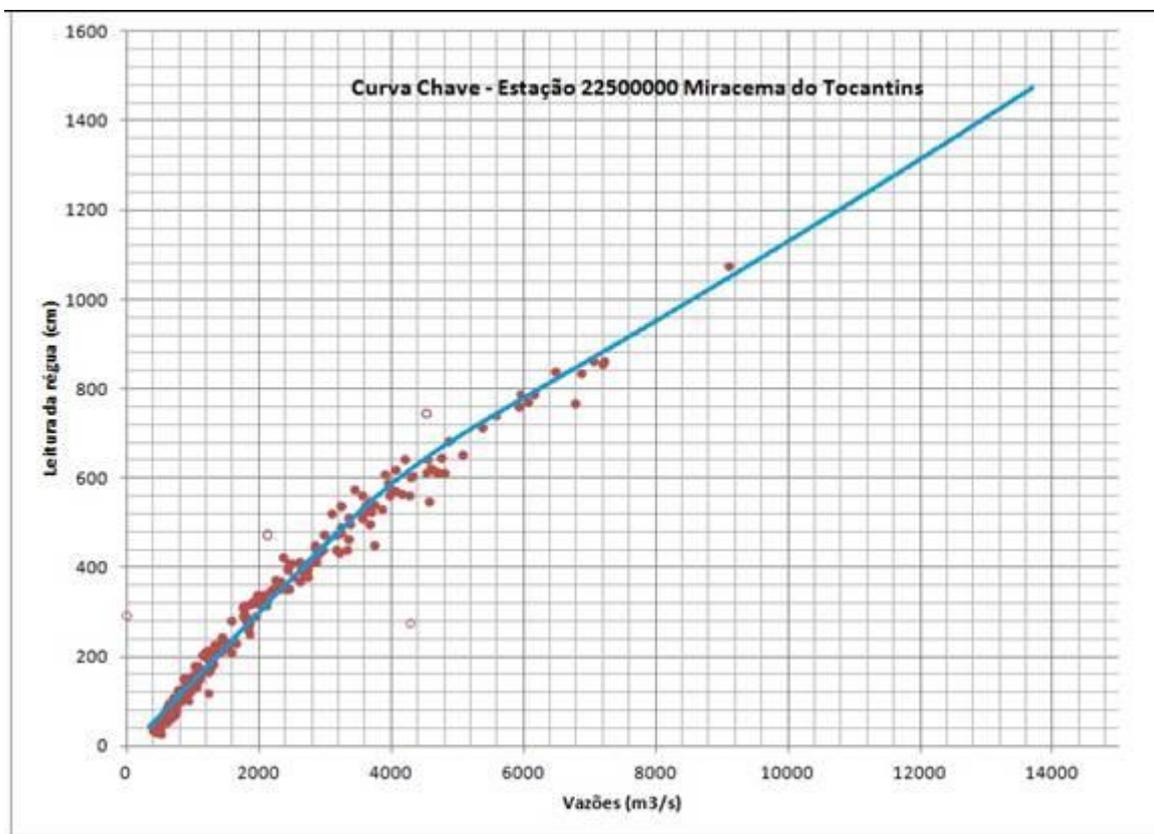


Figura 6.2-36 - Curva Chave – Estação 22500000 Miracema do Tocantins – Rio Tocantins

f) Estação 27530000 - Bernardo Sayão, rio das Cunhãs

Média das vazões máximas anuais 93,5 m³/s

Desvio padrão 8,1 m³/s

Vazão para Tr= 100 anos 118,9 m³/s

Leitura da régua correspondente 620 cm

Análise: Perto do km 655 a linha transpõe o rio das Cunhãs, de porte médio. Da mesma forma que nas estações anteriores, não se dispõe de altimetria e a vazão de Tr =100 anos é de 118,9 m³/s não parece apresentar problemas de extravasamento. A curva chave dessa estação (

Figura 6.2-37) apresenta linearidade completa e uma extrapolação simples indica uma

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

leitura da régua de 620 cm para essa vazão, não evidenciando aparentemente transbordamento. O registro de vazões diárias desta estação possui apenas 13 anos de dados, e por isso ela foi analisada apenas como uma referência circunstancial.

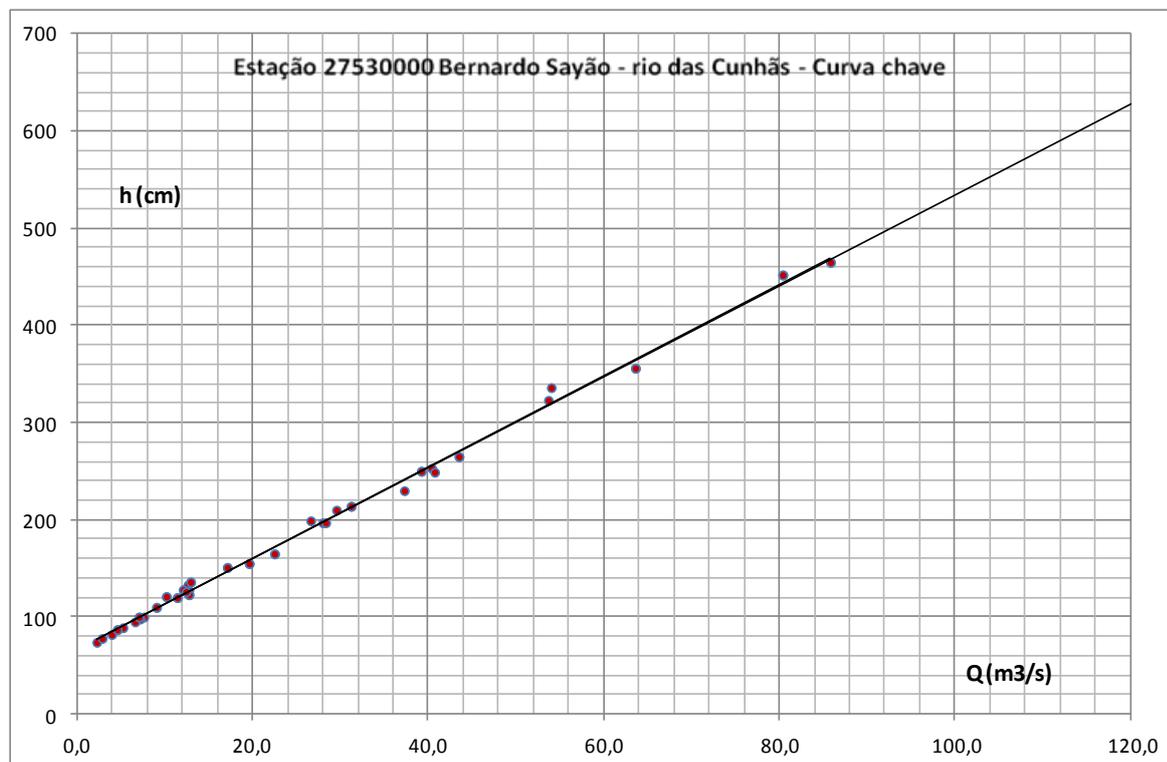


Figura 6.2-37. Curva Chave- Estação 27530000 Bernardo Sayão – Rio das Cunhãs.

6.2.3.2.2 - Aspectos relacionados à perda de solo

a) Determinação do fator de erosividade das chuvas

Esse fator depende da distribuição mensal das chuvas no local e foi estabelecido para as 13 estações previamente selecionadas (Quadro 6.2-9):

Quadro 6.2-9 – Estações pluviométricas selecionadas para o estudo.

Cód.	Estação	P anual (mm)	Fator K[MJ/ha/(mm/h)]
350000	Estação Estrela do Norte	1967,1	1036,7
351000	Estação_Granja Gazela	2149,6	1077,6
549007	Estação Km 60 - PA-150	1729,6	929,1
549008	Estação Itupiranga	1700,0	903,2
649000	Estação Fazenda Surubim	1692,0	850,5

Cód.	Estação	P anual (mm)	Fator K[MJ/ha/(mm/h)]
649001	Estação Fazenda Santa Elisa	1542,1	812,5
649002	Estação Eldorado	1854,1	977,0
748001	Estação Colonia	1823,8	927,1
749000	Estação Arapoema	1880,4	952,4
749001	Estação Boa Vista do Araguaia	1665,0	861,4
849002	Estação Araguacema	1965,8	1037,0
948000	Estação Miracema do Tocantins	1684,7	932,7
949000	Estação Abreulandia	2116,7	1160,4

A Figura 6.2-38 mostra a distribuição espacial desse fator K ao longo do empreendimento. O mapa de isolinhas de K, o fator de erosividade das chuvas, mostra uma variação suave desse fator no sentido sul-norte, com variações máximas entorno de 10% dos valores calculados, o que é consequência do comportamento pluvial nessa região, onde, como foi mencionado anteriormente, as chuvas apresentam um comportamento relativamente uniforme e os meses de maior e menor pluviosidade seguem o padrão climático tropical continental com épocas bem definidas de estiagens e enchentes, traduzidas nas vazões dos rios regionais. A ausência de valores extremos de K mostra que as chuvas não apresentam grandes capacidades de erosão pluvial, embora a perda de solos resulte da conjunção com outros fatores relativos ao solo e à vegetação, bem como ao uso e ocupação do solo.

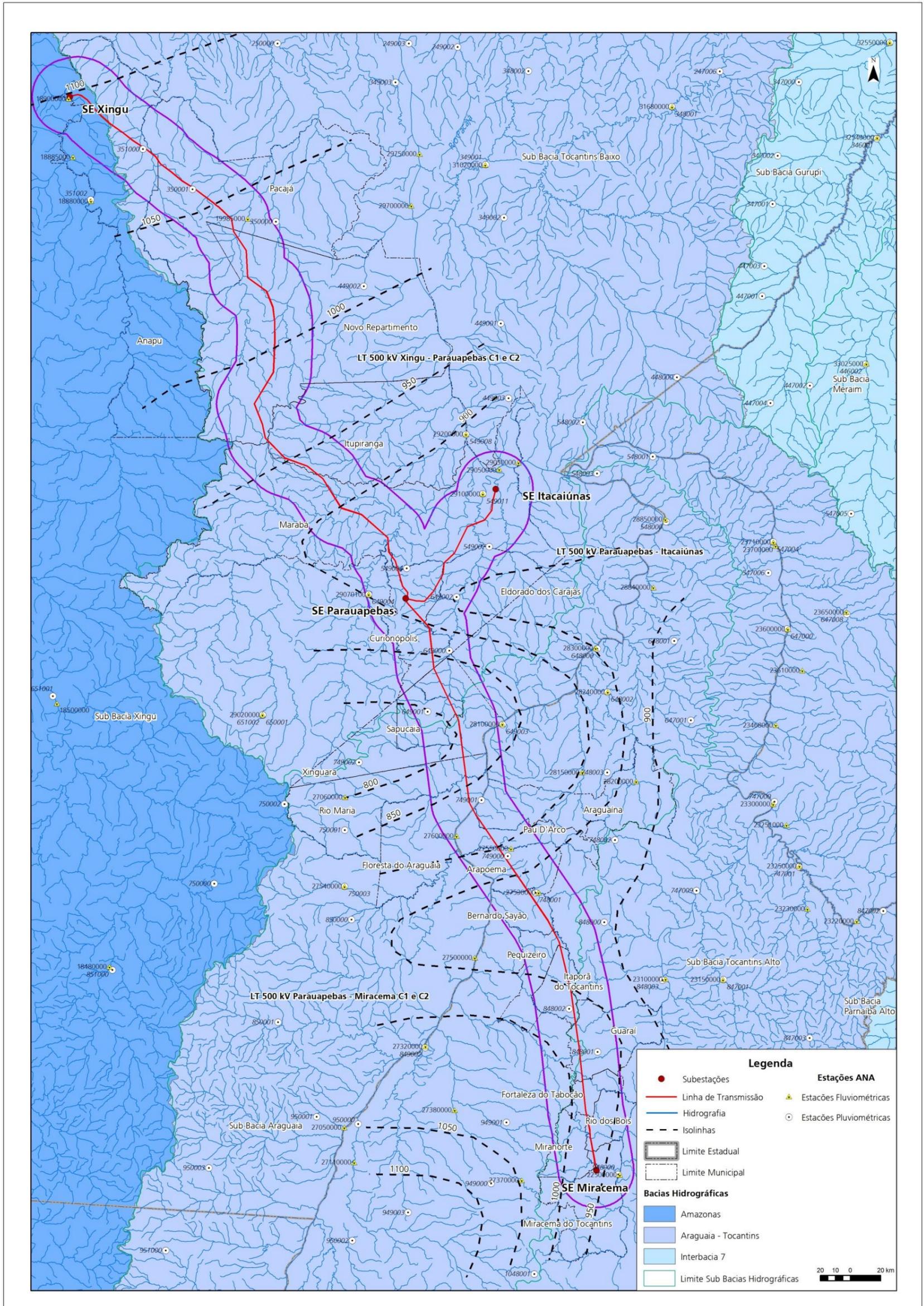


Figura 6.2-38 - Isolinhas de capacidade erosiva das chuvas (K) em MJ/ha (mm/h).

6.2.3.3 - Conclusões

Ao longo do seu desenvolvimento as linhas de transmissão interceptam um elevado número de cursos d'água, a maior parte deles de pequeno porte, que não representam dificuldades para a implantação da mesma. Existem alguns casos de rios de maior porte além dos próprios Xingu, Araguaia e Tocantins e os já abordados (rio Anapu, rio Preto, rio Grotão da Arraia, rio Vermelho, rio das Cunhãs, rio dos Bois e rio Providência) onde é necessário um cuidado mais apurado, pois a informação hidro-topográfica existente não permite definições sobre níveis de transbordamento desses rios. Essas situações deverão ser sanadas com levantamentos de campo que incluam nivelamentos topográficos durante o detalhamento do projeto executivo de implantação, visando estabelecer as altitudes do zero das régua linimétricas das estações estudadas, dado que nenhuma delas possui essa informação.

Na maior parte do traçado das linhas avançam por terrenos mais elevados, acompanhando em geral os divisores de águas das bacias interceptadas, cortando pequenos riachos e/ou igarapés perto das cabeceiras, situação favorável do ponto de vista hidrológico, pois elimina problemas de inundação ao longo do traçado nessas áreas.

Rios de maior porte analisados, como o rio Pacajá e o rio Jenipapo, devem ser examinados com maior detalhe, complementando a informação existente como já foi mencionado anteriormente, pois a transposição desses leitos pela LT Xingu – Parauapebas C1 e C2 merece atenção especial para determinar a extensão de terreno eventualmente inundado para a vazão de projeto estabelecida.

No caso das SE Itacaiúnas e Miracema, que poderão sofrer os efeitos de eventuais transbordamentos dos rios próximos (rios Itacaiúnas e Tocantins respectivamente), os levantamentos topográficos no terreno devem ser mais minuciosos para determinar as cotas de inundação correspondentes às vazões de projeto calculadas; esse nível lançado em um Modelo Numérico de Terreno (MNT), como é apresentado na Figura 6.2-39, indica a zona para delimitar a área possível de inundação, caso esta venha a se produzir, para fixar adequadamente o local das estruturas das Subestações.

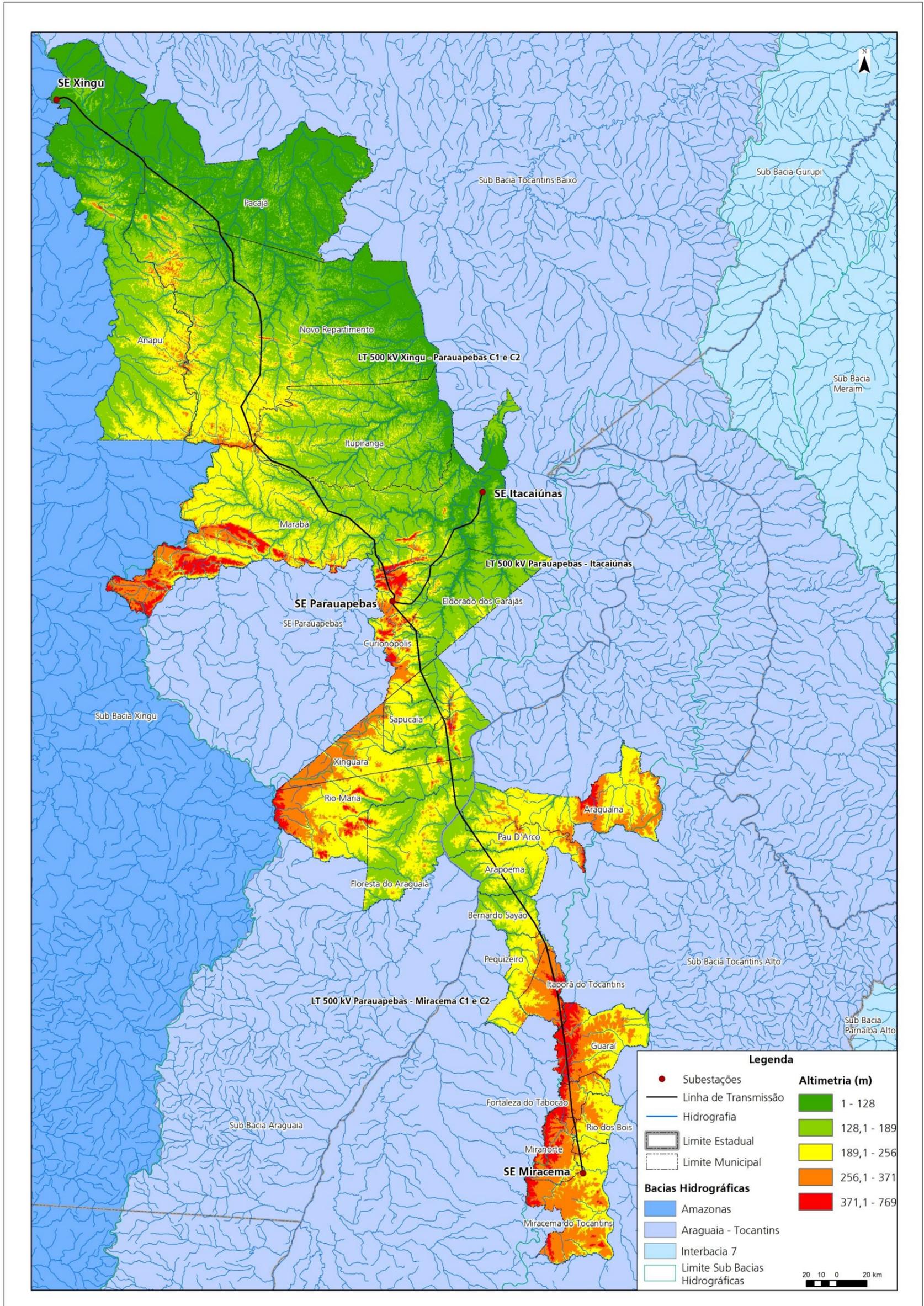


Figura 6.2-39 – Altimetria ao longo do traçado, nos municípios interceptados pelas linhas de transmissão.

Perto do km 590 a LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2 transpõe o rio Araguaia, o curso de água de maior porte existente ao longo do traçado da referida LT. Infortunadamente não existe informação hidrológica no entorno desse ponto, onde a largura do rio pode atingir 3 km, exigindo cuidados especiais nas estruturas de sustentação da linha de transmissão. A existência de ilhas nesse trecho do rio deve ser examinada com cuidado, pesquisando-se a permanência delas e seu comportamento frente às enchentes, pois poderão ser usadas para a fixação de estruturas do empreendimento. A carência de informação hidrológica direta no local indica a necessidade de futuros levantamentos topográficos abrangentes para definir o limite da planície de inundação; uma estação hidrométrica (estação 27600000 - Pau D'Arco), que figura no mapa, situada entorno de 10 km a montante do ponto de cruzamento do rio, não figura no inventário das estações divulgada pela ANA. É possível que se trate de uma estação recentemente instalada para sanar, em parte, a ausência de informações hidrológicas na região. Na cartografia consultada não se evidencia a presença de lagoas marginais neste local de transposição do rio Araguaia.

6.2.4 - Estudos Geológicos / Geomorfológicos / Geotécnicos

6.2.4.1 - Geologia

O presente relatório de geologia integra as análises do substrato rochoso, onde serão inseridas as Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas. A área de estudo compreende AII, definida anteriormente pelo TR do empreendimento, que se estende por cerca dos 964 km das linhas de transmissão, entre os estados do Pará e do Tocantins. O empreendimento intercepta 11 (onze) municípios paraenses e 11 (onze) municípios ocantinenses os quais se encontram sobre rochas do ciclo transamazônico, das províncias Transamazonas, Paranaíba, Tocantins, e Carajás, bem como por coberturas sedimentares mais recentes (VASQUEZ *et. al.*, 2008).

Neste capítulo serão abordados apenas os aspectos geológicos, de modo que uma análise integrada, levando-se em consideração aspectos pedológicos e geomorfológicos será discutida no item 7.2.4.3 Geotecnia deste trabalho.

6.2.4.1.1 - Metodologia

A All do Meio Físico das LTs 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas foi definida a partir de um *buffer* de 5 km para cada lado das diretrizes, perfazendo um total de 10 km de largura, conforme especificado no item 7.1 - Definição das Áreas de Influência mencionado anteriormente, bem como o corredor de 1 km de largura para a AID, sendo 500 m para cada lado da diretriz da LT. A realização dos estudos geológicos envolveu três etapas, sendo elas: uma primeira etapa pré-campo, onde foram levantados dados preliminares relacionados com mapeamentos anteriores realizados na área do empreendimento; uma etapa de campo onde foi realizado o mapeamento geológico, coleta de dados e descrição dos litotipos presentes na área de influência direta e indireta do empreendimento; e uma etapa pós-campo de compilação, organização de dados e edição das fotos.

A etapa pré-campo consistiu no levantamento bibliográfico, baseado, principalmente, nos seguintes materiais: mapa geológico do estado do Pará (VASQUEZ *et. al.*, 2008); carta do Brasil ao milionésimo da CPRM, folhas SA 22, SB 22 e SC 22 (BAHIA *et. al.*, 2004; FARACO *et. al.*, 2004); mapa geológico do estado do Tocantins do IBGE (2007); alguns artigos referentes a área de estudo. Ainda nessa etapa, os dados secundários foram analisados e posteriormente os mesmos foram espacializados nos mapas temáticos do Meio Físico, os mesmos são descritos ao longo do texto.

A etapa de campo ocorreu no período de 09/02 a 12/03, quando foram levantados, de forma integrada, os dados de geologia, pedologia e geomorfologia. Do ponto de vista geológico, buscou-se realizar a identificação das unidades que ocorrem na área de influência, por meio de perfis realizados ao longo de estradas e caminhos por onde as linhas de transmissão irão passar. Para cada ponto, foi realizada a descrição dos afloramentos e as tomadas fotográficas das feições mais importantes. Ao todo, foram realizados 153 pontos ao longo de toda área de estudo, sendo que a descrição detalhada de cada um pode ser encontrada no Apêndice 6.5. É importante ressaltar que por ter sido realizado um levantamento conjunto dos dados, os pontos foram sempre marcados onde houvesse interesse do ponto de vista geológico, geomorfológico ou pedológico, de modo que, nem sempre foi possível observar a presença de afloramentos no ponto ou nas proximidades.

Por fim, a etapa pós-campo envolveu a compilação dos dados levantados em campo, com a finalidade de enquadrar os litotipos encontrados nas unidades já descritas na literatura. Ainda, nesta mesma etapa, executou-se a edição e tratamento das imagens obtidas no campo.

6.2.4.1.2 - Resultados

Ao todo foram encontradas 23 unidades geológicas neste trabalho, sendo elas: Depósitos aluvionares, Crosta laterítica imatura, Grupo Itapecuru, Formação Rio das Barreiras, Formação Alter do Chão (Grupo Javari), Grupo Canindé, Grupo Trombetas, Complexo Serra do Tapa, Complexo Máfico Ultramáfico Quatipuru, Formação Xambioá, Formação Couto Magalhães, Granodiorito Belo Monte, Suíte Intrusiva João Jorge, Complexo Bacajaí, Gabro Santa Inês, Granito Serra do Rabo, Complexo Colméia, Grupo Rio Novo, Granulito Novolândia, Complexo Cajazeiras, Complexo Xingu, Ortognaisse Pacajá e Complexo Aruanã. Destas, a maior parte compreende rochas granito-gnaissicas e sedimentares. Ainda, algumas unidades não foram encontradas nos trabalhos de campo realizados, mas podem ocorrer na área do empreendimento, conforme constam nos trabalhos e mapas realizados anteriormente, citados nas metodologias deste relatório, sendo elas a Formação Pequizeiro, Formação Morro do Campo, Formação Buritirama, Formação Tapirapé e Suíte Intrusiva Arapari.

O resultado do mapeamento geológico realizado pode ser visualizado no Mapa Geológico (Apêndice 6.6). As unidades litoestratigráficas encontradas são descritas a seguir, por ordem cronológica, começando pelas mais recentes. Ao final do texto, também serão consideradas nas descrições unidades geológicas que não foram encontradas neste trabalho, mas que constam nas referências (BAHIA *et. al.*, 2004; FARACO *et. al.*, 2004; VASQUEZ *et. al.* 2008) e eventualmente podem vir a serem encontradas durante as escavações e obras de implantação do empreendimento.

- a) Unidades do Cenozoico

Depósitos Aluvionares recentes (Q2a)

Estes depósitos foram mapeados na AID e All deste empreendimento e são constituídos pelos sedimentos clásticos recentes, relacionados aos depósitos aluvionares, como de leitos de rio e barras de canal, bem como planícies de inundação. Tendem a originar planícies e são formados por sedimentos inconsolidados a semi-consolidados com material arenoso, argiloso, siltoso, cascalhoso com ou sem matéria orgânica.

Crosta Laterítica Imatura (N13li)

A crosta laterítica imatura é formada por horizontes argilosos e/ou ferruginosos. Os horizontes ferruginosos possuem uma zona superior a base de concreções com hematita e goethita, uma zona inferior com caulinita e goethita de estrutura colunar (Figura 6.2-40). A exposição deste horizonte gera níveis de concreções ferruginosas incoesas gradando para um material de composição argilo-arenoso. Também podem incluir níveis lateríticos alóctones, constituídos por fragmentos rochosos formados através da lixiviação do material fino e concentração dos fragmentos mais grossos, associados à dissecação do relevo (COSTA, 1991; VASQUEZ *et. al.*, 2008).

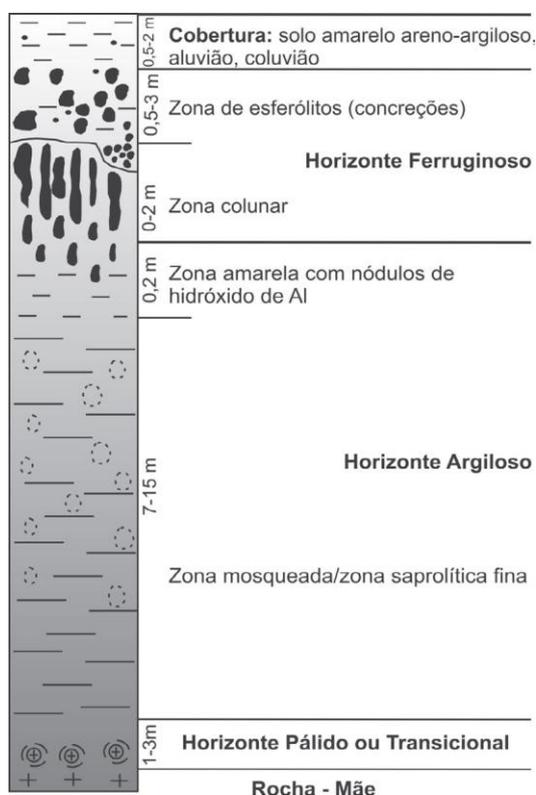


Figura 6.2-40 - Perfil de crosta laterítica imatura.

Fonte: Costa (1991).

Esta unidade foi mapeada neste trabalho na AID e All e ocorre como crostas lateríticas de colorações avermelhadas ou em tons de roxo, podendo estar muito duras ou até muito alteradas, geralmente com sulcos milimétricos a centimétricos de formas irregulares e descontínuas (Figura 6.2-41). Por vezes, constituem blocos e fragmentos que compõem parte do solo.

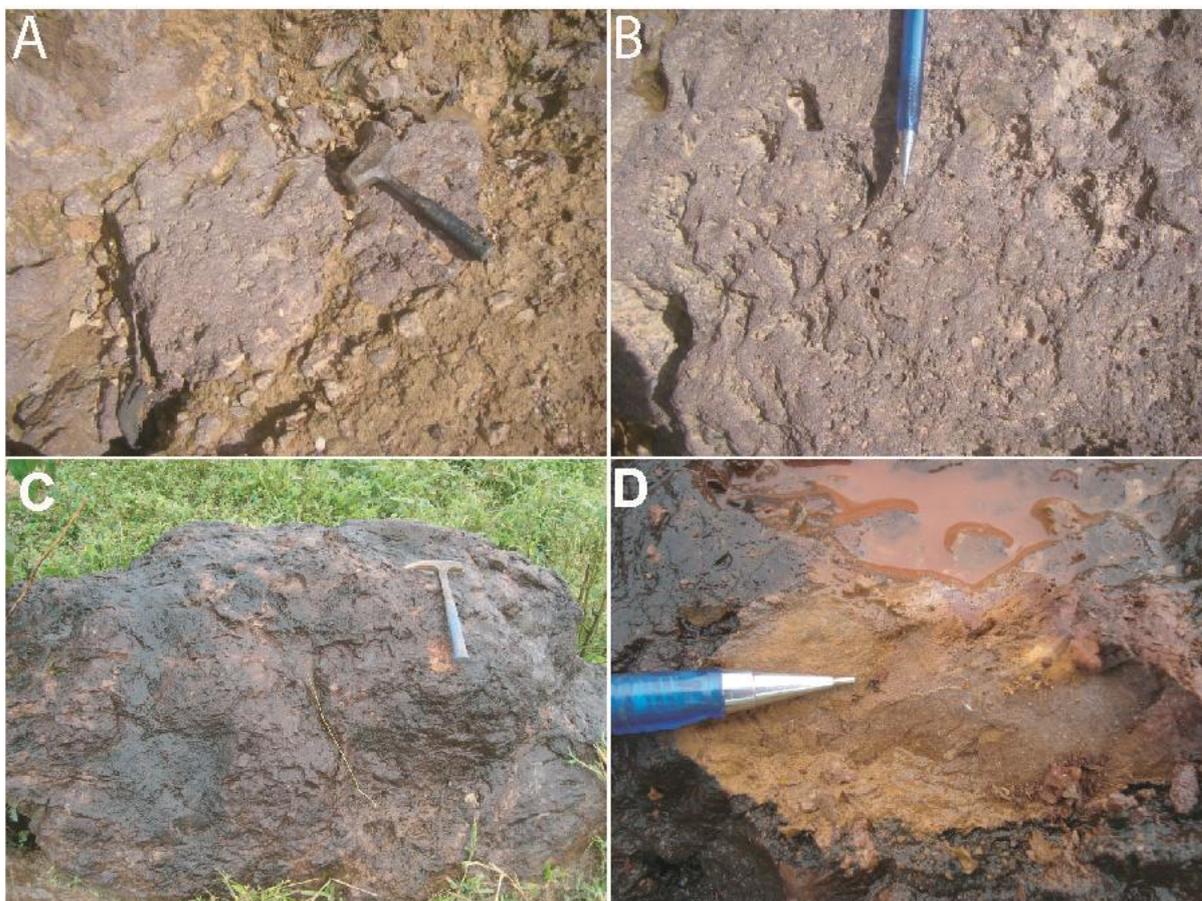


Figura 6.2-41 – Crosta laterítica imatura. A e B) afloramento em lajeados. C e D) diferentes cores e texturas, variando em tons de roxo e vermelho.

Fonte: Bourscheid (2014).

b) Bacias sedimentares mesozoicas

Bacia do Grajaú

Grupo Itapecuru (K12it)

Esta unidade, inicialmente descrita como Formação Itapecuru (CAMPBELL *et. al.*, 1949) e posteriormente elevada a Grupo Itapecuru (ROSSETTI e TRUCKENBRODT, 1997), é constituída por arenitos de colorações cinza esbranquiçados, esverdeados ou vermelho castanhos, intercalados com folhelhos cinza esverdeados ou castanhos (PETRI & FÚLFARO, 1983). São descritos também arenitos caulíníticos com níveis argilosos e conglomeráticos, com estratificação cruzada, interpretados como depósitos continentais fluviais de condições semi-áridas (GOÉS, 1981), enquanto Junior (1999) descreve e interpreta os ambientes como *shoreface*, canal de maré, laguna e canais fluviais.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Neste trabalho as rochas do Grupo Itapecuru foram mapeadas na AID e AII, e afloram na forma de barrancos e lajeados em calha de estrada. São formados por pelitos com colorações em tons de roxo, por vezes esbranquiçado, com laminação plano-paralela milimétrica, bem como conglomerados de coloração roxa, sem estrutura visível, matriz suportado de composição polimítica com fragmentos predominantemente arredondados e localmente angulosos variando entre 1 a 4 cm de rochas vulcânicas, graníticas e quartzosas (Figura 6.2-42).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA

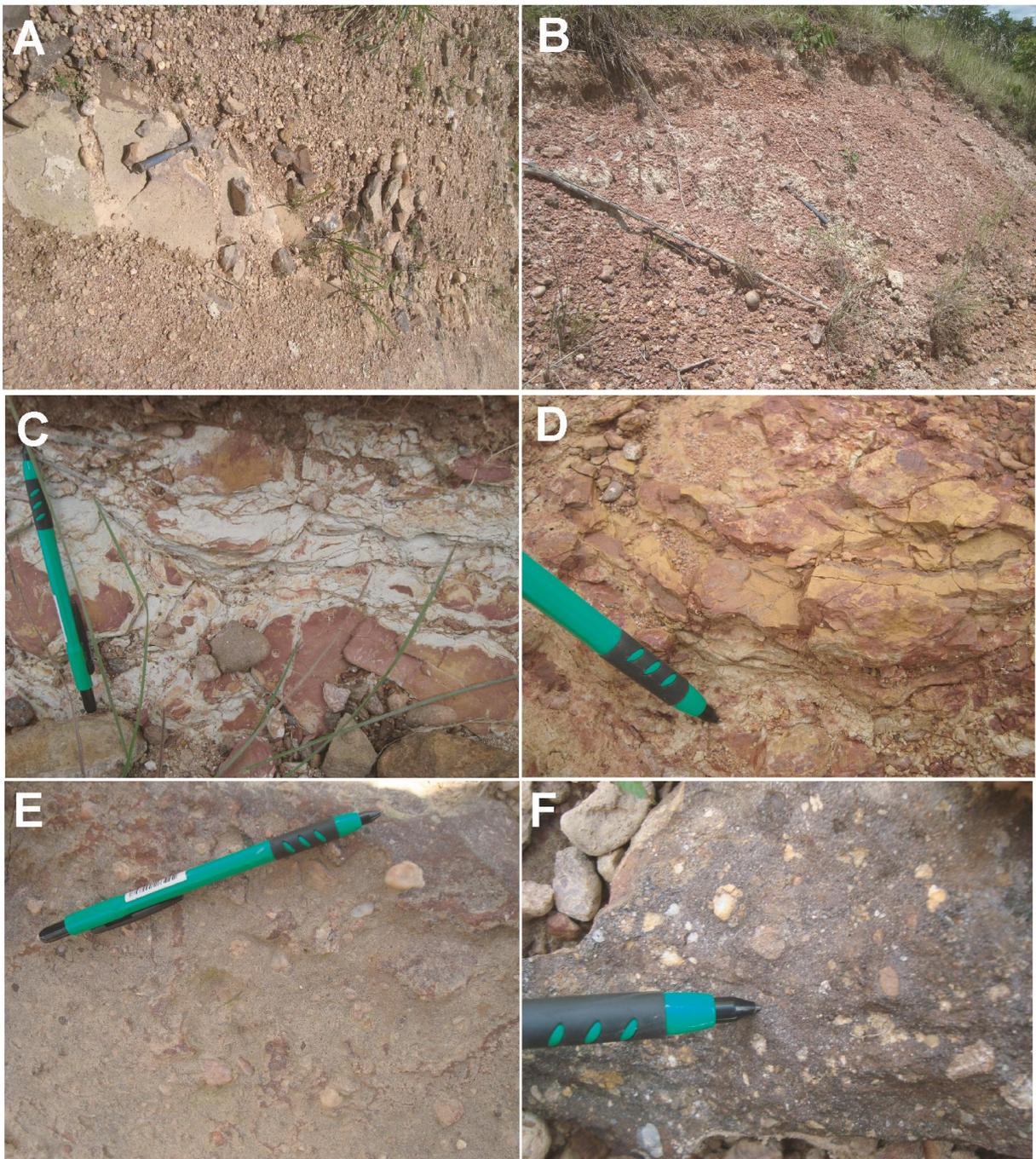


Figura 6.2-42 – Grupo Itapecuru. A e B) afloramentos em lajeado e barrancos na beira da estrada. C e D) pelitos com colorações variando em tons de branco e vermelho e laminação plano-paralela. E e F) conglomerados polimíticos com clastos predominantemente subarredondados.

Fonte: Bourscheid (2014).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Formação Rio das Barreiras (K2rb), Gráben Rio das Barreiras

Esta unidade é composta por arenitos cinza claros fino a médios, de colorações cinza claro e avermelhados, friáveis, com estratificação plano-paralela e cruzada tangencial, intercalados com pelitos de coloração vermelha, com estratificação plano-paralela e conglomerados com clastos subarredondados e arredondados de quartzo, com estratificação plano-paralela. O ambiente deposicional é interpretado como fluvial entrelaçado, de idade cretácea (SOUZA e MORETON, 1995).

As rochas da Formação Rio das Barreiras mapeadas neste trabalho para a AID e AII. Afloram na forma de lajeados ou em cortes de estrada. São constituídos por arenitos avermelhados, de textura fina, maciços ou com estratificação plano-paralela, intercalados com siltitos esbranquiçados, com laminação plano-paralela milimetricamente espaçada (Figura 6.2-43).

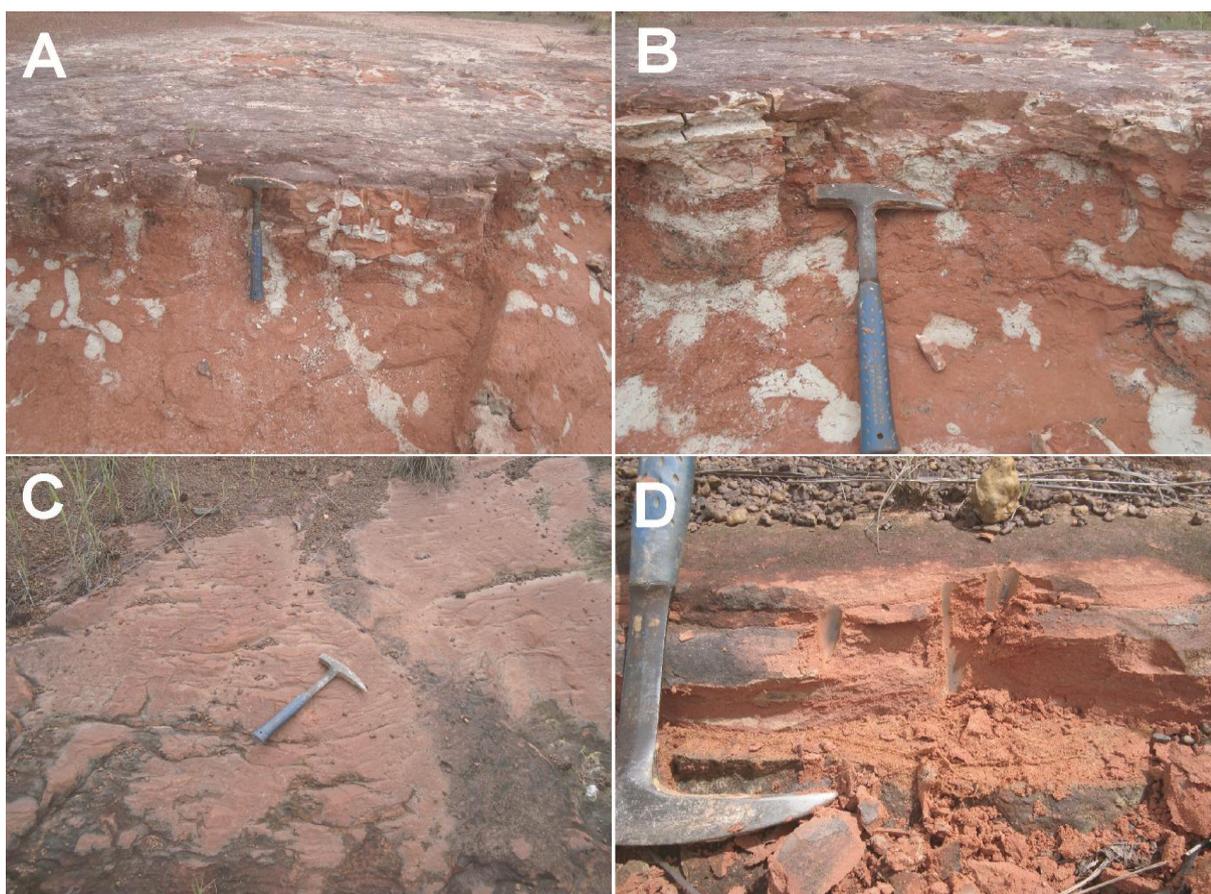


Figura 6.2-43 – Formação Rio das Barreiras. A) afloramento em lajeado. B) siltito com laminação plano-paralela. C) arenitos avermelhados. D) detalhe textura e coloração dos arenitos.

Fonte: Bourscheid (2014).

Bacia do Amazonas

A Bacia do Amazonas é formada por um pacote sedimentar depositado entre o Ordoviciano e o Cretáceo, e compreende os grupos Javari, Tapajós, Curuá, Urupadi, Trombetas e Purus, com história de sedimentação desde o Ordoviciano até o Cretáceo (CUNHA, 1994; REIS *et al.*, 2006; VASQUEZ *et al.*, 2008). Na área do empreendimento, foram mapeadas unidades pertencentes principalmente aos grupos Javari, podendo ocorrer também nas áreas de influência indireta os grupos Urupadi e Trombetas.

Formação Alter do Chão (K2E1ac), Grupo Javari, Bacia do Amazonas

Conforme Caputo *et al.* (1971), a Formação Alter do Chão é constituída por um espesso pacote de arenitos intercalados com camadas de pelitos e subordinadamente conglomerados. Os arenitos são finos a médios de cor marrom avermelhados, argilosos, caulíníticos com estratificação cruzada. Os pelitos de coloração vermelha são formados por siltitos e argilitos maciços ou laminados. O ambiente de deposição é interpretado como fluvial de alta energia e lacustrino/deltaico (DAEMON, 1975) com influência marinha em algumas fácies da porção oeste da Bacia do Amazonas (ROSSETTI e NETO, 2006).

Na All deste empreendimento a Formação Alter do Chão aflora na forma de lajeados em calhas de estrada. São compostos por siltitos e argilitos micáceos com cor de alteração esbranquiçado e avermelhado em fratura fresca. Possuem laminação plano-paralela milimetricamente espaçada, sub-horizontal (Figura 6.2-44 a e b).

Grupo Trombetas (O3D1t), Bacia do Amazonas

O Grupo Trombetas, individualizado por Caputo *et al.*, (1971) é composto pelas formações Autás-Mirim, Nhamundá, Pitinga e Manacapuru (CUNHA *et al.*, 1994) que são constituídas por arenitos, siltitos, folhelhos, diamictitos, de ambientes flúvio-estuarino e marinhos, podendo apresentar estruturas como laminações e estratificações, de colorações cinza escuro, avermelhados e esbranquiçados (CAPUTO, 1984).

As rochas do Grupo Trombetas, neste trabalho, foram mapeadas próximas à região da comunidade de Belo Monte do Pontal (no município paraense de Anapu), na All. Os afloramentos encontrados são calhas de estrada, constituídos por folhelhos micáceos, de coloração avermelhada com laminação plano-paralela milimétrica (Figura 6.2-44 c, d, e, f;).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Grupo Urupadi, Bacia do Amazonas

O Grupo Urupadi, subdividido nas formações Ererê e Maecuru, é constituído por arenitos finos a grossos, eventualmente conglomeráticos de colorações esbranquiçadas a cinza claro, com estratificação cruzada e por siltitos e folhelhos micáceos. O ambiente deposicional é interpretado como deltaico com transgressões marinhas (CAPUTO *et. al.*, 1971; CAPUTO, 1984).

Neste estudo, estas rochas não foram mapeadas, mas são reportadas em outros mapas na All deste empreendimento (VASQUEZ *et. al.*, 2008), desta forma, estão consideradas aqui, pois, durante as fases de escavações podem ocorrer associadas às formações descritas.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA

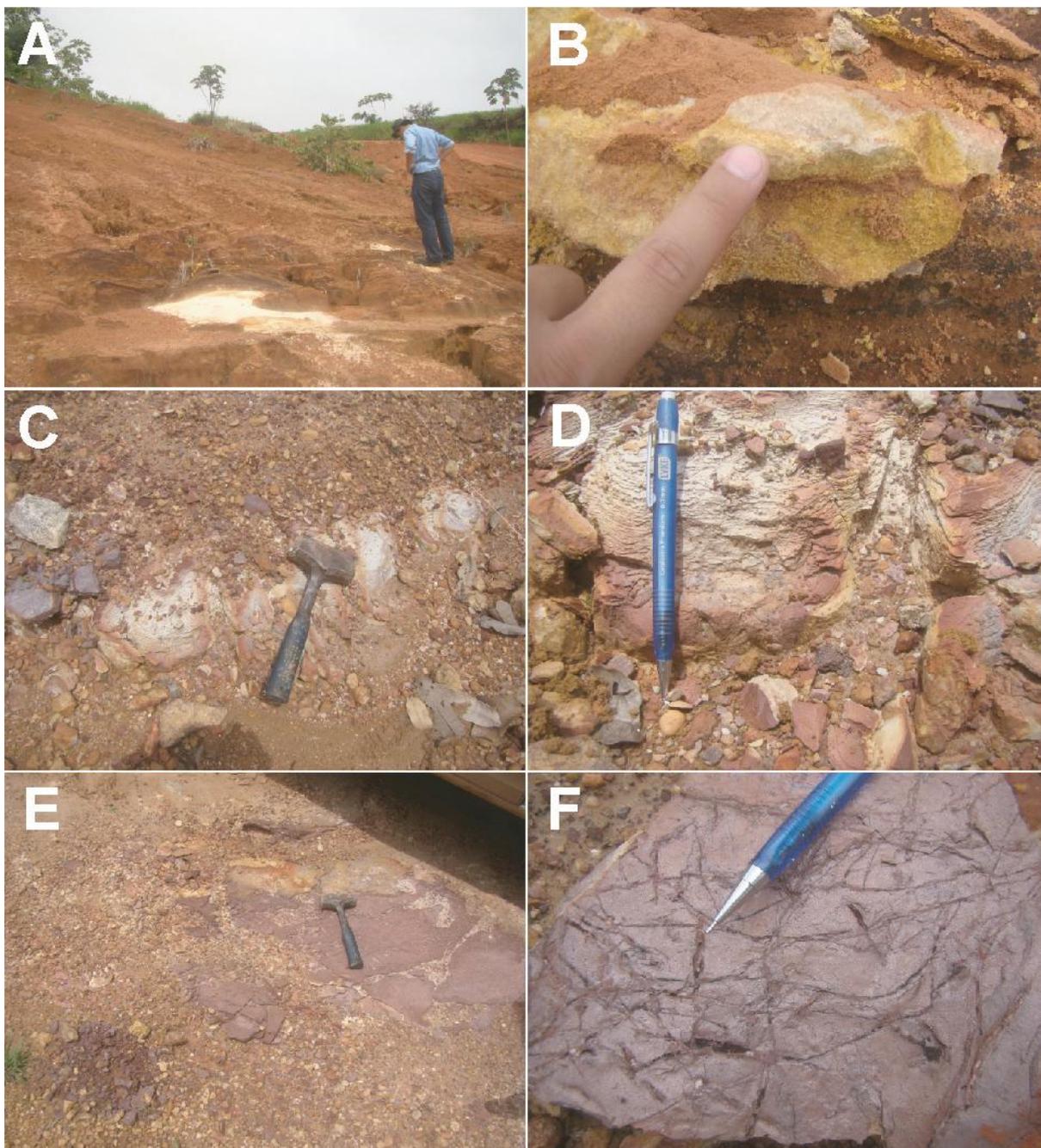


Figura 6.2-44 – Bacia do Amazonas. A, C e E) afloramentos em lajeados e calhas de estrada. B) siltitos maciços. D) detalhe para laminação plano paralela. F) icnofósseis encontrados na área de influência do empreendimento. (UTM/WGS84 429317/9662110)

Fonte: Bourscheid (2014).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Grupo Canindé (D2c), Bacia do Parnaíba

É composto pelas formações Longá, Pimenteiras e Poti. São compostos por folhelhos com colorações variando em tons de cinza escuro e preto, siltitos, intercalados com arenitos ferruginosos e lentes conglomeráticas basais, bem como arenitos cinza esbranquiçados, intercalados com folhelhos e siltitos (VASQUEZ *et. al.*, 2008).

As rochas do Grupo Canindé foram mapeadas neste trabalho tanto na AID quanto na All. Afloram em cortes de estrada ou como lajeados em calhas de estrada. São formadas por siltitos e argilitos com colorações em tons vermelho, verde e esbranquiçados. Apresentam laminação plano-paralela milimétrica, localmente centimétrica (Figura 6.2-45).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA

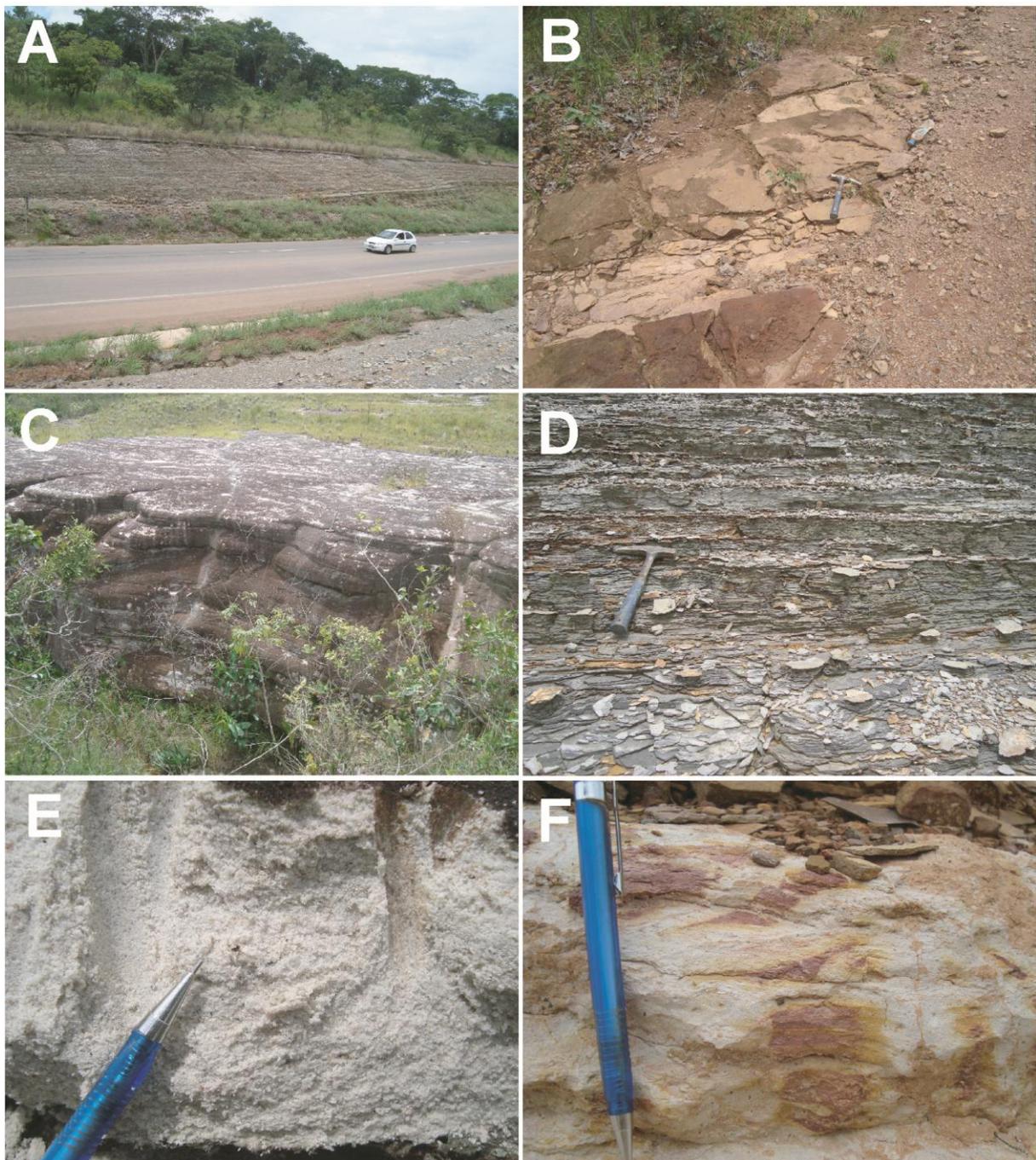


Figura 6.2-45 – Grupo Canindé. A, B e C) afloramentos em cortes de estrada e lajeados. D) laminação plano paralela incipiente. E e F) detalhes nas texturas e cores em tons de branco e vermelho.

Fonte: Bourscheid (2014).

c) Unidades do Neoproterozoico

Complexo Serra do Tapa (NP2st), Cinturão Araguaia, Província Tocantins

O Complexo Serra do Tapa é formado por corpos de rochas de composição máfica e ultra-máficas como serpentinitos, metabasaltos, silexitos, talco xistos, clorita xistos e quartzitos (SOUZA e MORETON, 1995; GORAYEB *et. al.*, 2001), sendo que os basaltos apresentam estruturas características de *Pillow Lavas* (rochas de fundo oceânico) e por vezes estão associados com formações ferríferas bandadas, cherts e silexitos (CPRM, 2008). Os serpentinitos variam de coloração entre tons de verde claro e escuro, com estrutura maciça ou filiada e textura fibrolamelar ou fibrosa a base de serpentina e minerais opacos (CPRM, 2008). Os talco xistos e a clorita xistos possuem forte foliação e os silexitos tem estrutura maciça, localmente laminada, e apresentam coloração marrom avermelhada (SOUZA e MORETON, 1995). Os basaltos são afaníticos ou com granulação muito fina, de coloração verde clara e estruturas do tipo *Pillow Lavas*, estão metamorfizadas em baixo grau, fácies xistos verde (CPRM, 2008; GORAYEB *et. al.*, 2001).

As rochas do Complexo Serra do Tapa foram mapeadas neste trabalho e ocorrem na AID e AII. Afloram na forma de barrancos e lajeados em calhas de estrada, como matacões ou em cortes de estrada. São formados predominantemente por talco xistos, com silexitos quartzosos subordinados. Os talco xistos são verdes em fratura fresca com cores de alteração variando em tons de roxo e verde. Possuem foliação bem desenvolvida, regular e contínua e milimetricamente espaçada definida por textura lepidoblástica em minerais micáceos. Sobreposta a foliação principal ocorrem dobras e uma clivagem de crenulação (Figura 6.2-46).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA

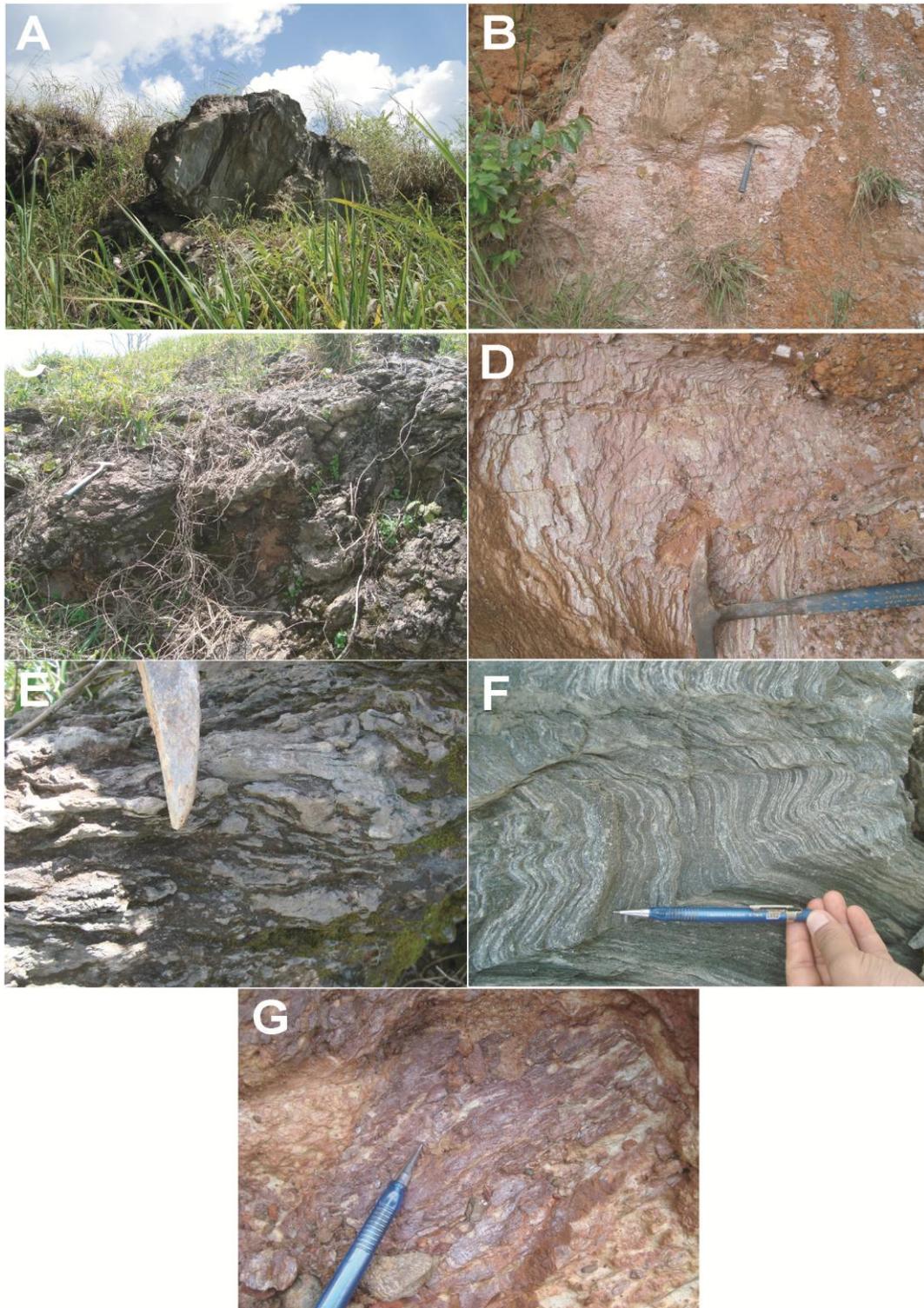


Figura 6.2-46 – Complexo Serra do Tapa. A, B e C) afloramento em cortes de estrada, barrancos e matações. D) talco xistos alterados com cores em tons de roxo. E) silexito quartzosos. F) talco xisto verde em fratura fresca, com foliação bem desenvolvida. G) detalhe no aspecto com brilho sedoso.

Fonte: Bourscheid (2014).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Complexo Máfico-ultramáfico Quatipuru (NP2uq), Cinturão Araguaia, Província Tocantins

Segundo Vasquez *et. al.* (2008) é formado basicamente por dois corpos alongados e estreitos com orientação N-S e NW-SE. Este complexo é constituído por serpentinitos, cujos protólitos são hazburgitos e dunitos a base de olivina, piroxênio e cromita, com uma foliação de origem primária relacionada ao fluxo mantélico e com uma textura protogranular associada e uma foliação de natureza tectônica de cisalhamento que deram origem a faixas de serpentina xistos (PAIXÃO e NILSON, 2002). O conjunto é cortado por diques básicos e possui *pods* de cromititos na forma disseminada, nodular e maciça.

Na AID e All deste empreendimento as rochas do Complexo Quatipuru afloram na forma de matacões e lajeados. Ocorrem principalmente na forma de milonitos sobre rochas de natureza máfica-ultramáfica. Possuem uma coloração esverdeada, com uma foliação bem desenvolvida sobre cristais de biotita e outros máficos. Os termos feldspáticos ou com olivina tendem a formar "*augens*", a textura é de tamanho fino a médio (Figura 6.2-47).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA

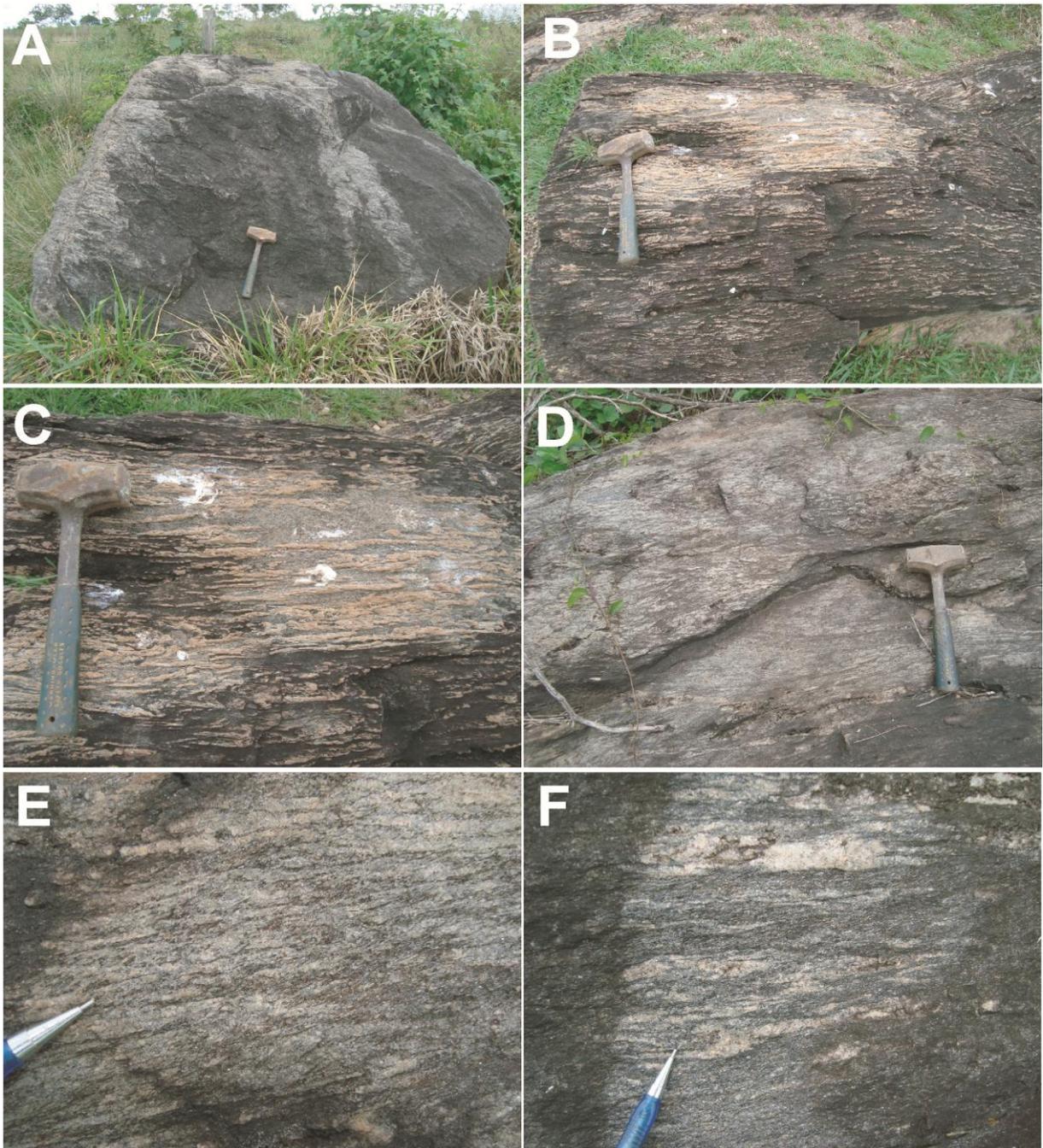


Figura 6.2-47 – Complexo Quatipuru. A e B) afloramentos em matacões e lajeados. C) detalhe na textura com sobressaliência dos níveis feldspáticos. D, E e F) aspectos do bandamento, com foliação milonítica desenvolvida sobre minerais máficos.

Fonte: Bourscheid (2014).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas*Estudo de Impacto Ambiental - EIA***Formação Xambioá (NPx), Cinturão Araguaia, Província Tocantins**

A Formação Xambioá é composta por muscovita-biotita xistos, calcita-muscovita-biotita xistos, mica xistos com estauroлита, cianita e granada, eventualmente intercalados com quartzitos, xistos grafitosos, anfíbolitos e mármore (ABREU, 1978; DALL'AGNOL *et. al.*, 1988). Os mica xistos possuem coloração cinza escuro com xistosidade bem marcada em textura lepidoblástica média nas biotitas e muscovita (FIGUEIREDO *et. al.*, 1994; SOUZA e MORETON, 1995). O grau metamórfico dessas rochas varia de fácies xisto verde a anfíbolito (DALL'AGNOL *et. al.*, 1988).

Esta formação foi mapeada neste trabalho na AID e AII. Aflora na forma de lajeados em calhas de estrada ao longo da área de estudo. Constituem xistos micáceos de colorações vermelhas ou esbranquiçadas, com foliação milimetricamente espaçada, regular e contínua. Frequentemente apresentam clivagem de crenulação (Figura 6.2-48).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA

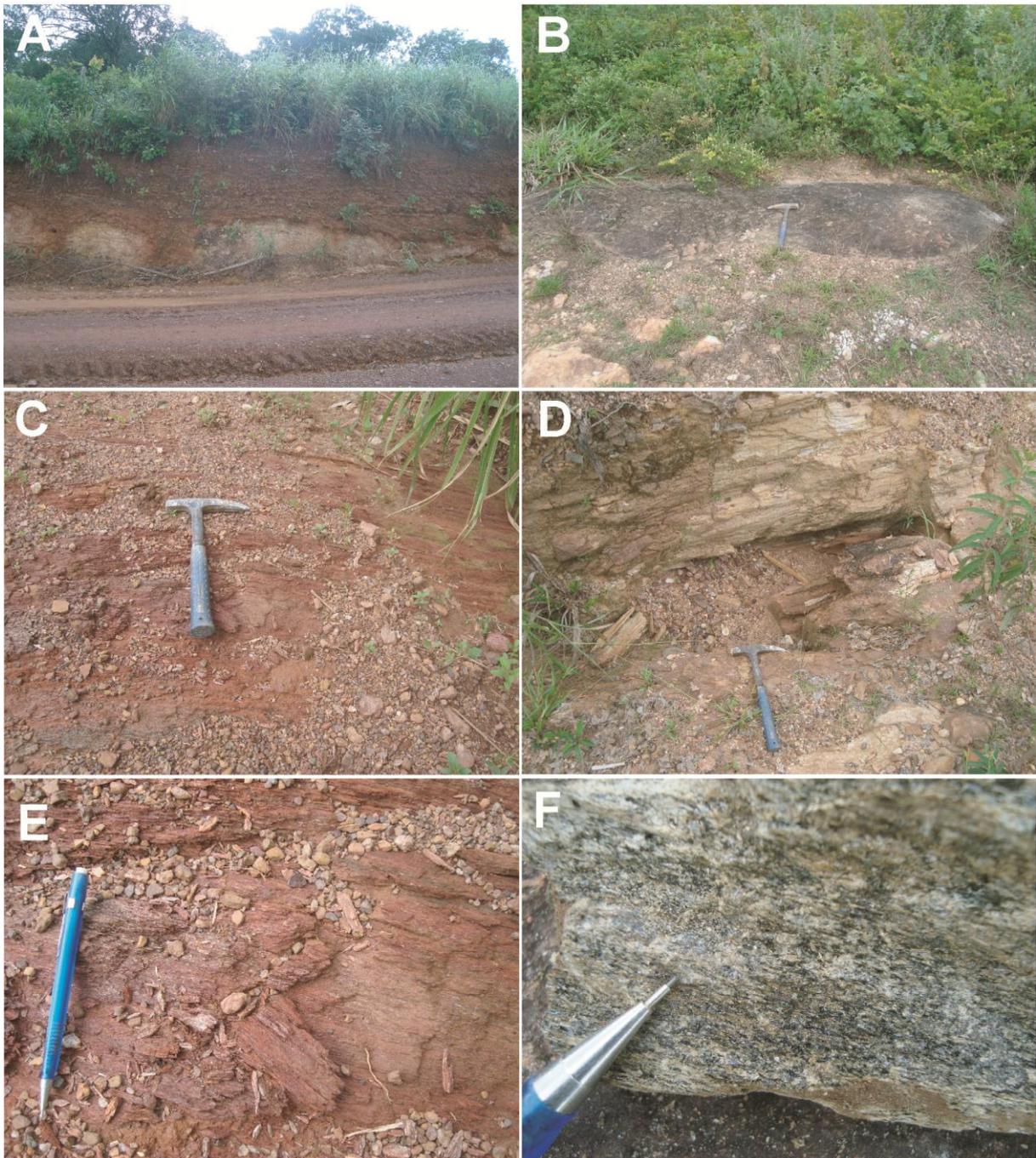


Figura 6.2-48 – Formação Xambioá. A e B) afloramentos em cortes de estrada e lajeados. C e D) diferentes aspectos das rochas xistosas, variando em tons de vermelho e branco. E e F) detalhes nas foliações bem desenvolvidas dos xistos e textura fina.

Fonte: Bourscheid (2014).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Formação Couto Magalhães (NPct), Cinturão Araguaia, Província Tocantins

A Formação Couto Magalhães é definida por Hasui *et. al.* (1977) e compreende filitos pelíticos, filitos grafitosos, metarcóseos, metasiltitos e lentes de quartzitos de baixo grau metamórfico (CPRM, 2008). Os filitos pelíticos possuem granulação fina e coloração cinza esverdeada a base de sericita, clorita e quartzo. Conforme Souza e Moreton (1995), as estruturas primárias preservadas nos metarcóseos são estratificações plano-paralelas e cruzadas de origem sedimentar, sendo que as estruturas tectônicas registradas são xistosidade e clivagens ardosiana e de crenulação (CPRM, 2008). O grau metamórfico varia de anquimetamórfico a fácies xistos verde (FIGUEIREDO *et. al.*, 1994).

A Formação Couto Magalhães foi mapeada neste trabalho para a AID e AII. Aflora em cortes de estrada, barrancos e lajeados em calha de estrada. Constituem rochas metamórficas, de baixo grau, e sedimentares metamorfisadas em baixo grau. Predominam xistos grafitosos e xistos com colorações variando em tons de roxo, vermelho, laranja, verde e esbranquiçado, com foliação regular e contínua e eventualmente com clivagem de crenulação. Os metapelitos são de coloração avermelhada em fratura fresca e esbranquiçada quando alterado, com foliação plano-paralela milimetricamente espaçada (Figura 6.2-49).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA

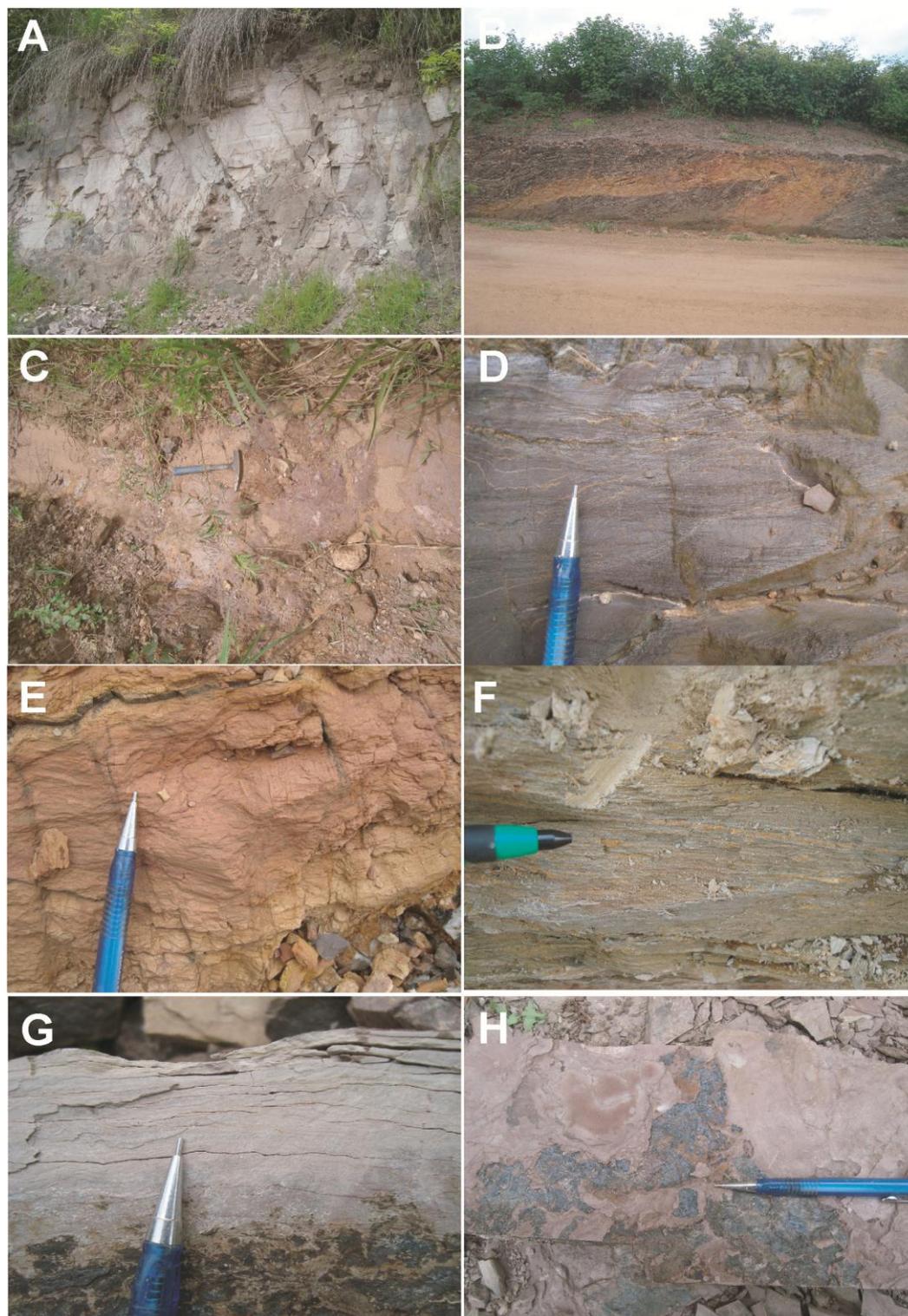


Figura 6.2-49 – Formação Couto Magalhães. A, B e C) afloramentos em barrancos e lajeados na beira da estrada. D, E e F) diferentes tipos de xistos, com foliação regular e contínua. G e H) rochas sedimentares com laminação plano paralela.

Fonte: Bourscheid (2014).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

d) Unidades do Paleoproterozoico

Granodiorito Belo Monte (PP2_gamma_bm), Domínio Bacajá, Província Transamazonas

Segundo Vasquez *et. al.* (2008), esta unidade compreende granitóides leuco e mesocráticos em tons cinza e rosa, geralmente foliados e por vezes bandados, com foliação com direção E-W e mergulho subvertical. Constituem granodioritos e monzogranitos com biotita, inequigranulares de textura média, com bandamento marcado pela alternância de níveis leucocráticos, quartzo feldspáticos, por vezes pegmatóides, com níveis mesocráticos ricos em biotita. Estes granitóides possuem xenólitos métricos de gnaisses bandados.

As rochas desta unidade foram mapeadas na AID e All. Afloram na forma de lajeados e matacões e constituem granitóides de coloração cinza equigranulares médio a grossos, com bandamento irregular e descontínuo marcado por bandas félsicas quartzo feldspáticas, que conferem a rocha um aspecto gnáissico (Figura 6.2-50).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA

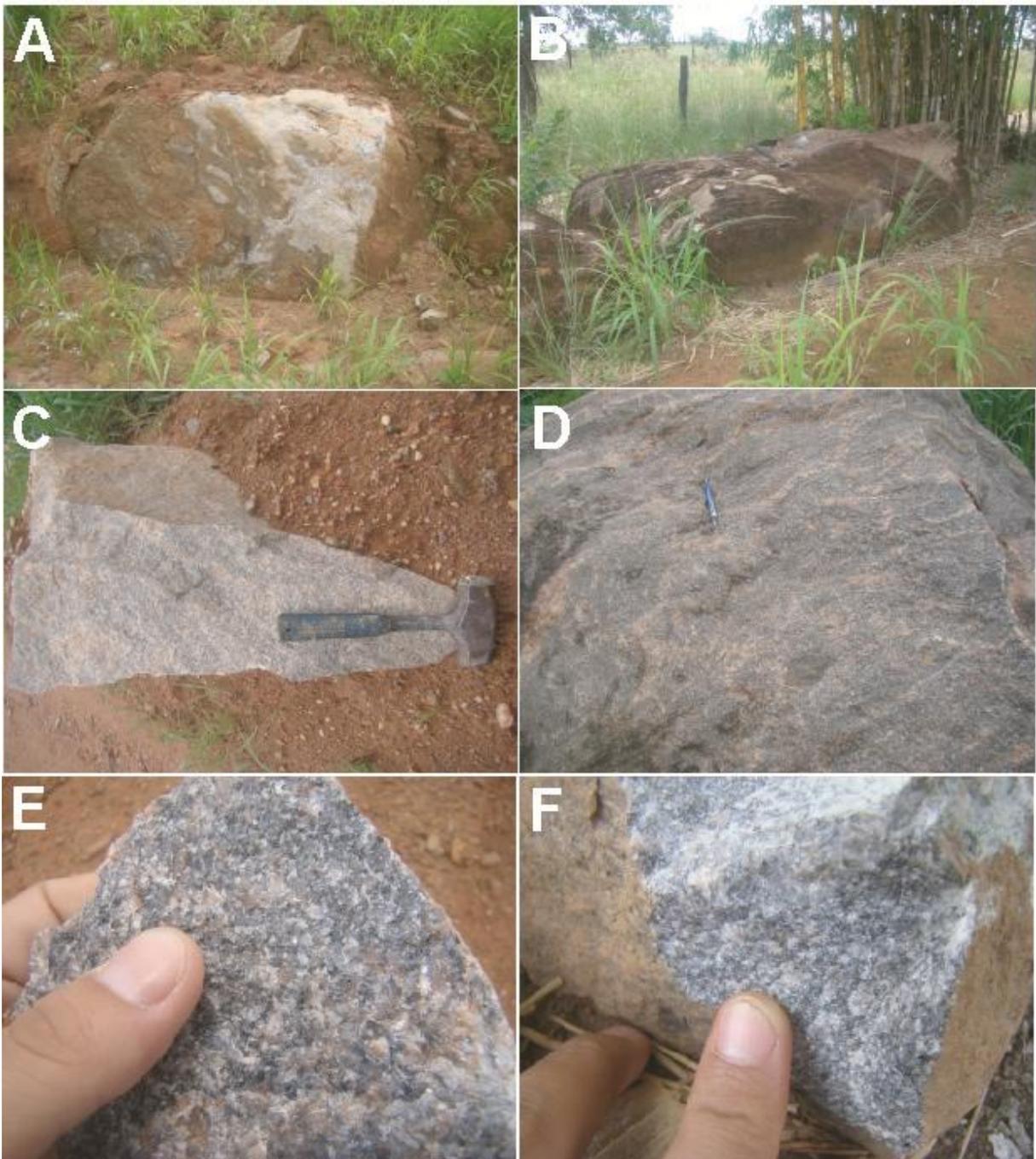


Figura 6.2-50 – Granodiorito Belo Monte. A e B) afloramentos em matacões e lajeados. C e D) bandamento leucocrático definido por níveis quartzo feldspáticos. E e F) detalhes para texturas equigranulares média e coloração em tons de cinza em fratura fresca.

Fonte: Bourscheid (2014).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Suíte Intrusiva João Jorge (PP2_gamma_jj), Domínio Bacajá, Província Transamazonas

Conforme designado por Vasquez *et. al.* (2008) a Suíte Intrusiva João Jorge é composta por diversos plutons graníticos, como o Granito São Jorge (JORGE JOÃO *et. al.*, 1987), o Monzogranito São Jorge (Faraco *et. al.*, 2004, Bahia, 2004) e o Granito Felício Turvo (Souza, 1995). Esta suíte é formada por sienos e monzogranitos, raramente granodioritos de granulação inequi a equigranular, fina a média, leucocrática com raros termos mais ricos em biotita. Possuem uma foliação magmática incipiente marcada pelo alinhamento preferencial dos cristais de biotita e feldspato que em zonas de deformação dúctil transcorrentes é superposta por foliações miloníticas de direção N40-70°W. São afetados por zonas de brechas cataclásticas quilométricas acompanhadas por intensa deformação hidrotermal. Os granitóides desta unidade tem seu posicionamento controlado e são afetados por zonas de cisalhamento transcorrentes sinistrais.

Neste trabalho, a Suíte Intrusiva João Jorge foi mapeada na AID e All com base em afloramentos predominantemente na forma de matacões e subordinadamente como lajeados ou cortes de estrada. São granitóides com cores variando em tons de cinza, equigranulares fino a médios, maciços ou com foliação incipiente. O teor de máficos é variável, tendendo a formar concentrados nos termos mais ricos destes minerais (Figura 6.2-51).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA

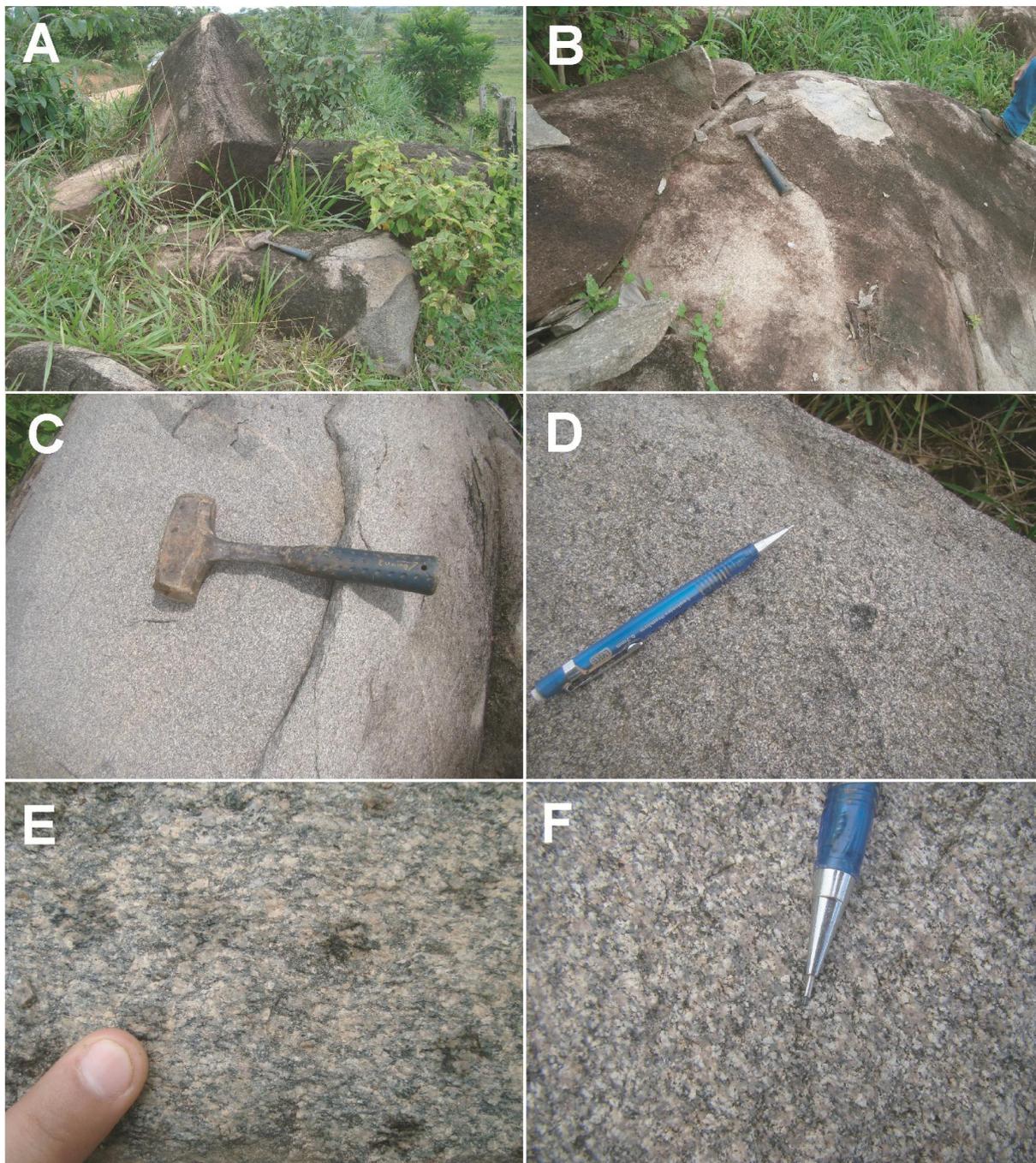


Figura 6.2-51- Suíte Intrusiva João Jorge. A e B) afloramentos em lajeados e matacões. C e D) granitóides com colorações variando em tons de cinza claro e cinza escuro. E) foliação incipiente. F) textura equigranular.

Fonte: Bourscheid (2014).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas*Estudo de Impacto Ambiental - EIA*

Complexo Bacajaí (PP2bj), Domínio Bacajá, Província Transamazonas

A origem magmática ou metamórfica do Complexo Bacajaí ainda é discutida. É descrito como Granolito Bacajaí por Jorge João *et. al.* (1987) e Complexo Charnockítico Bacajaí por Faraco *et. al.* (2005), autores que consideram este complexo como uma faixa metamórfica de alto grau sobre rochas de composições charnockíticas e enderbiticas. Para autores como Ricci e Costa (2004) e Vasquez *et. al.* (2008) estas são rochas de origem ígnea, constituídas por granitóides catazonais intrusivos, orogênicos, gnaissificados a isotropos, com textura ígnea preservada. Ainda segundo Vasquez *et al.* (2008) esses granitóides estão descharnockitizados, com cristais reliquiares de clino e ortopiroxênio, pseudomorfizados por outros minerais como clorita, talco e anfibólio.

As rochas pertencentes ao Complexo Bacajaí foram mapeadas na AID e All. Afloram em cortes de estrada, como lajeados e campo de matacões. Constituem rochas granito-gnaissicas. Os graníticos são geralmente equigranulares de granulometria predominantemente média, com pequenas variações localizadas de termos mais finos e mais grossos. Podem apresentar uma foliação magmática com orientação E-W, subverticalizada. O teor de máficos também é bastante variado, tendendo a formar concentrados nas porções mais ricas nestes minerais. Os gnaisses possuem bandamento decimétrico a métrico alternando termos quartzo feldspáticos e termos máficos anfibolíticos de textura média (Figura 6.2-52).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA

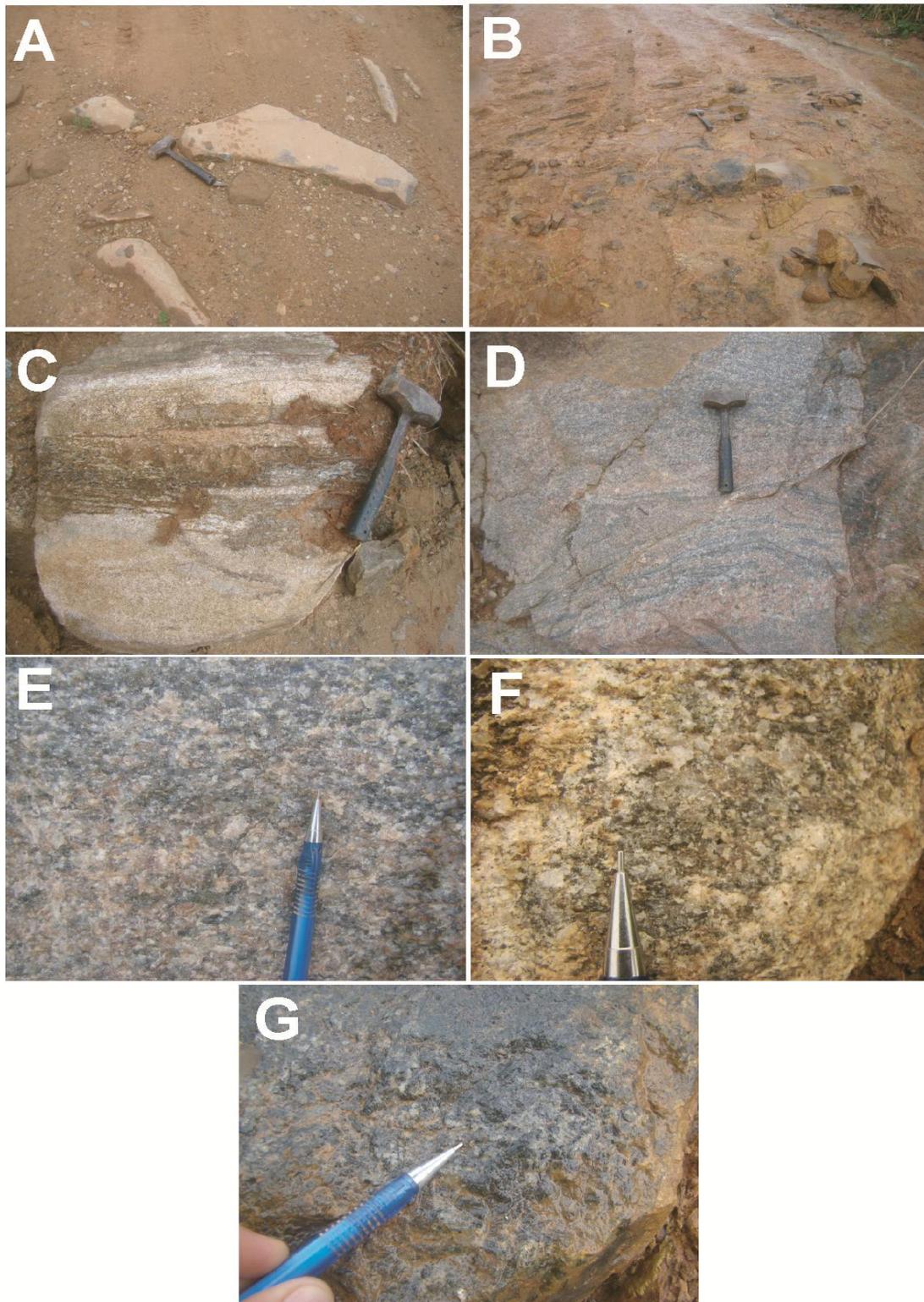


Figura 6.2-52 – Complexo Bacajaí. A e B) afloramentos em lajeado. C e D) foliação magmática alternando níveis máficos e níveis félsicos. E e F) detalhes na textura equigranular dos granitoides. G) detalhe textura média dos anfibolitos.

Fonte: Bourscheid (2014).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Gabro Santa Inês (PP_delta_s1), Domínio Carajás, Província Carajás

O Gabro Santa Inês é um corpo alongado NE-SW, intrusivo nas rochas do Complexo Xingu e dos grupos Pará e Rio Novo (VASQUEZ *et. al.*, 2008). Os litotipos são gabros, leucogabros, microgabros e anortositos com texturas porfírica, subofítica e ofítica (DOCEGEO, 1988; MEIRELES *et. al.*, 1984). Possui uma foliação incipiente marcada pelo alinhamento dos cristais de plagioclásio (PINHEIRO, 1997).

Na AID e All deste empreendimento o Gabro Santa Inês foi encontrado apenas nos municípios paraenses de Curionópolis e Eldorado dos Carajás, aflorando na forma de matacões. Constitui um gabro de coloração preta, textura equigranular fina, com cristais esparsos mais desenvolvidos de um mineral castanho, possivelmente piroxênio, com uma foliação incipiente (Figura 6.2-53).

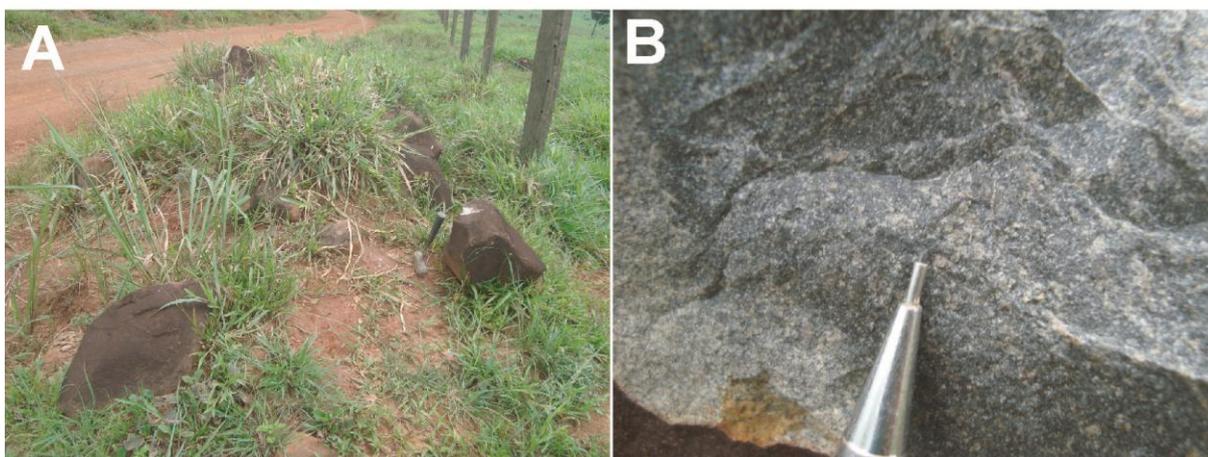


Figura 6.2-53 – Gabro Santa Inês. A) campo de blocos e matacões. B) detalhe na textura fina com cristais marrons mais desenvolvidos.

Fonte: Bourscheid (2014).

e) Unidades do Arqueano

Complexo Aruanã (A4ar), Domínio Bacajá, Província Transamazonas

O Complexo Aruanã, definido por Vasquez *et. al.* (2008) é composto por ortognaisses tonalíticos a graníticos, fortemente re-hidratados. Possuem bandamento bem definido, ressaltado por leucossomas quartzofeldspáticos, por vezes dobrado e até com padrão de interferência de dobras. O grau metamórfico é inferido por feições como textura granoblástica (interlobada, poligonal, *flaser*) e milonitos com tramas de alta T, como *stripped gneiss* e feldspatos oclares arredondados e hornblenda sigmoidal. A estrutura tectônica é definida pela alternância de bandas decamétricas a decimétricas,

irregularmente alternadas que passam para bandas centimétricas a milimétricas nas zonas de cisalhamento (VASQUEZ *et. al.*, 2008).

Na área de estudo, as rochas do Complexo Aruanã afloram na forma de lajeados e matacões na área rural do município paraense de Anapu. São constituídos por gnaisses e milonitos, com estruturas bem desenvolvidas como bandamento e foliação. Apresenta textura granoblástica média ou nos termos miloníticos os feldspatos tendem a formar "augens", enquanto os termos máficos marcam a foliação. O bandamento é decimétrico alternando bandas máficas e félsicas quartzo feldspáticas (Figura 6.2-54).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

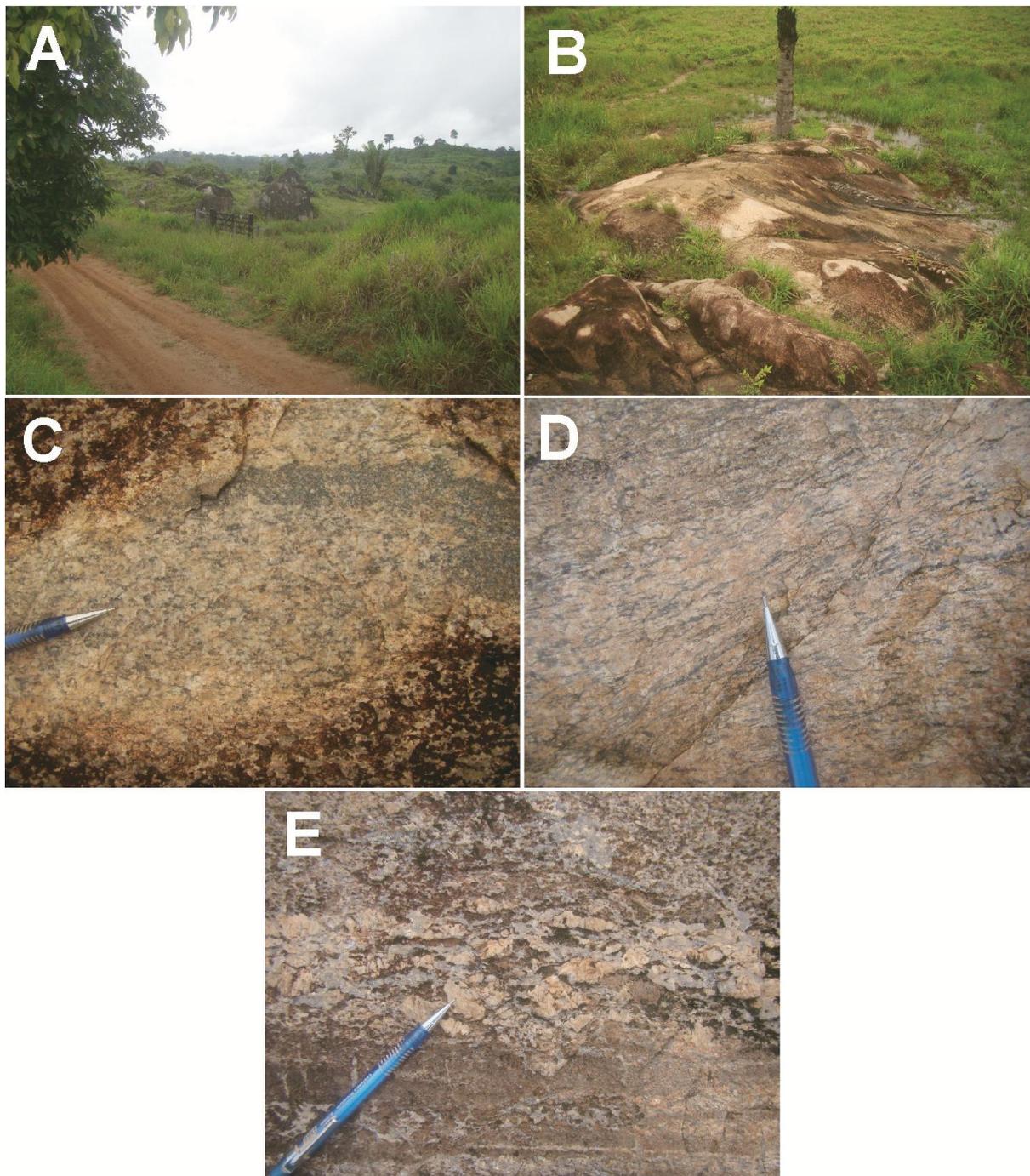


Figura 6.2-54 – Complexo Aruanã. A e B) afloramento em lajeados e matacões. C e D) detalhe no bandamento marcado pelos níveis de máficos. E) milonitos, com feldspatos formando *augens* envolvidos por agregados estirados de quartzo.

Fonte: Bourscheid (2014).

Ortognaisse Pacajá (A4Pa), Domínio Bacajá, Província Transamazonas

Conforme caracterização de Vasquez *et. al.* (2008), o Ortognaisse Pacajá compreende corpos restritos de ortognaisses e migmatitos de fácies anfíbolitos, bem como corpos elípticos ou faixas reliquias WNW-ESSE envolvidas por rochas granulíticas. As rochas dessa unidade são constituídas por migmatitos graníticos a tonalíticos e ortognaisses tonalíticos. Nos ortognaisses ocorrem feições de migmatização e a trama tectônica é marcada pela alternância de bandas centimétricas a decimétricas cinza-esverdeadas e rosadas e frequentes lentes anfíbolíticas concordantes. As bandas tonalíticas e granodioríticas e máficas são mais estreitas e bem definidamente foliadas e esverdeadas. Os anfíbolitos associados a essa unidade apresentam textura nematoblástica.

Durante as fases de campo deste trabalho as rochas do Ortognaisse Pacajá foram mapeadas na AID e All nos municípios paraenses de Pacajá e Novo Repartimento. Ocorrem como cortes de estrada e lajeados. São gnaisses com colorações em tons de cinza, por vezes esverdeados, com bandamento milimétrico a centimétrico, regular e contínuo, localmente irregular, alternando bandas máficas e félsicas. A textura é granoblástica fina a média, podendo apresentar cristais mais desenvolvidos de feldspatos formando *augens*. Feições de migmatização são comuns, como bolsões leucograníticos e injeções com contato difuso que cortam paralelamente ou em ângulo com o bandamento. Podem ocorrer dobras, registradas principalmente nos termos quartzo feldspáticos, enquanto os termos máficos tendem a formar *boudins* (Figura 6.2-55).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

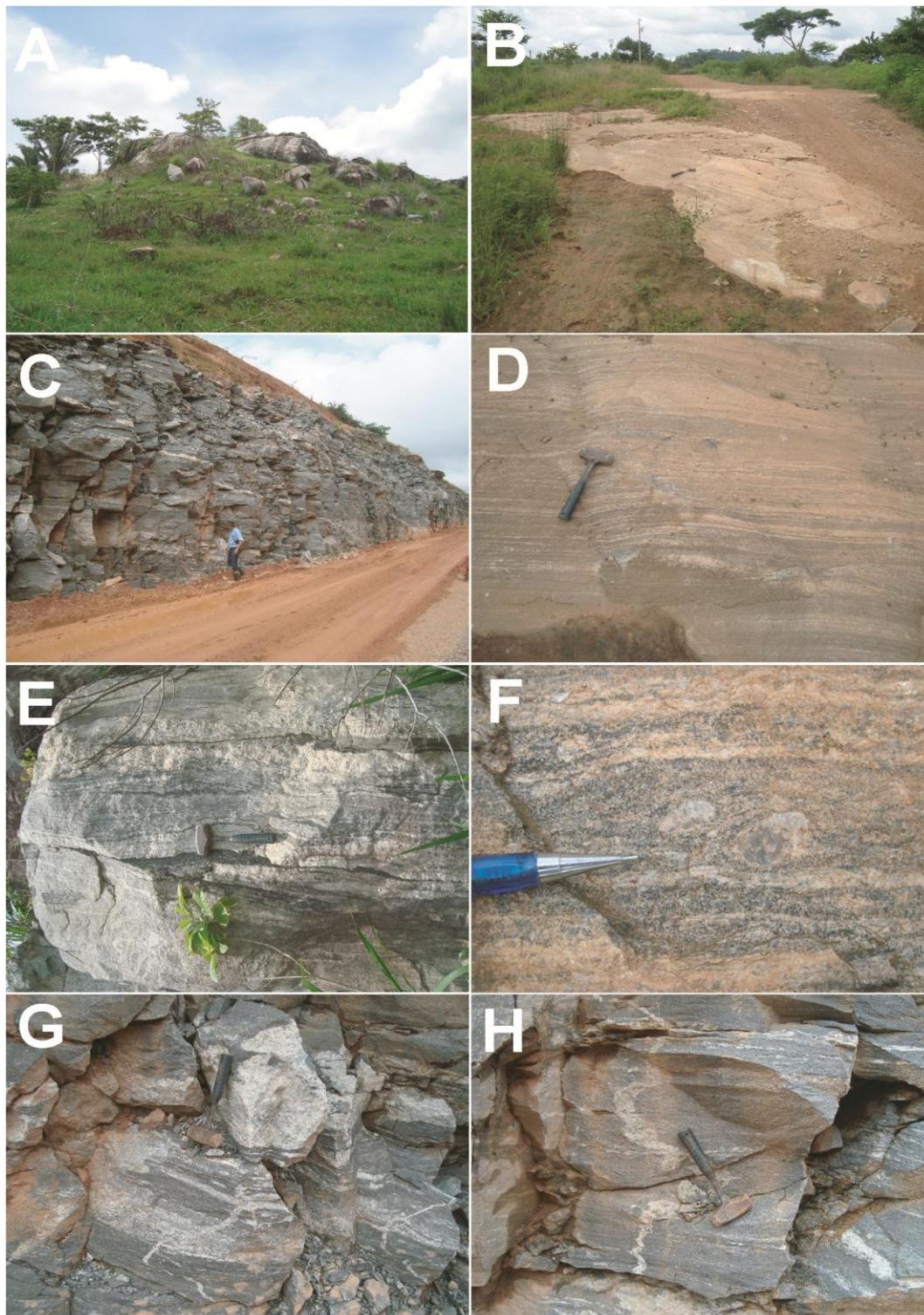


Figura 6.2-55 – Ortognaisse Pacajá. A, B e C) afloramentos em campo de matacões, lajeados e corte de estrada respectivamente. D e E) bandamento bem definido pela alternância de níveis félsicos e máficos. F) detalhe na textura com feldspato formando *augens*. G e H) feições de migmatização.

Fonte: Bourscheid (2014).

Complexo Cajazeiras (A3ca), Domínio Bacajá, Província Transamazonas

O Complexo Cajazeiras, definido por Vasquez *et. al.* (2008) compreende rochas ortogranulíticas félsicas de composições charnockíticas a enderbiticas denominadas Enderbito Cajazeiras por Oliveira *et. al.* (1994), que constituem o embasamento gnáissico infracrustal mais evoluído do Domínio Bacajá. É formado por granulitos rehidratados tonalíticos a graníticos com textura granoblástica (poligonal, interlobada, *flaser*) (Ricci, 2006). Podem apresentar zonas miloníticas de alta temperatura formando *stripped gneiss*, caracterizadas por porfiroclastos monocristalinos de quartzo, extremamente estirados e paralelizados entre si (CPRM, 2008). Apresentam também um bandamento composicional muito amplo, variando de decimétrico até dezenas de metros de largura, realçados por corpos máficos *boudinados* e mobilizados migmatíticos. A tectônica é de alto ângulo a quase subverticalizada, evidenciado transcorrências predominantemente sinistrais.

O Complexo Cajazeiras foi mapeado neste trabalho em cinco municípios paraenses situados na AID e AII (Novo Repartimento, Itupiranga, Marabá, Curionópolis e Parauapebas). Aflora na forma de lajeados e campos de matacões. Constituem granulitos de coloração rosada, por vezes com tons de cinza. A textura é predominantemente média a grossa, subordinadamente com alguns termos mais finos, com um bandamento bem desenvolvido, marcado por bandas feldspáticas e bandas máficas ricas em piroxênio (Figura 6.2-56).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

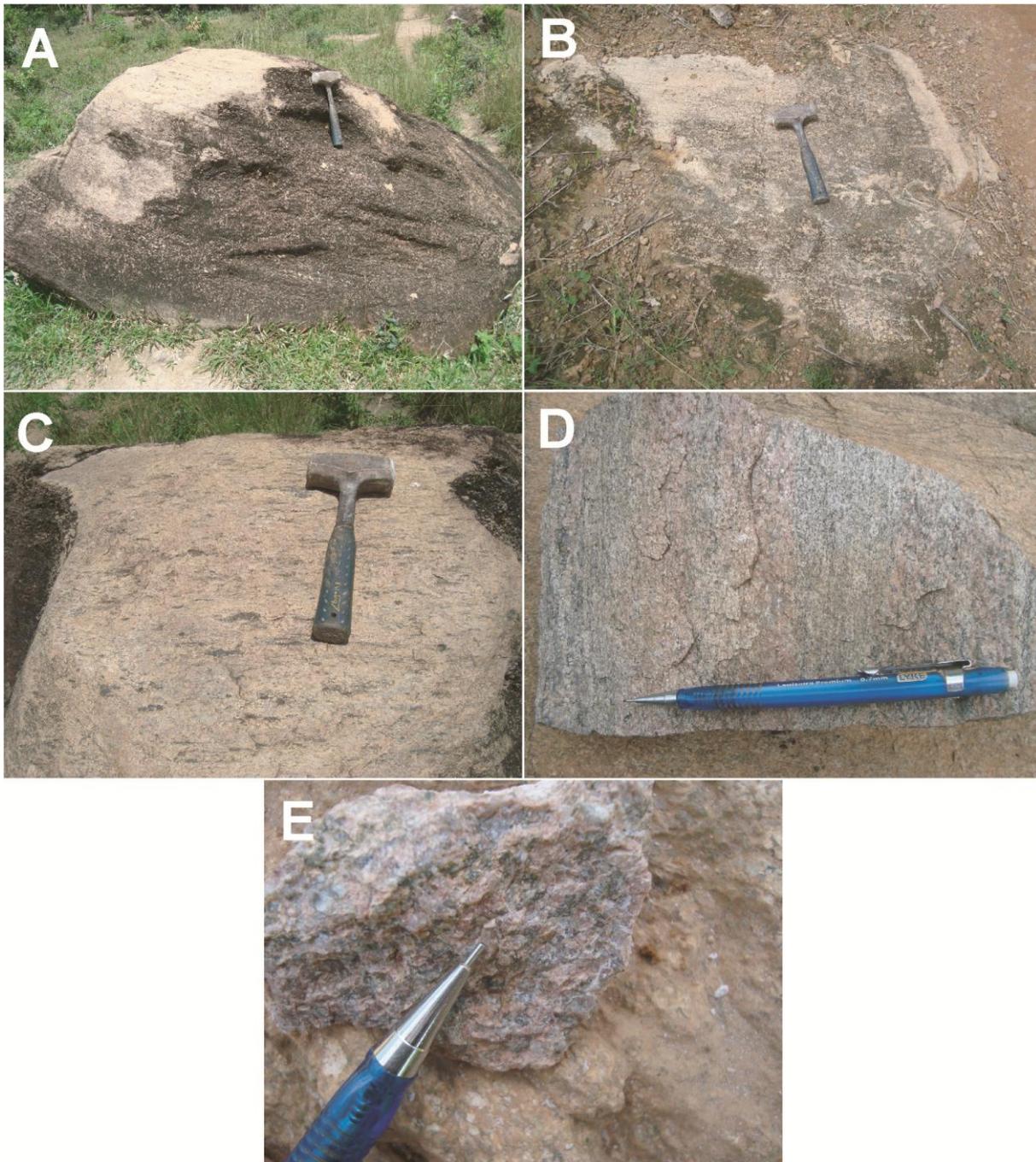


Figura 6.2-56 – Complexo Cajazeiras. A e B) afloramentos em matacões e lajeados. C) aspecto da rocha com coloração rosada. D) detalhe bandamento marcado por níveis félsicos e máficos. E) detalhe na textura de tamanho médio a grosso.

Fonte: Bourscheid (2014).

Granulito Novolândia (A4PP1nv), Domínio Bacajá, Província Transamazonas

Descritos inicialmente como gnaisses granulíticos com bandamento muito regular e heterogêneo, alternando faixas contínuas orto (vulcânicas máficas) e paraderivadas (pelíticas, arcoseanas e quartzosas), com caráter repetitivo, indicando um acamamento Vulcano-sedimentar primário, segundo Ricci (2006e) e definido por Vasquez *et. al.* (2008). São compostos por kinzigitos de textura porfiroblástica grossa com granadas de até 3 cm, bem como granulitos máficos, paragnaisses com ortopiroxênio, granada, cordierita e quartzo, e paragnaisses quartzosos. Possuem um bandamento gnáissico centimétrico a métrico alternando bandas cinza-escuro (kinzigitos), cinza-esbranquiçadas (paragnaisses), pretas (granulitos máficos), rosadas (leucossomas graníticos), brancas (quartzosas) e cinzentas (quartzo feldspáticas).

As rochas pertencentes a esta unidade foram mapeadas neste trabalho na AID e AII. Afloram na forma de lajeados e matacões nos municípios paraenses de Novo Repartimento, Itupiranga e Marabá. As rochas desta unidade constituem gnaisses de colorações em tons de cinza, com bandamento regular a irregular, contínuo a descontínuo, milimétrico a centimétrico, com predominância dos termos máficos em relação aos félsicos. Apresentam feições de deformação dúctil, de modo que os termos máficos tendem a formar *boudins* ou agregados tipo *fish*, enquanto nos termos félsicos os feldspatos tendem a formar *augens* e agregados estirados (Figura 6.2-57).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA



Figura 6.2-57 – Granulito Novolândia. A) afloramento em lajeado. B) termos máficos tendendo a formar formas *fish* em resposta a deformação dúctil. C) detalhe bandamento alternando níveis máficos e félsicos ricos em feldspatos. D) termos máficos anfíbolíticos.

Fonte: Bourscheid (2014).

Grupo Rio Novo (A4ro), Domínio Carajás, Província Carajás

Inicialmente descrito por Hirata *et. al.* (1982) e Meireles *et. al.* (1982) e posteriormente formalizado por Araújo e Maia (1991), esse grupo é composto por rochas metavulcano-sedimentares que afloram na região da Serra Pelada no município paraense de Curionópolis, as rochas metassedimentares da Serra do Sereno. O Grupo Rio Novo é representado por metamafitos, metaultramafitos, metaquartzitos, formações ferríferas bandadas, xistos micáceos e metapelitos grafitosos, manganésíferos e ferruginosos (ARAÚJO e MAIA, 1991; VASQUEZ *et. al.*, 2008). Segundo Oliveira *et. al.* (1994) os metamafitos são actinolita, xistos milonitizados, enquanto os metaultramafitos são actinolitas xistos, talco xistos, antofilita xistos e serpentinitos. Os metaquartzitos possuem granulação variando de fina a muito grossa e as formações ferríferas bandadas são formadas por quartzo e hematita. No garimpo de Serra Pelada ocorre uma sequência metassedimentar de filitos e quartzos sericíticos, derivados de pelitos

(VASQUEZ *et. al.*, 2008). A fácies metamórfica é xisto verde baixo a alto (ARAÚJO e MAIA, 1991; Oliveira *et. al.*, 1994).

As rochas do Grupo Rio Novo foram mapeadas para a AID e All e afloram na forma de lajeados e matações nos municípios de Marabá e Curionópolis, ambos no estado do Pará. Constituem em sua maioria formações ferríferas bandadas com colorações em tons de cinza. Apresentam um bandamento milimétrico a centimétrico regular e contínuo alternando bandas mais ou menos ricas em ferro e bandas quartzosas. Apresentam textura fina a média (Figura 6.2-58).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

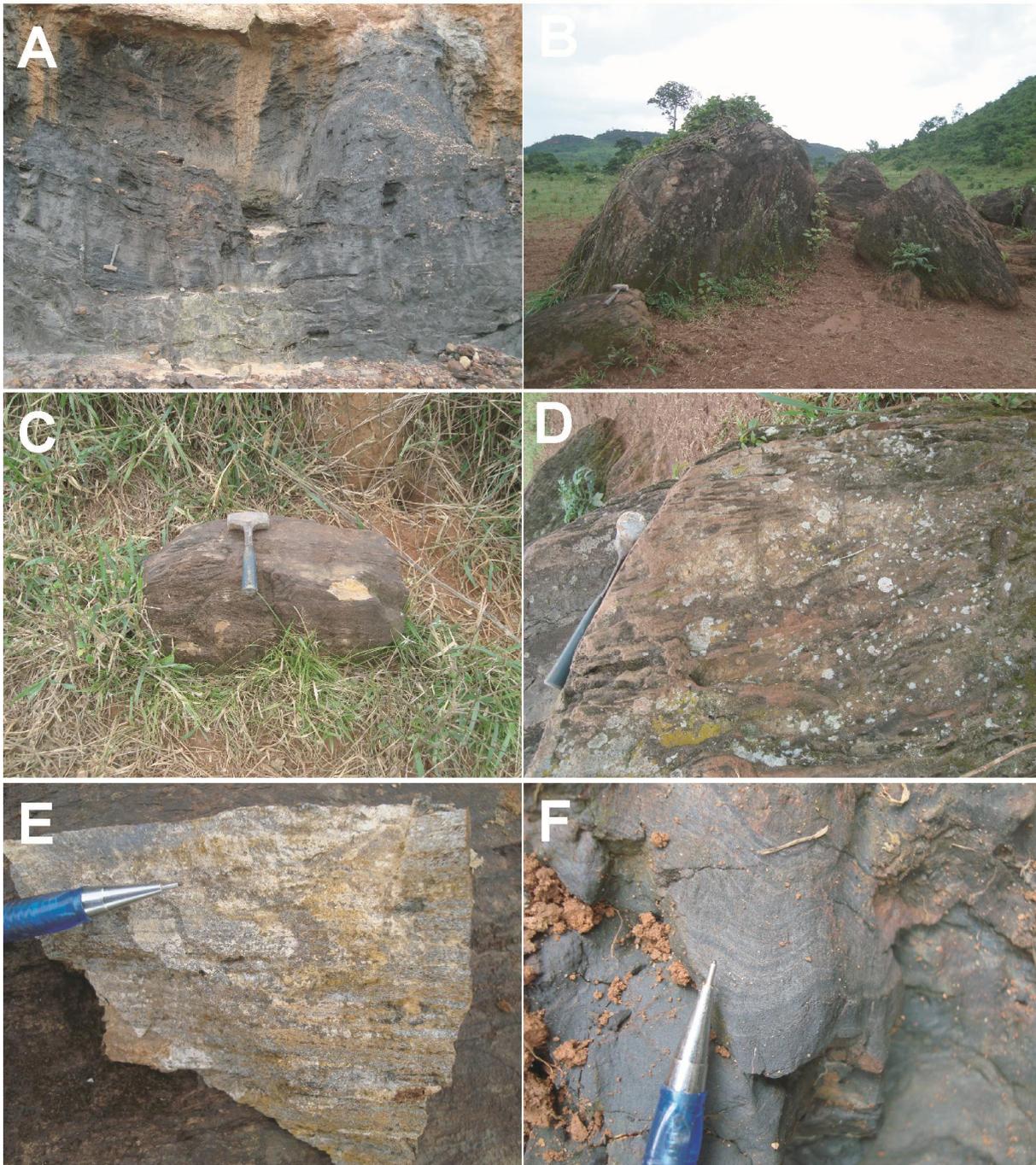


Figura 6.2-58 – Grupo Rio Novo. A, B e C) afloramentos em cortes e campo de matações. D, E e F) detalhes no bandamento variando de centimétrico a milimétrico com colorações em tons de cinza.

Fonte: Bourscheid (2014).

Complexo Xingu (A3xi), Domínio Carajás, Província Carajás

O Complexo Xingu, redefinido por Vasquez *et. al.* (2008) engloba ortognaisses e migmatitos bimodais, predominantemente com composições tonalíticas e subordinadamente trondjhemíticas e granodioríticas. Em termos estruturais as rochas do Complexo Xingu possuem foliações com ângulo de mergulho $> 60^\circ$ e direção E-W. Segundo Araújo *et. al.* (1991) o Complexo Xingu apresenta feições de intensa migmatização, embora forme poucos mobilizados graníticos.

Neste trabalho as rochas do Complexo Xingu foram mapeadas para a AID e All. Afloram como lajeados e matacões. Constituem termos gnáissicos e anfíbolíticos de coloração cinza a cinza escuro, com bandamento contínuo ora irregular ora regular, marcado pela orientação de minerais máficos. A textura é granoblástica média, localmente grossa. Por vezes, o contato entre os termos máficos e félsicos é difuso e de difícil identificação, o que sugere feições de migmatização (Figura 6.2-59).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

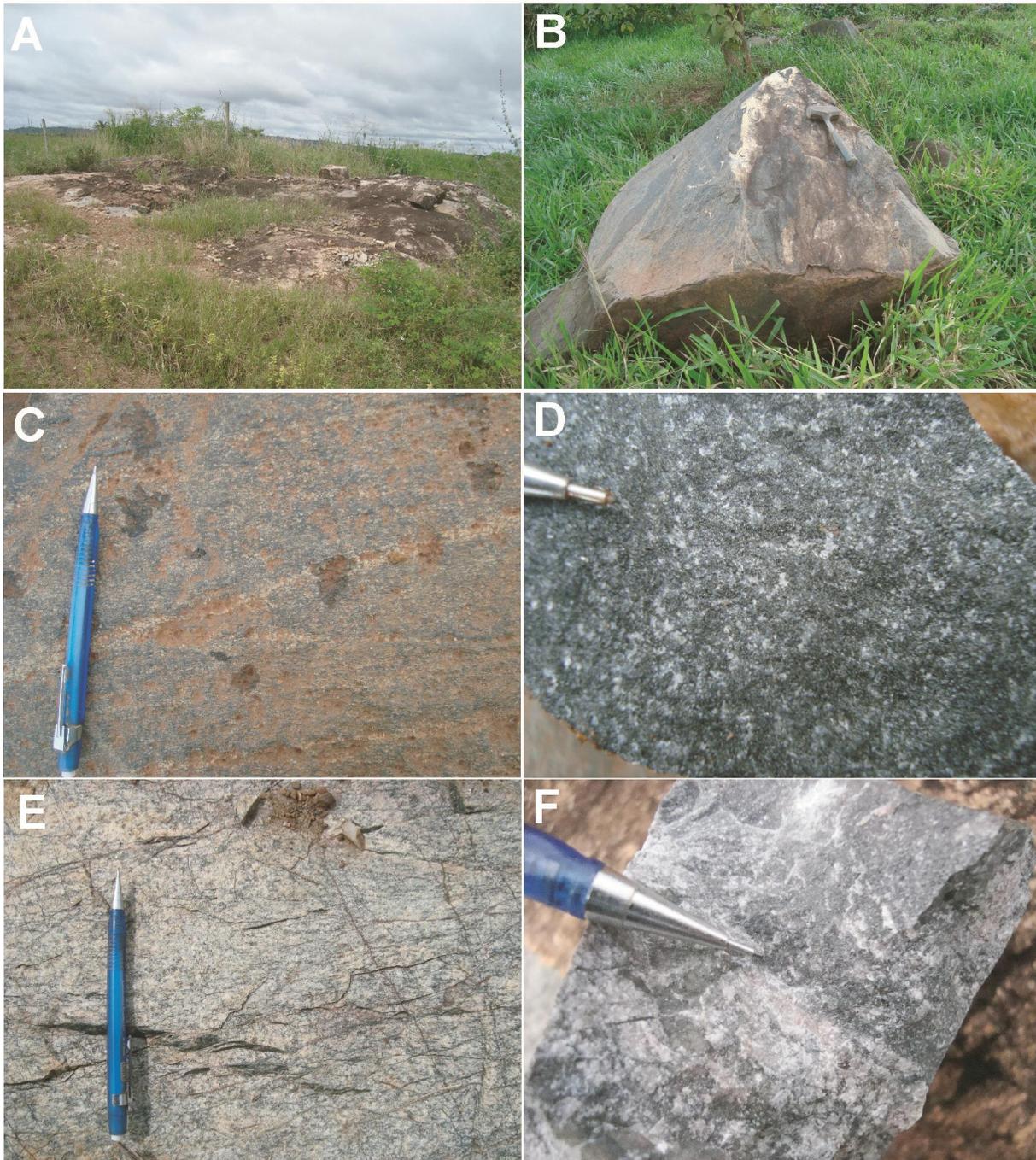


Figura 6.2-59 – Complexo Xingu. A e B) lajeados e matações. C) aspecto do bandamento regular e contínuo nos termos máficos. D) detalhe na textura média e coloração escura dos termos anfíbolíticos. E) termos félsicos com bandamento descontínuo marcado pelos máficos. F) contatos irregulares e difusos entre termos máficos e félsicos.

Fonte: Bourscheid (2014).

Granito Serra do Rabo (A4_v2sr), Domínio Carajás, Província Carajás

O Granito Serra do Rabo aflora como *stocks* que são constituídos por granitos alcalinos e sienogranitos, com textura fanerítica, hipidiomórfica média, de coloração rosa acinzentada com termos mais escuros devido aos minerais máficos, sendo comum encontrar texturas micrográficas (SARDINHA *et. al.*, 2001).

As rochas que compõem a unidade Granito Serra do Rabo foram mapeadas neste trabalho principalmente na AII e subordinadamente na AID por uma mancha no município de Curionópolis. Afloram na forma de lajeados e matacões. São granitóides isótipos, equigranulares grossos de colocação cinzenta/alaranjada, a base de quartzo, feldspato e máficos, de modo que os máficos tendem a formar agregados com formas arredondados (Figura 6.2-60).



Figura 6.2-60– Granito Serra do Rabo. A e B) afloramento em lajeado e matacão. C e D) textura equigranular média a grossa, com máficos formando agregado.

Fonte: Bourscheid (2014).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Complexo Colméia (A3co), Cinturão Araguaia, Província Tocantins

As rochas do Complexo Colméia são constituídas, basicamente de ortognaisses TTG, sendo os termos trondhjemiticos predominantes em relação aos termos tonalíticos e granodioríticos, com raros termos anfibolíticos associados (Arcanjo e Moura, 2000).

As rochas do Complexo Colméia foram mapeadas neste trabalho na AID e AII, no município de Guaraí, Tocantins. Afloram na forma de lajeados e campo de matacões. São gnaisses com bandamento bem definido por níveis ricos em máficos e níveis ricos em plagioclásio, bem como anfibolitos de textura muito fina e com foliação incipiente (Figura 6.2-61).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA

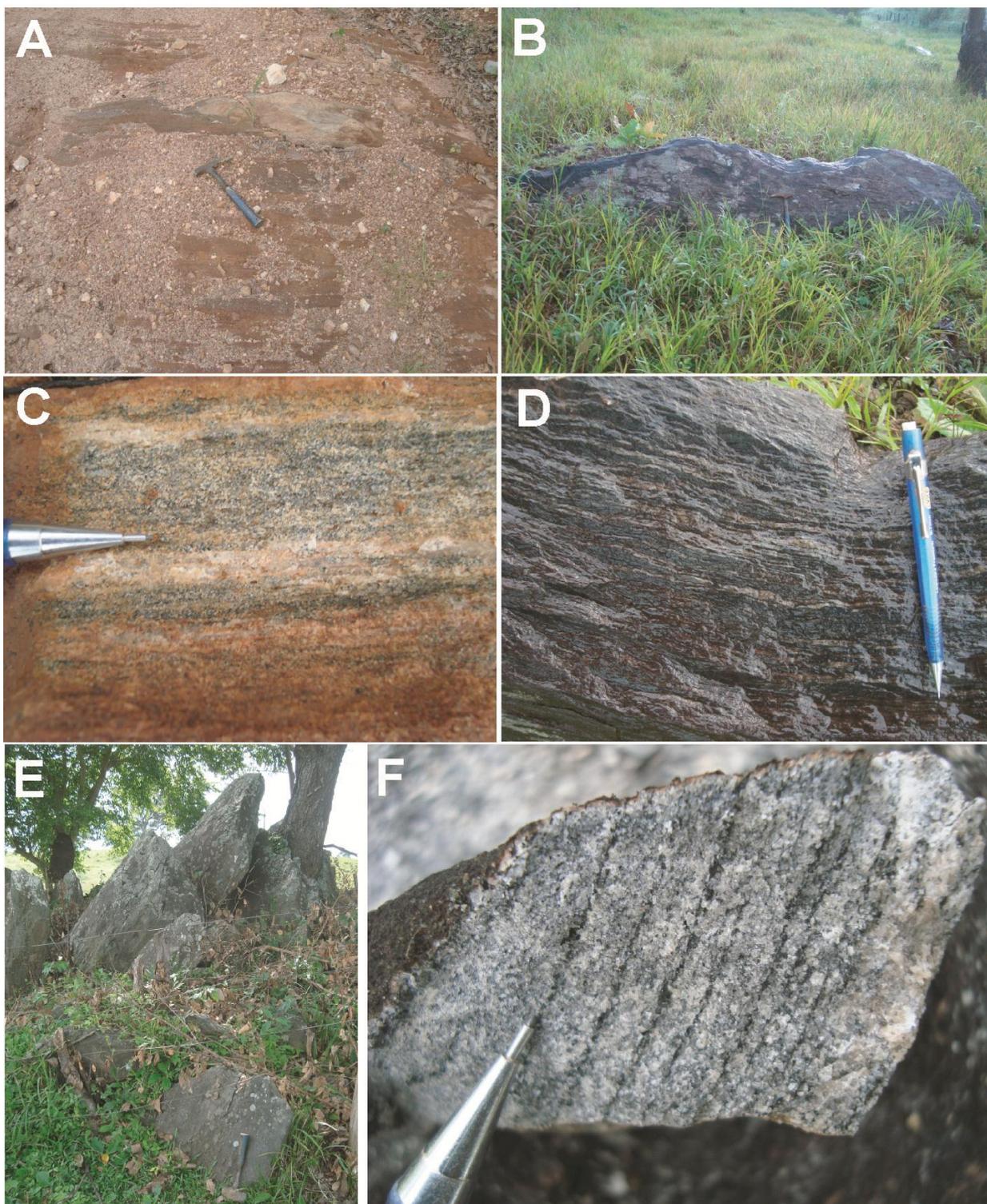


Figura 6.2-61 – Complexo Colméia. A, B e E) afloramentos em lajeados e matacões, respectivamente. C, D e F) aspectos do bandamento bem definidos por níveis máficos e félsicos.

Fonte: Bourscheid (2014).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

As rochas descritas a seguir representam aquelas que não foram identificadas em campo, mas que aparecem em outros mapeamentos onde está inserida a área do empreendimento e podem vir a ocorrer durante as fases de escavações e implementação das obras.

Formação Buritirama, Domínio Bacajá, Província Transamazonas

Esta unidade é composta por quartzitos micáceos, quartzitos ferruginosos, mica xistos carbonatados, quartzo xistos, carbonatos, rochas cálcio-silicáticas e leitos de mármore (DOCEGEO, 1988), metamorfizados em fácies xisto verde a anfibolito (Jorge João e Silva Neto, 1994). Essa sequência representa a porção superior do Grupo Vila União (VASQUEZ *et. al.*, 2008).

Formação Tapirapé, Domínio Bacajá, Província Transamazonas

É constituída por uma faixa metamórfica com *trend* WSW-ESSE, segundo Oliveira *et. al.* (1994). É formada predominantemente por metabasaltos foliados (ortoanfíbolitos, plagioclásio-actinolita xisto e plagioclásio-clorita xisto), bem como talco xistos, metamorfizados em fácies xisto verde a anfibolito inferior e constitui a porção basal do Grupo Vila União (VASQUEZ *et. al.*, 2008).

Suíte Intrusiva Arapari, Domínio Bacajá, Província Transamazonas

Segundo Vasquez *et. al.* (2008) a Suíte Intrusiva Arapari é formada por *stocks* e batólitos orogênicos, representados por rochas charnoquíticas de natureza ígnea, variando de isotropos a levemente foliados, de modo geral descharnockitizados com cristais reliquiais de piroxênio, que estão pseudomorfizados em clorita, talco ou anfibólio. Podem ser encontrados feldspatos esverdeados ou de coloração cinza, com macropertitas e texturas porfiríticas muito grossas. É comum também a presença de xenólitos de granulitos máficos e outros gnaisse, o que indica um nível crustal de posicionamento mais profundo (VASQUEZ *et. al.*, 2008).

Formação Pequizeiro, Cinturão Araguaia, Província Tocantins

Definidas por Hasui *et. al.* (1977), compreendem clorita xistos, quartzo-muscovita xistos, clorita-muscovita-quartzo xistos e biotita-clorita-quartzo-muscovita xistos, com intercalações subordinadas de magnetita-muscovita filitos, quartzitos, talco xistos e calcoxistos, com textura fina e foliação marcada por textura lepidoblástica, metamorfisadas em fácies xisto verde (GORAYEB, 1981).

Formação Morro do Campo, Cinturão Araguaia, Província Tocantins

A Formação Morro do Campo definida por Abreu (1978) é composta por quartzitos e quartzitos micáceos, contendo ainda cianita quartzitos, magnetita quartzitos, metaconglomerados oligomíticos e intercalações de biotita xistos, quartzo mica xistos e xistos grafitosos, sendo os termos dominantes os quartzitos, que possuem textura granoblástica média, e foliação definida pela orientação dos cristais de muscovita (VASQUEZ *et. al.*, 2008).

6.2.4.1.2.1 - Considerações sobre a geologia estrutural da área de estudo

As principais feições estruturais reconhecidas para a área de estudo são oriundas de processos metamórficos antigos, registrados principalmente nas rochas de origem metamórfica, reflexo da longa e complexa história de evolução geológica da região. Sob o ponto de vista tectônico, as rochas encontradas na área de estudo compõem as rochas do escudo Pré-cambriano, do Cráton Amazônico e rochas das coberturas fanerozóicas.

O Cráton Amazônico representa uma placa de escala continental, formada por províncias crustais com idades do arqueano à mesoproterozoico, com estabilização tectônica em torno de 1,0 Ga, se comportando como um terreno estável durante os eventos deformacionais do neoproterozoico compostos pelas faixas orogênicas marginais brasileiras (BRITO NEVES e CORDANI, 1991). Na área de estudo, as rochas encontradas pertencentes ao Cráton Amazônico fazem parte, segundo as propostas de Santos (2003), das províncias Carajás (3000 – 2500 Ma) e Transamazonas (2260 – 1990 Ma) compartimentadas em domínios tectônicos.

A Província Carajás, que representa a porção crustal mais antiga e preservada do Cráton Amazônico, é subdividida entre os domínios Rio Maria e Carajás (SANTOS, 2003). O primeiro constitui rochas de crosta juvenil como sequências de *greenstone belts* e associações TTG; e o segundo são rochas de crosta continental caracterizada por sequências metavulcano-sedimentares e granitoides alto K (VASQUEZ *et. al.*, 2008).

Na área de estudo, o domínio Carajás é representado pelas rochas das unidades Complexo Xingu, Grupo Rio Novo, Granito Serra do Rabo e Gabro Santa Inês. Este domínio é marcado por feixes estruturais com direções E-W e WNW-ESSE, compondo o Cinturão de Cisalhamento Itacaiúnas (VASQUEZ *et. al.*, 2008). Sistemas transcorrentes se desenvolveram a partir de reativações rúpteis desse cinturão na porção norte enquanto a porção sul é controlada por sistemas compressivos, com leque de

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas*Estudo de Impacto Ambiental - EIA*

imbrincados de cavalgamentos dúcteis (COSTA *et. al.*, 1995; ARAÚJO e MAIA, 1991). No proterozoico eventos distensivos deram origem a falhas N-S e NE-SW (VASQUEZ *et. al.*, 2008).

A Província Transamazonas é composta por rochas que representam um orógeno paleoproterozoico com evolução relacionada ao Ciclo Transamazônico (SANTOS, 2003). É composto por diversos domínios tectônicos, sendo o mais relevante para esse trabalho o Domínio Bacajá, que compreende boa parte das unidades geológicas presentes na área do empreendimento.

O Domínio Bacajá, representado neste trabalho pelas unidades Ortognaisse Pacajá, Complexo Cajazeiras, Complexo Aruanã, Ganulito Novolândia, Granodiorito Belo Monte, Complexo Bacajá e Suíte Intrusiva João Jorge. É considerado uma associação tectônica que representa fragmentos arqueanos e siderianos retrabalhados no Ciclo Transamazônico, granitoides de arcos magmáticos, charnoquitóides, podendo ser considerado um orógeno colisional (VASQUEZ *et. al.*, 2008).

Conforme Ricci *et. al.* (2003, 2006) as rochas do Domínio Bacajá registram uma deformação dúctil, associada a um sistema transcorrente composto por zonas de cisalhamento com orientação NW-SE e WNW-ESSE, paralelas e contínuas.

O limite sul entre as rochas do Domínio Bacajá e Domínio Carajás é marcado por zonas de cisalhamento E-W.

Na área de estudo, também ocorrem as formações Xambioá e Couto Magalhães e os complexos máfico-ultramáficos Serra do Tapa e Quatipuru, relacionados ao Cinturão Araguaia da Província Tocantins. Esta província é formada por orógenos neoproterozoicos, com história de evolução associada ao Ciclo Brasileiro (VASQUEZ *et. al.*, 2008). As rochas do Cinturão Araguaia possuem um contato aproximadamente N-S com as rochas do Cráton Amazônico na área de estudo.

O arcabouço estrutural do Cinturão Araguaia é composto por um sistema de cavalgamentos N-S, suavemente inclinados para E-ESE, registrando nas rochas uma foliação pervasiva. As lineações mergulham para SE, sugerindo um transporte tectônico para NW e colisão oblíqua com o Cráton Amazônico (VASQUEZ *et. al.*, 2008). Zonas de cisalhamento transcorrentes NW-SE seccionam o Cinturão Araguaia de natureza dúctil a fragidúcteis.

A evolução das bacias fanerozóicas está relacionada aos diferentes estágios de evolução da Plataforma Sul-Americana. Sua formação tem início após as orogêneses do Ciclo Brasileiro, com a formação de *riftes* intracontinentais cuja duração pode ter se

estendido até o Ordoviciano (VASQUEZ *et. al.*, 2008). Esta etapa, denominada de transição foi sucedida pela formação de sinéclises intracratônicas de idade paleozoica, associadas a eventos de transgressões e regressões marinhas iniciadas após o Ordoviciano e se estendendo até o Permiano, marcando a estabilização da Plataforma. Após um período de calmaria, iniciou-se uma reativação tectônica relacionada à abertura do Atlântico, com ocorrências de magmatismo básico, formação de *riftes* abortados e recobrimento das sinéclises. A partir do cretáceo sucede e formam-se as bacias de margem continental, com magmatismo toleítico e alcalino (ALMEIDA *et. al.*, 2000; ZALÁN, 2004). Neste contexto, estão inseridas as bacias do Amazonas, Parnaíba e Grajaú deste trabalho.

A Bacia do Amazonas tem seu controle estrutural dado pelas estruturas do embasamento pré-cambriano (WANDERLEY FILHO, 1991). Eventos tectônicos do proterozoico promoveram o espessamento da crosta (embasamento), estruturando cinturões de cisalhamento NW-SE, com reativação no fanerozoico (VASQUEZ *et. al.*, 2008).

Os estudos de Waderley Filho (1991) indicam a presença de falhas normais NE-SW, que representariam zonas de charneira da Bacia do Amazonas e convergem em direção ao Arco de Purus, sugerindo que a abertura da bacia se deu mais a leste do que oeste. Essas falhas afetaram exclusivamente as rochas paleozoicas e foram ativadas apenas nos estágios iniciais de formação da bacia. No mesozoico inicia-se o soerguimento da bacia, causado pelo aquecimento do manto e uma distensão E-W acompanhadas de extenso magmatismomáfico (VASQUEZ *et. al.*, 2008).

No cretáceo, esforços compressivos E-W são evidenciados por anticlinais assimétricas e falhas reversas NE-SW. É nesse período que ocorre também o relaxamento dos esforços compressionais, com consequente subsidência flexural da bacia, reativação das charneiras e deposição das rochas da Formação Alter do Chão, de natureza continental. A porção leste da bacia é formada por uma tectônica transtraccional com falhas transcorrentes NW-SE e normais ENE-WSW resultando em *grábens* e estruturas em flor negativa (VASQUEZ *et. al.*, 2008).

Conforme Vasquez *et. al.* (2008), algumas estruturas importantes, de escala regional da Bacia do Amazonas, se consolidaram durante o mesozoico a cenozoico. Dentre elas, o Arco Purus representa um lineamento NW-SE delineado por geofísica, que consiste de um alto de segmentos do embasamento pré-cambriano e de um *rifte* precursor profundo, recobertos por pacotes adelgaçados das formações permo-carboníferas e

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas*Estudo de Impacto Ambiental - EIA*

cretáceas-paleocenas. Outra dessas estruturas é o Domo Monte Alegre, uma braquianticlinal ENE-WSW.

Com relação as feições tectônicas mais recentes, as principais feições estão relacionadas com os processos de halocinese. Ainda, conforme Vasquez *et. al.* (2008; p. 103): “A tectônica cenozoica afetou os padrões morfoestruturais e a direção dos principais rios da Bacia do Amazonas e modificou a paisagem em cada um dos domínios da bacia, com significativo controle das falhas transcorrentes W e NE-SW dextrais”.

A formação das crostas lateríticas se deu devido a uma quiescência na segunda metade do paleógeno, que causou também a peneplanização da plataforma. No Mioceno e Plioceno ocorrem a formação de falhas reversas e anticlinais NE-SW e ENE-WSW por meio de eventos transcorrentes (VASQUEZ *et. al.*, 2008). Por fim, a sedimentação nos terraços aluviais e aluviões se dá por sistemas transtensivos, com braços tríplexes e transcorrências (COSTA e HASSUI, 1997).

A Bacia do Parnaíba faz parte das sinéclises paleozoicas, e se desenvolveu sobre os *riftes* proterozoicos e cambro-ordovicianos sobre o embasamento pré-cambriano (BRITO NEVES, 2002). São descritos falhamentos normais oblíquos com orientação N-S nas bordas orientais e ocidentais da Bacia, falhas normais frontais NE-SW na borda sudeste, cortadas por falhas reativadas do lineamento transbrasiliano, bem como falhas de transferência NW-SE, que compartimentam a bacia (COSTA e HASSUI, 1997). As rochas da Bacia do Parnaíba, mapeadas para a área do empreendimento (Grupo Canindé) pertencem à unidade de deposição intracratônica paleozoica.

Por fim, conforme Goés (1995) a Bacia do Grajaú é composta pelas sequências de idade Cretácea depositadas sobre os estratos paleozoicos da Bacia do Parnaíba. São sedimentos depositados em ambientes costeiros (flúvio-deltaico, litorâneo e estuarino), que marcam transgressões marinhas.

Do ponto de vista estrutural, segundo Goés e Rossetti (2001), a Bacia do Grajaú é afetada por uma tectônica extensional e transcorrente, com desenvolvimento de falhas normais, reversas e estruturas de deformação sin-sedimentares, o que indica uma ampla atividade tectônica durante a deposição dos sedimentos. Ainda, conforme essa proposta uma zona de descolamento basal na margem equatorial atlântica desencadeou esforços distintivos, associados com reativações de falhas NE-SW e NW-SE do embasamento. Estes esforços também propiciaram a formação de *rifte*, que, posteriormente teve sua estrutura original modificada por uma transcorrência E-W, resultante da mudança de rotação das placas Sul-Americana e Africana.

Segundo Costa *et. al.* (2001) o Cinturão Araguaia funcionou como um divisor dos domínios extensionais do mesozoico no norte do Brasil, de modo que a evolução das bacias fanerozóicas do Domínio Oriental (inclusive as bacias do Grajaú e Parnaíba) foi controlada por um eixo extensional ENE-WSE, enquanto as bacias contemporâneas do Domínio Ocidental (incluindo a Bacia do Amazonas) foi controlada por um eixo NW-SE.

6.2.4.1.3 - Conclusões

A área onde está inserido o traçado das Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2, LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas, abrange uma grande variedade de unidades geológicas, compostas predominantemente por rochas granito-gnáissicas, rochas metamórficas e sedimentares, hospedando rochas de idades muito variadas, desde o arqueano, até rochas recentes, como os depósitos aluvionares. De modo geral, pode-se destacar que os depósitos recentes (aluvionares e crosta laterítica) perfazem uma porção pequena da área de estudo, compreendendo aproximadamente 5% da AID e AII. As rochas sedimentares compreendem em torno de 10% da AID e AII sendo a grande predominância de rochas ígneas e metamórficas que juntas perfazem aproximadamente 85% da AID e AII. Neste sentido, é preciso ressaltar as unidades cujo risco geológico-geotécnico associado é maior, como as formações Couto Magalhães, Xambioá e Grupo Rio Novo, que juntas perfazem aproximadamente 25% da AID e AII. Na Tabela 6.2-14 são apresentados os dados relacionando as unidades geológicas mapeadas com suas áreas e porcentagem de ocorrência para a AID e AII.

Como consequência desta variedade, a área de estudo do empreendimento possui grande diversidade de estruturas e feições geomorfológicas bem como diferentes perfis de solo, os quais possuem características e comportamentos físicos distintos, frente às atividades a serem realizadas durante as obras do empreendimento, que serão discutidos com mais detalhe no capítulo de geotécnica deste relatório, onde serão individualizados por classes e Unidades Geológico-Geotécnicas.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
 Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Tabela 6.2-14 - Resumo das unidades geológicas presentes na AID e All do empreendimento.

Idade	Unidade	Sigla	AID		All	
			Área (ha)	%	Área (ha)	%
Cenozoico	Depositos Aluvionares	Q2a	3531,4	3,49	32496,53	3,75
Cenozoico	Crosta Laterítica	N13li	2630,09	2,60	16636,68	1,92
Mesozoico	Grupo Trombetas	O3D1t	-	-	219,15	0,03
Mesozoico	Formação Alter do Chão	K2E1ac	-	-	6493,28	0,75
Mesozoico	Grupo Itapecuru	K12it	2666,02	2,63	19816,41	2,29
Mesozoico	Formação Rio das Barreiras	K2rb	1481,89	1,46	11607,25	1,34
Mesozoico	Grupo Canindé	D2c	4659,57	4,60	34552,37	3,99
Neoproterozoico	Complexo Máfico-ultramáfico Quatipuru	NP2uq	1112,69	1,10	3248,92	0,38
Neoproterozoico	Formação Couto Magalhães	NPct	13747,84	13,57	107922,80	12,46
Neoproterozoico	Complexo Serra do Tapa	NP2st	5777,98	5,71	54015,22	6,24
Neoproterozoico	Formação Xambioá	NPx	8405,99	8,30	87419,75	10,09
Paleoproterozoico	Granodiorito Belo Monte	PP2_gamma_bm	2446,16	2,42	15003,09	1,73
Paleoproterozoico	Complexo Bacajá	PP2bj	4051,05	4,00	34308,86	3,96
Paleoproterozoico	Suíte Intrusiva João Jorge	PP2_gamma_jj	9142,89	9,03	77870,16	8,99
Paleoproterozoico	Gabro Santa Inês	PP_delta_s1	273,92	0,27	2636,02	0,30
Arqueano	Complexo Aruanã	A4ar	3138,87	3,10	25730,19	2,97
Arqueano	Ortochnaisse Pacajá	A4pa	4819,22	4,76	40941,53	4,73

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Idade	Unidade	Sigla	AID		AII	
			Área (ha)	%	Área (ha)	%
Arqueano	Complexo Cajazeiras	A3ca	18192,26	17,96	153306,93	17,70
Arqueano	Granulito Novolândia	A4PP1nv	2255,57	2,23	20041,22	2,31
Arqueano	Grupo Rio Novo	A4ro	1868,21	1,84	27296,85	3,15
Arqueano	Complexo Xingu	A3xi	6869,92	6,78	59700,08	6,89
Arqueano	Granito Serra do Rabo	A4y2sr	233,84	0,23	1053,92	0,12
Arqueano	Complexo Colméia	A3co	3968,47	3,92	33866,43	3,91
Total	-	-	101273,9	100	866183,6	100

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

6.2.4.2 - Geomorfologia

Este item trata dos estudos geomorfológicos na All das Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas.

O estudo geomorfológico foi conduzido de modo a permitir a caracterização, tanto das principais unidades geomorfológicas descritas para a região onde o empreendimento deverá ser instalado, como das suas respectivas formas de relevo predominantes. Também foram consideradas as interações entre o relevo e outros componentes do ambiente (clima, vegetação, solos e litologias), a fim de inferir acerca do grau de suscetibilidade a movimentos de massa, processos erosivos e assoreamento de corpos d'água, tanto naturais como de origem antrópica.

6.2.4.2.1 - Metodologia

Os estudos de geomorfologia desenvolveram-se através da seguinte sequência de fases: trabalhos preliminares de escritório; trabalho de campo; trabalhos de consolidação em escritório.

Trabalhos Preliminares de Escritório

Em período anterior a execução dos trabalhos de campo, foram desenvolvidas ações para caracterização geomorfológica da área em estudo. Neste sentido, foram realizadas pesquisas em materiais disponíveis, relativos à área de interesse, nas bases de dados do IBGE, CPRM e Embrapa, bem como nas bibliotecas das principais instituições de pesquisa e ensino superior por meio da base de dados do IBICT⁴. Embora mais atual, o mapeamento das unidades geomorfológicas do IBGE (IBGE, 2006), apresenta deficiência de informações disponíveis acerca da descrição das unidades, dificultando assim, sua adoção como material de base para o presente trabalho. Apesar do menor detalhe cartográfico, o levantamento realizado pelo projeto RADAMBRASIL conta com riqueza de descrição dos fatos geomorfológicos, já havendo a particularização do conjunto de formas de relevo predominantes nas unidades que foram subdivididas em mapeamentos posteriores. Desta forma, tomaram-se como base principal para a descrição de unidades

⁴ Disponível em: <<http://www.ibict.br/>>. Acessado em: 13/01/2014.

regionais os volumes 4 e 5 do Levantamento de Recursos Naturais do Projeto RADAMBRASIL (BRASIL 1981).

As variáveis topográficas da área de estudo foram obtidas a partir de dados orbitais SRTM⁵ SA-22-Y-B, SA-22-Y-D, SA-22-Z-A, SA-22-Z-C, SB-22-V-B, SB-22-X-A, SB-22-X-C, SB-22-X-D, SB-22-Z-A, SB-22-Z-B, SB-22-Z-C, SB-22-Z-D, SB-22-X-B, SB-22-X-D. Para geração do mapa hipsométrico (Apêndice 6.7) utilizou-se o método de interpolação por média ponderada. Os mapas clinográfico (Apêndice 6.8) e de comprimento de rampa foram obtidos, respectivamente, através dos métodos de vizinhança da média máxima, utilizando-se os oito pixels imediatamente vizinhos, e máxima declividade média. Para o refinamento das informações levantadas, foram utilizados dados orbitais ETM Landsat 7 222/67, 223/64-65-66, 224/63-64 e 225/62-63⁶. Todos os procedimentos adotados para interpretação geomorfológica dos dados orbitais, bem como para a determinação taxonômica e elaboração do mapa geomorfológico, estão de acordo com aqueles descritos no Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009)⁷. As informações referentes às características climáticas da região em estudo foram obtidas a partir do banco de dados climatológicos do INMET⁸. A integração de informações temáticas, climáticas e orbitais levantadas foi realizada com o auxílio do software ArcMap 10[®].

Trabalho de Campo

Os trabalhos de campo foram realizados através de visita à área de estudo, no período compreendido entre 09/02 e 12/03/14, com a participação de dois pedólogos e um geólogo, cumprindo as seguintes atividades:

- Deslocamento ao longo de toda a área de estudo para reconhecimento dos padrões de relevo, unificação dos parâmetros de classificação das paisagens e, principalmente, verificação da validade das conclusões obtidas no trabalho preliminar de escritório;
- Observação e localização de 153 pontos para inferência de características de geologia, geomorfologia, pedologia geotecnia, paleontologia e pontos de controle;

⁵ Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/>>. Acessado em: 20/01/2014.

⁶ Disponíveis em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR>>. Acessado em: 20/01/2014.

⁷ Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/default.shtm>>. Acessado em: 10/07/2013

⁸ Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal>>. Acessado em: 22/01/2014.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

- Caminhamento, para confirmação dos limites entre as unidades de relevo levando em conta o trajeto definido no trabalho preliminar de escritório.

Trabalho de Consolidação em Escritório

A fase dos trabalhos de escritório (Fase de Consolidação), que teve como base às observações de campo e os dados obtidos na revisão bibliográfica, consistiu em:

- Registro, tabulação, classificação e ordenação dos dados obtidos nos trabalhos de campo e bibliográfico;
- Seleção dos critérios adotados na identificação e classificação das unidades geomorfológicas;
- Elaboração do relatório técnico.

6.2.4.2.2 - Resultados

As variações nos padrões de relevo observados na área de estudo remontam a orogenias proterozoicas, responsáveis pelo estabelecimento da Plataforma Sul-Americana, e processos intensos de desnudação pós-cretácea que deram origem a extensas superfícies aplainadas pliocênicas com caimento regional na direção nordeste. Os depósitos correlativos oriundos desta pediplanação da plataforma continental resultaram na formação da espessa camada de rochas sedimentares que compõem a Bacia do Amazonas (CPRM, 2003). Movimentos tectônicos do início do pleistoceno, ocorridos nas bacias sedimentares do Amazonas e Piauí/Maranhão, desencadearam uma ampla faixa de circundesnudação que interceptou a continuidade espacial entre o pediplano pliocênico e seus depósitos correlativos. Os resquícios desta intensa desnudação são hoje observados nos topos aplainados do conjunto de elevações residuais do Planalto Dissecado do Sul do Pará. Os topos aplainados da Serra do Estrondo (divisor de águas Araguaia-Piauí/Maranhão) correspondem ao prolongamento do pediplano na direção leste (BRASIL, 1981).

A fase de desnudação, resultado de intensos processos de pediplanação pós-pliocênica, gerou uma ampla faixa de terrenos rebaixados denominada Depressão Periférica do Sul do Pará, situada nas periferias das bacias sedimentares do Amazonas e Piauí/Maranhão (CPRM, 2003). Nestas superfícies estão expostas formações rochosas do embasamento pré-cambriano, que serviram como base para as superfícies pediplanas, e seus depósitos correlativos, elaboradas no terciário. A retomada da morfogênese úmida no Holoceno imprimiram as forma de dissecação atuais observadas na área compreendida pelo

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA

pediplano. As variações altimétricas entre as superfícies terciárias e o pediplano pleistocênico são apresentadas nos perfis topográficos 1 e 2 (Figura 6.2-62 e Figura 6.2-64). As disposições dos perfis topográficos e da área de influência do empreendimento são apresentadas nas Figura 6.2-63 e Figura 6.2-65.

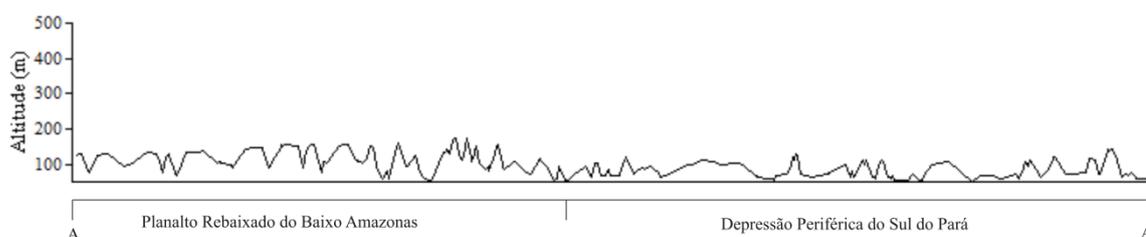


Figura 6.2-62 - Perfil topográfico 1 (≈ 76 km) da zona de transição entre o Planalto Rebaixado do Baixo Amazonas e a depressão Periférica do Sul do Pará.

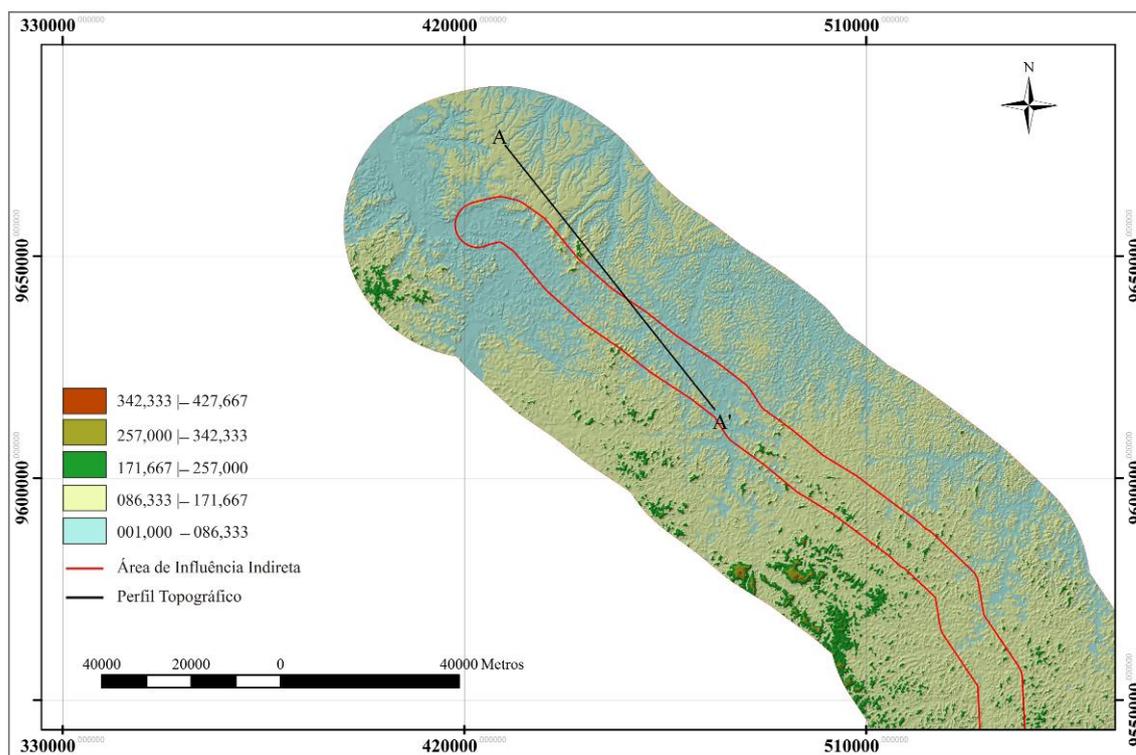


Figura 6.2-63 - Disposição do perfil topográfico 1 em relação a área de estudo

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA



Figura 6.2-64 - Perfil topográfico 2 (≈ 183 km) na zona onde interrupção da Depressão Periférica do Sul do Pará pelo Planalto Dissecado do Sul do Pará.

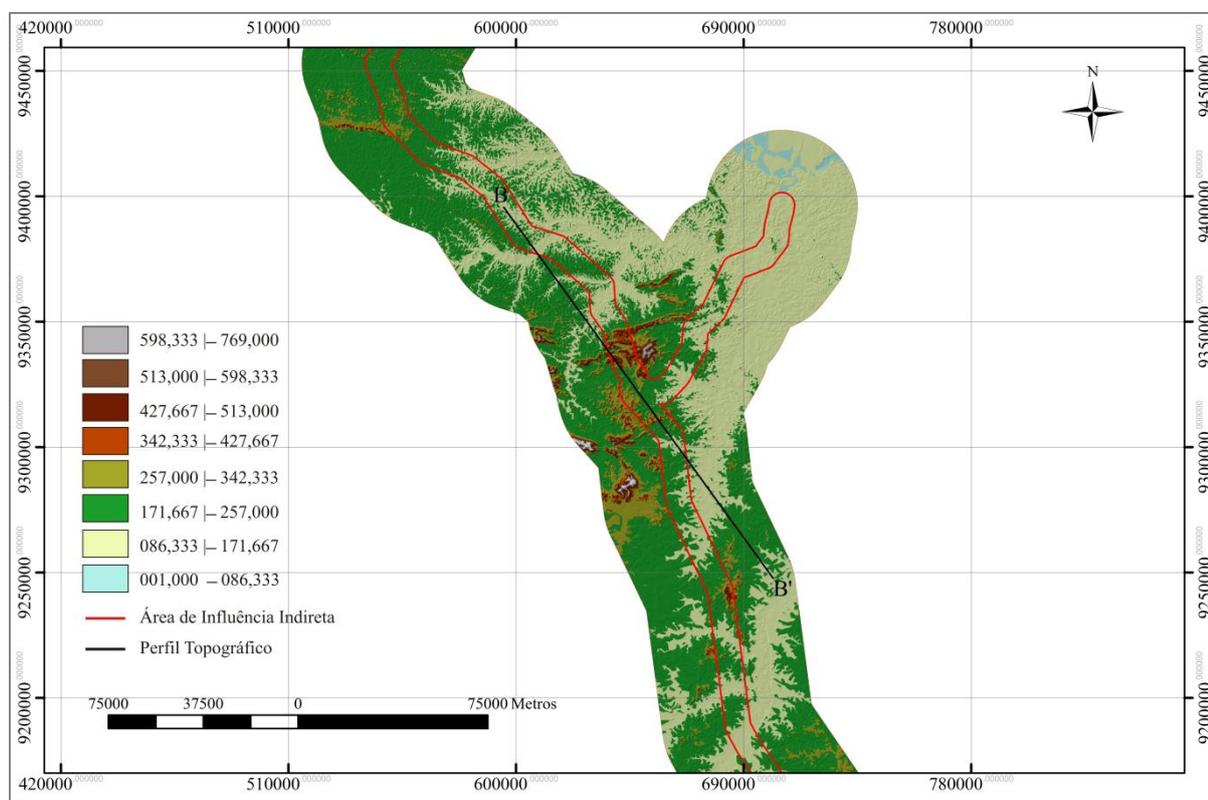


Figura 6.2-65 - Disposição do perfil topográfico 2 em relação a área de estudo.

Processo semelhante é observado na elaboração da Depressão Ortoclinal do Médio Tocantins. Nesta, porém a superfície se desenvolve sobre formações paleozoicas da bacia sedimentar do Piauí/Maranhão, apresentando mergulho suave em direção à calha do rio Tocantins. A Depressão do Tocantins é ortoclinal em relação às escarpas cuestiformes do Planalto Sedimentar Piauí/Maranhão (não presente na área de estudo) e por sua disposição transversal à estrutura monoclin de truncamento (BRASIL, 19981). A Figura 6.2-66 mostra as variações altimétricas na zona de transição entre a Depressão Periférica do Sul do Pará e a Depressão Ortoclinal do Médio Tocantins. A disposição do perfil topográfico em relação a área de estudo é apresentada na Figura 6.2-67.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA

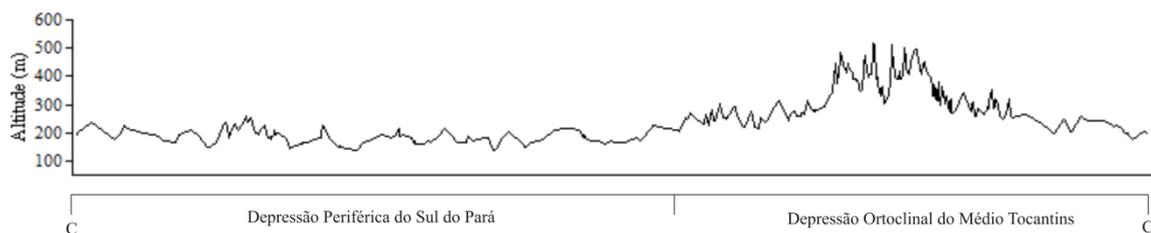


Figura 6.2-66 - Perfil topográfico 3 (≈ 356 km) da zona de transição entre a Depressão Periférica do Sul do Pará e a Depressão Ortoclinal do Médio Tocantins.

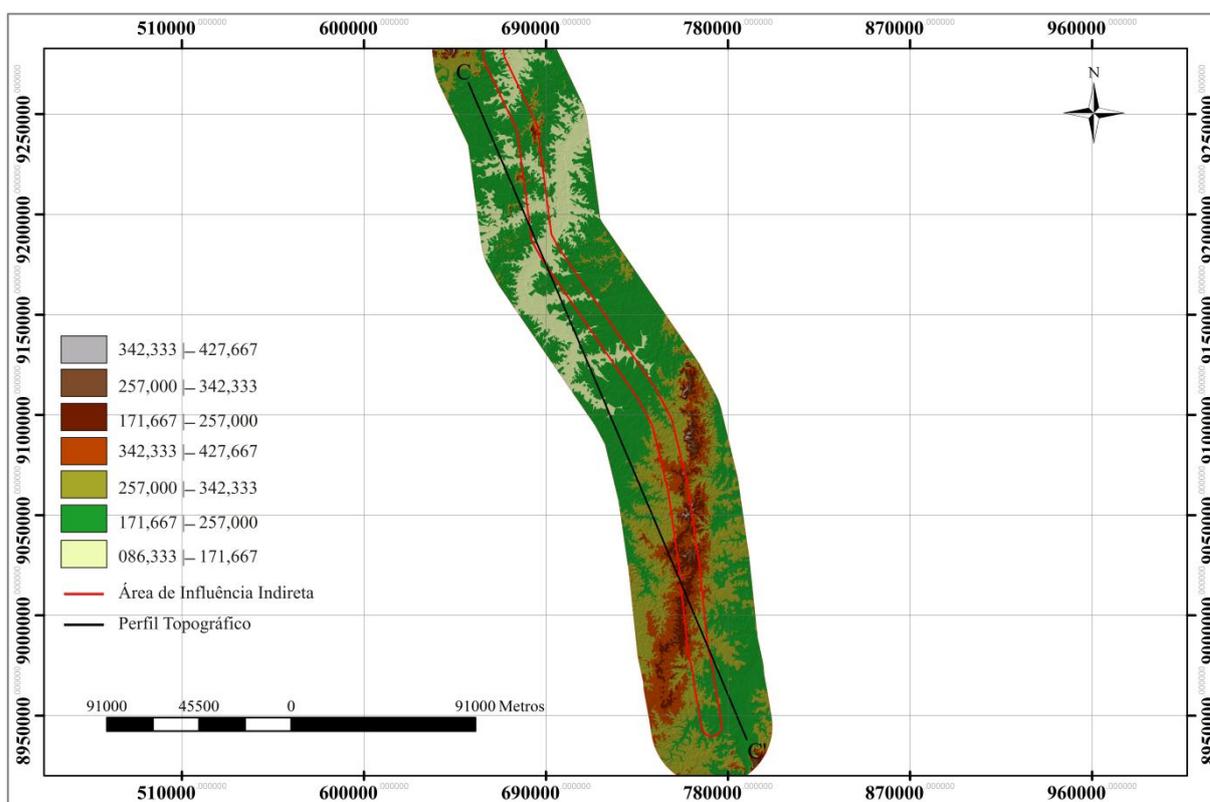


Figura 6.2-67 - Disposição do Perfil 3 topográfico em relação a área de estudo.

Apesar da grande extensão do delineamento projetado para o empreendimento, a área definida para o diagnóstico ambiental apresenta relativa homogeneidade quanto aos fatos geomorfológicos predominantes. Esta condição se deve a abrangência marcante de relevos elaborados sobre zonas de pediplanação pleistocênica da Depressão Periférica do Sul do Pará, a qual corresponde a aproximadamente 83% da área total (≈ 8.033,36 km²). A distribuição espacial das unidades geomorfológicas observadas neste estudo é apresentada no mapa geomorfológico da área de influência indireta do empreendimento (Apêndice 6.9).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas*Estudo de Impacto Ambiental - EIA*

De forma resumida e sistematizada uma parte dos resultados dos estudos geomorfológicos pode ser visualizada a Tabela 6.2-19 no texto de Pedologia. Na referida tabela são encontradas, também informações a respeito dos solos e da geologia, além da localização dos pontos observados.

Abaixo, são apresentadas de forma mais detalhada as 04 (quatro) Unidades Geomorfológicas identificadas na área de estudo das LT's.

Planalto Rebaixado do Baixo Amazonas (PRBA)

Superfície do Pediplano Pleistocênico onde houve a retomada do processo erosivo, apresentando marcas da transgressão flandriana, com chegada da floresta até a margem escarpada do rio Xingú. Encontra-se incluída no domínio morfoclimático dos planaltos amazônicos rebaixados ou dissecados revestidos por florestas densas (BRASIL, 1974). Sua ocorrência na área de estudo compreende apenas uma pequena parte da unidade, onde esta faz limites com a Depressão Periférica do Sul do Pará. É compreendida pelas porções leste, sul e norte, dos municípios de Vitória do Xingú, Senador Porfírio e Anapú, respectivamente, sendo o último àquele que compreende a maior parte da área de interesse da unidade. Desenvolvendo-se sobre rochas do terciário, é caracterizada pelo predomínio de formas de dissecação com colinas de topos convexos ou aguçados, Dca44 (Figura 6.2-68), evoluindo para relevos mais suavizados, com predomínio de dissecação de topos tabulares, Dct23, nas cotas mais altas, entre 80 a 130 m (Figura 6.2-69). Associa-se frequentemente a solos caulíníticos de textura média à argilosa, podendo ocorrerem, nas zonas de maior movimentação, solos em estágio incipiente de evolução.



Figura 6.2-68. Formas de dissecação de topo convexo e aguçado do Planalto Rebaixado do Baixo Amazonas. Registro realizado na margem direita do Rio Xingu no município de Anapu/PA.

Fonte: Bourscheid (2014).



Figura 6.2-69. Forma de dissecação de topo tabular do Planalto Rebaixado do Baixo Amazonas.

Fonte: Bourscheid (2014).

Depressão Periférica do Sul do Pará (DPSP)

Resulta da ação de processos erosivos Pós-Pliocênicos que elaboraram uma ampla faixa de circundesnudação na periferia das bacias paleozoicas do Piauí-Maranhão e Amazonas. Está incluída na faixa de transição de domínios morfoclimáticos em

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas*Estudo de Impacto Ambiental - EIA*

depressões e colinas revestidas por floresta aberta mista (BRASIL, 1974). Desenvolvendo-se basicamente sobre rochas metamórficas Pré-Cambrianas, ocorre em quase toda extensão da área de estudo. Na faixa que compreende os municípios de Anapú e oeste do município de Pacajá, a qual é descrita no mapeamento do IBGE (2006) como Planaltos Residuais do Sul da Amazônia, apresenta relevos colinosos de topos aguçados com vales encaixados e padrão de drenagem com densidade e profundidade de média a alta, Dt13, Dc11, Dc22, Dc34Dca32, Dca33, Dca34, Dc44, Dca44 (Figura 6.2-70). Já na faixa que compreende o leste do município de Pacajá e praticamente todo o município de Novo Repartimento, ocorrem formas de dissecação semelhantes, porém com vales mais suavizados, Dct11, Dc22, Dct22, Dcat22, Dc21, Dta33, Dcta33, Dc32, Dc33, Dc34, Dca33, alternando com relevos colinosos com topos aplainados e padrão de drenagem com densidade e profundidade de baixa a média, frequentemente associadas à presença de *inselbergs*, isolados ou agrupados, Dcar43, Dca43, Dca44, Dk44 (Figura 6.2-71).



Figura 6.2-70. Formas de dissecação com topos convexos e aguçados da Depressão Periférica do Sul do Pará (Planaltos Residuais do Sul da Amazônia segundo IBGE/2006).

Fonte: Bourscheid (2014).



Figura 6.2-71. Alternância entre formas de dissecção com topos aguçados e aplainados na Depressão Periférica do Sul do Pará.

Fonte: Bourscheid (2014).

Em seguida, há uma ampla zona de domínio de formas mais suavizadas com pediplanos e dissecções tabulares de baixa profundidade e densidade de drenagem, Pgi, Dct12, Dct13, Dc22, Dcr22, Dca23, com ocorrência de algumas planícies de inundação, Apf, até o município de Marabá onde a unidade é interrompida pelo Planalto Dissecado do Sul do Pará (Figura 6.2-72). Nesta zona de contato, entre a Depressão Periférica do Sul do Pará e o Planalto Dissecado do Sul do Pará, predominam relevos dissecados de topos aguçados com vales profundos, Dca44, Dar44 (Figura 6.2-73), intercalado por superfícies pediplanas, Pgi, voltando a ocorrer o padrão de relevo anterior em parte do município de Curionópolis/PA.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA



Figura 6.2-72. Superfícies pediplanas da Depressão Periférica do Sul do Pará.

Fonte: Bourscheid (2014).



Figura 6.2-73. Formas de dissecção com topos aguçados predominantes nas zonas de contato entre Depressão Periférica do Sul do Pará e o Planalto Dissecado do Sul do Pará.

Fonte: Bourscheid (2014).

Na porção sul do município de Curionópolis, onde observa-se o início da unidade Depressão do Baixo Rio Araguaia descrita no mapeamento IBGE (2006), predominam superfícies pediplanas, Pgi, ocorrendo, porém, *inselbergs* e dissecções em cristas e ravinhas, Dkr55, em parte dos municípios paraenses de Curionópolis e Floresta do

Araguaia (Figura 6.2-74). Um nível mais elevado de colinas com média densidade e profundidade da drenagem, Pgi, Dt11, Dt13, Dct13, Dct22, Dct34, Da33, Dcr34, também com ocorrência de planície fluvial, Apf, ocorre na faixa que compreende o sul dos municípios do estado do Tocantins de Bernardo Sayão e Bandeirantes do Tocantins e a Serra do Estrondo, sendo esta a zona de transição desta unidade com a Depressão Ortoclinal do Médio Tocantins (Figura 6.2-75). Ainda, na porção leste do município de Marabá, ocorrem superfícies dissecadas de topo convexo e morros baixos, Dct11, Dc11, Dc22, Dc32, Dca33, Dc43, Dca44, Dar44, desenvolvidas sobre rochas Pré-Cambrianas rebaixadas pela retomada da erosão orogênica. A referida zona é descrita como Patamar de Marabá pelo mapeamento do IBGE (2006) (Figura 6.2-76).



Figura 6.2-74. Superfícies pediplanas da Depressão Periférica do Sul do Pará ao longo da rodovia PA150 (Depressão do Baixo Rio Araguaia, descrita no mapeamento IBGE/2006).

Fonte: Bourscheid (2014).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA



Figura 6.2-75. Superfície colinosa da Depressão Periférica do Sul do Pará (Depressão do Baixo Rio Araguaia) limitada pela Serra do Estrondo (ao fundo).

Fonte: Bourscheid (2014).



Figura 6.2-76. Dissecção em colinas de rochas Pré-Cambrianas da Depressão Periférica do Sul do Pará (Patamar de Marabá).

Fonte: Bourscheid (2014).

De forma geral, a unidade apresenta-se predominantemente associada a solos caulíníficos de textura média, com presença do horizonte iluvial, havendo também expressiva ocorrência de solos rasos e em estágio incipiente de evolução nas zonas de maior movimentação do relevo.

Planalto Dissecado do Sul do Pará (PDSP).

Englobando unidades como Serra dos Carajás e Serra Pelada, é constituído por fortes dobramentos de rochas Pré-Cambrianas em sua porção compreendida pela área de estudo, podendo ser caracterizado como um relevo de feições apalachianas localizadas, intensamente submetidas a processos variados de dissecção e deformadas por uma elevada densidade de vales encaixados, Dcr33, Dk44, Dkr55. Localiza-se em parte dos municípios paraenses de Marabá e Curionópolis, sendo caracterizada pela ocorrência de superfícies dissecadas com presença de ravinas e/ou cristas, com drenos profundos (Figura 6.2-77), circundadas por dissecções em colinas e relevos pediplanos, nas cotas mais baixas (170 - 200 m). Nesta unidade, predominam solos rasos e jovens, os quais podem estar associados a solos caulíníticos/oxídicos ou solos caulíníticos com presença de horizonte iluvial de textura média à argilosa. Em áreas colinosas, predominam solos caulíníticos com presença de horizonte iluvial e com textura argilosa.



Figura 6.2-77. Relevo com dissecção em ravinas e cristas no Planalto Dissecado do Sul do Pará.

Fonte: Bourscheid (2014).

Depressão Ortoclinal do Médio Tocantins (DOMT).

Compreendendo a porção do extremo sul da área de estudo, na faixa entre os municípios de Itaporã do Tocantins a Miracema do Tocantins, todos no estado do Tocantins. Esta unidade constitui-se essencialmente de amplos patamares estruturais das formações paleozoicas da Bacia Sedimentar do Piauí-Maranhão, submetidos a processos de pedimentação e geralmente escalonados, com caimento suave para a calha do Rio

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas*Estudo de Impacto Ambiental - EIA*

Tocantins. Delimita-se com a Depressão Periférica do Sul do Pará pela Serra do Estrondo a qual se configura por um conjunto de cristas e topos aplainados, Da44, Dkr55 (Figura 6.2-78). Na Serra do Estrondo, localizada em parte dos municípios de Pequizeiro, Itaporã do Tocantins e Colméia, as cristas e topos são entalhadas por uma drenagem cataclinal e anaclinal, que formam numerosas *chevrans* nas camadas paleozoicas. Na faixa que se estende do sudoeste do município de Guaraí ao norte do município de Miracema do Tocantins, são observadas amplas superfícies aplainadas, com predomínio de dissecação tabular, Pgi, Dct11, Dt12, Dt13, Dc22, Dcr23, Dc33, Dca33 (Figura 6.2-79). A unidade está associada à ocorrência predominante de solos rasos, os quais podem estar associados a solos caulíticos com presença de horizontes iluviais.



Figura 6.2-78. Serra do Estrondo na Depressão Ortoclinal do Médio Tocantins.

Fonte: Bourscheid (2014).



Figura 6.2-79. Formas tabulares de dissecação da Depressão Ortoclinal do Médio Tocantins.

Fonte: Bourscheid (2014).

6.2.4.2.2.1 - Suscetibilidade a Processos Erosivos e Assoreamento de Cursos d'água

Considerada como um dos principais aspectos relacionados aos objetivos de um estudo ambiental, a identificação de áreas com maior suscetibilidade a perdas de solo é fundamental para a elaboração de medidas de prevenção ou mitigação de ações que contribuam para a redução do problema. A ferramenta mais amplamente utilizada para este fim é, a Equação Universal de Perda de Solo (WISCHMEIER & SMITH, 1978), em sua versão revisada (*Revised Universal Soil Loss Equation – RUSLE*), desenvolvida por Renard *et. al.* (1997). Embora esta seja uma ferramenta poderosa para o monitoramento de sedimentos em bacias hidrográficas, sua utilização requer a observação de uma série de pressuposições a fim de evitar a produção de informações de acurácia duvidosa.

Os aspectos mais importantes a serem considerados na utilização da RUSLE é a necessidade de calibração do modelo para aplicação em determinada bacia e o tipo de informação gerada. No processo de modelagem de sistemas dinâmicos são necessárias simplificações, de forma que o modelo expresse apenas as variáveis de maior relevância para a produção do resultado do fenômeno avaliado. O efeito das demais variáveis, bem como o relacionamento destas com aquelas presentes no modelo, são todos absorvidos pelos coeficientes, cujos valores são obtidos por processos de otimização. Considerando o caráter estático da RUSLE, é fundamental que os coeficientes expressem a dinâmica do

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas*Estudo de Impacto Ambiental - EIA*

sistema, sendo pouco provável que bacias diferentes apresentem os mesmos relacionamentos entre suas variáveis. A falta de acurácia da informação produzida pode ser ainda mais acentuada quando consideradas regiões com características muito distintas daquelas para onde o modelo foi desenvolvido e calibrado. Neste sentido, a aplicação da RUSLE, sem a prévia calibração para a área de interesse, produziria apenas uma informação aproximada, ou qualitativa. Além disso, o modelo foi desenvolvido para avaliação da taxa de sedimentação em bacias hidrográficas, o que necessariamente não está relacionado à suscetibilidade dos solos à erosão. Solos rasos e desenvolvidos sobre rochas graníticas podem apresentar suscetibilidade moderada quando modelados sob cobertura florestal, o que não reflete sua real condição de baixa estabilidade. Outro complicador para a utilização da RUSLE é extensão da área estudada. A abrangência de diferentes bacias e sub-bacias, bem como a grande diversidade da cobertura, do manejo e das propriedades do solo torna o processo de parametrização demasiadamente complexo, o que poderia culminar na produção de informações incoerentes.

Por outro lado, a utilização de modelos para descrição de fenômenos naturais deve ser opção apenas quando da impossibilidade de realização de observações *in situ*, visto que este representa uma simplificação dos processos que ocorrem no mundo real. Neste sentido, a logística das atividades de campo, bem como a densidade da malha amostral (153 pontos), foi planejada de forma a possibilitar a observação *in situ* de todas as variações geológicas, geomorfológicas e pedológicas da área de estudo. Além disso, a intensidade do efeito dos fatores climáticos sobre a ocorrência de processos erosivos pôde ser identificada por avaliação morfológica dos horizontes do solo e do grau de deposição de sedimentos nas drenagens. Desta forma, optou-se no presente estudo pela não adoção da RUSLE para determinação da suscetibilidade à erosão, sendo esta procedida a partir de observações de campo.

Considerando o jogo de forças que determinam a suscetibilidade à erosão de uma determinada superfície, é notório o efeito destacado do componente gravitacional sobre a resultante do processo de remoção de partículas. Embora na área ocorram solos com diferenças marcantes quanto aos atributos mecânicos, a distribuição das classes na área de estudo faz com que variações quanto à suscetibilidade a erosão estejam ligadas fundamentalmente à inclinação do terreno. Além da componente gravitacional, o relevo também exerce influência na magnitude do componente cinético relacionado ao movimento de água na superfície, sendo este resultado dos parâmetros declividade e comprimento das vertentes. Contudo, o efeito antagônico das forças relacionadas à

interação entre as partículas também é um componente importante do processo, sendo este, resultado de propriedades mineralógicas herdadas do material rochoso.

Embora grande parte dos estudos desenvolvidos para avaliação da suscetibilidade a erosão considere o efeito do tipo de uso do solo como um parâmetro de grande importância, é necessária cautela ao inferir sobre mecanismos de perda de solo com base em resultados obtidos, principalmente a partir da aplicação de modelos. De fato, há aparentemente pouca compreensão por parte de usuários sobre as limitações do uso de determinadas ferramentas computacionais na descrição de fenômenos naturais. Um dos aspectos mais fundamentais, no que diz respeito à classificação da suscetibilidade à erosão é o estabelecimento de sua finalidade. No caso de obras de engenharia, o principal enfoque deve ser dado aos aspectos dinâmicos relacionados a propriedades intrínsecas do solo, visto que as prospecções devem ser feitas considerando o empreendimento já instalado. Desta forma, deve-se inferir acerca da resiliência do solo frente aos impactos causado pelas obras de instalação.

Para este estudo, além do uso do solo em atividades pecuárias em quase toda área prevista para instalação do empreendimento, das características da atividade a ser implantada e da escalada de trabalho, optou-se pelo isolamento do parâmetro uso do solo principalmente em função do método indicado para determinação da classe de suscetibilidade. Segundo Ramalho Filho (1995), na versão mais atual do Sistema de Avaliação e Aptidão Agrícola das Terras publicado pelo Centro Nacional de Pesquisa de Solos (CNPq - Embrapa), que incorporou o Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo (SNLCS), a suscetibilidade à erosão deve considerar as condições do solo, do relevo, do clima e da vegetação.

Desta forma, a magnitude dos efeitos do relevo foi considerada a partir da inclinação e comprimento das vertentes, e o tipo de dissecação predominante, sendo este último um indicador do mecanismo de erosão atuante sobre a superfície. Embora possam ser derivados de modelos de elevação, estes atributos estão indiretamente relacionados aos modelados descritos para a área de estudo. Em relação ao solo foram considerados os atributos morfológicos relacionados ao movimento de água no perfil, sendo considerada a influência do tipo de material de origem sobre o grau de estruturação da matriz. Desta forma, mapa de suscetibilidade à erosão (Apêndice 6.10) foi elaborado com base no delineamento já estabelecido no mapa geomorfológico, sendo as classes diferenciadas em termos da classe de solo e material de origem predominantes dentro da faixa compreendida por cada modelado. Este procedimento privilegia as informações

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas*Estudo de Impacto Ambiental - EIA*

obtidas em campo e o conhecimento técnico do profissional em detrimento do tratamento algébrico computacional automático, amplamente adotado, o qual muitas vezes é utilizado sem a requerida base matemática necessária para a derivação de inferências acerca do fenômeno estudado.

Ao longo da área de estudo, foram identificadas 04 (quatro) classes de suscetibilidade à erosão, são elas: ligeira, moderada, forte e muito forte. As mesmas, são descritas a seguir e podem ser visualizadas no Apêndice 6.10.

Nas áreas classificadas como ligeiramente suscetíveis à erosão, as quais correspondem a aproximadamente 10% da área de estudo, estão presentes solos evoluídos desenvolvidos sobre rochas metamórficas pré-cambrianas, onde predominam relevos pediplanos ou com dissecação discreta com pouca incisão da rede de drenagem. Naquelas classificadas como moderadamente suscetíveis, que respondem por aproximadamente 30% da área, observam-se os mesmos solos descritos para a classe de suscetibilidade ligeira, porém em relevos com dissecação um pouco mais pronunciada. Além destes, observam-se solos arenosos desenvolvidos em planícies fluviais. Também se observam solos rasos desenvolvidos sobre materiais diversos, porém em zonas de relevo aplainado ou com dissecação suave. Correspondendo a maior proporção da área de estudo, aproximadamente 43%, as áreas fortemente suscetíveis apresentam predomínio de solos evoluídos, desenvolvidos sobre rochas sedimentares localizados em zonas de relevo movimentado e de maior intensidade da dissecação. Também são considerados como integrantes desta classe solos rasos localizados em superfícies de dissecação moderada. Já as áreas classificadas como muito fortemente suscetíveis, que abrangem aproximadamente 17% da área, predominam superfícies de grande movimentação onde os processos morfogenéticos superam a pedogênese. Ocorrem principalmente solos rasos, podendo haver também solos mais desenvolvidos, porém localizados em superfícies de grande declividade.

De forma geral, a área de estudo apresenta suscetibilidade ao desencadeamento de processos erosivos de moderada a forte (73% da AII), em função da predominância de Argissolos e Neossolos. Contudo, é possível a particularização de zonas com maior e menor intensidade do processo, em uma escala que vai desde uma suscetibilidade fraca onde predominam solos oxídicos profundos em relevo pediplano e desenvolvidos sobre rochas básicas (Figura 6.2-80), a uma suscetibilidade muito forte onde predominam solos rasos em relevo fortemente ondulado a montanhoso desenvolvido sobre rochas ácidas e básicas (Figura 6.2-81). A observação dos sedimentos nos vales das vertentes

tornou evidente a variação da intensidade dos fatores climáticos sobre os processos erosivos. Em zonas submetidas às mesmas condições de uso e manejo do solo, verificou-se uma deposição de sedimentos maior na faixa que compreende os municípios de Vitória do Xingú e Novo Repartimento no Pará, consequência do maior potencial erosivo das chuvas na região. A descrição das classes de suscetibilidade a erosão é apresentada na Tabela 6.2-15.



Figura 6.2-80 - Superfície pediplana de baixa suscetibilidade à erosão.

Fonte: Bourscheid (2014).



Figura 6.2-81. Morros em crista com alta suscetibilidade à erosão.

Fonte: Bourscheid (2014).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Tabela 6.2-15. Grau de Suscetibilidade à Erosão.

Classe Erosão	Geomorfologia		Solo	Geologia	
	Unidades	Modelados		Unidades	Litologias
Ligeira	DPSP, DOMT	Pgi	LA, LV	Complexo Cajazeiras, Crosta Laterítica, Complexo Colméia	Granulitos, Gnaisses, Anfibolitos
		Dc11, Dct11, Dt12, Dt13, Dct12	PA, PVA, PV	Complexo Cajazeiras, Formação Couto Magalhães, Complexo Colméia, Complexo Serra do Tapa, Crosta Laterítica, Granulito Novolândia, Grupo Itapecuru, Complexo Aruanã	Granulitos, Xistos, Gnaisses, Talco, Xisto, Pelitos
Moderada	DPSP	Dc22, Dc23, Dc33	LA, LV	Complexo Cajazeiras, Complexo Granulítico Estrela, Complexo Xingú, Gabro Santa Inês, Grupo Rio Novo	Granulitos, Gnaisses, Gabros, Formações Ferríferas
		Dct13, Dc21, Dct22, Dc22, Dcr22, Dca32	PA, PVA	Suíte Intrusiva João Jorge, Complexo Cajazeiras, Granodiorito Belo Monte, Granulito Novolândia, Granito Serra do Rabo	Granitoides, Granulitos, Gnaisses
		Dc22, Dc32, Dca23, Dca32, Dca33	PA, PVA, PV	Granulito Novolândia, Ortognaisse Pacajá, Formação Couto Magalhães, Complexo Xingú, Complexo Aruanã, Grupo Itapecuru, Complexo Bacajá	Gnaisses, Xistos, Pelitos
		Apf, Dt13, Dc11	RQ	Depósitos Aluvionares, Formação Rio das Barreiras	Cascalho, Areia, Silte, Xistos
	DOMT, DPSP	Dt11, Dt12, Dt13, Dct11, Dct13, Dct22, Dc22	RL, RR	Complexo Colméia, Depósitos Aluvionares, Grupo Canindé, Grupo Rio Novo, Complexo Quatipuru, Formação Xambioá, Formação Couto Magalhães, Grupo Aruanã, Complexo Serra do Tapa, Granodiorito Belo Monte	Gnaisses, Cascalho, Areia, Silte, Siltitos, Argilitos, Formações Ferríferas, Xistos, Talco Xisto, Granitoides
Forte	DPSP	Dcrt34, Dc34, Dca42	LA, LVA, LV	Complexo Cajazeiras, Complexo Xingú, Crosta Laterítica Imatura, Complexo, Bacajá	Granulitos, Gnaisses, Concreções Hematita e Goethita

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Classe Erosão	Geomorfologia		Solo	Geologia	
	Unidades	Modelados		Unidades	Litologias
		Dcta22, Dta33, Dc32, Dca32, Dc33, Dcta33, Dca33	PA, PVA	Complexo Cajazeiras, Suíte Intrusiva São Jorge, Granodiorito Belo Monte	Granulitos, Granitóides
		Dca32	PVA	Bacia do Amazonas - Grupo Urupadi	Arenitos
		Dcta22, Dc32, Dc33, Dcr33, Dct34, Dca34	PA, PVA, PV	Ortognaisse Pacajá, Grupo Rio Novo, Complexo Bacajaí, Formação Couto Magalhães, Complexo Xingú, Complexo Serra do Tapa	Gnaisses, Formações Ferríferas, Xistos, Talco Xistos
	DPSP, DOMT	Dcr23, Dc33, Dcar23, Dca32, Dca33	RL, RR	Formação Couto Magalhães, Formação Xambioá, Complexo Xingú, Grupo Canindé, Complexo Bacajaí, Complexo Aruanã	Xistos, Gnaisses, Siltitos, Argilitos
Muito Forte	PDSP, DPSP	Dca44, Dkr55	LVA, LV	Grupo Rio Novo, Complexo Cajazeiras	Formações Ferríferas, Granulitos
	DPSP	Dc34, Dcr34, Dcar43, Dca44	PVA, PV	Granodiorito Belo Monte, Suíte Intrusiva São Jorge, Complexo Cajazeiras, Grupo Itapecuru	Granitoides, Granulitos, Pelitos
		Dca44	NV	Ortognaisse Pacajá	Gnaisses
	DPSP, DOMT	Dcar43, Da44, Dar44	PVA, PV	Complexo Aruanã, Ortognaisse Pacajá, Complexo Colméia, Complexo Xingú	Gnaisses, Milonitos, Anfibolitos
	DPSP, DOMT, PDSP	Dta33, Dca32, Dct34, Dca43, Dca44, Dra44, Dk44, Dkr55	RL, RR, CX	Complexo Cajazeiras, Granito Serra do Rabo, Complexo Serra do Tapa, Suíte Intrusiva São Jorge, Formação Couto Magalhães, Ganulito Novolândia, Grupo Rio Novo, Complexo Colméia	Granulitos, Granitóides, Talco Xistos, Xistos, Gnaisses, Formações Ferríferas

Fonte: Bourscheid (2014).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas*Estudo de Impacto Ambiental - EIA*

A tendência ao assoreamento de corpos d'água segue basicamente os mesmos padrões descritos para a suscetibilidade ao desencadeamento de processos erosivos. Contudo, as características hidrográficas da região revelam uma variação também nos padrões de suscetibilidade ao assoreamento visto que o processo é minimizado em rios de elevada vazão, comuns principalmente na região da Floresta Amazônica ao norte da área de estudo.

6.2.4.2.2.2 - Suscetibilidade ao desencadeamento de Movimento de Massa

Zonas com maior suscetibilidade a movimento de massa são observadas em pontos específicos da área de estudo, mais especificamente nas zonas compreendidas pela Serra do Sereno e Serra do Estrondo, nos Planaltos Dissecados do Sul do Pará e Depressão Ortoclinal do Médio Tocantins, respectivamente. Em ambas é observada a tendência ao deslizamento de rochas e solo, como resultado do faturamento plano paralelo de rochas metassedimentares e ortognaisses (Figura 6.2-82). Contudo, embora ocorram *inselbergs* com certa frequência na zona compreendida pela Depressão Periférica do Sul do Pará, que compreende a maior parte da área de estudo, a ampla dominância de relevos colinosos torna a suscetibilidade ao desencadeamento de movimentos de massa restritos aos locais sobreditos.



Figura 6.2-82. Zona com tendência ao deslizamento de rochas na Serra do Sereno

Fonte: Bourscheid (2014).

6.2.4.2.3 - Conclusões

De forma geral, a combinação dos padrões geomorfológicos e pedológicos evidencia a tendência ao desencadeamento de processos erosivos na área de estudo. Zonas com agravamento da vulnerabilidade em função da maior declividade são observadas em grupamentos de *inselbergs*, frequentes na faixa compreendida pela Depressão Periférica do Sul do Pará, e nas zonas de relevo em crista das Serras do Sereno e do Estrondo. Este agravamento também é observado em zonas de relevo aplainado das planícies de inundação em função dos atributos dos solos predominantes. Ainda, as formas de relevo predominantes nas Serras do Sereno e Estrondo, associados às características das rochas que predominam nestas áreas, potencializam a suscetibilidade de tais zonas ao movimento de massa, principalmente no período de precipitação mais intensa. Neste sentido, o desenvolvimento de atividades potencialmente degradadoras, ou que possam potencializar o risco de movimentos de massa, previstas no processo de instalação do empreendimento, devem ser realizadas considerando os aspectos relacionados à vulnerabilidade da área, bem como suas variações, minimizando a possibilidade de ocorrência de acidentes e degradação ambiental.

6.2.4.3 - Geotécnica

O presente capítulo tem por objetivo apresentar a caracterização geotécnica para os diferentes grupos de litotipos identificados na área de influência direta (AID) do empreendimento, por meio da análise integrada dos dados de geologia, geomorfologia e pedologia, acrescidas das informações a cerca da declividade, do comportamento mecânico dos solos, hidrológico e climatológico, considerando também o uso e ocupação do solo e os processos erosivos instalados. Esse mapeamento é importante, pois permite identificar os diferentes comportamentos de cada um desses grupos frente às obras para implantação das linhas de transmissão.

6.2.4.3.1 - Metodologia

Os trabalhos de geotecnia e determinação das classes e dos graus de vulnerabilidade geotécnica foram realizados em três etapas distintas: uma etapa preliminar pré campo; etapa de campo, onde foram levantadas observações *in loco* e tomadas fotografias dos terrenos; e uma etapa pós-campo de compilação e integração dos dados.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

A etapa pré-campo consistiu no levantamento bibliográfico disponível, bem como aquisição de mapas e imagens de satélites disponíveis para a área de influência direta e que conduziram e orientaram a coleta das informações durante a etapa de campo.

Durante o período de 09/02 a 12/03/2014 foi realizado trabalho de campo com objetivo de realizar a caracterização do meio físico do empreendimento. A análise foi realizada de forma integrada, onde foram obtidos e discutidos as feições pedológicas, geomorfológicas, geológicas e geotécnicas observadas na AID e All do empreendimento, com ênfase para a AID. Sob o ponto de vista geotécnico, foram observadas as diferentes características dos terrenos, processos geradores de riscos e possíveis interferências relacionadas ao empreendimento.

Por fim, na etapa pós campo foi realizada a compilação das informações levantadas, cruzamento dos dados pedológicos, geomorfológicos e geológicos, a fim de determinar as diferentes unidades geológico-geotécnicas presentes na área do empreendimento, suas características e os riscos associados a cada uma delas. Nestas descrições, entende-se por escavabilidade como a maior ou menor facilidade do maciço em ser escavado. Também nesta etapa foram determinadas as classes de vulnerabilidade geotécnica, bem como o mapa com a distribuição espacial das mesmas.

As classes de vulnerabilidade geotécnica foram determinadas segundo o método de Santos *et. al.* (2006), que por sua vez é baseado no estudo de Ross (1994), cuja sistemática de hierarquização nominal de fragilidades é atribuir valores e pesos: fraca (1), média (2), alta (3), considerando como parâmetros geomorfologia, pedologia e geologia.

A determinação das classes de vulnerabilidade geotécnica deu-se através da seguinte série de procedimentos operacionais:

- Análise dos padrões geomorfológicos aferidos em campo e espacializados no mapa da temática (Apêndice 6.11);
- Classificação dos solos com base na ordem e em seu gradiente textural e frente aos processos de erosão, movimentos de massa, colapsos e contaminação dos solos, segundo o Quadro 6.2-10 e Quadro 6.2-11. É preciso ressaltar que, na área do empreendimento foram verificadas regiões onde ocorrem associados mais de um tipo de solo, por exemplo, argissolos/latossolos (mais baixo risco) raramente associados à neossolos (mais alto risco). Nestes casos, foi considerada

a classe de solo predominante, para não haver um tendenciamento no grau de vulnerabilidade, minimizando a possibilidade de áreas com risco superestimado.

Quadro 6.2-10 - Hierarquia de vulnerabilidade x Unidade de solo.

Unidade de solo	Hierarquia de vulnerabilidade	Peso
Latosolos	Baixa	1
Nitossolos	Baixa	1
Argissolos	Intermediária	2
Cambiosolos	Intermediária	2
Organossolos	Alta	3
Gleissolos	Alta	3
Espodossolos	Alta	3
Neossolos	Alta	3

Fonte: Adaptado de Santos et. al. (2006).

Quadro 6.2-11 - Hierarquia de vulnerabilidade x gradiente textural.

Textura	Hierarquia de vulnerabilidade	Peso
Argilosa	Baixa	1
Argilosa/Média	Baixa	1
Média/Siltosa	Intermediária	2
Arenosa/Média	Muito Alta	3
Arenosa	Muito Alta	3

Fonte: Adaptado de Santos et. al. (2006).

- Obtenção do Modelo Digital de Elevação (MDE), com base nos dados SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*, NASA, 2012), e do Mapa de Declividade (Apêndice 6.8), que potencializar a definição e atribuição dos pesos de acordo com o Quadro 6.2-12.

Quadro 6.2-12 - Hierarquia de vulnerabilidade x declividade do terreno.

Declividade	Hierarquia de vulnerabilidade	Peso
0 - 8%	Baixa	1
8 - 20%	Média	2
> 20%	Alta	3

Fonte: Adaptado de Santos et. al. (2006).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

- Definição do mapa de vulnerabilidade, por meio do cruzamento e confrontação dos dados de geomorfologia, pedologia e declividade, de modo a predominar sempre o algoritmo que representa a maior vulnerabilidade. O primeiro cruzamento foi realizado com base no cruzamento entre unidade de solo e textura de solo, conforme a Quadro 6.2-13 a seguir:

Quadro 6.2-13 - Matriz de tabulação entre as unidades de solo e a textura.

		Unidades de solo			
		Latossolo	Nitossolo	Argissolo e cambiossolo	Nessosolo, organossolo, gleissolo, espodossolo
Textura	Argilosa	11	11	12	13
	Argilosa/média	11	11	12	13
	Média/siltosa	21	21	22	23
	Arenosa/média	31	31	32	33
	Arenosa	31	31	32	33

Fonte: Adaptado de Santos et. al. (2006).

O resultado deste cruzamento foi a definição de 03 grupamentos principais (I, II, III): com vulnerabilidades baixa, intermediária e alta, respectivamente. Os grupamentos resultantes dos cruzamentos do Quadro acima, são classificados da seguinte maneira:

Grupamento I, vulnerabilidade baixa: 11.

Grupamento II, vulnerabilidade intermediária: 12, 21 e 22.

Grupamento III, vulnerabilidade alta: 13, 23, 31, 32 e 33.

Da mesma forma que para os solos, foi realizado o cruzamento entre esses grupamentos e a declividade, conforme o Quadro 6.2-14 a seguir:

Quadro 6.2-14 - Matriz de tabulação entre os agrupamentos e declividade.

		Agrupamentos		
		I	II	III
Declividade	0 - 8%	11	12	13
	8 - 20%	21	22	23
	> 20%	31	32	33

Fonte: Adaptado de Santos et. al. (2006).

Cabe ressaltar que, nestas etapas de cruzamentos foi elaborada uma pequena adaptação do método desenvolvido por Santos *et. al.* (2006). Nele, os cruzamentos são feitos considerando-se inicialmente 05 pesos (muito baixo = 1, baixo = 2, intermediário = 3, alto = 4 e muito alto = 5) e depois simplificava-se agrupando o resultado final em baixo, intermediário e alto, apenas. Isto levando-se em consideração o grau de subjetividade para separar os grupos muito baixo, baixo, alto e muito alto. Entende-se aqui que a simplificação, desde o começo dos cruzamentos, não altera o produto final e torna a aplicação do método mais simples.

- Por fim, as unidades geológicas de maior risco geotécnico associado, conforme as descrições das mesmas, foram classificadas como risco alto, sendo elas as rochas pertencentes às unidades: Depósitos Aluvionares, Formação Xambioá, Formação Couto Magalhães e Grupo Rio Novo, onde a suscetibilidade aos processos de erosão e movimentos de massa é mais elevada.

Os cruzamentos e as matrizes de dados utilizados foram realizadas utilizando-se uma plataforma de Sistema de Informações Geográficas (SIG). O mapa de vulnerabilidade geotécnica (Apêndice 6.11) foi confeccionado no software ArcGIS, versão 10.2, utilizando-se as ferramentas *intersect* no *ArcToolBox*.

6.2.4.3.2 - Resultados

Como resultados das análises integradas descritas na metodologia deste capítulo, os principais produtos da geotecnia são o Mapa de Vulnerabilidade Geotécnica, onde são apresentadas espacialmente as três classes de risco geotécnico identificadas para área de estudo: alta, intermediária e baixa. Através da análise integrada dos dados do Meio Físico constatou-se, conforme consta na Tabela 6.2-16 que na AID prepondera

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

intermediária vulnerabilidade geológica-geotécnica perfazendo em torno de 57% da mesma, esta classe ocorre quase que preponderantemente entre o trecho da SE Xingu – SE Parauapebas e SE Itacaiúnas, e ao longo de toda a AID e encontra-se associada a unidade geomorfológica da Depressão Periférica do Sul do Pará, compreendendo áreas com domínio de argissolos sobre rochas predominantemente granito-gnaissicas. A segunda classe de maior ocorrência são as de risco alto, que perfazem em torno de 36% da AID e está associado principalmente no trecho compreendido entre os municípios tocantinenses de Pau D’Arco e Miracema do Tocantins, onde são encontrados a maior parte dos neossolos da área de estudo. Estão associados principalmente ao domínio geomorfológico da Depressão Ortoclinal do Médio Tocantins e localmente no município de Curionópolis, no Planalto Dissecado do Sul do Pará onde os gradientes topográficos são mais acentuados. Os terrenos de baixa vulnerabilidade geotécnica perfazem aproximadamente 7% da AID e estão associados aos terrenos onde os latossolos são predominantes sobre as rochas dos complexos Cajazeiras e Xingu, nos municípios paraenses de Marabá e Curionópolis, respectivamente, associados a Depressão Periférica do Sul do Pará.

Tabela 6.2-16 - Vulnerabilidade Geológica-Geotécnica.

Vulnerabilidade Geológica-Geotécnica	AII		AID	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Baixa	65.517,24	7,52	7.330,81	7,21
Intermediária	472.329,15	54,21	57.536,88	56,62
Alta	324.718,38	37,27	36.347,55	35,77
Total	862.564,77	100	101.215,24	100

As Unidades Geológicas–Geotécnicas são definidas através da análise dos dados geológicos levando em consideração, principalmente, as relações existentes entre relevo, material inconsolidado e material rochoso. Com a análise desses elementos, é possível prever o comportamento de cada unidade frente aos processos de uso e ocupação do solo. A seguir são apresentadas as definições de sete unidades geológico-geotécnicas identificadas na área de estudo, estas, estabelecidas a partir das unidades litoestratigráficas definidas no Mapa Geológico (Apêndice 6.6).

➤ Unidade Geológico-Geotécnica depósitos aluvionares-coluvionares

Constituem os sedimentos recentes inconsolidados a semiconsolidados, quaternários, compostos por materiais com proporções variáveis de areia, silte, argila, cascalhos e seixos. Em geral, formam os terraços fluviais e depósitos em ambientes calmos lagunares, constituindo depósitos de barras de canais formados por sedimentos de tamanhos mais grossos (dominantemente arenosos) e planícies de inundação fluvial compostos por material mais fino (dominantemente argilosos a siltosos). Nas zonas de alagação das planícies podem apresentar matéria orgânica, dando origem a solos moles de coloração escura. Podem ocorrer nessa unidade também depósitos coluvionares, heterogêneos de granulometrias e composições variadas, associados a anfiteatros, vales e cristas estruturais, com níveis cascalhosos e/ou com seixos associados a depósitos aluvionares, estando, portanto, agrupados nesta mesma unidade geotécnica. Esta unidade apresenta uma grande variedade granulométrica, textural e estrutural dos materiais e, portanto, possui um comportamento geotécnico variável, embora de modo geral apresente baixas propriedades geotécnicas. A capacidade de suporte varia de baixa, nos terrenos onde ocorrem argilas moles até intermediárias nas áreas onde há concentrações de cascalho, blocos e fragmentos de rocha. As condições de escavabilidade são em geral fáceis ao longo dos terraços aluvionares, podendo ser dificultadas e moderadas em áreas onde ocorrem depósitos coluvionares com concentrações de blocos e fragmentos de rocha. As condições de suscetibilidade à erosão são elevadas nas margens de canais e terraços, bem como nas inundações e nos locais onde o nível de água é mais elevado. Devido a essas condições de inundação, nos locais onde o nível d'água é mais elevado a escavabilidade é limitada e podem ocorrer problemas construtivos relacionados à estabilidade dos taludes laterais nas escavações. Nos locais formados por material arenosos podem ser necessárias estruturas de contenção das paredes. A suscetibilidade a movimentos de massa é baixa nos terrenos aluvionares, podendo ser elevada nos depósitos coluvionares com alta declividade, onde os materiais são pouco coesos e sem estrutura interna.

As unidades geológicas que a compõem são: Depósitos Aluvionares (Figura 6.2-83).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

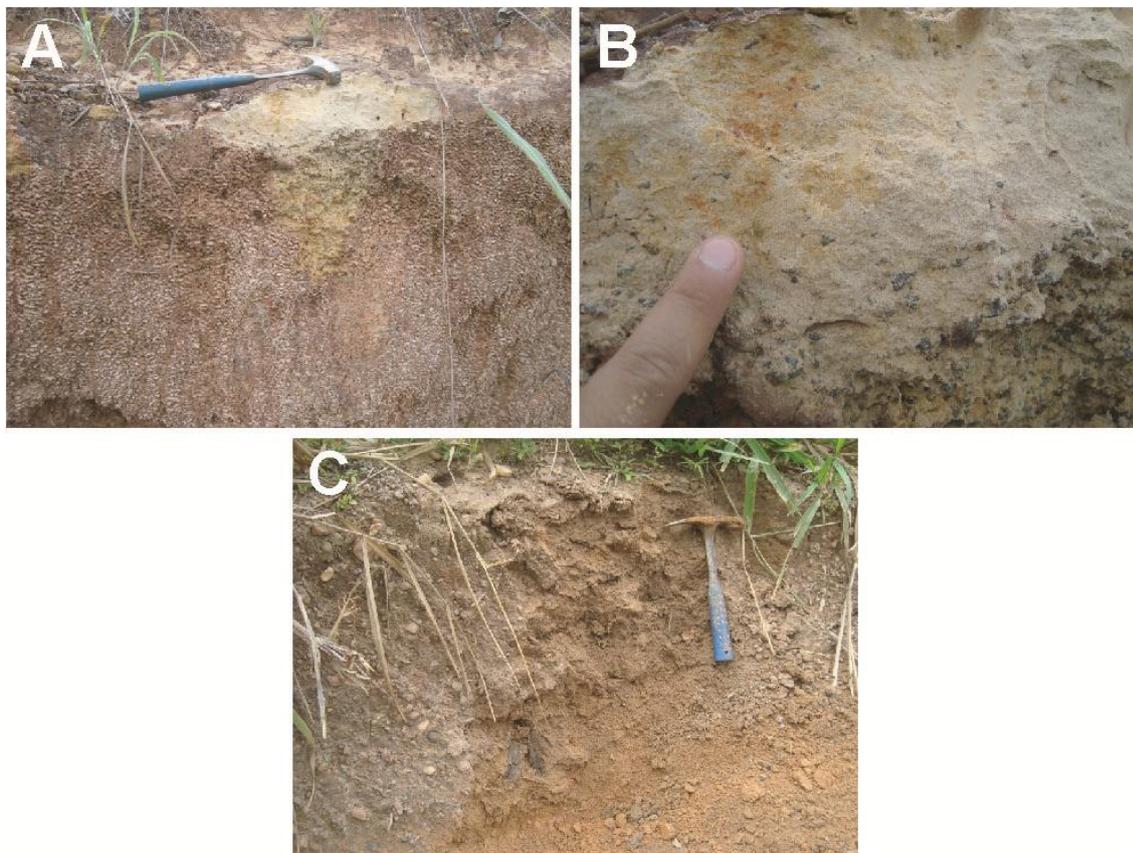


Figura 6.2-83 – Depósitos aluvionares. A e B) Depósitos aluvionares com arenitos muito finos e siltitos, com níveis de cascalhos de até 1cm. C) Níveis cascalhosos em depósitos aluvionares arenosos. Coordenadas UTM/WGS84 - 22S. A e B) 730990E/9120847N C) 611819E/9382474N.

➤ Unidade Geológico-Geotécnica crosta laterítica

Esta unidade é composta pelos depósitos de crosta laterítica, formada por níveis de hematita compacta, podendo originar concreções. As propriedades desta unidade variam de acordo com seu grau de decomposição e desenvolvimento. De modo geral, os depósitos lateríticos encontrados são imaturos e muito alterados. A escavabilidade varia de difícil, nos locais onde os horizontes lateríticos são mais desenvolvidos, a moderada nos locais de maior alteração. A capacidade de suporte é elevada, principalmente nos horizontes que formam carapaças muito duras, mas localmente pode ser moderada de acordo com o grau de alteração. Tendem a se formar nos altos topográficos e em terrenos de maior declividade, onde a suscetibilidade a movimentos de massa é moderada a alta e baixa suscetibilidade à erosão.

As unidades geológicas que a compõem são: Crosta laterítica imatura (Figura 6.2-84).

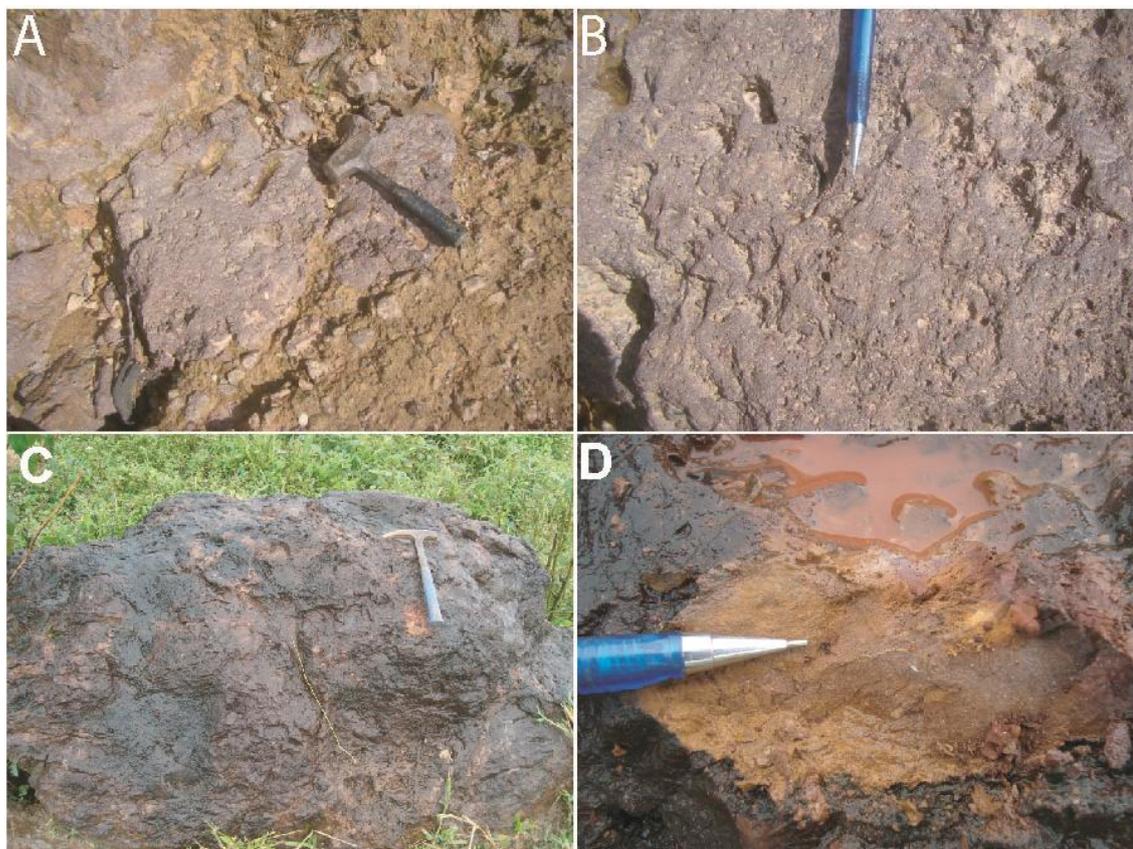


Figura 6.2-84 – Diferentes aspectos dos depósitos de crosta laterítica. A e B) crosta laterítica muito dura com sulcos irregulares e descontínuos. C e D) Crosta laterítica alterada de coloração vermelha. Coordenadas UTM/WGS84 - 22S. A e B) 444613E/9647422N e C e D) 686770E/9198668N

- Unidade Geológico-Geotécnica rochas sedimentares (siltitos, argilitos, folhelhos)

Compreendem as rochas sedimentares, constituídas principalmente por argilitos, siltitos e folhelhos, de colorações esbranquiçadas a avermelhadas. As principais estruturas dessa unidade são laminações plano-paralela milimétricas, sub-horizontais ou depósitos maciços. As condições de escavabilidade são fáceis a moderadas (1ª e 2ª categorias). A capacidade de suporte é média. A suscetibilidade aos processos erosivos é baixa a média, e apresenta baixa suscetibilidade a movimentos de massa.

As unidades geológicas que a compõem são: Formação Alter do Chão, Grupo Urupadi (Bacia do Amazonas); Grupo Canindé (Bacia do Parnaíba), Formação Rio das Barreiras (Gráben Rio das Barreiras) e Grupo Itapecuru (Bacia do Grajaú).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas*Estudo de Impacto Ambiental - EIA*

- Unidade Geológico-Geotécnica xistos, filitos e formações ferríferas bandadas

Esta unidade é formada por xistos. Estas rochas possuem estruturas foliadas, com xistosidade bem marcada com ângulos de mergulho médios a altos. As características geotécnicas destes materiais variam de acordo com o grau de alteração, descontinuidades ou eventuais mudanças estruturais. A escavabilidade varia de moderada a difícil, sendo mais fácil nos terrenos onde a foliação é de ângulo mais baixo e mais difícil nas áreas com foliação de alto ângulo. A suscetibilidade a movimentos de massa é alta, estando fortemente controladas pelo grau de fraturamento das rochas, falhas e relações espaciais entre as estruturas internas e a face do talude, podendo condicionar a formação de blocos desconfinados e favorecer a queda dos mesmos. A relação espacial entre essas estruturas também controla a erosão, que de modo geral é alta, devido à presença de falhas e fraturas nessas rochas.

As unidades geológicas que a compõem são: Grupo Rio Novo, Formação Couto Magalhães e Formação Xambioá (Figura 6.2-85).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

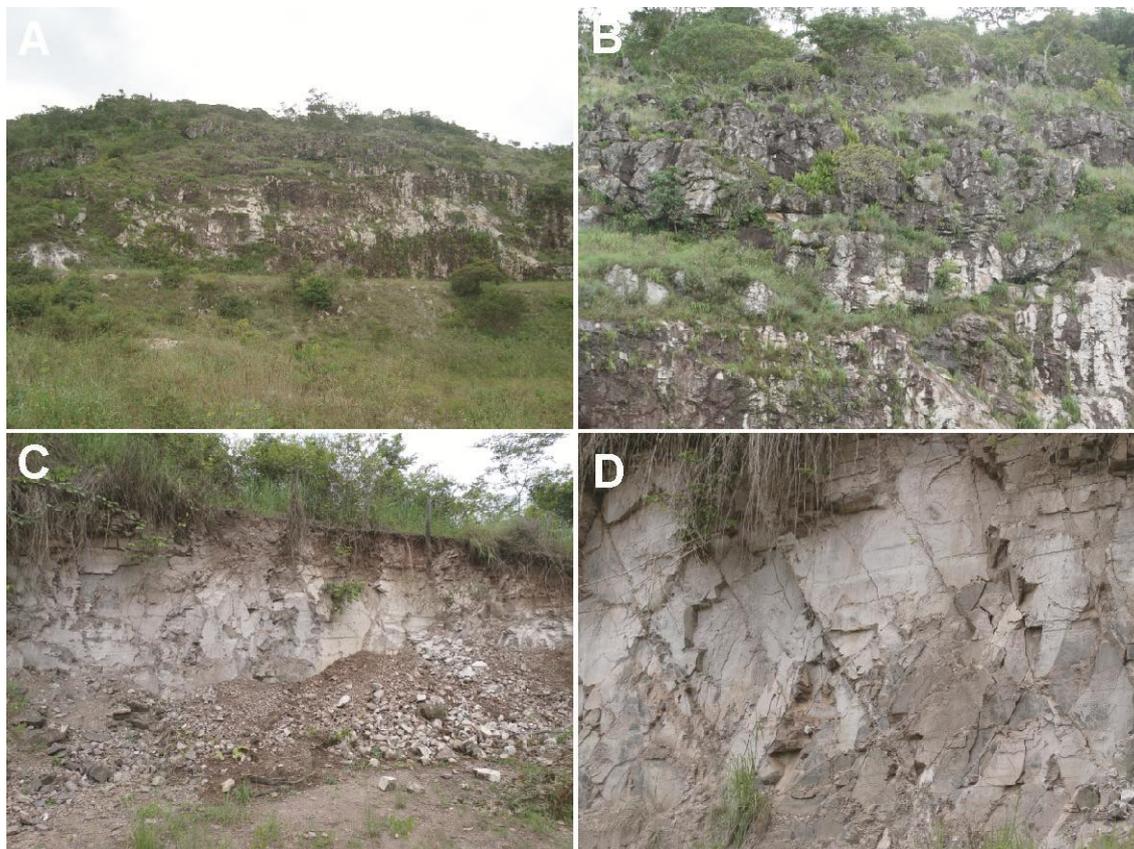


Figura 6.2-85 – Grupo Rio Novo e Formação Couto Magalhães. A) Relevo montanhoso com grade exposição de blocos e rochas. B) Zoom mostrando a disposição dos blocos desconfinados, com alto risco para queda dos mesmos. C) Afloramento em corte de estrada. D) Interseções entre planos de fratura condicionando a formação de blocos suscetíveis a quedas. Coordenadas UTM/WGS84 - 22S. A e B) 646964E/9344672N e C e D) 669470E/9338263N.

➤ Unidade Geológico-Geotécnica Gnaisses e migmatitos

Esta unidade compreende os gnaisses, gnaisses migmatíticos e granitóides com estruturas gnáissicas. As condições geotécnicas nestes materiais variam de acordo com a espessura de solo e com o grau de alteração das rochas. O grau de escavabilidade é fácil a moderada (1ª e 2ª categorias) nos locais com solos mais desenvolvidos ou mais alterados, sendo difícil a muito difícil nos terrenos onde ocorre a rocha sã (3ª categoria). A capacidade de suporte é alta, localmente média. A suscetibilidade a movimentos de massa é variável, sendo baixa de modo geral, nos locais cujo gradiente topográfico não é acentuado, podendo ser elevada em regiões cujas estruturas internas apresentam-se muito fraturadas ou estão controladas por falhas. A suscetibilidade a erosão é moderada, mas fica elevada nas regiões onde há maior grau de alteração e/ou exposição de horizontes saprolíticos.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

As unidades geológicas que a compõem são: Complexo Bacajaí, Complexo Aruanã, Ortognaisse Pacajá, Complexo Cajazeiras, Granulito Novolândia, Complexo Colméia e Complexo Xingu (Figura 6.2-86).

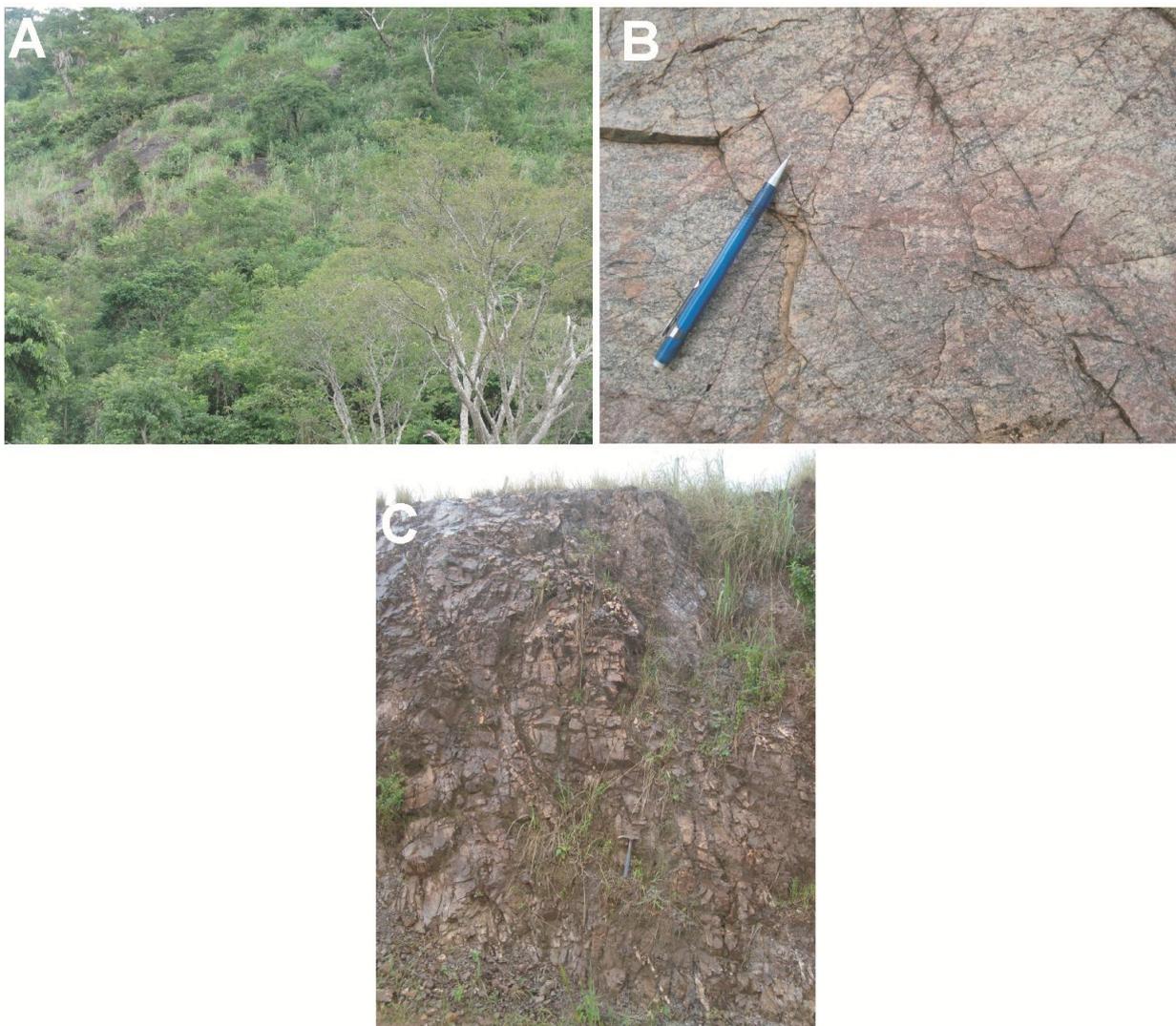


Figura 6.2-86 – Complexo Xingu e Complexo Colméia. A) Corte em um morro com exposição de blocos desconfinados com alto potencial para queda de blocos e deslizamentos. B) Planos de fratura com orientações variadas. C) Aspecto de um afloramento com diversos planos de fratura evidentes. Coordenadas UTM/WGS84 - 22S A) 754291E/9049230N, B) 663435E/9228522N e C) 655342E/9303403N

➤ Unidade Geológico-Geotécnica Rochas Granitóides

Esta unidade é composta por plútons graníticos de composições variadas e possuem, em geral, baixa vulnerabilidade geotécnica. A escavabilidade é moderada a difícil (2ª e 3ª categorias). A capacidade de suporte predominante é alta. Possui baixa suscetibilidade a movimentos de massa e suscetibilidade a erosão moderada.

As unidades geológicas que a compõem são: Granodiorito Belo Monte, Suíte Intrusiva João Jorge, Granito Serra do Rabo.

➤ Unidade Geológico-Geotécnica Rochas Máficas-ultramáficas

Esta unidade é composta por rochas (meta) máficas-ultramáficas, podendo estar milonitizadas, de modo que por vezes ocorrem como maciços e por vezes como faixas deformadas com foliação. O comportamento geotécnico nesta unidade varia de acordo com a distribuição espacial das estruturas no terreno e com o grau e tipo de alteração formado sobre esses terrenos, já que são rochas cujo produto intempérico pode gerar argilas expansivas, do grupo da esmectita, com alta capacidade para troca de cátions. A escavabilidade nessas rochas é em geral moderada a difícil, embora possa ser facilitada nas regiões onde os solos são mais profundos e desenvolvidos, e podendo ser muito difícil nas áreas onde o maciço rochoso se encontra próximo a superfície. A capacidade de suporte é moderada. A suscetibilidade a erosão é moderada a baixa. A suscetibilidade a movimentos de massa é baixa.

As unidades geológicas que a compõem são: Complexo Serra do Tapa, Complexo Máfico-ultramáfico Quatipuru e Gabro Santa Inês.

Conforme podemos verificar nos parágrafos supracitados, cada uma das Unidades Geológicas – Geotécnicas apresentam características e comportamentos distintos, estes, encontram-se diretamente relacionados a outras variáveis, como relevo, material inconsolidado e material rochoso. A Tabela 6.2-17 apresenta os comportamentos esperados de cada uma das sete Unidades Geológicas-Geotécnicas identificadas na área de estudo.

Tabela 6.2-17 - Unidades Geológicas-Geotécnicas e suas Características.

Unidade Geológica-Geotécnica	Descrição	Área de Influência			
		AID		All	
		Km ²	%	Km ²	%
Depósitos Aluvionares - Coluvionares	É a unidade com maior risco associado. Pode conter lentes de argilas expansivas. Possuem alta suscetibilidade à erosão nas margens de canais e terraços	35,31	3,47	324,97	3,73

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Unidade Geológica-Geotécnica	Descrição	Área de Influência			
		AID		AII	
		Km ²	%	Km ²	%
Crosta Laterítica	Tendem a se formar nos terrenos com topografia mais íngreme, aumentando o risco de movimentos de massa e deslizamentos associados.	26,3	2,59	166,37	1,91
Rochas Sedimentares (Siltitos, Argilitos, Folhelos)	Baixos riscos geotécnicos associados, estruturas e camadas sub-horizontais, podendo apresentar certa vulnerabilidade à erosão quando os horizontes de solo forem menos desenvolvidos.	88,07	8,67	726,88	8,34
Xisto, Filitos e Formações Ferríferas Bandadas	Apresentam alto risco associado à queda de blocos e favorecimento de processos erosivos, devido a disposição e ângulo das estruturas (xistosidade, falhas e fraturas).	240,22	23,64	2.226,39	25,55
Gnaisses e Migmatitos	Riscos são associados com possíveis movimentos de massa e quedas de blocos, em terrenos muito fraturados.	432,95	42,61	3.679,04	42,23
Rochas Granitóides	Maçiços rochosos com baixa vulnerabilidade. Predominam os riscos associados à erosão nessa unidade.	118,23	11,64	939,27	10,78
Rochas Máficas - Ultramáficas	Comportamento variável em função do grau de alteração desses materiais. Suscetíveis a formação de argilas expansivas.	71,65	7,05	599	6,88

6.2.4.3.3 - Conclusões

Com base na análise integrada dos dados, foram definidas sete unidades geotécnicas, bem como individualizadas e mapeadas as áreas com diferentes graus de vulnerabilidade geotécnica. Destas a maior parte não apresenta grandes riscos do ponto de vista de comportamento dos materiais, entretanto em algumas há riscos consideráveis. Os maiores riscos estão associados às unidades depósitos aluvionares, formadas por sedimentos inconsolidados, que podem conter argilas expansivas e solos moles. A unidade Rochas máficas-ultramáficas pode dar origem a solos com argilas expansivas, e também apresentam maior risco. A unidade xistos, filitos e formações ferríferas bandadas é a que apresenta maiores riscos relacionados a deslizamentos de massa e quedas de blocos, bem como a unidade gnaisses e migmatitos, uma vez que

suas estruturas internas e a relação espacial entre elas condicionam a formação de blocos fraturados suscetíveis a escorregamentos ou queda.

Quanto às áreas sensíveis como margens de corpos d'água e terrenos, os maiores riscos estão relacionados às planícies de inundações dos corpos d'água, e seus respectivos depósitos sedimentares. Nestas áreas, especialmente durante os meses de maior precipitação, entre janeiro a março, quando as chuvas tropicais causam o aumento do nível d'água, ocorre o alagamento das planícies (Figura 6.2-87) e regiões próximas aos grandes corpos hídricos, promovendo o saturamento dos solos. Este efeito tem duas implicações principais sob o ponto de vista geotécnico. A primeira é o favorecimento, nestas épocas aos deslizamentos de massa, e a segunda, é a interação entre água e os sedimentos que podem alterar as propriedades físicas dos solos. Durante os trabalhos de campo realizados neste trabalho, durante o mês de fevereiro e início de março, foi possível constatar locais onde as chuvas intensas causaram diversos alagamentos e bloqueio de estradas e caminhos, relacionados a fatores como as cheias de rios e o predomínio de solos argilosos que dificultam a infiltração d'água. Neste sentido, é preciso tomar maior cuidado nos trechos compreendidos nas margens dos grandes rios: entre o município de Anapu e Pacajá, às margens dos rios Xingu e Anapu. O trecho compreendido entre os municípios de Marabá e Parauapebas, às margens do Rio Tocantins e o trecho entre os municípios de Curionópolis e Bernardo Sayão, às margens do Rio Araguaia.

Sobre os terrenos com maior declividade, os mais pronunciados se encontram predominantemente nos domínios geomorfológicos Planalto Dissecado do Sul do Pará e Depressão Ortoclinal do Médio Tocantins. Nessas áreas, os riscos aos processos de deslizamento de massa são mais acentuados, bem como as possíveis quedas de blocos, já que nessas regiões os relevos são mais íngremes e predominam litologias das unidades geológico-geotécnicas de maior risco, formadas por xistos, filitos e formações ferríferas bandadas. Nestas, foram registrados alguns pontos cuja geometria interna das estruturas, como falhas e fraturas das rochas, favorecem a formação de blocos desconfiados suscetíveis a queda, conforme a Figura 6.2-85 deste capítulo. Ainda, é preciso alertar que esse risco também é maior nas épocas de maior precipitação pluvial, posto que a água e saturação dos solos favorece o desencadeamento de deslizamentos de solo.

Desta forma, os ensaios geotécnicos específicos são de suma importância para correto dimensionamento das fundações e estruturas. Na área de influência do

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

empreendimento, os solos mais desenvolvidos são predominantes, como latossolos e argissolos, o que diminui, de modo geral, os riscos geotécnicos associados, embora seja necessário atentar para os problemas descritos relacionados às épocas de maior precipitação pluvial, nas áreas próximas aos grandes corpos d'água e nos terrenos mais íngremes.



Figura 6.2-87 – Planície de inundação fluvial, com nível d'água atingindo as estradas. Foto tirada em 08/03/2014. Coordenada UTM/WGS84 - 22s 679632E/9226826N.

6.2.5 - Paleontologia

A avaliação do potencial fóssilífero e ocorrência de vestígios fósseis, para a área de influência direta (AID) das Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas, compreende somente as formações de bacias sedimentares conhecidamente fóssilíferas, como a Bacia do Amazonas, Bacia do Grajaú e Bacia do Paranaíba, encontradas na área de estudo. Foram consideradas apenas as rochas de origem sedimentar, dado que a ocorrência de fósseis em rochas ígneas e metamórficas é praticamente nula conforme a literatura.

6.2.5.1 - Metodologia

A avaliação do potencial fóssilífero foi realizada com base no levantamento bibliográfico de dados geológicos e paleontológicos, distinguindo-se as unidades geológicas

sedimentares possíveis de serem encontradas na área de influência direta e indireta do empreendimento, bem como confirmação dessas informações diretamente em campo, onde foram mapeadas as ocorrências das mesmas. As principais bases para a pesquisa envolveram os mapeamentos prévios realizados pela CPRM na carta do Brasil ao Milionésio, folhas SA22, SB 22 e SC 22 (BAHIA *et. al.*, 2004; FARACO *et. al.*, 2004), o mapa geológico do estado do Pará (VASQUEZ *et. al.* 2008) e mapa geológico do estado do Tocantins (IBGE, 2007). As unidades foram classificadas sob duas perspectivas: alto potencial fossilífero, para as rochas sedimentares com presença de fósseis descritos na literatura e baixo potencial fossilífero para as demais (rochas ígneas e metamórficas). Como resultado, elaborou-se também o mapa da temática (Apêndice 6.12) onde é apresentada a distribuição das áreas com alto e baixo potencial fossilífero.

Os poucos vestígios fósseis coletados, bem como as amostras de rocha recolhidas foram todas transportadas para um laboratório de Paleontologia, conforme anuência apresentada no Anexo 6.2).

6.2.5.2 - Resultados

O levantamento preliminar dos dados aliado à pesquisa de campo permitiu identificar para a AID e AII deste empreendimento a presença de três bacias sedimentares com potencial fossilífero: Bacia do Amazonas (identificada somente na AII), Bacia do Paranaíba (presente nas AID e AII) e Bacia do Grajaú (presente nas AID e AII). Foi possível observar também a ocorrência de um afloramento rochoso com presença de vestígios fossilíferos na AII e outros afloramentos de unidades geológicas de bacias com possível potencial alto para conteúdo fossilífero, cujas descrições foram realizadas a partir dos dados bibliográficos disponíveis na literatura.

A seguir são apresentadas as descrições das referidas bacias considerando as eras geológicas e os respectivos períodos que as compõe.

Bacia do Grajaú – Cretáceo, Mesozoico

A Bacia do Grajaú é composta por uma sequência estratigráfica de idade cretácea, composta pelas formações Grajaú, Codó, Itapecuru, Ipixuna, Cujupe e Tiracambu, que constituem depósitos de ambientes costeiros, flúvio-deltaicos, estuarinos e litorâneos, que marcam transgressões marinhas (CAVALCANTE, 1996; BORGES *et. al.*, 1997; GÓES *et. al.*, 1999; ROSSETTI, 2001; SOARES JÚNIOR, 2007). Destas, as formações Codó e

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ipixuna são fossilíferas. Para a AID e All deste empreendimento, foi observada apenas a presença das rochas do Grupo Itapecuru, nas quais não foi identificado nenhum fóssil.

A Formação Ipixuna tem sua idade entre o Neocretáceo e Paleogeno, com base em troncos fósseis silicificados de angiosperma da família *Humiriaceae* (JUPIASSU, 1970; FRANCISCO *et. al.*, 1971; BORGES *et. al.*, 1997). A Formação Codó possui um importante conteúdo fossilífero composto por foraminíferos, ostracodes, bivalves, gastrópodes e peixes (Lima, 1982), bem como peixes, gastrópodes, crustáceos, vegetais e coprólitos preservados em rochas carbonáticas (LINDOSO *et. al.*, 2011). Entretanto, nenhuma das formações descritas acima foi identificada na área de estudo.

Bacia do Paranaíba

A Bacia do Paranaíba é composta por rochas de idade paleozoica, depositadas entre o período Siluriano e o Cretáceo, e é dividida entre os grupos Serra Grande, Canindé, Balsas, Mearim (GOÉS, 1995). É composta por diversas formações sedimentares, destacando-se, sob o ponto de vista paleontológico, as formações Pimenteiras, Cabeças, Longá e Poti do grupo Canindé e as formações Piauí e Pedra do Fogo do Grupo Balsas. Na AID e All deste empreendimento, os afloramentos rochosos encontrados da Bacia do Paranaíba são compostos pelas rochas do Grupo Canindé.

Entre os vestígios fósseis possíveis de serem encontrados nas formações do grupo Canindé estão trilobitas, ostracodes, braquiópodos, bivalvíos, celenterados, gastrópodos, conulariídeos, tentaculídeos, hiolitídeos, moluscos, algas, escolocodontes, peixes, icnofósseis e vegetais (SANTOS & CARVALHO, 2009; KEGEL, 1966; FERNANDES, 2012). Além disso, inserida na base da sequência encontra-se a Formação Pimenteira, que tem revelado um conteúdo bastante significativo de icnofósseis (FERNANDES *et. al.*, 2002). Ainda, Corrêa *et. al.* (2004) realizaram um estudo de icnofósseis que ocorrem próximo ao município de Miranorte no Tocantins (Figura 6.2-88), por onde o traçado desta linha será inserido. Os fósseis encontrados na região de Miranorte foram coletados em um afloramento no KM 814 da BR 153 (Belém-Brasília), aproximadamente 6,6 km da AID, fora da área de estudo do empreendimento. Os fósseis descritos neste estudo estão preservados predominantemente em folhelhos de coloração escura, sendo alguns icnotáxons descritos inéditos no Brasil. Deste modo, o potencial fossilífero nas imediações onde ocorrem as rochas do Grupo Canindé é alto.

As rochas do Grupo Balsas por sua vez hospedam diversos fósseis, como trilobitas, moluscos bivalves, gastrópodes e belerofondontídeos, anelídeos, briozoários, esponjas,

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

ostracodes, crinóides, equinóides, holoturóides, peixes, anfíbios, foraminíferos, conodontes, escolecodontes, braquiópodos, vegetais e condrictes (Santos & Carvalho 2009). Porém, as mesmas não foram identificadas na área de estudo.

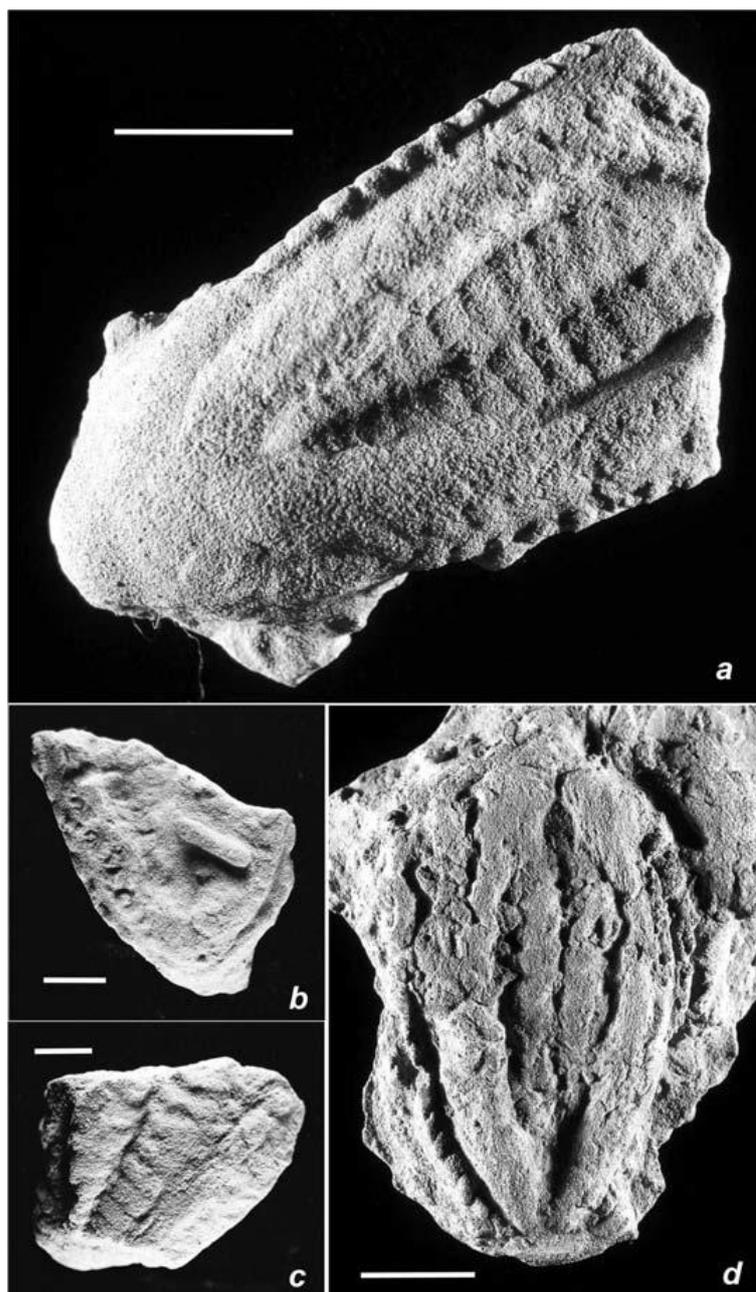


Figura 6.2-88 - a,b,c e d) exemplares de *Rusophycus polonica* encontrados próximo ao município de Miranorte/TO. Escala = 1cm.

Fonte: Correa et. al., (2004).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas*Estudo de Impacto Ambiental - EIA***Bacia do Amazonas**

A Bacia do Amazonas é formada por um pacote sedimentar depositado entre o Ordoviciano e o Cretáceo, e compreende os grupos Javari, Tapajós, Curuá, Urupadi, Trombetas e Purus, com história de sedimentação desde o Ordoviciano até o Cretáceo (CUNHA, 1994; REIS et al., 2006; VASQUEZ *et. al.*, 2008). Dentre estes grupos, para a All deste empreendimento foram identificadas principalmente as rochas do Grupo Javari (associadas a Formação Alter do Chão), Grupo Urupadi e Grupo Trombetas, os quais possuem conteúdo fóssilífero reportado na literatura (CLARKE, 1989; GRAHN e MELO, 1990; FARIA *et. al.*, 2007; PEREIRA *et. al.*, 2007; PONCIANO, 2010; PRICE, 1960). Durante o trabalho de campo realizado neste trabalho, foi registrada uma ocorrência fóssilífera, pertencente Bacia do Amazonas na All, relatada a seguir.

O Grupo Trombetas é composto por rochas de idade ordoviciana e são potencialmente fóssilíferos, contendo micro e macrofósseis, principalmente restos de icnofósseis, quitinozoários e invertebrados, como braquiópodes e moluscos, encontrados na Formação Pitinga (CLARKE, 1989). Para a região da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, são reportados macrofósseis de braquiópodes, encontrados associados a intraclastos argilosos ou em siltitos cinzentos em um testemunho de sondagem (Figura 6.2-89; PONCIANO, 2011; GRAHN e MELO, 1990). Também nesse grupo podem ser encontrados vertebrados da Formação Manacapuru, de idade devoniana, como espinhas de nadadeiras, placas demais, dentes de acantódios e espinha de nadadeiras de Chondrichthyes (PONCIANO, 2011).

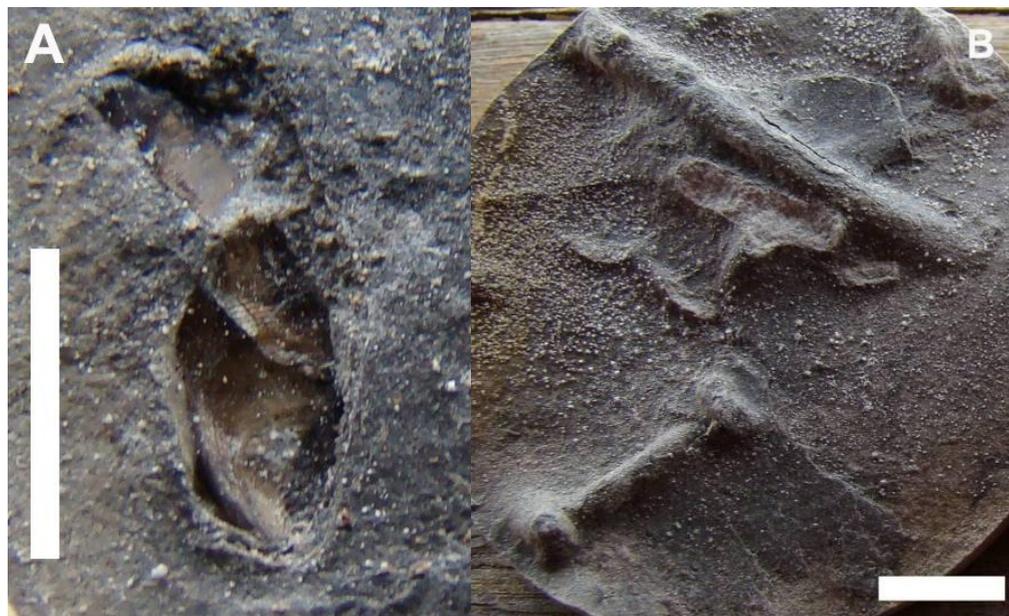


Figura 6.2-89 - Fósseis encontrados em testemunhos do furo SR-01, UHE Belo Monte. A) Lingulídeos. B) Icnofósseis. Extraído de Ponciano (2011).

Fonte: Ponciano (2011).

O Grupo Urupadi, que é composto por rochas de idade devoniana, possui macrofósseis preservados no Membro Lontra da Formação Maecuru e Formação Ererê, que conjuntas registram um volume bastante acentuado de macrofósseis dentre braquiópodes, bivalves, trilobitas, gastrópodes, belerofontídeos, crinoides, tentaculítídeos, briozoários e corais conulária (FARIA *et. al.*, 2007; PONCIANO, 2010).

Dentre as rochas do Grupo Curuá, podem ser encontrados macrofósseis de braquiópodes, bivalves, gastrópodes, peixes, conodontes, nautilóide e vegetais, bem como bioturbações em folhelhos da Formação Curiri e icnofósseis (PONCIANO, 2011; MELO & LOBOZIAK, 2003; WANDERLEY FILHO *et. al.*, 2005).

A Formação Alter do Chão, do Grupo Javari, tem um registro mais limitado em relação aos grupos anteriores, mas tem-se registro de dentes de dinossauro, restos vegetais, âmbar e palinórfos (PONCIANO, 2011; PRICE, 1960; PEREIRA *et. al.*, 2007).

Por fim, foi encontrada em mapeamento realizado neste trabalho, nos limites do município de Anapu/PA, aproximadamente 10 km a NE do distrito de Belo Monte do Pontal, relacionados à Bacia do Amazonas, icnofósseis em folhelhos de coloração avermelhada, com composições micáceas, localizados em uma calha de estrada, localizado na All do empreendimento, nas coordenadas UTM/WGS84 429317/9662110 (Figura 6.2-90). É difícil fazer uma correlação ou determinar com precisão à qual

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

formação geológica estes vestígios estão associados, já que não há um mapeamento de detalhe na região. Entretanto, sugere-se neste trabalho sua correlação com as rochas do Grupo Trombetas, devido às características sedimentares das rochas encontradas. Desta forma, os icnofósseis encontrados neste trabalho podem representar rastros de invertebrados antigos, possivelmente correlacionáveis com as rochas do Grupo Trombetas, embora seja necessário um estudo específico para correta determinação e classificação da assembléia fossilífera encontrada.

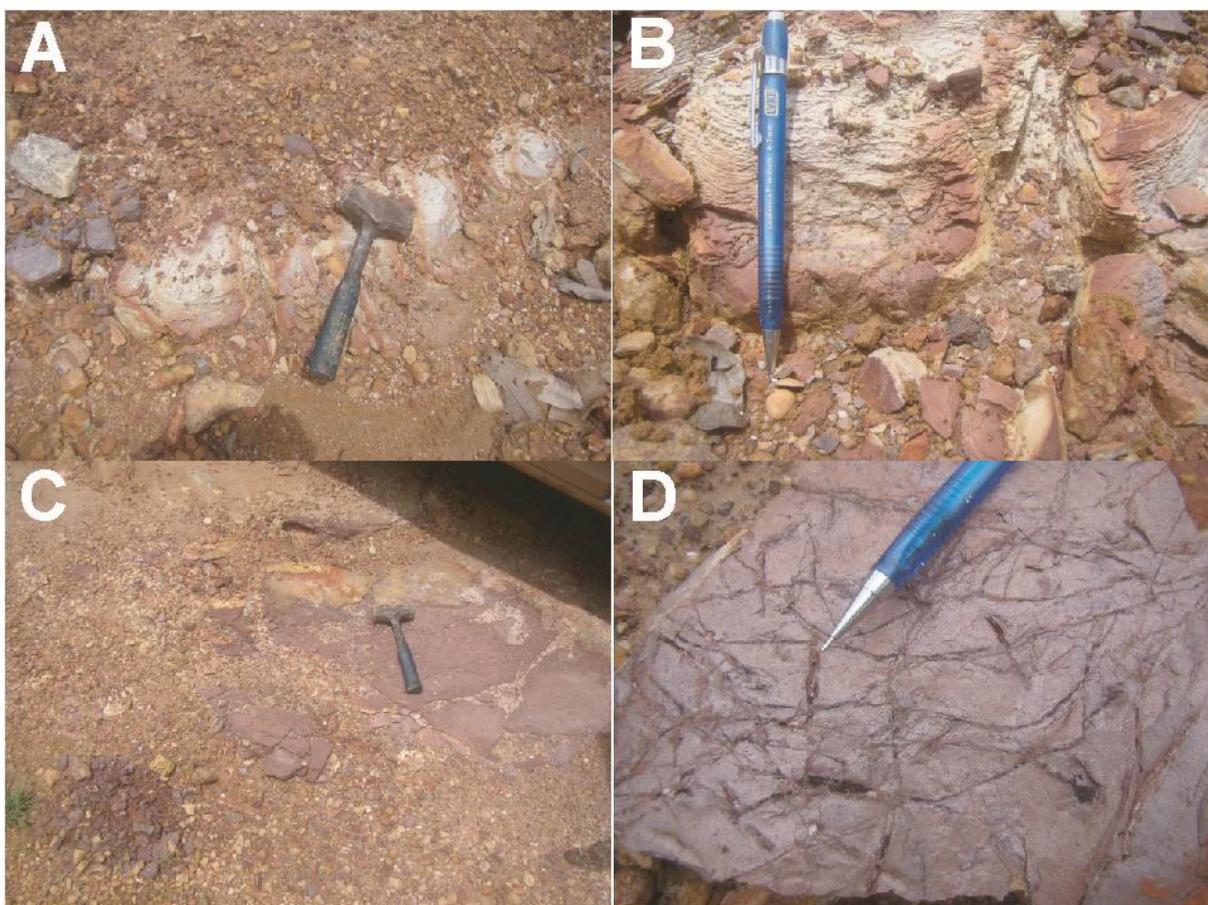


Figura 6.2-90 - A) afloramento na calha de estrada. B) folhelhos com estratificação plano-paralela. C) lajeado na calha de estrada onde foi encontrado o fóssil. D) vestígios fossilíferos, possivelmente rastros de invertebrados antigos (UTM/WGS84 429317/9662110).

Fonte: Bourscheid (2014).

6.2.5.3 - Conclusões

Com base nos levantamentos bibliográficos e mapeamento geológico realizado, foi possível identificar, para a área de influência das Linhas de Transmissão (LT) 500 kV

Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas, três Bacias Sedimentares conhecidamente fossilíferas: Bacia do Grajaú, Bacia do Parnaíba e Bacia do Amazonas, todas com alto potencial fossilífero. Desta forma, é imprescindível que, durante as fases de execução das obras e canteiros de obras, pelas quais serão feitas escavações e que por ventura podem vir a expor rochas sedimentares, esteja presente um técnico responsável para identificar possíveis vestígios fossilíferos que venham a aparecer nessas formações. Ainda, caso seja encontrado algum vestígio durante essas fases, deverá ser realizado um plano específico para correta coleta e tratamento dos mesmos. É preciso lembrar, para que se tome um cuidado especial com as áreas onde o traçado das LT's será inserido e para as quais já foram reportados a presença de fósseis como na região do município de Anapu próximo a comunidade de Belo Monte, onde foram encontrados vestígios fósseis nas etapas de campo deste trabalho (coordenadas UTM/WGS84 429317E/9662110N) e em trabalhos anteriores (PONCIANO, 2011). Igualmente, próximo ao município de Miranorte do Tocantins, onde é descrita uma ocorrência de icnofósseis (Correa *et. al.*, 2004) à aproximadamente 6,6 km da AID do empreendimento. Na Tabela 6.2-18 estão resumidas as unidades sedimentares das bacias conhecidamente fossilíferas encontradas na AII e AID do empreendimento, relacionado-as com seu potencial fossilífero, bem como as litologias típicas que foram encontradas e suas respectivas idades. Estas unidades encontram-se espacializadas no mapa paleontológico, Apêndice 6.12, onde estão apresentadas as áreas de ocorrência de alto potencial fossilífero dentro da AID do empreendimento.

Tabela 6.2-18 Resumo das unidades encontradas na área do empreendimento, litologias, idade, local de ocorrência e potencial fossilífero associado.

Bacias sedimentares e potencial fossilífero associado						
Unidade	Bacia	Litologias	Idade	Potencial fossilífero	Ocorrência (%)	
					AID	AII
Grupo Itapecuru	Grajaú	Pelitos e conglomerados	Cretáceo	Alto	2,62	2,27
Grupo Canindé	Parnaíba	Siltitos e argilitos	Devoniano	Alto	4,59	3,97
Grupo Trombetas	Amazonas	Folhelhos micáceos	Ordoviciano	Alto	-	0,03
Grupo Javari	Amazonas	Pelitos micáceos	Cretáceo	Alto	-	-

6.2.6 - Pedologia

Este item trata dos estudos pedológicos na All das Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas.

O estudo pedológico em empreendimentos de engenharia é fundamental para o planejamento adequado de suas atividades, principalmente àquelas relacionadas ao processo de instalação. O conhecimento do comportamento do solo frente a distúrbios possibilita tanto a estimativa de possíveis impactos causados pelo empreendimento, como a elaboração de estratégias adequadas de prevenção destes impactos e de recuperação de áreas impactadas. Neste sentido, o estudo pedológico baseia-se não só em determinações legais relacionadas a atividades de instalação de linhas de transmissão de energia elétrica, mas também na necessidade do convívio harmonioso entre atividades antrópicas e o meio ambiente.

Os estudos pedológicos foram conduzidas de forma a permitir à identificação, caracterização e classificação dos tipos de solos presentes na All, de acordo com o Sistema de Classificação de Solos vigente (Santos *et. al.*, 2013), considerando, igualmente, os aspectos relevantes para as atividades previstas no empreendimento em questão. Neste sentido, optou-se pela descrição em nível de subordem, visto que este é suficiente para a particularização dos atributos mecânicos das classes de solo identificadas na área de estudo. Embora, por ocasião das atividades de campo, não tenham sido observados processos erosivos existentes que pudessem comprometer as estruturas das linhas de transmissão, ou serem potencializados pela instalação do empreendimento, apresenta-se a caracterização das classes de solo segundo a suscetibilidade ao desenvolvimento do processo, associando-a aos padrões geomorfológicos observados na área de estudo. Ainda, optou-se pela descrição dos padrões de exposição do solo, associando-os aos padrões de uso, em substituição à apresentação em mapa, por não terem sido observadas áreas contíguas de solo permanentemente exposto, cuja extensão fosse compatível com a área mínima mapeável definida no TR. Além do presente texto foi elaborado o mapa pedológico (Apêndice 6.13), contendo a classificação dos solos presente na All do empreendimento

6.2.6.1 - Metodologia

O diagnóstico pedológico para a área de influência indireta (All), previamente definida no TR, resultou na identificação, classificação e descrição das classes de solos, conforme

estabelece o item 63 do TR. Os estudos de solos desenvolveram-se através da seguinte sequência de fases: trabalhos preliminares de escritório; trabalho de campo e trabalhos de consolidação em escritório.

6.2.6.1.1 - Trabalhos Preliminares de Escritório

Em período anterior a execução dos trabalhos de campo foram desenvolvidas ações para a caracterização pedológica. Tomaram-se como base principal os volumes 4 e 5 do Levantamento de Recursos Naturais do Projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1981) e os mapas pedológicos dos estados do Pará e Tocantins, na escala 1:1.800.000⁹. Adicionalmente, foram realizadas pesquisas de material disponível relativo à área de interesse nas bases de dados da Embrapa, IBGE e CPRM, bem como nas bibliotecas das principais instituições de pesquisa e ensino superior por meio da base de dados do IBICT. Para o refinamento das informações levantadas, foram utilizados dados orbitais ETM Landsat7 222/67, 223/64-65-66, 224/63-64 e 225/62-63¹⁰. As informações referentes às características climáticas da região em estudo foram obtidas a partir do banco de dados climatológicos do INMET¹¹. A integração de informações temáticas, climáticas e orbitais levantadas foi realizada com o auxílio do software ArcMap10[®]

6.2.6.1.2 - Trabalho de Campo

Os trabalhos de campo foram realizados através de visita à área de estudo, no período compreendido entre 09/02 a 12/03/14, com a participação de dois pedólogos e um geólogo, cumprindo as seguintes atividades:

- Deslocamento ao longo de toda a área de estudo para reconhecimento dos padrões de solos, unificação dos parâmetros de classificação e, principalmente, verificação da validade das conclusões obtidas no trabalho preliminar de escritório;
- Observação e localização de 153 pontos para inferência de características geológicas, geomorfológicas, pedológicas e geotécnicas e pontos de controle;
- Seleção de perfis representativos das unidades taxonômicas identificadas, para descrição e coleta de amostras;

⁹ Disponíveis em: <<http://mapas.ibge.gov.br/tematicos/solos>>. Acessado em: 14/01/2014

¹⁰ Disponíveis em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR>>. Acessado em: 20/01/2014

¹¹ Disponíveis em: <<http://www.inmet.gov.br/portal>>. Acessado em: 22/01/2014

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas*Estudo de Impacto Ambiental - EIA*

- Descrição e coleta de 10 perfis, em barrancos, incluindo características morfológicas internas e características ambientais externas associadas aos perfis de solos, de acordo com Santos *et. al.* (2005);
- Amostragem de horizontes de perfis representativos para complemento de determinações morfológicas de solos para fins de classificação; e
- Caminhamento e sondagens a trado, para confirmação dos limites entre as unidades de mapeamento levando em conta o trajeto definido no trabalho preliminar de escritório.

6.2.6.1.3 - Trabalho de Consolidação em Escritório

A fase dos trabalhos de escritório (Fase de Consolidação), que teve como base às observações de campo e os dados obtidos na revisão bibliográfica, consistiu de:

- Registro, tabulação, classificação e ordenação dos dados obtidos nos trabalhos de campo e bibliográfico;
- Seleção dos critérios adotados na identificação e classificação dos solos (Anexo 6-3);
- Identificação e classificação definitiva dos solos de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) (SANTOS *et. al.*, 2013), em nível de subordem, e elaboração das legendas de identificação para o mapeamento de solos na escala de 1:250.000;
- Reinterpretação do material elaborado na fase preliminar e confecção do mapa de solo definitivo;
- Elaboração do relatório técnico.

6.2.6.2 - Resultados

Neste estudo foram verificados e registrados mais de 150 pontos envolvendo observações de geologia, geomorfologia, geotecnia, paleontologia e pedologia incluindo ainda coletas de amostras de 10 perfis de solos entre os mais representativos da região como um todo. Na ocasião foram realizados mais de 1.000 registros fotográficos. Os dados gerais podem ser observados na Tabela 6.2-19 Já as descrições morfológicas, bem como fotos ilustrativas dos perfis dos solos descritos são disponibilizadas no Apêndice 6-14.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
 Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Tabela 6.2-19- Pontos registrados no trabalho de campo, localizados na Área de Estudo das Linhas de Transmissão.

Ponto	Coords. UTM				Data	Geologia	Unidade Geomorfológica	Modelado	Amostra	Solos
	Fuso	E	N	Alt.						
Atep01	22	422282	9654935	359	11/01	Granodiorito Belo Monte	PRBA	Dca44	-	PV+RL+CX+LV
Atep02	22	420335	9661463	318	11/01	Fm.Alter do Chao	PRBA	Dct23	-	LA
Atep03	22	422711	9658254	291	11/01	Dep. Aluvionar	PRBA	Dca44	-	RR
Atep04	22	422836	9656359	322	11/01	Dep. Aluvionar	PRBA	Dc33	-	RR
Atep05	22	429325	9662106	314	11/01	Bacia do Amazonas - Grupo Urupadi	DPSP	Dca32	-	PVA+LVA
Atep06	22	429520	9658479	332	11/01	Granodiorito Belo Monte	DPSP	Dca32	-	PVA+LVA
Atep07	22	434557	9651589	378	11/01	Granodiorito Belo Monte	DPSP	Dca32	-	PVA+LVA
Atep08	22	437261	9650037	479	11/01	Granodiorito Belo Monte	DPSP	Dc21	-	PVA
Atep09	22	439538	9642146	347	11/01	Granodiorito Belo Monte	DPSP	Dc34	-	PVA+RR
Atep10	22	439575	9648027	349	11/01	Granodiorito Belo Monte	DPSP	Dc22	-	RR+PVA
Atep11	22	444612	9647419	359	11/01	Crosta Laterítica Imatura	DPSP	Dc34	-	LVA
Atep12	22	444638	9650103	352	11/01	Crosta Laterítica Imatura	DPSP	Dc34	-	LVA+PVA
Atep13	22	446432	9641234	352	11/01	Comp. Bacajaí	DPSP	Dc34	-	LVA+PVA
Atep14	22	449609	9640397	354	11/01	Comp. Aruanã	DPSP	Dca32	-	PVA+LVA+CX+RR
Atep15	22	454599	9635626	344	11/01	Comp. Aruanã	DPSP	Dca32	-	PVA+CX+RR
Atep16	22	459817	9631809	345	12/01	Comp. Aruanã	DPSP	Dca32	-	RR+CX+PVA
Atep17	22	459479	9627587	387	12/01	Comp. Aruanã	DPSP	Da44	-	PV+LV
Atep18	22	465395	9626747	395	12/01	Comp. Aruanã	DPSP	Dc11	-	PVA+RR

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto	Coords. UTM				Data	Geologia	Unidade Geomorfológica	Modelado	Amostra	Solos
	Fuso	E	N	Alt.						
Atep19	22	469831	9628020	381	12/01	Comp. Bacajaí	DPSP	Dca33	-	PV/PVA+RR
Atep20	22	469821	9624298	434	12/01	Comp. Bacajaí	DPSP	Dca33	-	PVA+RR
Atep21	22	469502	9620293	465	12/01	Comp. Bacajaí	DPSP	Dca34	-	PVA+RR+CX
Atep22	22	469792	9622553	463	12/01	Comp. Bacajaí	DPSP	Dca34	-	PVA
Atep23	22	475167	9618886	474	13/01	Comp. Bacajaí	DPSP	Dca34	-	PVA+RL+RR
Atep24	22	479856	9617855	551	13/01	Comp. Aruanã	DPSP	Dc22	-	RL+RR
Atep25	22	484863	9610625	766	13/01	Comp. Bacajaí	DPSP	Dca33	-	PVA+LVA
Atep26	22	484717	9606506	809	13/01	Comp. Bacajaí	DPSP	Dc33	-	PVA+LVA
Atep27	22	489860	9607393	557	13/01	Comp. Bacajaí	DPSP	Dca33	-	RL+PVA
Atep28	22	489873	9606848	514	13/01	Granito porfirítico	DPSP	Dca33	-	RL
Atep29	22	499990	9598020	518	13/01	St.Int. João Jorge	DPSP	Dca33	-	PVA+RR+RL
Atep30	22	502985	9596362	490	13/01	St.Int. João Jorge	DPSP	Dcta22	-	PVA+RR+RL
Atep31	22	509251	9590738	487	13/01	Ortognaisse Pacajá	DPSP	Dcta22	-	PVA
Atep32	22	509947	9590762	665	13/01	Ortognaisse Pacajá	DPSP	Dc33	-	PVA
Atep33	22	509946	9592650	692	13/01	Ortognaisse Pacajá	DPSP	Dc33	-	PVA
Atep34	22	516907	9586535	622	13/01	Ortognaisse Pacajá	DPSP	Dr43	-	PVA
Atep35	22	525823	9580648	635	13/01	St.Int. João Jorge	DPSP	Dcr43	-	PVA
Atep36	22	529981	9573347	547	13/01	St.Int. João Jorge	DPSP	Dca43	-	RL+AR+PV

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto	Coords. UTM				Data	Geologia	Unidade Geomorfológica	Modelado	Amostra	Solos
	Fuso	E	N	Alt.						
Atep37	22	534431	9564942	538	13/01	St.Intr.João Jorge	DPSP	Dct22	-	PA
Atep38	22	539893	9555672	502	13/01	St.Int. João Jorge	DPSP	Dca33	-	PVA+LVA
Atep39	22	561140	9527211	254	14/01	Ortognaisse Pacajá	DPSP	Dca33	-	PVA
Atep40	22	561056	9524454	252	14/01	Ortognaisse Pacajá	DPSP	Dca44	05	N
Atep41	22	557730	9517552	231	14/01	Ortognaisse Pacajá	DPSP	Dc32	-	PVA+LVA
Atep42	22	560675	9517648	267	14/01	Ortognaisse Pacajá	DPSP	Dc21	05	PA
Atep43	22	565081	9517863	267	15/01	Ortognaisse Pacajá	DPSP	Dc31	-	PVA+LVA
Atep44	22	557889	9507859	278	14/01	Comp. Cajazeiras	DPSP	Dct11	-	PA
Atep45	22	564256	9517762	284	14/01	Comp. Cajazeiras	DPSP	Dc21	-	PA
Atep46	22	561087	9497521	295	14/01	Comp. Cajazeiras	DPSP	Dca33	-	PVA+PV
Atep47	22	562353	9492765	295	14/01	Comp. Cajazeiras	DPSP	Dc34	2	PVA+LVA
Atep48	22	560936	9486118	295	15/01	Comp. Cajazeiras	DPSP	Dc33	-	PA+PV
Atep49	22	558704	9486473	325	14/01	Comp. Cajazeiras	DPSP	Dc21	-	PA
Atep50	22	559321	9482687	324	14/01	Comp. Cajazeiras	DPSP	Dcta33	-	PA+PV
Atep51	22	555176	9477307	435	14/01	St.Int. João Jorge	DPSP		-	
Atep52	22	557095	9474141	388	14/01	St.Int. João Jorge	DPSP	Dc22	06	PA
Atep53	22	554310	9470567	302	14/01	Comp. Cajazeiras	DPSP	Dc33	-	PVA
Atep54	22	551241	9465585	331	14/01	Comp. Cajazeiras	DPSP	Dta33	-	RL+PVA

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto	Coords. UTM				Data	Geologia	Unidade Geomorfológica	Modelado	Amostra	Solos
	Fuso	E	N	Alt.						
Atep55	22	548515	9459543	352	15/01	St.Int. João Jorge	DPSP	Dta33	-	PVA+RL+RR
Atep56	22	546293	9455464	367	15/01	St.Int. João Jorge	DPSP	Dta33	-	PVA+RL+RR
Atep57	22	545849	9454809	350	15/01	Ortognaisse Pacajá	DPSP	Dca34	-	PVA
Atep58	22	547910	9447492	361	15/01	Ortognaisse Pacajá	DPSP	Dca23	-	PV+RL
Atep59	22	550678	9439829	331	15/01	Granulito Novolândia	DPSP	Dca23	-	PA+PV+RL
Atep60	22	548557	9435720	351	15/01	Granulito Novolândia	DPSP	Dc22	-	PVA+RL
Atep61	22	553666	9429412	374	15/01	Granulito Novolândia	DPSP	Dc12	-	PVA+RL
Atep62	22	553663	9425628	374	17/01	Granulito Novolândia	DPSP	Dra44	-	RL+PA
Atep63	22	562852	9419849	384	15/01	Comp. Cajazeiras	DPSP	Dct33	-	PVA+RL+CX
Atep64	22	576488	9413390	368	15/01	Comp. Cajazeiras	DPSP	Dct13	-	PVA
Atep65	22	580012	9408840	343	15/01	Comp. Cajazeiras	DPSP	Pg	07	LA
Atep66	22	587392	9406257	351	15/01	Comp. Cajazeiras	DPSP	Pg	-	LA
Atep67	22	597823	9399122	350	15/01	Comp. Cajazeiras	DPSP	Pg	-	LA
Atep68	22	635406	9353863	342	15/01	Crosta Laterítica	DPSP	Dct12	06	PVA
Atep69	22	637056	9352172	344	15/01	Grupo Rio Novo	DPSP	Dc33	-	PV
Atep70	22	598041	9391910	415	15/01	Comp. Cajazeiras	DPSP	Pg	-	LA
Atep71	22	597773	9383959	419	15/01	Comp. Cajazeiras	DPSP	Dc33	-	LA
Atep72	22	611584	9382422	360	15/01	Dep. Aluvionares + Comp.	DPSP	Dc33	-	LA+PVA

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto	Coords. UTM				Data	Geologia	Unidade Geomorfológica	Modelado	Amostra	Solos
	Fuso	E	N	Alt.						
						Cajazeiras				
Atep73	22	610220	9381654	377	15/01	Dep. Aluvionares	DPSP	Apf	-	RQ
Atep74	22	612548	9378901	402	15/01	Comp. Cajazeiras	DPSP	Dca44	-	LVA
Atep75	22	621399	9375093	402	17/01	Comp. Cajazeiras	DPSP	Dcr22	-	PA+LA
Atep76	22	633645	9364587	252	15/01	Comp. Cajazeiras	DPSP	Dcrt34	-	LA
Atep77	22	639815	9350950	2971	15/01	Comp. Cajazeiras	DPSP	Dcr34	06	PVA
Atep78	22	646966	9347195	462	16/01	Grupo Rio Novo	PDSP	Dar55	-	CX
Atep79	22	646911	9344664	451	16/01	Grupo Rio Novo	PDSP	Dar55	02	RL+AR
Atep80	22	665637	9338617	460	16/01	Grupo Rio Novo	DPSP	Dcr33	-	PV
Atep81	22	668059	9335852	454	16/01	Formação Couto Magalhães	DPSP	Dcr33	-	PVA
Atep82	22	669423	9338245	466	16/01	Formação Couto Magalhães	DPSP	Dar55	-	RL+AR
Atep83	22	671016	9346126	446	16/01	Formação Couto Magalhães	DPSP	Dca44	05	RL+MX+PVA
Atep84	22	667990	9351392	463	16/01	Grupo Rio Novo	DPSP	Dca44	-	RL+MX+PVA
Atep85	22	678672	9359222	469	16/01	Grupo Rio Novo	DPSP	Dct11	-	RL+PA+RR
Atep86	22	772014	8943984	522	16/01	Grupo Canindé	DOMT	Dcr23	04	RR
Atep87	22	770524	8953653	473	16/01	Grupo Canindé	DOMT	Dt13	-	RR+RL
Atep88	22	770274	8956821	463	16/01	Grupo Canindé	DOMT	Dt13	-	RR+RL
Atep89	22	767466	8957883	456	16/01	Grupo Canindé	DOMT	Dt13	-	RR+RL

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto	Coords. UTM				Data	Geologia	Unidade Geomorfológica	Modelado	Amostra	Solos
	Fuso	E	N	Alt.						
Atep90	22	768752	8963533	444	16/01	Grupo Canindé	DOMT	Dcr23	-	RR
Atep91	22	766696	8977052	472	16/01	Grupo Canindé	DOMT	Dc22	-	RL+PVA
Atep92	22	762041	8979158	516	16/01	Fm. Xambioá	DOMT	Dc33	-	RL
Atep93	22	764034	8993996	529	16/01	Grupo Canindé	DOMT	Dct11	-	RL
Atep94	22	763592	8997313	488	16/01	Fm. Xambioá	DOMT	Dca33	-	RL
Atep95	22	762100	9011597	744	16/01	Grupo Canindé	DOMT	Dca33	-	RL
Atep96	22	764785	9024190	828	16/01	Grupo Canindé	DOMT	Dc23	-	RL
Atep97	22	756288	9028915	822	16/01	Comp. Colméia	DOMT	Dc33	-	PVA
Atep98	22	693473	9174890	831	16/01	Dep. Aluvionares	DPSP	Apf	-	RQ
Atep99	22	695212	9176189	362	17/01	Complexo Serra do Tapa	DPSP	Dt13	-	PVA
Atep100	22	700352	9168441	370	17/01	Complexo Serra do Tapa	DPSP	Dt11	-	RR
Atep101	22	698413	9162857	382	17/01	Complexo Serra do Tapa	DPSP	Dcr34	-	RL
Atep102	22	711366	9152528	380	17/01	Complexo Serra do Tapa	DPSP	Dct34	-	RL
Atep103	22	712703	9150947	381	17/01	Complexo Serra do Tapa	DPSP	Dct34	-	PVA+RL
Atep104	22	719420	9140328	421	17/01	Complexo Serra do Tapa	DPSP	Dct34	-	RL
Atep105	22	733004	9128933	432	17/01	Dep. Aluvionares	DPSP	Apf	-	RQ
Atep106	22	731133	9123468	404	17/01	Dep. Aluvionares	DPSP	Apf	-	RQ
Atep107	22	730990	9120847	397	17/01	Dep. Aluvionares	DPSP	Dt13	-	RL

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto	Coords. UTM				Data	Geologia	Unidade Geomorfológica	Modelado	Amostra	Solos
	Fuso	E	N	Alt.						
Atep108	22	738083	9113145	424	17/01	Formação Rio das Barreiras	DPSP	Apf	-	RQ
Atep109	22	742954	9104733	463	17/01	Fm. Xambioá e Comp. Máfico-Ultramáfico Quatipuru	DPSP	Dc11	-	RL
Atep110	22	748266	9093235	447	17/01	Comp. Máfico-ultramáfico Quatipuru	DPSP	Dct11	-	RL
Atep111	22	747817	9082912	430	17/01	Fm. Xambioá	DPSP	Dc11	-	RL+PVA
Atep112	22	751307	9074327	435	17/01	Quartzo falha	DOMT	Dc33	-	RL
Atep113	22	757330	9068385	449	17/01	Comp. Colméia	DOMT	Da55	-	RL+CX+RR
Atep114	22	752362	9069306	347	18/01	Comp. Colméia	DOMT	Pg	05	LV
Atep115	22	752462	9064410	405	18/01	Comp. Colméia	DOMT	Dt12	-	RL
Atep116	22	756377	9056574	420	18/01	Comp. Colméia	DOMT	Dt12	-	PVA+RL
Atep117	22	754240	9049222	420	18/01	Comp. Colméia	DOMT	Dt12	-	PV+LV+RR
Atep118	22	757854	9046444	401	18/01	Comp. Colméia	DOMT	Da55	2	RL+PVA+PV
Atep119	22	686718	9198660	405	18/01	Crosta Laterítica	DPSP	Pg	-	LA
Atep120	22	687463	9190564	397	18/01	Formação Couto Magalhães	DPSP	Dct22	-	RL
Atep121	22	679632	9226826	407	18/01	Complexo Serra do Tapa	DPSP	Apf	-	RQ
Atep122	22	684482	9234052	386	18/01	Formação Couto Magalhães	DPSP	Dca55	-	RL
Atep123	22	678169	9235367	438	18/01	Formação Couto Magalhães	DPSP	Dc33	-	RL
Atep124	22	674032	9237098	410	18/01	Formação Couto Magalhães	DPSP	Dct22	-	PVA

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto	Coords. UTM				Data	Geologia	Unidade Geomorfológica	Modelado	Amostra	Solos
	Fuso	E	N	Alt.						
Atep125	22	669862	9266515	400	18/01	Formação Couto Magalhães	DPSP	Dc11	-	PV+CX+RR
Atep126	22	674810	9256191	492	18/01	Formação Couto Magalhães	DPSP	Dc22	-	PVA
Atep127	22	667938	9270106	391	18/01	Formação Couto Magalhães	DPSP	Dc32	-	PVA
Atep128	22	663383	9278514	473	19/01	Complexo Xingu	DPSP	Dcar23	-	RL
Atep129	22	663588	9283213	488	19/01	Complexo Xingu	DPSP	Dca42	-	LV
Atep130	22	662878	9290518	504	19/01	Granito Serra do Rabo	DPSP	Dca32	-	RL+CX+PVA+LVA
Atep131	22	665081	9297441	463	19/01	Granito Serra do Rabo	DPSP	Dca32	-	PV+LV
Atep132	22	660675	9296320	465	19/01	Crosta Laterítica	DPSP	Pg	-	LV+PV
Atep133	22	657674	9299454	434	19/01	Complexo Xingu	DPSP	Dca33	-	RL
Atep134	22	655290	9303395	479	19/01	Complexo Granítico Estrela	DPSP	Dc22	-	LV
Atep135	22	655029	9306456	462	19/01	Gabro Santa Inês	DPSP	Dc22	-	LV
Atep136	22	652703	9310400	466	19/01	Complexo Xingu	PDSP	Dar44	-	PVA+LVA
Atep137	22	652006	9315015	472	19/01	Grupo Rio Novo	DPSP	Dc22	-	LV
Atep138	22	647889	9332798	477	19/01	Grupo Rio Novo	PDSP	Dcar55	-	LV+RL
Atep139	22	643078	9326100	496	19/01	Complexo Xingu	DPSP	Dc33	-	PVA+LVA
Atep140	22	657955	9322234	487	19/01	Complexo Xingu	DPSP	Dc22	-	LV
Atep141	22	655823	9324337	482	19/01	Complexo Xingu	DPSP	Dc32	-	PVA
Atep142	22	707527	9378828	468	19/01	Formação Couto Magalhães	DPSP	Dc33	-	RL+CX+PVA

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto	Coords. UTM				Data	Geologia	Unidade Geomorfológica	Modelado	Amostra	Solos
	Fuso	E	N	Alt.						
Atep143	22	693070	9370234	480	19/01	Dep. Aluvionares	DPSP	Apf	-	RQ
Atep144	22	684051	9368275	450	19/01	Formação Couto Magalhães	DPSP	Dc32	-	PVA+RL
Atep145	22	695355	9377840	456	19/01	Dep. Aluvionares	DPSP	Apf	-	RQ
Atep146	22	701918	9381272	453	19/01	Grupo Itapecuru	DPSP	Dc33	-	PVA
Atep147	22	703433	9387723	457	19/01	Grupo Itapecuru	DPSP	Dca44	-	PVA+RL+RR
Atep148	22	699226	9385456	435	19/01	Grupo Itapecuru	DPSP	Dc11	-	PVA+RL+RR
Atep149	22	698641	9388142	436	19/01	Dep. Aluvionares	DPSP	Apf	-	RQ
Atep150	22	698102	9390125	437	19/01	Grupo Itapecuru	DPSP	Dca33	-	PVA
Atep151	22	704045	9396198	910	20/01	Grupo Itapecuru	DPSP	Dca33	-	PVA
Atep152	22	706584	9397958	391	20/01	Dep. Aluvionares	DPSP	Apf	-	RQ
Atep153	22	709318	9399635	511	20/01	Formação Couto Magalhães	DPSP	Dca33	-	PVA
Total									51	

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

As classes de solos observadas na área investigada não variaram substancialmente em relação àquelas descritas nos materiais levantadas na etapa anterior (pesquisa de dados secundários), havendo, entretanto, a necessidade de adequação de associações e limites das unidades em função da escala de trabalho.

No Quadro 6.2-15 são apresentadas as 39 (trinta e nove) unidades de mapeamento presentes na All, identificadas a campo, com a respectiva simbologia e a classe ou classes componentes. Destas, 09 (nove) correspondem a unidades de mapeamento simples, composta por uma classe de solo, e as outras 30 (trinta) são constituídas por associações de classes. Destas, 18 (dezoito) delas apresentam duas classes, 08 (oito) são compostas por três classes de solos e 04 são formadas por quatro classes de solos distintas.

Quadro 6.2-15 - Unidades pedológicas de mapeamento.

Classe	UM	Associação	Classe Componente
Latossolo	LA	LA	Latossolo Amarelo
	LV1	LV	Latossolo Vermelho
	LV2	LV+PV	Latossolo Vermelho + Argissolo Vermelho
	LV3	LV+RL	Latossolo Vermelho + Neossolo Litólico
	LVA1	LVA	Latossolo Vermelho-Amarelo
	LVA2	LVA+PVA	Latossolo Vermelho-Amarelo + Argissolo Vermelho Amarelo
Argissolo	PA1	PA	Argissolo Amarelo
	PA2	PA+LA	Argissolo Amarelo + Latossolo Amarelo
	PA3	PA+PV	Argissolo Amarelo + Argissolo Vermelho
	PV1	PV	Argissolo Vermelho
	PV2	PV+CX+RR	Argissolo Vermelho + Cambissolo Háptico + Neossolo Regolítico
	PV3	PV+LV	Argissolo Vermelho + Latossolo Vermelho
	PV4	PV+LV+RR	Argissolo Vermelho + Latossolo Vermelho + Neossolo Regolítico
	PV5	PV+RL	Argissolo Vermelho + Neossolo Litólico
	PV6	PV+RL+CX+LV	Argissolo Vermelho + Neossolo Litólico + Cambissolo Háptico + Latossolo Vermelho
	PVA1	PVA	Argissolo Vermelho -Amarelo
	PVA2	PVA+LVA	Argissolo Vermelho-Amarelo + Latossolo Vermelho - Amarelo
	PVA3	PVA+LVA+CX+RR	Argissolo Vermelho-Amarelo + Latossolo Vermelho-Amarelo + Cambissolo Háptico + Neossolo Regolítico

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingú – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Classe	UM	Associação	Classe Componente
	PVA4	PVA+NV	Argissolo Vermelho-amarelo + Nitossolo vermelho
	PVA5	PVA+PV	Argissolo Vermelho-amarelo + Argissolo vermelho
	PVA6	PVA+RL	Argissolo Vermelho-amarelo + Neossolo litólico
	PVA7	PVA+RL+RR	Argissolo Vermelho-amarelo + Neossolo Litólico + Neossolo Regolítico
	PVA8	PVA+RR	Argissolo Vermelho-amarelo + Neossolo Regolítico
	PVA9	PVA+RR+RL	Argissolo Vermelho-amarelo + Neossolo Regolítico + Neossolo Litólico
	PVA10	PVA+RR+RL+CX	Argissolo Vermelho-amarelo + Neossolo Regolítico + Neossolo Litólico + Cambissolo Háptico
Neossolo	RL1	RL	Neossolo Litólico
	RL2	RL+AR	Neossolo Litólico + Afloramento Rochoso
	RL3	RL+AR+CX	Neossolo Litólico + Afloramento Rochoso + Cambissolo Háptico
	RL4	RL+AR+PV	Neossolo Litólico + Afloramento Rochoso + Argissolo Vermelho
	RL5	RL+CX+PVA+LVA	Neossolo Litólico + Cambissolo Háptico + Argissolo Vermelho-amarelo + Latossolo Vermelho-amarelo
	RL6	RL+LV	Neossolo Litólico + Latossolo Vermelho
	RL7	RL+MX+PVA	Neossolo Litólico + Chernossolo Háptico + Argissolo Vermelho-amarelo
	RL8	RL+PA	Neossolo Litólico + Argissolo Amarelo
	RL9	RL+PA+RR	Neossolo Litólico + Argissolo Amarelo + Neossolo Regolítico
	RL10	RL+PVA	Neossolo Litólico + Argissolo Vermelho-amarelo
	RL11	RL+RR	Neossolo Litólico + Neossolo Regolítico
	RQ	RQ	Neossolo Quartzarênico
	RR1	RR	Neossolo Regolítico
	RR2	RR+RL	Neossolo Regolítico + Neossolo Litólico

Fonte: Bourscheid (2014).

A observação da variação das classes de solos encontradas na All revelou padrões distintos de relacionamento entre o solo e seus fatores de formação. Na zona compreendida entre os municípios paraenses de Vitória do Xingú e Parauapebas, porção norte da área de estudo, observa-se um padrão complexo de ocorrência de solos, apresentando estes diferentes graus de desenvolvimento, em zonas com uniformidade do material de origem e de formas de relevo. Tal variação é explicada pela intensa atuação dos fatores climáticos de formação do solo, o qual pode minimizar diferenças

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas*Estudo de Impacto Ambiental - EIA*

de recalitrância do material. Como exemplo citam-se os Latossolos Vermelhos que ocorrem em cotas mais altas, inclusive nos topos dos morros, associados à Neossolos Litólicos. Nas demais zonas, os padrões de ocorrências revelam uma distribuição espacial estreitamente relacionada às formas de relevo e subordinadas ao material de origem, como pode ser visualizado no mapa da temática (Apêndice 6.13).

Abaixo estão descritas as principais classes de solo observadas na área de estudo.

Latossolo Amarelo (LA)

Na área de estudo, os solos desta unidade ocorrem nas zonas de depósitos sedimentares dos Tabuleiros do Baixo Rio Amazonas, em parte dos municípios paraenses de São José Porfírio e Anapú, na área do entorno da SE Xingu. Também dominam a porção da área de estudo compreendida pelo município de Marabá/PA, e na divisa deste com o município de Itupiranga/PA, em zonas de relevos tabulares e pediplanos, desenvolvendo-se tanto sobre arenitos da formação Alter do Chão, como sobre rochas metamórficas dos Complexos Cajazeiras e Couto Magalhães.

São solos em avançado estágio de intemperização, resultado de transformações do material de origem. Apresentam uma fração muito pequena, ou inexistência, de minerais primários e secundários menos resistentes em sua matriz, havendo predominância de caulinita e baixos teores de óxidos de ferro. Para este último, há prevalência de goethita em relação aos demais óxidos/hidróxidos de ferro. Apresentam uma coesão entre os horizontes A e B, ou em alguns casos dominando uma extensa camada do perfil, resultado do arranjo face a face de sua fração caulínica, favorecido pelos baixos teores de óxido de ferro e gibbsita. Tal característica está associada à descrição de solos concrecionários lateríticos em levantamentos anteriores. Morfologicamente, apresentam blocos sub-angulares moderados, como principal estrutura do horizonte subsuperficial diagnóstico. São solos profundos de textura média, plásticos e pegajosos, com boa drenagem. De forma geral, apresentam moderada suscetibilidade à erosão, podendo, entretanto, tornarem-se mais suscetíveis quando localizados em áreas com maior inclinação (20 a 45 %) e próximos a zonas de drenagem.

**Figura 6.2-91 - Perfil Latossolo Amarelo.**

Fonte: Bourscheid (2014).

Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA)

Encontram-se amplamente distribuídos na faixa entre Marabá e Vitória do Xingú. Ocorrem principalmente associados a Argissolos Vermelho-Amarelos nas zonas mais aplainadas e no terço inferior das vertentes de zonas mais movimentadas (parte inferior da topossequência em microrelevo). Também podem ocorrer nos sopés de encostas em zonas de relevo mais movimentado onde predominam Neossolos Litólicos. Desenvolvem-se sobre sedimentos oriundos da decomposição de rochas metamórficas, estando associados a relevos pouco e muito movimentados.

Diferem da classe anterior por apresentarem teor um pouco mais elevado de óxidos de ferros. Mesmo ainda, havendo predomínio de goethitas nesta fração, observa-se incremento nos teores de hematitas na matriz do solo. Apesar de melhor drenados, estes solos tendem a acumular uma fina camada de água sobre a superfície das argilas, o que os torna muito plásticos e pegajosos quando úmidos. Este é um aspecto importante visto a tendência destes solos à deformação. Quando ocorrem em relevos mais acidentados, estes solos tornam-se suscetíveis à erosão laminar e linear, podendo ocorrer formação de voçorocas a partir da superfície. Também, apresentam

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

suscetibilidade a formação de voçorocas por erosão subsuperficial em função do gradiente de drenagem entre o solo e o material de origem.



Figura 6.2-92. Latossolo Vermelho Amarelo.

Fonte: Bourscheid (2014).

Latossolo Vermelho (LV)

Os solos desta unidade revelam três padrões distintos de ocorrência na área de estudo. No primeiro apresentam um padrão complexo de ocorrência, sendo observados em cotas mais altas (100 a 160 m) dos Planaltos Residuais do Sul da Amazônia, em zonas de maior movimentação do relevo, associados à Argissolos Vermelhos e Neossolos Litólicos, e desenvolvendo-se sobre fases das rochas do Complexo Metamórfico com maiores concentrações de minerais de ferro. No segundo padrão, ocorrem nos sopés de morros em zonas onde ocorrem Neossolos Litólicos associados a rochas vulcanosedimentares com altos teores de ferro (Serra Pelada) no município de Curionópolis/PA. No terceiro padrão, ocorrem em zonas de relevos mais aplainados da Depressão Periférica do Sul do Pará, ao sul do município de Curionópolis, associados a gnaisses, e no sopé da Serra do Estrondo, zona de transição entre a Depressão Periférica do Sul do Pará e a Depressão Ortoclinal do Médio Tocantins, associados a sedimentos de rochas vulcanosedimentares, em parte dos municípios de Itaporã do Tocantins, Guaraí e Colméia.

De forma semelhante às classes anteriores também apresentam avançado grau de evolução, com intemperização intensa dos constituintes minerais primários, e secundários menos resistentes, e inexpressiva mobilização ou migração de argila, ferrólise, gleização ou plintização. Difere, porém, pela predominância de minerais de ferro trivalente na matriz do solo. A coloração avermelhada revela sua boa capacidade de drenagem havendo predomínio do mecanismo de microagregação. A suscetibilidade à erosão desta classe de solo varia em função da forma de relevo ao qual está associado. Quando em relevos acidentados, apresentam as mesmas características descritas para a classe anterior, com maior suscetibilidade aos processos de erosão laminar, linear e subsuperficial. Quando em relevos menos acidentados, apresentam comportamento mecânico semelhante ao descrito para os Latossolos Amarelos.



Figura 6.2-93. Latossolo Vermelho.

Fonte: Bourscheid (2014).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Nitossolo Vermelho

São solos de elevado grau de evolução, diferindo da classe anterior por ainda apresentar evidências de ocorrência do processo de lessivagem. Ocorre apenas de forma localizada em zonas mais movimentadas em meio a terrenos de colinas dissecadas associadas a Argissolos e Latossolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos. Embora levantamentos anteriores tenham referido uma distribuição mais ampla desta classe de solo, no presente estudo esta foi observada apenas em três municípios: Novo Repartimento/PA onde desenvolvendo-se sobre rochas metamórficas em zonas de relevo mais movimentado da Depressão Periférica do Sul do Pará, e em Itaporã do Tocantins e Colméia, ambos municípios do estado do Tocantins. São solos bem drenados, porém, suscetíveis ao mecanismo de erosão laminar em função do gradiente, mesmo que ligeiro, entre o horizonte superficial e subsuperficial diagnóstico. Apesar de bem drenados, apresentam tendência a formação de filme sobre suas partículas o que lhes confere elevada plasticidade e pegajosidade quando úmidos.



Figura 6.2-94. Perfil Nitossolo Vermelho

Fonte: Bourscheid (2014).

Argissolo Amarelo (PA)

Apresentam-se distribuídos pela zona compreendida pelo município de Pacajá a Marabá, ocorrendo com maior continuidade nas porções sul e norte dos municípios de Pacajá e Novo Repartimento, e na porção central do município de Marabá. Estão associados a zonas com prevalência de fases mais ácidas do complexo granitóide, ocorrendo tanto em relevos suaves como movimentados. São solos em estágio moderado de evolução, caracterizados pela intensa atuação do processo de lessivagem, culminando na formação do horizonte iluvial diagnóstico (B textural). De forma semelhante às duas classes anteriores, apresenta predominância de caulinita e baixos teores de hematita e goethita, onde esta última tem maior proporção na fração oxídica da matriz. Possuem baixas concentrações de bases em seu complexo de troca, resultado da baixa atividade de sua fração argila. São solos de média a alta profundidade, de textura média, com estrutura fraca e moderada nos horizontes superficial e subsuperficial, respectivamente, plásticos e pegajosos, e moderadamente a bem drenados. Apresentam suscetibilidade à erosão de forma semelhante aos Nitossolos Vermelhos, sendo, porém, esta mais acentuada nesta classe de solo.



Figura 6.2-95. Perfil Argissolos Amarelo.

Fonte: Bourscheid (2014).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Argissolo Vermelho Amarelo (PVA)

Encontram-se amplamente distribuídos pela área de estudo, abrangendo boa parte dos municípios paraenses. Associam-se com Neossolos, Cambissolos e Latossolos em zonas de relevos suaves e movimentados. É notadamente a classe de solo predominante na área de estudo, ocorrendo como classe principal em quase toda a AII, dominando toda a área compreendida pela Depressão Periférica do Sul do Pará. De forma semelhante à classe anterior, também são solos em estágio moderado de evolução com atuação intensa do processo de lessivagem, com predominância de caulinita e baixos teores de hematita e goethita, baixas concentrações de bases em seu complexo de troca, resultado da baixa atividade de sua fração argila. São solos profundos, de textura argilosa, com estrutura fraca e moderada nos horizontes superficial e subsuperficial, respectivamente, plásticos e pegajosos, e moderadamente a bem drenados. A suscetibilidade destes solos ao desencadeamento de processos erosivos está relacionada aos mesmos mecanismos descritos para a classe anterior.



Figura 6.2-96. Corte de estrada mostrando um Argissolo Vermelho-Amarelo.

Fonte: Bourscheid (2014).

Argissolo Vermelho (PV)

Os solos desta classe são encontrados em três padrões distintos de ocorrência. No primeiro apresentam-se distribuídos pela zona compreendida pelos municípios paraenses de Anapú e Marabá, associados a áreas com prevalência de fases com teores mais elevados de minerais de ferro das rochas metamórficas, ocorrendo em relevos suaves e movimentados. No segundo desenvolvem-se sobre rochas vulcanosedimentares, nos sopés da Serra dos Carajás, associados à Latossolos Vermelhos, em parte do município de Curionópolis. No terceiro padrão desenvolvem-se sobre gnaisses da Depressão Periférica do Sul do Pará, associados à Latossolos Vermelhos, e alternando com Argissolos Vermelho-Amarelos desenvolvidos sobre sequências sedimentares proterozoicas. Apresentam características semelhantes às duas classes anteriores, diferindo pela maior concentração de minerais de ferro na matriz do solo. No que tange a suscetibilidade a processos erosivos, também apresentam suscetibilidade à erosão laminar, em função dos mesmos mecanismos descritos para as classes anteriores.



Figura 6.2-97. Corte de estrada mostrando um Argissolo Vermelho.

Fonte: Bourscheid (2014).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Chernossolo Háplico

Estes solos ocorrem apenas de forma localizada, associados a Neossolos Litólicos e Argissolos Vermelho-Amarelos, desenvolvendo-se sobre sequências vulcano sedimentares, em parte dos municípios de Curionópolis e Eldorado dos Carajás. Apresentam teores elevados de compostos orgânicos nos horizontes superficiais, e estão, constantemente, associados a zonas de rochas básicas, o que lhes confere maior atividade de sua fração argila. Estas características fazem com que estes solos apresentem menor suscetibilidade ao desencadeamento de processos erosivos. Contudo, sua ocorrência predominante em zonas de transição entre Neossolos Litólicos e Argissolos, torna esta classe de solo sensível a perturbações visto que estas ecoarão em solos adjacentes com maior suscetibilidade.



Figura 6.2-98. Perfil Chernossolo Háplico.

Fonte: Bourscheid (2014).

Neossolo Litólico (RL)

De forma semelhante aos Argissolos Vermelho-Amarelos estes solos apresentam-se amplamente distribuídos pela área de estudo, recobrando ambos os estados, localizando-se principalmente em zonas de relevo mais movimentado. Contudo, podem ser distinguidos dois padrões básicos de ocorrência. No primeiro ocorrem nas zonas de

relevo mais acidentado associados à Neossolos Regolíticos, Argissolos, Cambissolos e Latossolos. Localizam-se predominantemente nos topos de morros com topossequência evoluindo até Latossolos ou Argissolos nos vales, ocorrendo em pequenas áreas, dos municípios paraenses de Vitória do Xingu a Curionópolis, ou seja, distribuídos ao longo da LT 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2. No segundo, predominam em toda área compreendida pela Depressão do Baixo Rio Araguaia, Serras e Patamares do Rio Tocantins e Depressão do Médio Rio Tocantins, associados a Neossolos Regolíticos, e em menor grau com Argissolos e Cambissolos na Serras e Patamares do Rio Tocantins, desenvolvendo-se sobre sequências sedimentares proterozoicas e consolidadas

São solos em estado inicial de desenvolvimento, sem a presença de qualquer horizonte subsuperficial diagnóstico, e com o horizonte superficial disposto diretamente sobre o material de origem a uma profundidade menor que 50 cm. Possui características muito semelhantes ao material de origem, podendo ter boa parte de sua matriz composta por fragmento de rocha. Apresentam elevada sensibilidade sendo facilmente degradados quando submetidos a práticas antrópicas. Além disso, apresentam baixa resiliência, sendo de difícil e lenta recuperação quando degradados.



Figura 6.2-99. Perfil Neossolo Litólico.

Fonte: Bourscheid (2014).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Neossolo Regolítico (RR)

A distribuição desta classe de solo esta associada a grande parte dos municípios do estado do Tocantins interceptados pela AE. De forma geral, ocorre principalmente no terço superior das encostas, associado a Neossolos Litólicos nas zonas de transição entre estes e os Argissolos e Latossolos. Contudo, esta classe pode ocorrer como unidade principal alternando-se com Neossolos Litólicos, ou associada a estes, desenvolvendo-se sobre sequências sedimentares consolidadas nas áreas compreendidas pela Depressão Ortoclinal do Médio Tocantins e no contato desta com a Depressão Periférica do Sul do Pará. Apresentam características morfológicas e suscetibilidade à erosão semelhante à classe anterior sendo, contudo, de resiliência um pouco mais elevada.



Figura 6.2-100. Perfil Neossolo Regolítico.

Fonte: Bourscheid (2014).

Neossolo Quartzarênico (RQ)

Os solos desta classe ocorrem predominantemente nas planícies de inundação ou em meandros abandonados. Da mesma forma que os solos das duas classes anteriores, estes também são solos em estado inicial de desenvolvimento. Contudo, desenvolvem-se sobre sedimentos mais grosseiros, formados basicamente por grãos de quartzo, o que lhes confere textura arenosa, baixa capacidade de retenção de cátions básicos e água,

resultado de sua diminuta fração coloidal. Embora apresentem gênese semelhante à de Neossolos Flúvicos, diferenciam-se destes por não possuírem perfil estratificado, resultado da deposição de materiais de diferentes granulometrias.

Mesmo ocorrendo em relevos suaves e planos, apresentam elevada suscetibilidade ao desencadeamento de processos erosivos em função das fracas interações entre os componentes da matriz do solo. São sensíveis principalmente aos mecanismos de erosão linear e subsuperficial, havendo rápido aprofundamento de sulcos ou expansão de voçorocas quando removido o aporte orgânico da superfície do solo.



Figura 6.2-101. Corte de estrada mostrando um Neossolo Quartzarênico.

Fonte: Bourscheid (2014).

Cambissolo Háplico

Nesta classe os solos ocorrem predominantemente como inclusões em área dominadas por Neossolos Litólico com maior movimentação do relevo, nas zonas de transição entre Neossolos e Argissolos ou Latossolos distribuídos por praticamente toda a área de estudo. São solos em estado incipiente de evolução, porém com evidências da atuação dos fatores de formação. Apresenta horizonte subsuperficial diagnóstico incipiente (Bi) com propriedades muito semelhantes aos demais horizontes no perfil. São solos rasos e

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

bem drenados, apresentando, contudo, alta suscetibilidade ao desencadeamento de processos erosivos, em função de sua pouca profundidade e posição do relevo que geralmente ocupa. Além disso, estes solos podem apresentar tendências ao escorregamento em zonas com maior movimentação do relevo, principalmente naquelas com altas taxas de precipitação onde houve remoção da cobertura do solo, uma vez que estes podem ser saturados rapidamente elevando o seu peso e reduzindo seu contato com a rocha, culminando no cisalhamento e na movimentação de massa do solo.



Figura 6.2-102 - Corte de estrada mostrando um Cambissolo Háplico.

Fonte: Bourscheid (2014).

6.2.6.2.1 - Suscetibilidade ao Desenvolvimento de Processos Erosivos, Escorregamentos e Voçorocas.

Esse item apresenta de forma geral a suscetibilidade ao desenvolvimento de processos erosivos levando em consideração as características físicas dos tipos de solos identificados na área de Influência Indireta. No item 6.2.4.2 de Geomorfologia é apresentada uma análise integrada, levando em consideração além das características pedológicas, as formas de relevo.

Observa-se um padrão comum de remoção da cobertura do solo que abrange praticamente toda a All. De forma geral, há a substituição gradativa da cobertura florestal por pastagens, visando principalmente o desenvolvimento da pecuária de corte em sistema extensivo (Figura 6.2-103). A adoção deste sistema, aliado ao porte dos produtores da região, requer a abertura de extensas áreas de pasto, o que promove uma mudança acelerada do padrão de cobertura do solo. Esta mudança desestabiliza o sistema, tendo na maioria das vezes resultados negativos do ponto de vista da conservação do solo.



Figura 6.2-103 - Pastagem estabelecida em substituição à floresta.

Fonte: Bourscheid (2014).

A condição natural de suscetibilidade, nas diferentes classes de solos, a processos erosivos pode ser potencializados em função dos usos ou ações sofridas por estes. A remoção da cobertura florestal potencializa tanto os efeitos erosivos relacionados ao impacto da gota da chuva, como aqueles relacionados ao escoamento superficial. A manifestação destes mecanismos pode ocorrer principalmente nas etapas de preparo do solo e estabelecimento da pastagem, e uma vez estabelecidos tendem a ser agravados, principalmente pelo fato destas práticas serem realizadas no início do período de maior precipitação (Figura 6.2-104). Embora se acredite que a pastagem bem estabelecida possa ser suficiente para proteger o solo dos agentes erosivos, esta tem a capacidade apenas de reduzir o efeito desagregador do impacto das gotas de chuva, não reduzindo, porém, o efeito do escoamento superficial (Figura 6.2-105). Esta condição resulta das características morfológicas e ecológicas das espécies vegetais utilizadas como pasto, as

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

quais se desenvolvem predominantemente em touceiras. O quadro pode ainda ser agravado quando há o mau estabelecimento da pastagem (Figura 6.2-106).



Figura 6.2-104. Área com solo preparado para o estabelecimento de pastagem.

Fonte: Bourscheid (2014).



Figura 6.2-105. Área de pastagem bem estabelecida com evidências de erosão linear.

Fonte: Bourscheid (2014).



Figura 6.2-106. Área com pastagem mal estabelecida e desenvolvimento de voçorocas.

Fonte: Bourscheid (2014).

Outro padrão de exposição do solo pode ser observado em parte dos municípios de Xinguara e Rio Maria, ambos nos Pará, o qual também tem relação com exploração pecuária, porém neste caso em sistema semiextensivo. Neste, há o cultivo de extensas áreas de milho o qual é utilizado para silagem, deixando o solo completamente exposto por ocasião da colheita (Figura 6.2-107). Também é observada a exposição do solo em função do cultivo de *commodities*, sendo a soja a mais cultivada (Figura 6.2-108). Este padrão é mais frequente na área compreendida pelos municípios do estado do Tocantins.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA



Figura 6.2-107. Área de solo descoberto em função da colheita de milho para silagem.

Fonte: Bourscheid (2014).



Figura 6.2-108. Área de cultivo de soja no município de Fortaleza do Tabocão/TO

Fonte: Bourscheid (2014).

Embora o fator topográfico seja o de maior relevância para a definição de zonas suscetíveis ao desencadeamento de movimento de massa de solo, as características morfológicas das classes de solo observadas na All também são determinantes para definição de quais das zonas de relevo mais movimentado apresentam maior risco, visto que o tipo de solo que ocorre pode potencializar ou minimizar a intensidade do processo. Além disso, a variação do estado de tensão do solo depende, além da

estabilidade da massa de solo, da magnitude das tensões as quais este é submetido. Neste sentido, o efeito climatológico também deve ser considerado na definição da suscetibilidade do solo a escorregamentos.

Na área de estudo, zonas de maior movimentação são dominadas por Neossolos Litólicos e Regolíticos, Cambissolos, Argissolos e Latossolos. Considerando apenas o terço superior de encostas, observa-se o predomínio de Neossolos Litólicos e Regolíticos, e Cambissolos. Destes, os dois últimos são os de maior suscetibilidade em função do contato lítico a pouca profundidade. No caso de Neossolos Regolíticos, em condições de períodos de precipitação prolongada, estes solos podem ficar completamente saturados, enfraquecendo a adesão das partículas de solo à superfície das rochas desprendendo a massa de solo e provocando o escorregamento. Além de comungar deste mecanismo, os Cambissolos, quando se apresentam um pouco mais profundos podem acumular um volume de água na matriz, na qual a pressão exercida pela camada superficial supera a tensão de cisalhamento provocando o deslocamento da massa de solo. Este mecanismo se deve a instabilidade estrutural desta classe de solo, o qual se encontra ainda em estado incipiente de evolução.

A ocorrência destes processos é minimizada pela manutenção da cobertura dos solos, a qual funciona como aporte de material orgânico melhorando a estabilidade dos agregados, aumentando a macroporosidade do solo, evitando o acúmulo de grandes volumes de água na matriz e mitigando o impacto da precipitação no solo. Este mecanismo pode estar relacionado a não observação de evidências de escorregamento na área de estudo em zonas mais acidentadas onde ocorrem Neossolos Regolíticos e Cambissolos.

Em relação ao surgimento de voçorocas, estas podem ser mais frequente em zonas com predomínio de Neossolos Quartzarênicos e Latossolos, em função da maior permeabilidade e tendência à erosão subsuperficial. Contudo, o mecanismo de aprofundamento de sulcos formados por erosão linear também pode ser observado em locais onde houve a remoção da cobertura vegetal e em canais de estradas (Figura 6.2-109 e Figura 6.2-110), podendo se desenvolver em praticamente todas as classes de solo observadas na área de estudo. Desta forma, embora não tenham sido observadas voçorocas com tanta frequência, pode-se considerar que a área, de uma forma geral, apresenta tendências ao desencadeamento do processo, considerando as características dos solos observados.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA



Figura 6.2-109. Voçoroca desenvolvendo-se sobre Neossolo Regolítico descoberto.

Fonte: Bourscheid (2014).



Figura 6.2-110. Aprofundamento de canal de estrada desenvolvendo-se em um Latossolo Vermelho.

Fonte: Bourscheid (2014).

Os resultados da análise das informações pedológicas primárias e secundárias revelam que, de forma geral, os solos observados na área de estudo apresentam-se suscetíveis a movimento de massa quando localizados em terço superior de encosta, em zonas de relevo movimentado e suscetíveis ao estabelecimento de voçorocas. Contudo, ambos os processos podem ser minimizados pela manutenção de uma cobertura vegetal

adequada. Desta forma, é fundamental a adoção de medidas de controle que garantam o estabelecimento da vegetação em área de solo descoberto, visando o incremento da estabilidade estrutural da superfície e redução do impacto das gotas de chuva, proporcionando condições adequadas para instalação e manutenção das estruturas previstas no empreendimento.

6.2.6.3 - Conclusões

De forma geral, o amplo domínio de Argissolos Vermelho-Amarelos caracteriza a área de estudo como potencialmente suscetível ao desenvolvimento de sulcos, ravinas e voçorocas. Embora estes solos apresentem textura de média a argilosa, sua suscetibilidade é resultado da diferença de permeabilidade entre os horizontes superficial e subsuperficial, saturando rapidamente as camadas superficiais e favorecendo o movimento de partículas por escorrimento superficial, processo este mais intenso em zonas de maior movimentação do relevo. A fragilidade destes solos é agravada quando descobertos, uma vez que, nestas condições, agentes desagregadores têm sua atuação potencializada, principalmente quando considerado o regime pluviométrico da região. Ainda, em grande parte da área, estes solos estão associados à Neossolos Litólicos, nos quais a intensidade dos efeitos erosivos é maior. Zonas com predomínio de Latossolos e Neossolos Quartzarênicos também apresentam suscetibilidade à erosão, sendo estas, neste caso, resultado da alta permeabilidade destes solos favorecendo a manifestação do mecanismo de erosão subsuperficial. Em relação a escorregamentos, maior suscetibilidade é observada em zonas de relevo mais movimentado onde ocorram Neossolos Regolíticos e Cambissolos, em função da pouca profundidade e estruturação ainda incipiente destas classes de solo. Nestas condições, a adoção de medidas que garantam a cobertura do solo e que reduzam a velocidade da enxurrada em zonas de maior movimentação do relevo é fundamental para evitar ou minimizar a ocorrência de escorregamentos e voçorocas, a fim de se garantir o equilíbrio entre a atividade e o meio ambiente.

6.2.7 - Espeleologia

O presente documento tem como objetivo apresentar os resultados dos estudos de prospecção espeleológica realizados na área de estudo das Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas. As LT's localizam-se nos

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas*Estudo de Impacto Ambiental - EIA*

estados do Pará e Tocantins, atravessando 22 municípios conforme apresentado na Figura 6.2-111.

Este documento integra o processo para o licenciamento ambiental do empreendimento mencionado. Conforme previsto no artigo 4º da Resolução CONAMA Nº 347, de 10 de setembro de 2004, que dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico:

“a localização, construção, instalação, ampliação, modificação e operação de empreendimentos e atividades, considerados efetiva ou potencialmente poluidores ou degradadores do patrimônio espeleológico ou de sua área de influência dependerão de prévio licenciamento pelo órgão ambiental competente, nos termos da legislação vigente” (BRASIL, 2004).

Esta primeira etapa dos estudos de espeleologia envolve a avaliação do potencial espeleológico, bem como a prospecção de cavidades, quando identificadas.



Figura 6.2-111. Localização da área de estudo.

6.2.7.1 - Metodologia

Os trabalhos de prospecção espeleológica na área de estudo envolveram uma série de etapas que serão descritas a seguir:

- (i) Levantamento bibliográfico: Incluiu a revisão da bibliografia sobre os aspectos físicos da área, como clima, geologia e geomorfologia. Além de tal revisão, realizou-se um levantamento sobre as características das cavernas na região de inserção da área de estudo, bem como a consulta aos bancos de dados espeleológicos Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV) e da Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE);
- (ii) Análise do potencial espeleológico: Em um primeiro momento, foi delimitada a área a ser prospectada, que se refere à Área Diretamente Afetada (ADA)¹², acrescida de um *buffer* de 500 m, perfazendo uma área de 1012,69 km². Desta área total apenas 176,54 km² foram analisadas neste estudo, por serem áreas de alto potencial espeleológico. Desta forma, a análise do potencial fundamentou-se em Jansen (2011) associada à análise de gabinete. Esta última, por sua vez, utiliza-se das ferramentas do Sistema de Informação Geográfica (SIG), na plataforma do software ArcGIS 10.1. Com este software, foi possível a elaboração dos mapas temáticos e suas correlações com a imagem de satélite ESRI, de alta resolução;
- (iii) Caminhamento espeleológico: A prospecção em campo, contempla três campanhas, sendo elas: 1ª campanha de 17/02 a 08/03/2014; 2ª campanha de 03/04 a 22/04/2014; 3ª campanha de 06/05 a 24/05/2014. A ADA acrescida de *buffer* de 500m foi delimitada por meio da análise de incidência de descargas ao longo dos 1822,70 km de linhas, subdivididos da seguinte forma: LT Xingu – Parauapebas: 899 km; LT Parauapebas – Miracema: 818,40 km; e, LT Parauapebas – Itacaiúnas: 105,3 km. Como esta área mostrou-se bastante variável ao longo do traçado das LT's, optou-se por uma margem de segurança de 500 m para cada lado do traçado totalizando uma área de 1012,69 km² e com largura de 1000 m (Figura 6.2-112). Vale salientar, que o caminhamento detalhado foi realizado apenas nas áreas de alto potencial espeleológico,

¹² O termo ADA é equivalente a Faixa de Servidão (FS). É delimitada como corredor de 120m de largura para os trechos de circuito duplo (Xingu – Parauapebas e Parauapebas - Miracema) e 60m para o trecho de circuito simples (Parauapebas – Itacaiúnas).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

conforme CPRM (2014) e Jansen (2011), na ADA acrescida de *buffer* de 500 m, sendo identificadas sete (07) áreas de estudo detalhados no presente trabalho (Figura 6.2-113).

Destaca-se que o caminhamento ocorreu de forma sistemática, sendo balizado pela análise documental e cartográfica, e registrado por aparelho GPS Map Garmin 60CSx, no sistema de coordenadas geodésicas e datum SIRGAS 2000. As feições morfológicas com maior probabilidade de ocorrência de cavernas são as áreas de afloramento rochoso e margens de corpos hídricos. Os trabalhos foram realizados por equipes compostas por dois integrantes, sendo um deles responsável pelo manejo do GPS, descrição e registro geral das atividades, e o outro pela abertura de picadas, além de outras ações determinadas e supervisionadas pelo coordenador das equipes de campo.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

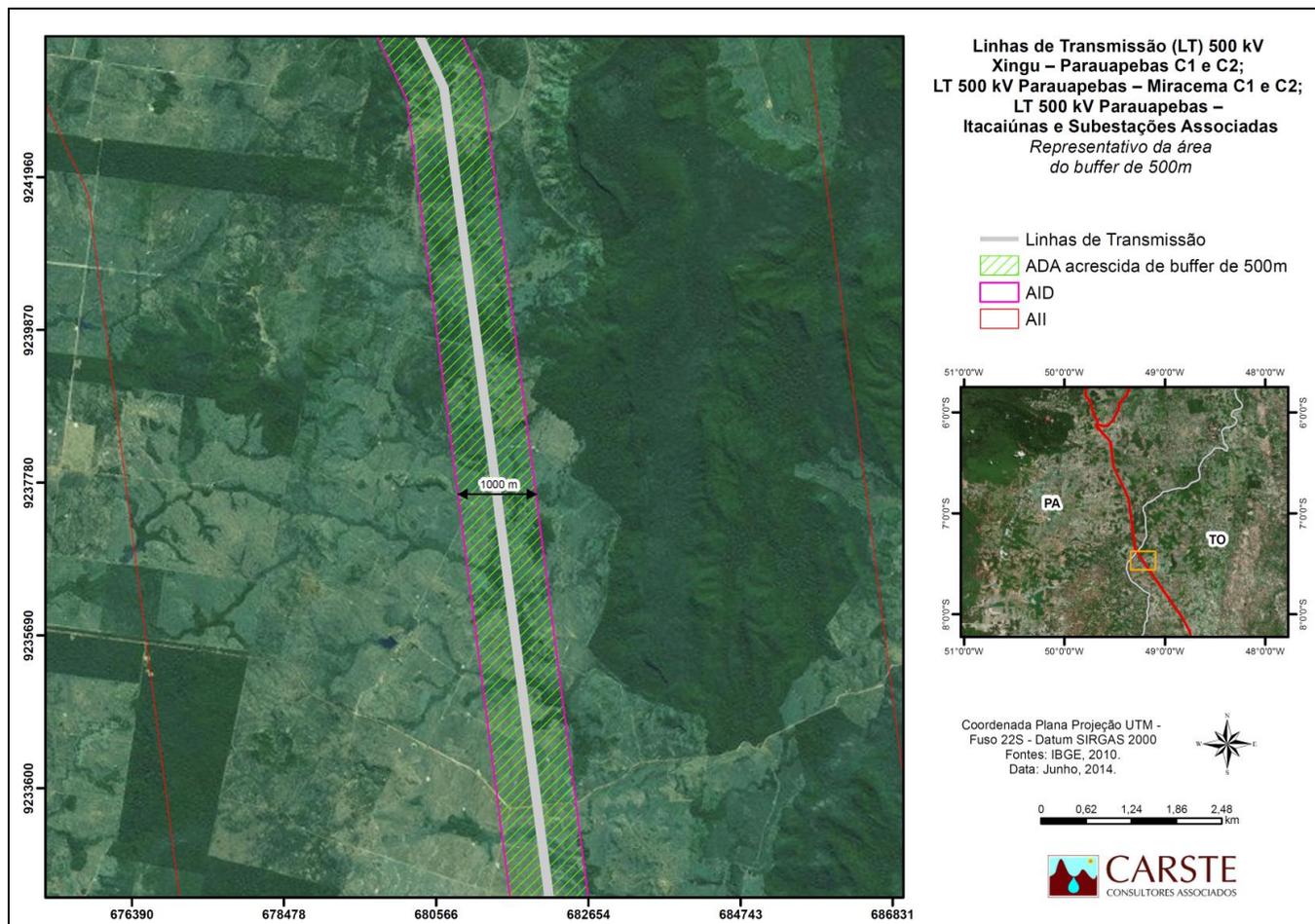


Figura 6.2-112– Representação da área de estudo, *buffer* de 500m.

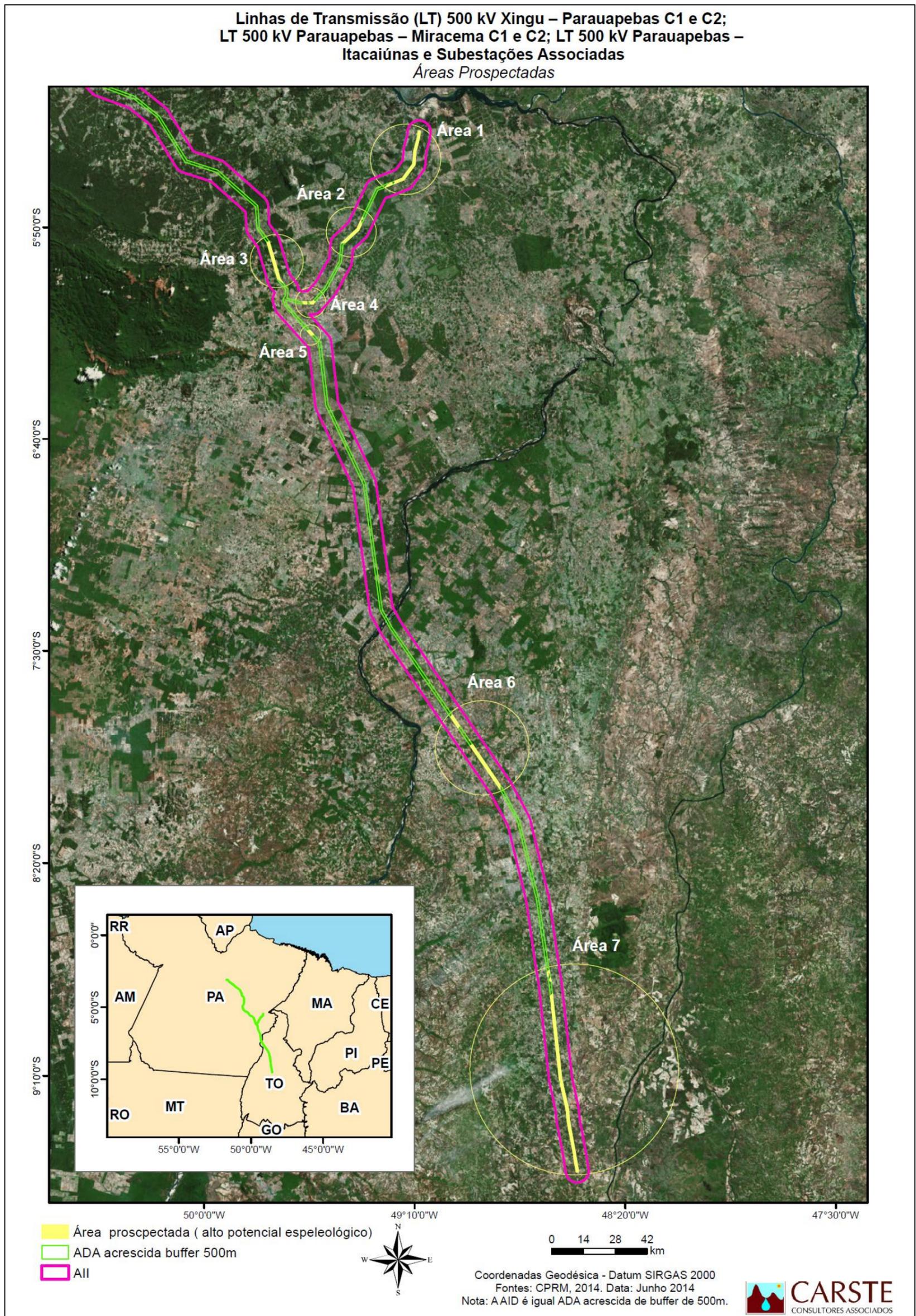


Figura 6.2-113 – Áreas prospectadas nas campanhas de campo.

(iv) Elaboração de relatório e dos produtos cartográficos: contendo os resultados sintéticos dos dados gerados durante as campanhas de campo. Para a elaboração do Mapa de Classes de Potencialidade Espeleológica (Apêndice 6.15) utilizou-se como base a conceituação utilizada pela CECAV, levando em consideração esta classificação, foram analisados os dados geológicos e geomorfológicos da área de estudo. Posteriormente, foi realizado o cruzamento com os dados hipsométricos em ambiente SIG. Após o cruzamento dos dados, as áreas identificadas como provável para ocorrência de cavernas foram alvos de reconhecimento e caminhamento de campo, conforme descrito anteriormente. Destaca-se, que, neste relatório, são apresentados também os mapas de caminhamento espeleológico e outro de localização das cavidades identificadas próximas a ADA acrescida de *buffer* de 500m.

6.2.7.1.1 - Definições

Para o presente estudo foram utilizadas algumas definições básicas que nortearam os trabalhos de campo e a elaboração deste relatório, sendo essas detalhadas a seguir.

Abrigos e Cavernas

Conforme o Centro Nacional de Pesquisas e Conservação de Cavernas (CECAV/ICMBio) e balizado nos conceitos estabelecidos por Chabert & Watson (1981), a diferenciação de abrigo ou caverna é fundamentada na relação “altura da entrada” versus “projeção horizontal”. Deste modo, caso a altura (A) seja inferior à projeção horizontal (PH) tem-se uma caverna, caso contrário, a feição é considerada um abrigo (Figura 6.2-114).

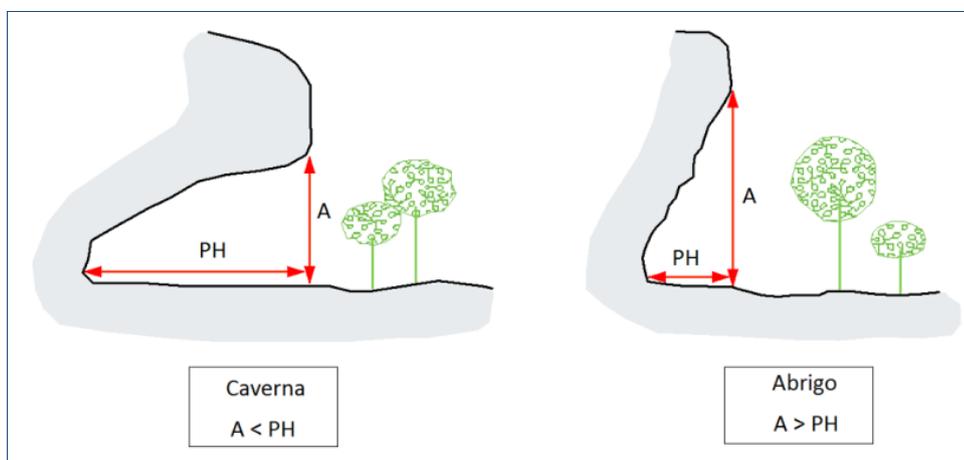


Figura 6.2-114 – Diferenciação de abrigo e caverna, segundo Chabert & Watson (1981).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ponto Zero e Recorte Amostral

Para realizar a distinção de abrigo e caverna, faz-se necessário compreender o ponto inicial da caverna, pois este é fundamental para a sua mensuração.

Assim, a metodologia adotada neste estudo baliza-se nas definições estabelecidas pelo CECAV/ICMBio, que indica o início da cavidade a partir do ponto mais externo no qual seja possível o fechamento de um plano vertical. Este, por sua vez, deverá ser perpendicular ao eixo do conduto (Figura 6.2-115).

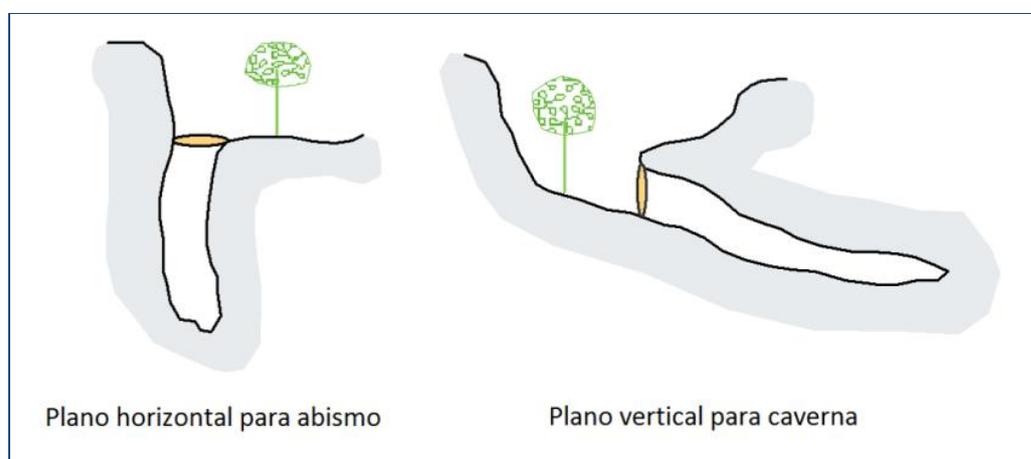


Figura 6.2-115 – Ponto inicial da cavidade segundo o CECAV/ICMBio.

6.2.7.2 - Geologia e Fisiografia

6.2.7.2.1 - Geologia Regional

A área em estudo encontra-se no cráton Amazônico apresentando-se sobre três províncias estruturais que possuem predomínio de estruturas pré-Brasilianas, sendo elas: Transamazônicas, Carajás e Tocantins. Destaca-se que estas se relacionam para área em estudo em dois domínios tectônicos, sendo eles:

- 1. Carajás (Província Carajás)** - é o maior núcleo arqueano do cráton Amazônico, sendo dividida entre os domínios Rio Maria e Carajás, separadas por um subdomínio de transição. Destaca-se que está é a maior província metalífera conhecida do Brasil, concentrando grandes depósitos de ferro, bem como depósitos e ocorrências de cobre, ouro, platinoídes, manganês, níquel, cromo e terras raras (ABREU, 1978).

2. Cinturão Araguaia (Província Tocantins) – este domínio ocorre na porção sudeste da área de estudo em uma faixa com aproximadamente 50 km de comprimento e 10 km de largura, correspondendo a uma região de dobramentos e empurrões gerada durante o ciclo Brasileiro. Aparentemente a faixa Araguaia não influenciou a estruturação das sequências vulcanossedimentares que ocorrem a oeste. A faixa deformada abrange diversas unidades litoestratigráficas de idades arqueanas e proterozoicas incluindo os metassedimentos do Supergrupo Baixo Araguaia (ABREU, 1978).

As Figura 6.2-116 e Figura 6.2-117 apresentam as unidades geológicas identificadas para a área em estudo e a Tabela 6.2-20 apresenta um resumo da coluna estratigrafia das sete (07) áreas prospectadas (CPRM, 2014).

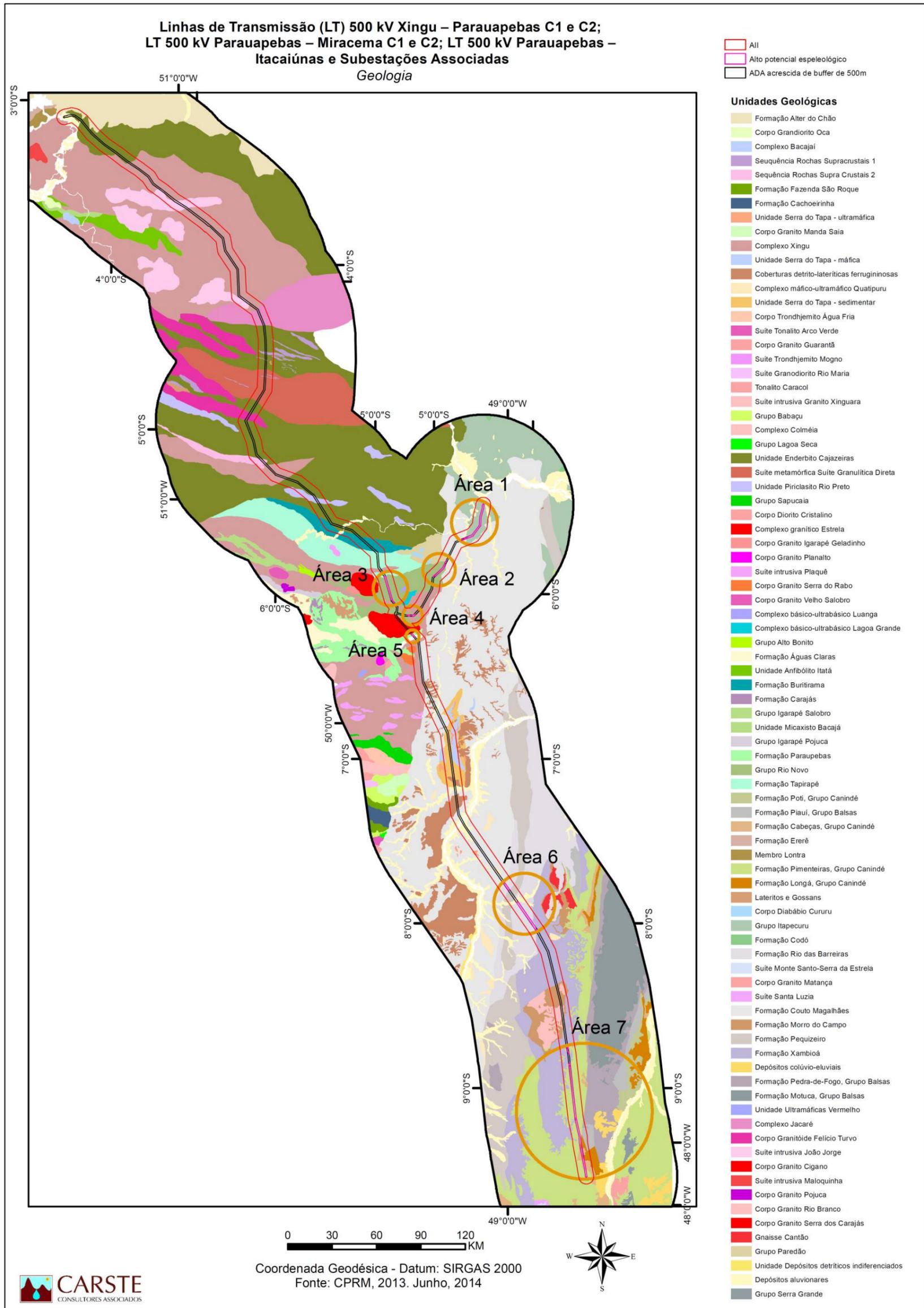


Figura 6.2-116– Contexto geológico regional da área em estudo.

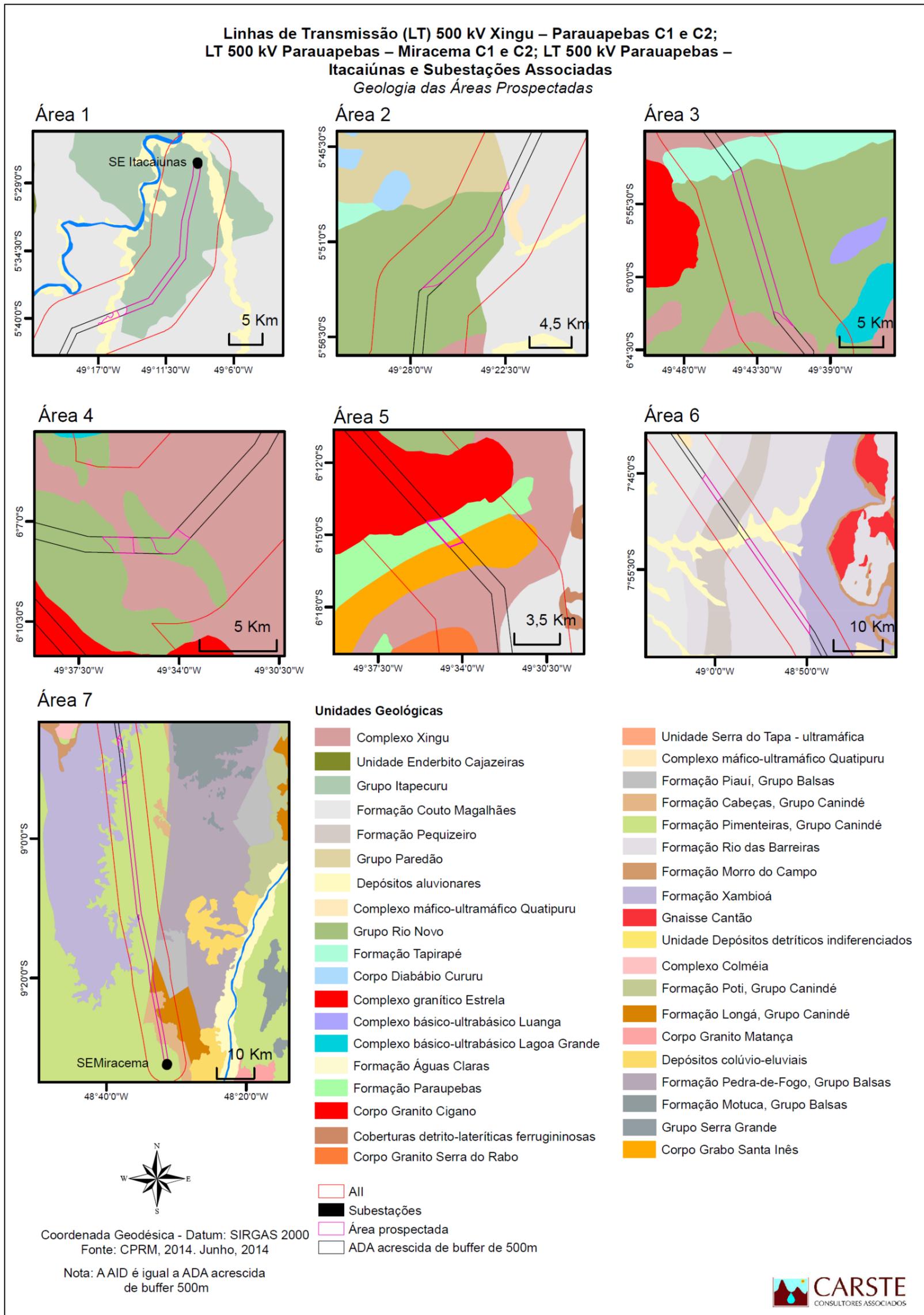


Figura 6.2-117 – Contexto geológico das áreas prospectadas.

Tabela 6.2-20 - Síntese da coluna estratigráfica das áreas prospectadas.

Éon	Era	Nome das unidades	Litotipos	ADA acrescida de buffer de 500m		
				km ^{2*}	(%)	
Fanerozoico	Cenozoico	Coberturas detrítico-lateríticas ferruginosas	Aglomerado, Areia, Argila, Laterita, Silte	26,2910	2,45%	
		Depósitos aluvionares	Areia, Argila, Cascalho, Silte	26,0380	2,43%	
	Mesozoico	Grupo Itapecuru	Arenito, Argilito, Folhelho, Siltito, Arenito arcoseano	26,6630	2,49%	
		Formação Rio das Barreiras	Arenito, Conglomerado, Argilito, Siltito	29,1390	2,72%	
	Paleozoico	Formação Cabeças, Grupo Canindé	Arenito, Diamictito, Siltito arenoso	12,3620	1,15%	
		Formação Longá, Grupo Canindé	Arenito, Folhelho, Siltito	6,3750	0,59%	
		Formação Pimenteiras, Grupo Canindé	Arenito, Folhelho, Siltito	63,7000	5,94%	
	Proterozoico	Neoproterozoico	Formação Couto Magalhães	Filito	120,0890	11,20%
			Formação Morro do Campo	Conglomerado, Xisto aluminoso, Quartzo metarenito	21,8660	2,04%
Formação Pequizeiro			Clorita xisto, Quartzo xisto, Conglomerado, Metargilito, Metassiltito	6,9360	0,65%	
Complexo máfico-ultramáfico Quatipuru			Serpentinito	2,5230	0,24%	
Unidade Serra do Tapa - máfica			Metabasalto	0,2700	0,03%	
Unidade Serra do Tapa - sedimentar			Filito, Silexito, Metassienogranito	33,7850	3,15%	
Formação Xambioá			Xisto, Milonito	69,5260	6,48%	
Paleoproterozoico		Sequência Rochas Supracrustais 1	Xisto	2,7510	0,26%	
		Sequência Rochas Supracrustais 2	Mica quartzito, Mica xisto	4,9020	0,46%	

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Éon	Era	Nome das unidades	Litotipos	ADA acrescida de buffer de 500m	
				km ² *	(%)
		Corpo Gabro Santa Inês	Gabro	2,7390	0,26%
		Corpo Granitóide Felício Turvo	Granodiorito, Monzogranito, Actinolita xisto, Clorita xisto, Diabásio, Talco xisto, Piroxenito, Olivina gabro	5,4020	0,50%
		Complexo Jacaré	Metagranodiorito, Metamonzogranito, Metatonalito	12,2260	1,14%
		Suíte intrusiva João Jorge	Sienogranito, Monzogranito, Clorita xisto, Formação ferrífera bandada, Talco xisto	20,2990	1,89%
		Grupo Paredão	Arenito, Conglomerado, Grauvaca lítica, Grafita xisto, Mármore, Quartzito ferruginoso, Metaconglomerado suportado por clastos, Metarcóseo	0,2230	0,02%
Arqueano	Neoarqueano	Formação Buritirama	Mármore, Rocha metassedimentar química, Rocha metassedimentar clástica, Quartzito mica xisto, Quartzito ferruginoso	18,0630	1,68%
		Complexo granítico Estrela	Tonalito, Sienogranito, Granodiorito, Monzogranito	17,5340	1,63%
		Grupo Grupo Rio Novo	Xisto pelítico, Formação ferrífera bandada, Metamáfica, Rocha metaultramáfica	54,5640	5,09%
		Formação Parauapebas	Metabasalto, Metadacito, Metarriolito	2,2040	0,21%
	Mesoarqueano	Complexo Colméia	Trondhjemitito, Gnaise, Granito, Migmatito, Ortognaisse	7,7130	0,72%
		Unidade Enderbitito Cajazeiras	Granulito charnockítico, Granulito charnoenderbítico, Granulito enderbítico, Kinzigito	120,0890	11,20%
		Unidade Piriclasito Rio Preto	Granulito máfico	5,9130	0,55%

Fonte CPRM (2014).

 Nota: * A região não mapeada por Unidade Geológica corresponde aos corpos d'água que ocupam 352,50 km² da área em estudo, ou seja, 32,86% desta área.

6.2.7.2.2 - Geomorfologia Regional

O traçado das LT's intercepta basicamente dois domínios morfológicos, conforme figura 6.2.8, sendo o primeiro as faixas de dobramentos do Brasil Central que estão associadas às áreas da depressão do baixo Araguaia. Neste local são observadas superfícies rebaixadas e dissecadas, frequentemente interrompidas por relevos residuais, com altimetria de 250 m. Já o segundo domínio, é marcado pelos embasamentos em estilo complexo onde é observada, especificamente para este empreendimento, a depressão da Amazônica Meridional. Tal depressão é marcada por formar superficiais rebaixadas e dissecadas, sendo predominantemente convexas seccionadas por corpos hídricos (Figura 6.2-119) (OLIVEIRA *et. al.*, 2001; IBGE, 1997).

Destaca-se, ainda, que a área possui pequenas áreas de planícies fluviais sendo estas marcadas por seus depósitos sedimentares inconsolidados, datados do Terciário e Quaternário. Além destas tem-se na porção norte (próximo aos municípios paraenses de Altamira e Novo Repartimento) do traçado das LT's área de planaltos residuais (Figura 6.2-119) (IBGE, 1997).

Com relação aos afloramentos estes ocorrem geralmente em cortes de estradas ou nas encostas de serras e morros. Vale salientar que em diversos locais é possível observar crostas lateríticas, capeando serras e morros aplainados formando topos resistentes à erosão. Tem-se ainda na área pequenas áreas de chapadas que são marcadas por topos aplainados e encostas íngremes (Figura 6.2-119) (OLIVEIRA *et. al.*, 2001).

Especificamente para as áreas prospectadas, conforme a Figura 6.2-119 nota-se que a variação altimétrica é de 53,4 a 902m, indicando um relevo aplainado típico de regiões que já foram bastante intemperizadas.

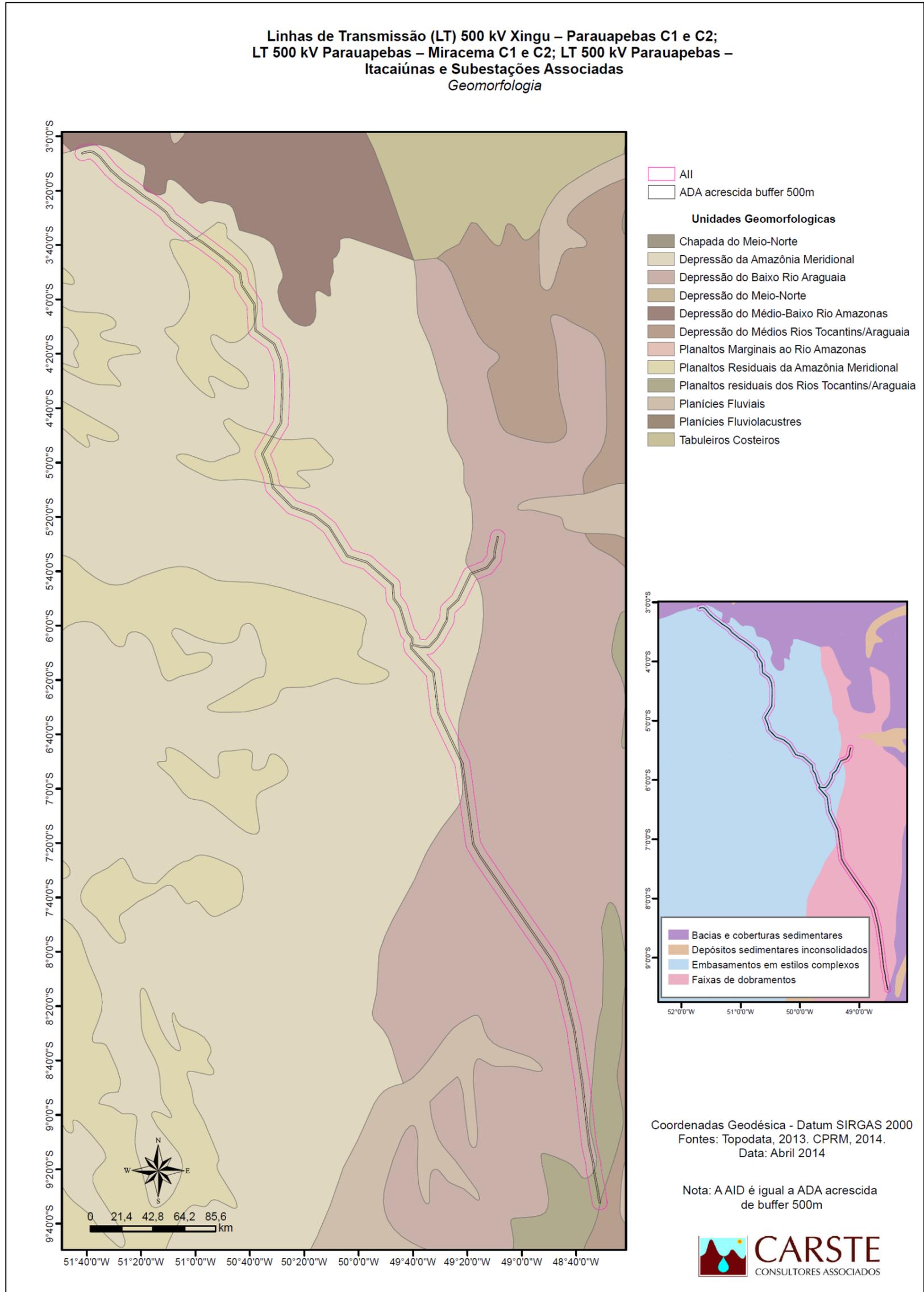


Figura 6.2-118 – Geomorfologia das áreas prospectadas.

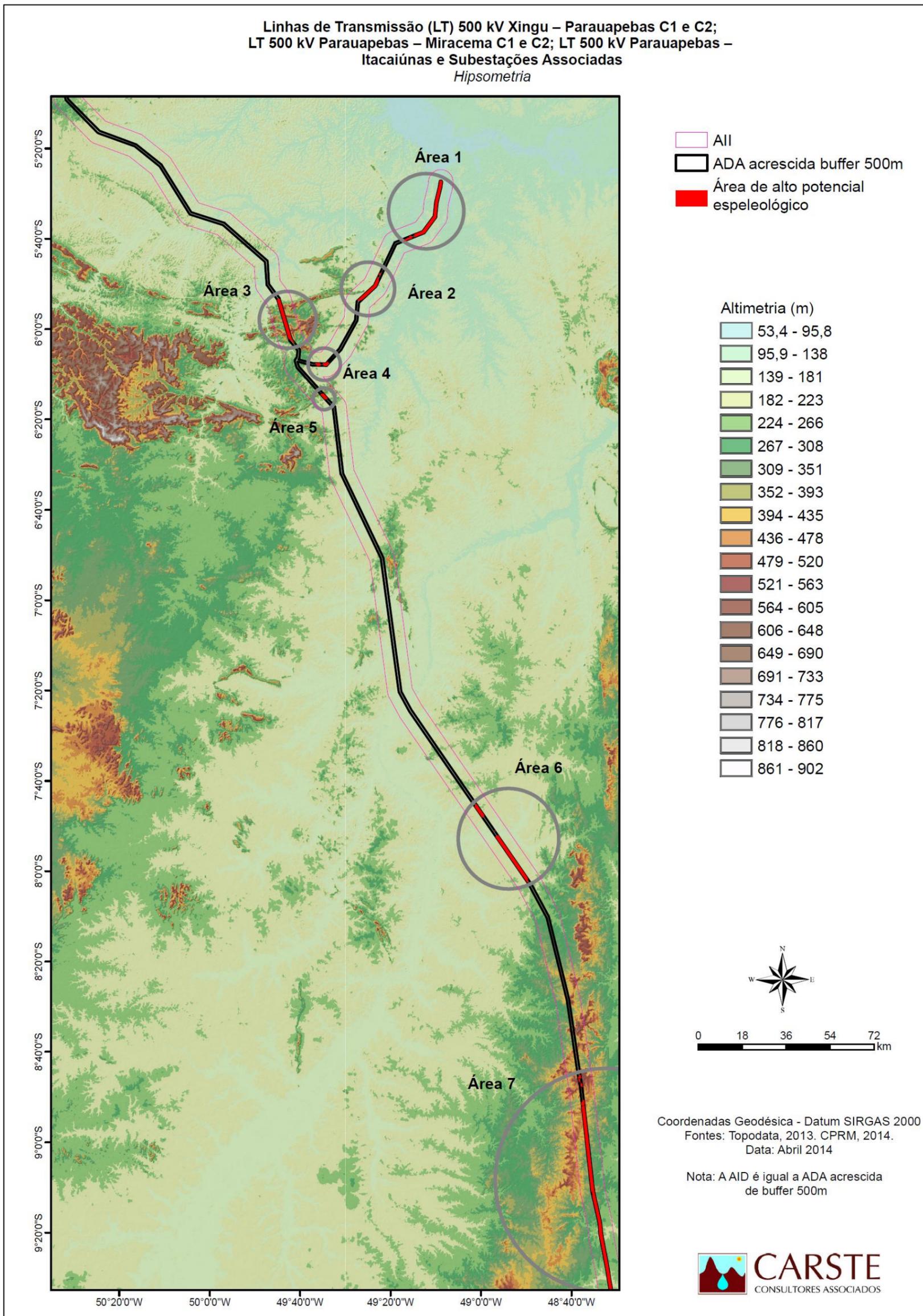


Figura 6.2-119 – Hipsometria das áreas prospectadas.

6.2.7.2.3 - Aspectos Físicos Gerais

As LT's localizam-se no bioma da Amazônia, na porção norte e central, e do Cerrado, na porção sul, possuindo uma vegetação de transição entre os mesmos. Neste contexto nota-se a presença de matas em estágio secundário nas proximidades dos corpos hídricos e fitofisionomias típicas do Cerrado nas porções mais elevadas (platôs) e nas encostas das serras e morros.

Quanto aos recursos hídricos, a região em estudo encontra-se inserida nas bacias hidrográficas do Xingu, do Tocantins (baixo e alto) e do Araguaia. Vale salientar que ao longo do traçado das LT's as mesmas transpõem inúmeros cursos d'água de diferentes magnitudes, sendo o Rio Araguaia o mais caudaloso.

A área em estudo, segundo a CPRM (2001), é marcada por quatro domínios hidrogeológicos, sendo eles: Bacia Sedimentar (aquífero poroso); Formações Cenozoicas (aquífero poroso); Metassedimentos/Metavulcânicas (aquífero fissural); e, Cristalino (aquífero fissural). Deste modo, conforme Borghetti *et. al.* (2004), os referidos domínios podem, especificamente para este estudo, ser sintetizados em dois tipos de aquíferos:

- **Aquífero poroso:** composto por rochas sedimentares consolidadas, sedimentos inconsolidados ou solos arenosos, nos quais a circulação da água se faz nos poros formados entre os grãos de areia, silte e argila de granulometria variada. Estes representam os mais importantes aquíferos devido ao grande volume de água que podem armazenar associados a sua ocorrência em amplas áreas. Sua porosidade na maioria das vezes é homoganeamente distribuída, permitindo o deslocamento da água em qualquer direção em função da variação de pressão hidrostática;
- **Aquífero fissural:** formado por rochas duras e maciças, onde a circulação da água dá-se através das fraturas, das fendas e das falhas, abertas devido ao movimento tectônico. Neste contexto, a sua capacidade de acumular água está relacionada à quantidade de fraturas permitindo assim maior ou menor infiltração. Por tal característica estes aquíferos são ditos anisotrópicos.

No que tange os aspectos climáticos, conforme IBGE (1978) e Nimer (1979) a região em estudo encontra-se sob a influência de dois tipos climáticos, sendo um destes denominado de Equatorial na porção norte e central das LT's e Tropical Equatorial, na

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

porção sul do traçado. Estes tipos climáticos são marcados por uma temperatura superior a 18°C, apresentam-se úmido e semiúmido, com 3 a 4 meses de estiagem, respectivamente.

6.2.7.3 - Espeleologia Regional

De acordo com CANIE/CECAV (2014), os dois estados possuem 2.644 cavidades cadastradas, destas apenas 103 encontram-se no raio de 10 km da área em estudo.

Nota-se que a ADA acrescida de *buffer* de 500 m apresenta dois cenários distintos: um propício a espeleogênese devido à presença de arenito. Já o segundo refere-se às áreas com que possuem baixa probabilidade de desenvolvimento de cavernas visto que se assenta sobre xisto, filito, charnockito, granulito e areia.

Segundo o banco de dados do CANIE/CECAV (2014), a ADA acrescida de *buffer* de 500 m não apresenta cavernas cadastradas.

6.2.7.4 - Potencial Espeleológico

A avaliação do potencial espeleológico consiste em um procedimento de grande importância nos trabalhos de prospecção, uma vez que oferece um indicativo das áreas mais propensas à ocorrência de cavidades naturais subterrâneas. Tal informação subsidia os trabalhos em campo, orientando as equipes quanto às regiões que devem ser percorridas com mais atenção, de modo a garantir um levantamento mais seguro.

A classificação do potencial espeleológico das Linhas de Transmissão (Quadro 6.2-16) foi realizada por meio de técnicas de geoprocessamento, a partir das quais se efetuou uma análise integrada, envolvendo as seguintes variáveis:

- (i) **Geologia:** identificação de litologias mais favoráveis à espeleogênese com base no mapa geológico do Brasil ao milionésimo, cartas SA22, SB22 e SC22, escala 1:1.000.000 (CRPM, 2014). Com as litologias identificadas e embasadas na metodologia de Jansen (2011) e no Quadro 6.2-16 realizou-se a classificação do potencial da área de estudo. O Quadro 6.2-16 apresenta os litotipos e os respectivos graus de potencialidade espeleológica.

Quadro 6.2-16– Potencialidade de ocorrência de cavernas na área de estudo baseada na litologia.

Litotipo	Grau de Potencialidade
Rocha carbonática (calcário, calcarenito, calcirrudito, dolomito e carbonato), evaporito e formação ferrífera (itabirito e jaspilito);	Muito Alto
Arenito, calcrete, calcilutito, marga, ortoquartzito, quartzito;	Alto
Calcixisto, carbonatito, conglomerado, filito, folhelho, fosforito, grauvaca, mármore, micaxisto, milonito, pelito, ritmito, rocha calcilicática, siltito e xisto;	Médio
Adamelito, andesito, anfibolito, anatexito, anortosito, aplito, ardósia, argilito, arcoseo, basalto (piroxênio augítico, labradorita, anortita e olivina), brecha, calcedonito, charnockito, cloritito, cromitito, dacito, diamictito, diorito, diabasio, diamictito, dunito, enderbitito, fenito, fonolito, foyaito, gabro, glimmerito, gnaiss, gondito, granito, granulito, granitóide, granodiorito, greisen, harzburgito, hornblendito, hornfels, ignimbrito, jotunito, kinzigito, komatito, lamprofiro, latito, laterita, lítico, máficas, mangerito, magnesito, migmatito, monzonito, nefelina, norito, nordmarquito, peridotito, pegmatito, piroxenito, riodacito, riolito, rocha alcalina, rocha piroclástica, rocha vulcânica, serpentinito, sienito, silexito, tilito, tonalito, traquito, troctolito, trondhjemito, tufito, ultramafito e websterito;	Baixo
Aluvião, areia, argila, cascalho, lamito, linhito, sedimentos, turfa e tufo.	Ocorrência Improvável

Fonte: Modificado de Jansen (2011).

(ii) Potencial Espeleológico: mapa de potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil, na escala 1:2.500.000 (CECAV, 2012).

O mapa de potencial espeleológico baseou-se primordialmente na litologia, identificando rochas mais favoráveis à dissolução, com base nos estudos do Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2014). Desconsiderando-se a cobertura pedológica da área, nota-se que o potencial espeleológico identificado foi superestimado, uma vez que, o potencial para ocorrência de cavidades atribuído a cada litologia considera que a rocha esteja aflorante. No caso em questão, as rochas estão parcial ou totalmente encobertas por camadas de solo apresentando, portanto, potencial reduzido.

Integrando as informações de Potencial Espeleológico do Brasil (CECAV, 2012) com do mapa de potencial gerado a partir da litologia local (CPRM, 2014; JANSEN, 2011) constatou-se que, devido à escala de detalhe ser distinta entre os mapeamentos, há certa divergência entre as classes de potencial espeleológico (Figura 6.2-120). Neste sentido, adotou-se uma posição conservadora no sentido de priorizar áreas com maior potencial espeleológico. Deste modo as áreas foco deste estudo, são as classificadas como de alto potencial espeleológico após a integração descrita anteriormente.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas*Estudo de Impacto Ambiental - EIA*

Posteriormente foram definidas quatro classes de potencial espeleológico para a área em estudo, conforme apresentada na metodologia deste trabalho e espacializadas nas Figura 6.2-121 e Figura 6.2-122 e o Mapa de Potencialidade Espeleológica (Apêndice 6.15).

Especificamente para este trabalho, o caminhamento espeleológico foi realizado em nível de detalhe apenas nas áreas classificadas como de alto potencial espeleológico, destacadas anteriormente.

A análise do mapa de potencial espeleológico indica que as áreas onde a potencialidade é considerada alta ocorrem na porção sul e centro-leste, ocupando cerca de 17% da área em estudo. Esta área esta relacionada à presença de arenitos.

Especificamente para este trabalho, o caminhamento espeleológico foi realizado em nível de detalhe apenas nas áreas classificadas como de alto potencial espeleológico.

Quadro 6.2-17– Área ocupada e porcentagem por classes de potencial espeleológico.

Classe de Potencial Espeleológico	Área (ADA acrescida de buffer de 500m)	
	Km ²	%
Alto	176,54	17,38
Médio	313,70	30,88
Baixo	474,53	46,71
Ocorrência Improvável	47,92	4,72

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

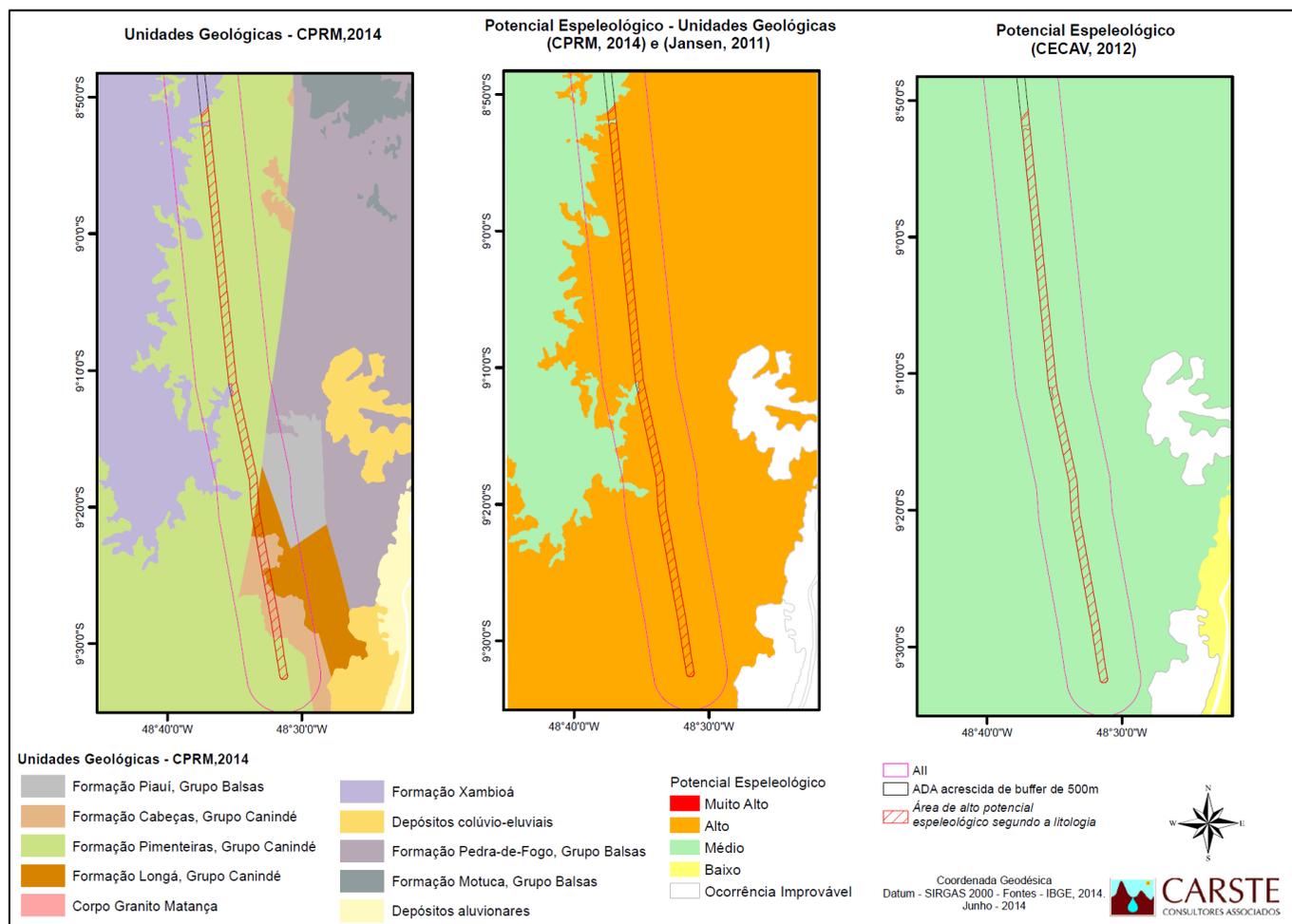


Figura 6.2-120. Comparação entre o Potencial Espeleológico do CECAV e o Potencial Espeleológico baseado na Litologia da CPRM, 2014.

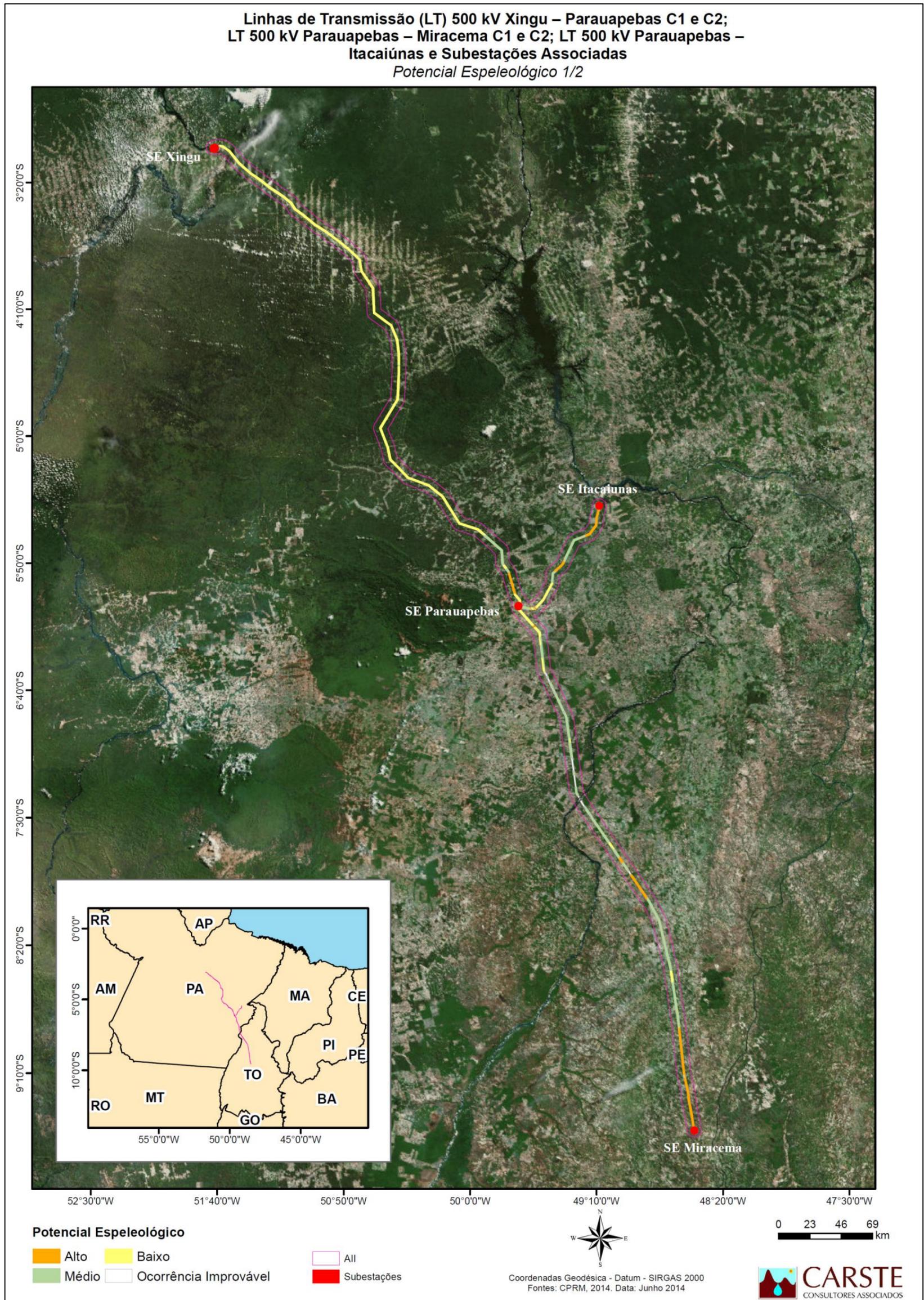


Figura 6.2-121. Potencial espeleológico da área de estudo – 1/2

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA

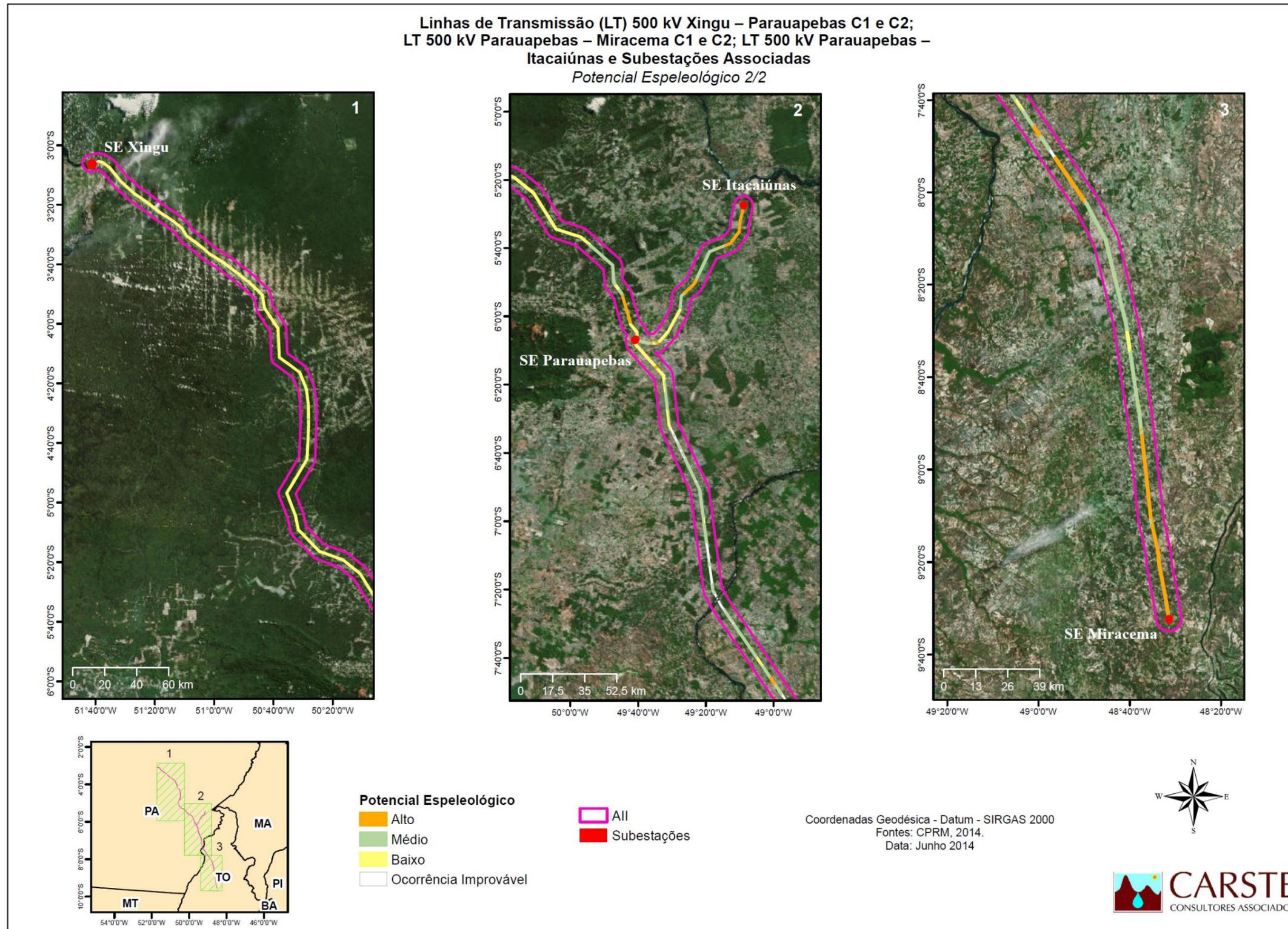


Figura 6.2-122. Potencial espeleológico da área de estudo – 2/2

6.2.7.5 - Resultados

6.2.7.5.1 - Prospecção espeleológica

Os trabalhos de prospecção na área das linhas de transmissão contemplaram três campanhas (Quadro 6.2-18), Especificamente para este trabalho, o caminhamento espeleológico foi realizado em nível de detalhe apenas nas 07 (sete) áreas classificadas como de alto potencial espeleológico.

As Figura 6.2-123 a Figura 6.2-125 demonstram a evolução dos trabalhos de prospecção na área de estudo ao longo das três campanhas realizadas.

Quadro 6.2-18 – Detalhamento das campanhas de campo.

Campanha	Período
1ª campanha	17/02/14 a 08/03/14
2ª campanha	03/04/14 a 22/04/14
3ª campanha	06/05/14 a 24/05/14

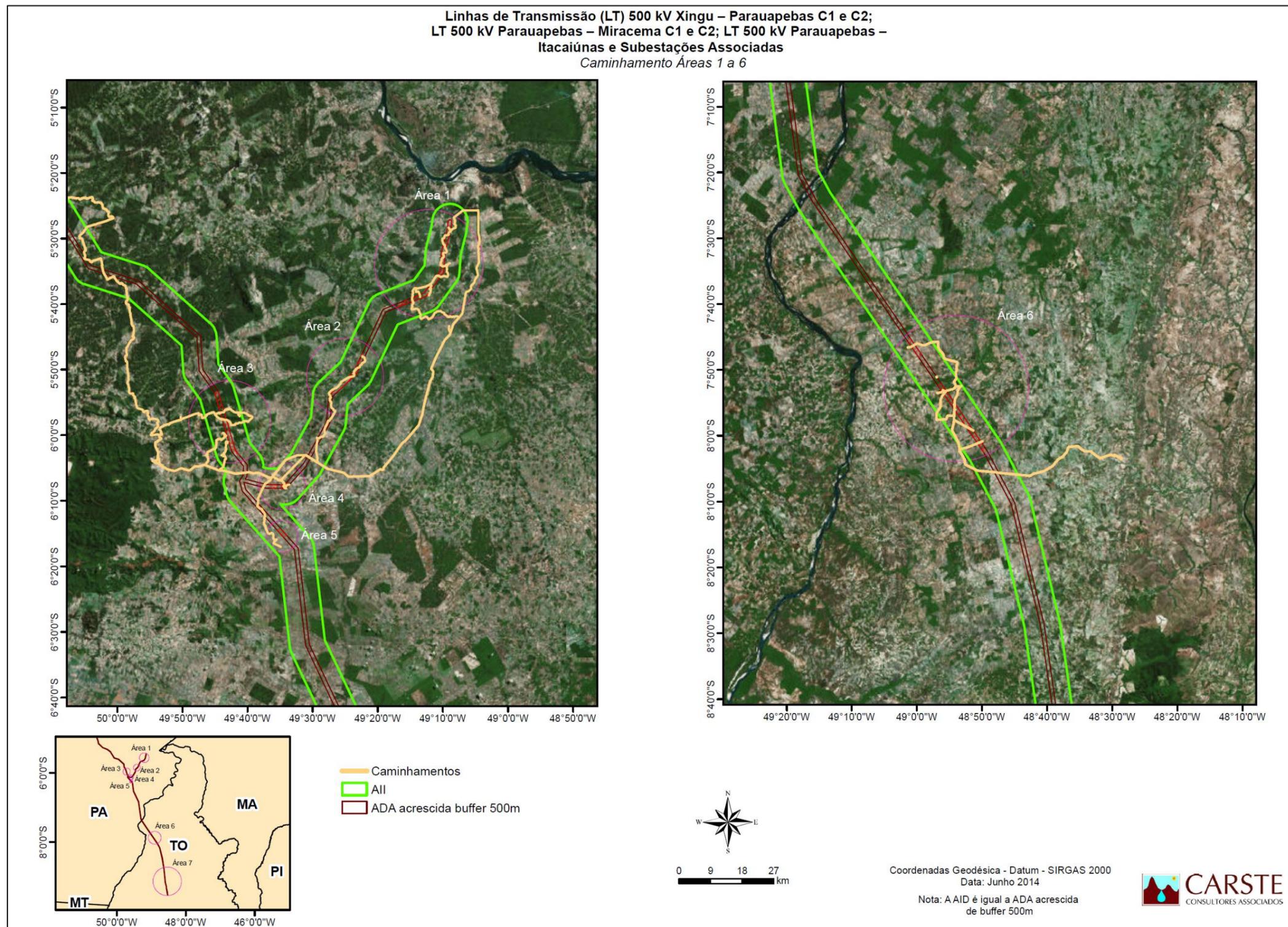


Figura 6.2-123. Caminhamento espeleológico na área de estudo - Áreas 1 a 6

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
 Estudo de Impacto Ambiental - EIA

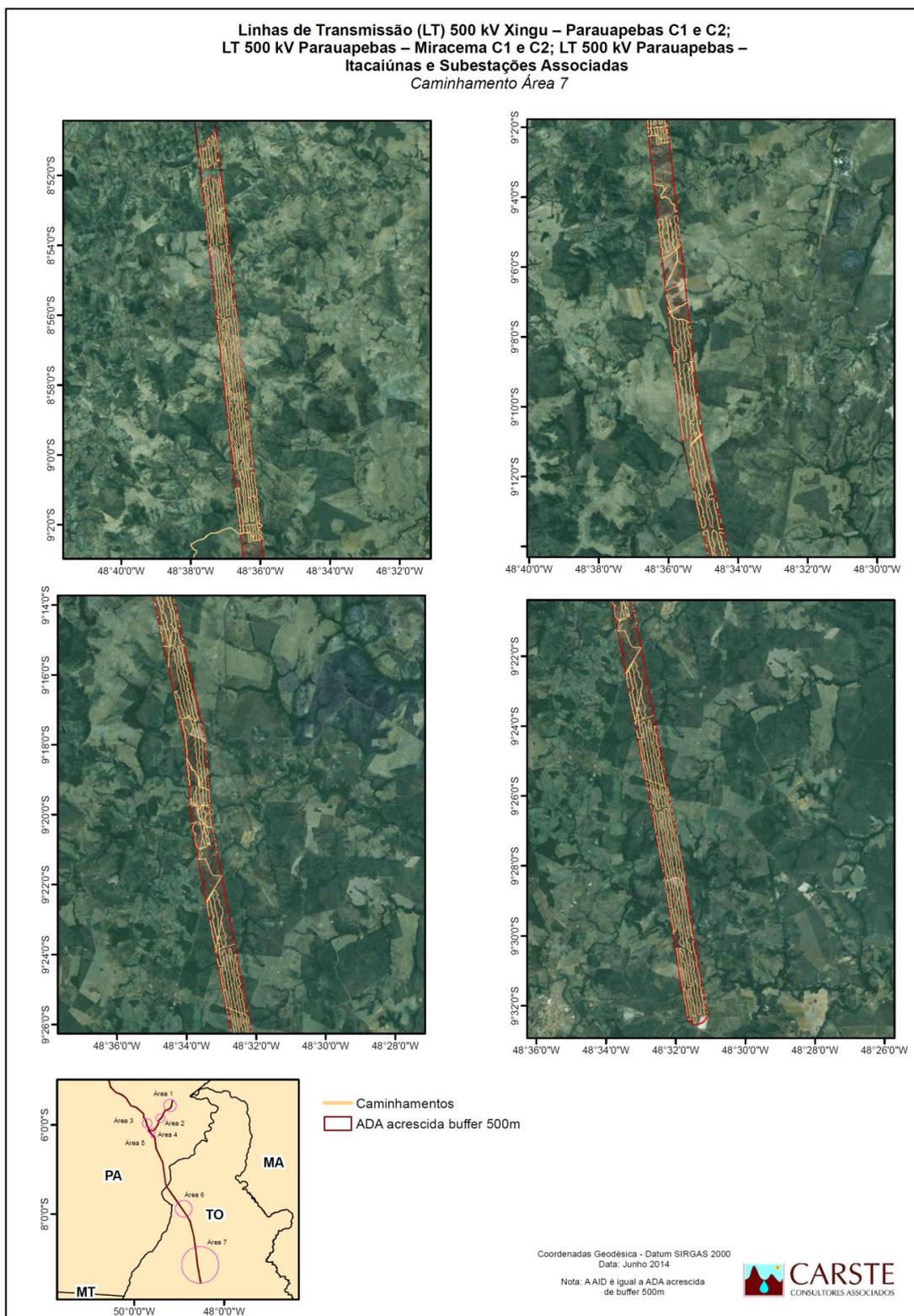


Figura 6.2-124. Caminhamento espeleológico na área de estudo – Área 7.

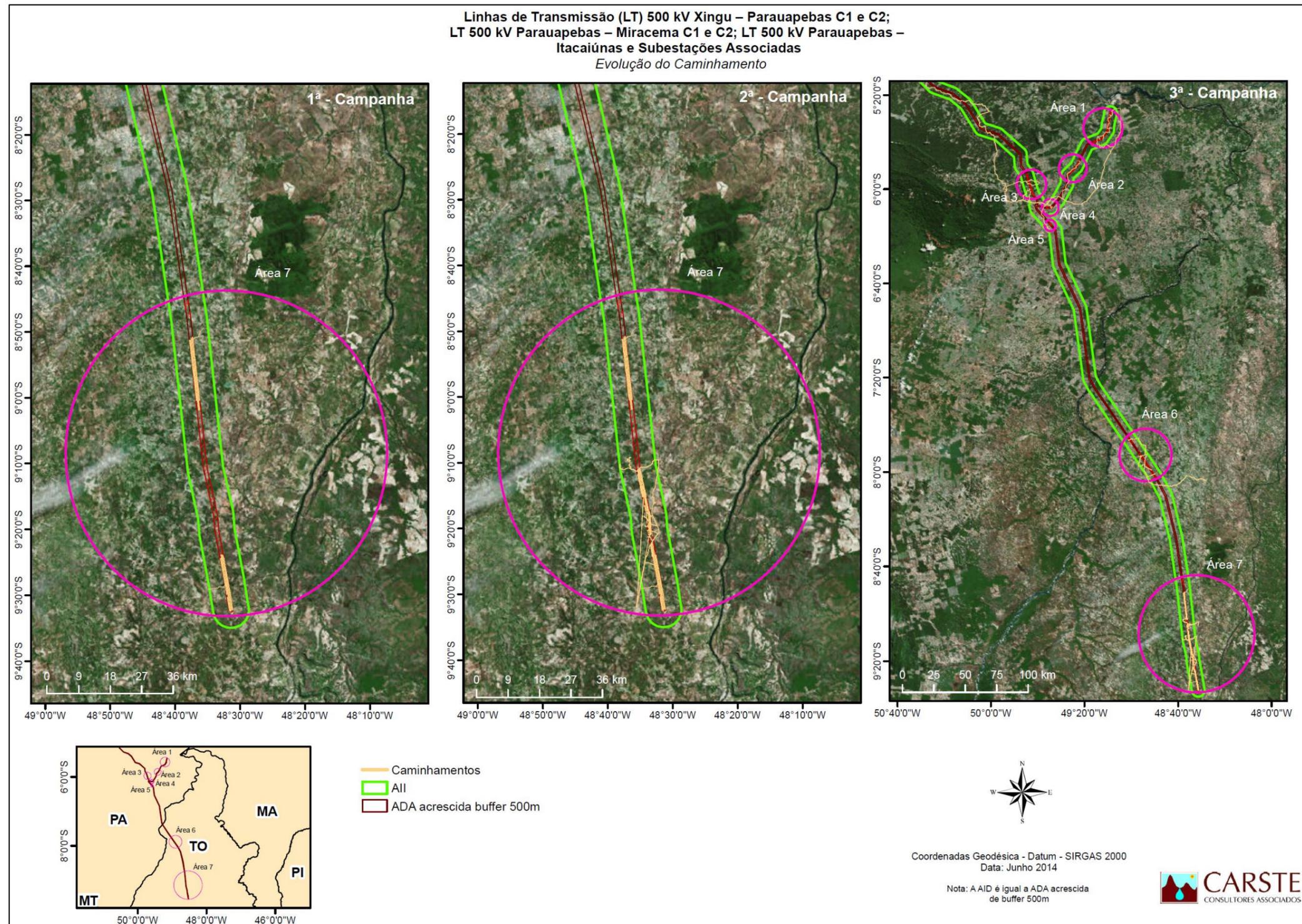


Figura 6.2-125. Evolução do caminhamento espeleológico no decorrer das campanhas de campo realizadas.

A densidade de caminhamento foi de aproximadamente 7,41 km/km² percorrendo, assim, 1307,46 km em uma área de 176,54 km² (Quadro 6.2-19). A Figura 6.2-20 apresenta uma síntese estatística das campanhas de campo.

Quadro 6.2-19. Estatística geral dos caminhamentos.

Parâmetros	Valores Calculados
Caminhamento total	1.307,46 km
Área total	176,54 km ²
Densidade de caminhamento total	7,41 km/km ²
Média de km percorridos por dia	22,16 km/dia

Quadro 6.2-20. Estatística das campanhas de campo.

Campanha	Caminhamento (km)	Área coberta pelo caminhamento (km ²)
1ª Campanha	286,12	38,6
2ª Campanha	504,85	25,55
3ª Campanha	516,49	56,55

Cabe mencionar que, conforme observado as Figura 6.2-123 e Figura 6.2-124, o trecho referente à última parte da área foco, situada na porção norte, nos municípios de Marabá e Curionópolis, compreendendo uma área aproximadamente de 55,84 km², é classificada no mapa potencial espeleológico do Brasil (CECAV, 2012) como de médio/alto potencial espeleológico, não foi prospectado.

O resultado da prospecção reflete bem o que foi demonstrado na análise do potencial espeleológico da área, ou seja, predominam áreas de média e baixa potencialidade à ocorrência de cavernas e, nos locais identificados com litologia com alto potencial não foram identificadas ocorrências de cavidades. Fato este que pode ser justificado pela geomorfologia e a cobertura pedológica que são fatores limitantes, não favorecendo a presença de cavidades (Figura 6.2-126).

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

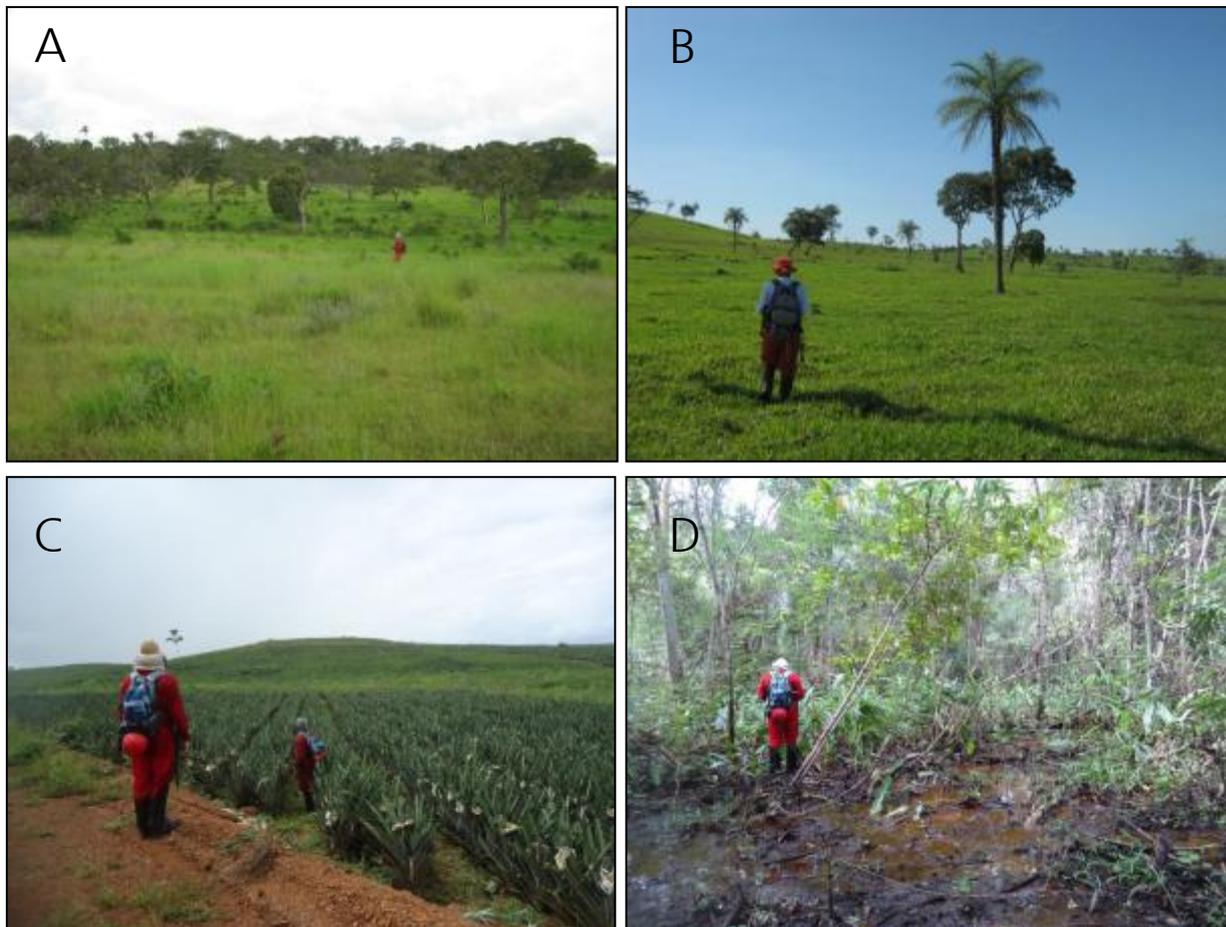


Figura 6.2-126. Áreas de alto potencial, nos municípios tocantinenses de Rio dos Bois e Guaraí, com relevo plano a suave ondulado (A e B). Presença da ação antrópica indicado por áreas de cultivo (C). Área de planície de inundação (D).

A equipe de prospecção não encontrou nenhuma caverna na área de alto potencial delimitada pelo *buffer* de 500 m. Destaca-se que foi dada uma atenção especial aos afloramentos rochosos, devido à maior probabilidade de apresentarem cavidades (Figura 6.2-127 a Figura 6.2-129). No entanto, não houve registro de tais ocorrências.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA



Figura 6.2-127. Área com potencial alto, no município de Rio dos Bois/TO, para ocorrência de cavernas identificada na terceira campanha de prospecção: litologia aflorante exige busca mais cuidadosa por feições espeleológicas.



Figura 6.2-128. Rocha aflorante identificada na primeira campanha de prospecção no leito do corpo hídrico situado no município de Miracema do Tocantins/TO.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA



Figura 6.2-129. Rocha aflorante identificada na primeira (A) e segunda (B) campanha de prospecção, localizadas no município de Miracema do Tocantins/TO: feições espeleológicas podem ser mais facilmente encontradas nestas áreas.

Durante o caminhamento de prospecção espeleológica na área alvo deste estudo, não foram identificadas cavidades. Em campo, também foi realizado o contato com a população local, a fim de identificar cavernas conhecidas pela mesma, no entanto, não foi identificada nenhuma caverna. Entretanto, nas proximidades da ADA acrescida de *buffer* de 500 m foram identificadas, cinco cavernas, cadastradas e nomeadas como LTB-XX. Contudo, apenas uma caverna LT-05 encontra-se dentro do *buffer* de 500 m. As coordenadas dessas cavidades são apresentadas na Tabela 6.2-21 e sua localização

na Figura 6.2-133, bem como no Mapa de Potencialidade Espeleológica (Apêndice 6.15). Destaca-se, ainda, que tais cavernas encontram-se próximas a área de estudo, nas Figura 6.2-130 a Figura 6.2-132 são apresentadas as entradas das cavernas LTB-02, LTB-03 e LTB-05.

Tabela 6.2-21. Localização e espeleometria aproximada das cavernas situadas na área do entorno da AE do presente estudo.

Nome	Município/UF	Coordenada Plana - projeção UTM – Datum SIRGAS 2000		Distância em linha reta da caverna a área prospectada (km)
		mE	mN	
LTB-01	Rio dos Bois/TO	769.765,78	8.974.449,66	2,14
LTB-02	Fortaleza do Tabocão/TO	761.687,77	8.987.254,69	2,43
LTB-03	Fortaleza do Tabocão/TO	761.711,77	8.987.194,69	2,41
LTB-04	Curionópolis/PA	641.675,52	9.334.282,65	0,69
LTB-05	Curionópolis/PA	641.819,52	9.334.545,65	0,47



Figura 6.2-130. Entrada da caverna LTB-02 no município de Fortaleza do Tabocão/TO.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA



Figura 6.2-131. Entrada da caverna LTB-03 situada no município tocantinense de Fortaleza do Tabocão.



Figura 6.2-132. Entrada da caverna LTB-05 localizada na área rural do município paraense de Curionópolis.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
 Estudo de Impacto Ambiental - EIA

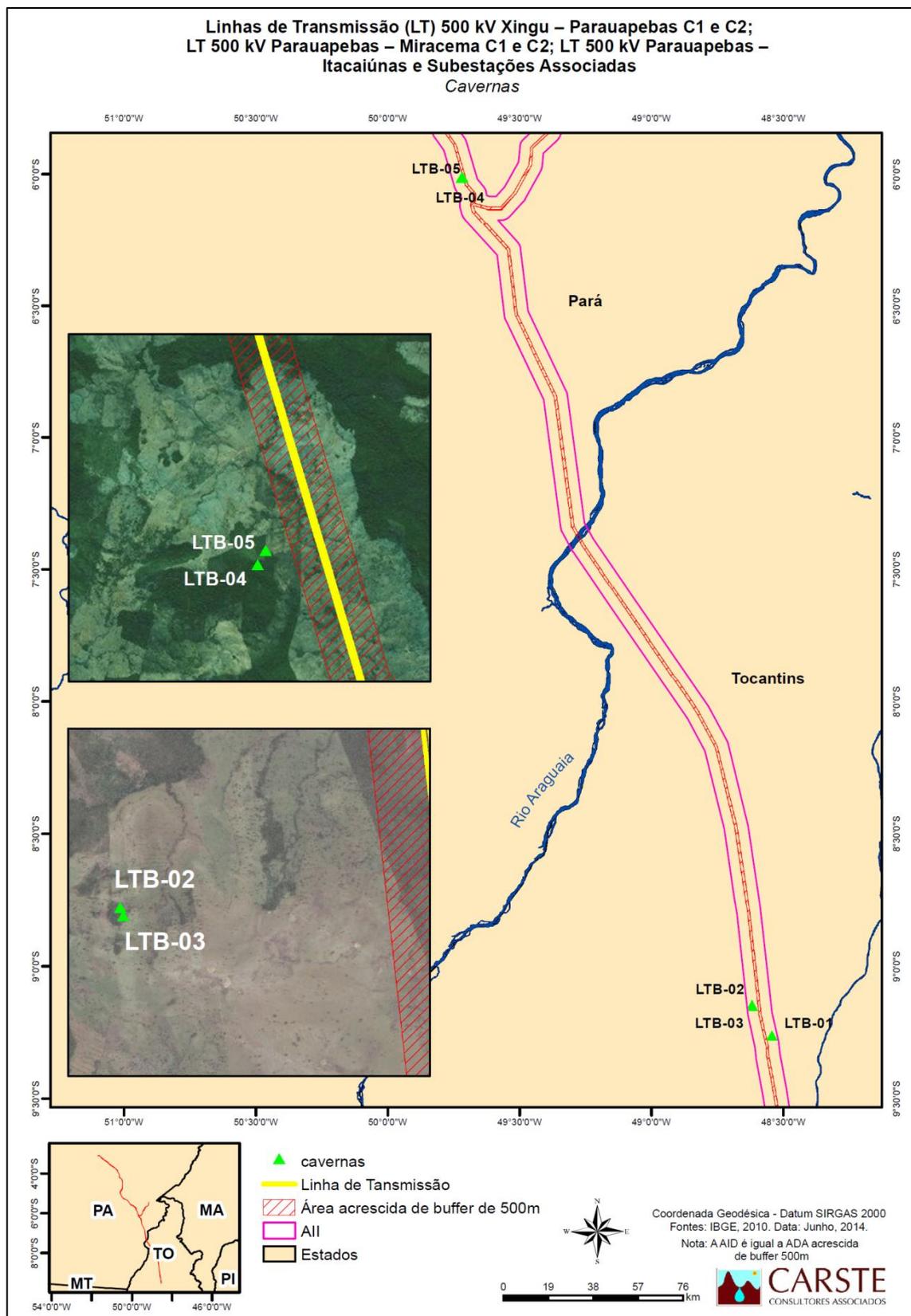


Figura 6.2-133. Cavernas localizadas na AID e All do meio físico e biótico.

6.2.7.6 - Conclusões

A prospecção espeleológica na área de estudo das Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas teve como objetivo a identificação de feições espeleológicas. Foi realizado caminhamento em escala de detalhe das áreas de alto potencial espeleológico.

Entretanto, nas três campanhas de campo foi identificada apenas uma ocorrência espeleológica na ADA acrescida de buffer de 500 m a caverna LTB-05. Entretendo, esta se encontra a uma distância de 470m da LT, ou seja, não sofrerá influência em decorrência da implantação/operação da linha de transmissão. Destaca-se que a pouca ocorrência de cavidades na área em estudo justifica-se, principalmente, pela não existência de afloramentos rochosos, mas também devido ao relevo local consideravelmente dissecado e o uso da terra que atualmente apresenta-se altamente antropizado em algumas áreas, a exemplo os municípios tocantinenses de Miracema do Tocantins, Rio dos Bois, Guaráí e do município paraense de Marabá.

6.2.8 - Recursos Minerais

As áreas dos estados do Pará e Tocantins, interceptadas pelas Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas, possuem variados recursos minerais em quantidades apreciáveis, com destaque para as áreas no estado paraense. Essa afirmativa se baseia não só na relação dos processos minerários, como também na riqueza mineral fartamente documentada na literatura.

Estudos da CPRM (KLEIN *et. al.*, 2008) informam que o Estado do Pará é a unidade federativa que concentra algumas das maiores reservas minerais brasileiras. Nele, estão presentes recursos minerais das mais variadas classes utilitárias incluindo metais nobres, ferrosos, não ferrosos, minerais e rochas industriais e de uso na construção civil, insumos agrícolas, gemas, recursos energéticos e hídricos.

No Estado do Tocantins, estudos desenvolvidos por geólogos da Mineratins – Companhia de Mineração do Tocantins apontam para a riqueza do subsolo em minérios como grafita, talco, cobre, ouro, calcário, zirconita, gesso, granito (verde, vinho, preto e movimentado) entre outros.

As fases em que se encontram os direitos minerais de uma área requerida são: concessão de lavra, garimpeira, licenciamento, requerimento de lavra, requerimento de pesquisa, requerimento de licenciamento, autorização de pesquisa e disponibilidade. Os três primeiros casos significam um direito de exploração do bem mineral. Nesses casos a interferência deve ser indenizada.

No caso de requerimento de lavra significa que já houve uma pesquisa, na qual se dá prioridade para o requerente adquirir o direito de exploração. Significa algum direito adquirido também passível de indenização.

A autorização para a pesquisa significa que a área está sob o direito exclusivo do autorizado para desenvolver a pesquisa mineral. Na prática, durante a pesquisa há alguma extração para comprovar as condições de lavra. Esta autorização cria a expectativa de um direito maior que é a lavra.

O requerimento de pesquisa, embora seja um processo que dá prioridade para o requerente, ainda não significa um direito adquirido, pois o processo poderá ser deferido ou não. O requerimento de licenciamento situa-se na mesma condição do anterior. O regime de licenciamento é específico para algumas substâncias e áreas. São concedidos pelas prefeituras e registrados no Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Disponibilidade são casos especiais que podem significar ou não direitos adquiridos.

6.2.8.1 - Metodologia

Para caracterização das atividades minerárias foi realizada consulta ao banco de dados do Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE) do DNPM, em julho desse ano, para obtenção das informações dos processos das áreas requeridas na AID do empreendimento.

6.2.8.2 - Resultados

As áreas das jazidas minerais, de interesse econômico, situadas na AID do empreendimento encontram-se espacializados no Mapa de Títulos Minerários (Apêndice 6.16), gerado a partir da consulta ao banco de dados junto ao DNPM. De forma geral, estes recursos estão assim distribuídos: **no Pará** – Minério de Ouro, Minério de Cobre, Minério de Ferro, Minério de Níquel, Minério de Manganês, Minério de Estanho, Minério de Titânio, Diamante, Prata, Paládio, Cassiterita, Tantalita Granito, Gnaisse, Basalto,

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Ilmenita, Fosfato, Conglomerado; **no Tocantins** – Minério de Ouro, Minério de Ferro e Fosfato.

A lista dos processos de áreas requeridas junto ao DNPM na AID mostra que há 169 (cento e sessenta e nove) processos de direito minerário. Destes, 01 encontra-se em fase de concessão de lavra, 07 em requerimento de lavra garimpeira, 01 em requerimento de lavra, 21 em fase de disponibilidade, 54 em fase de autorização de pesquisa, 82 em fase de requerimento de pesquisa e 03 em fase de lavra garimpeira. Conforme pode ser observado no Figura 6.2-134, a grande maioria dos processos encontra-se em fase de requerimento de pesquisa (~48%), autorização de pesquisa (~32%) e disponibilidade (~12%) perfazendo mais de 90% dos casos.

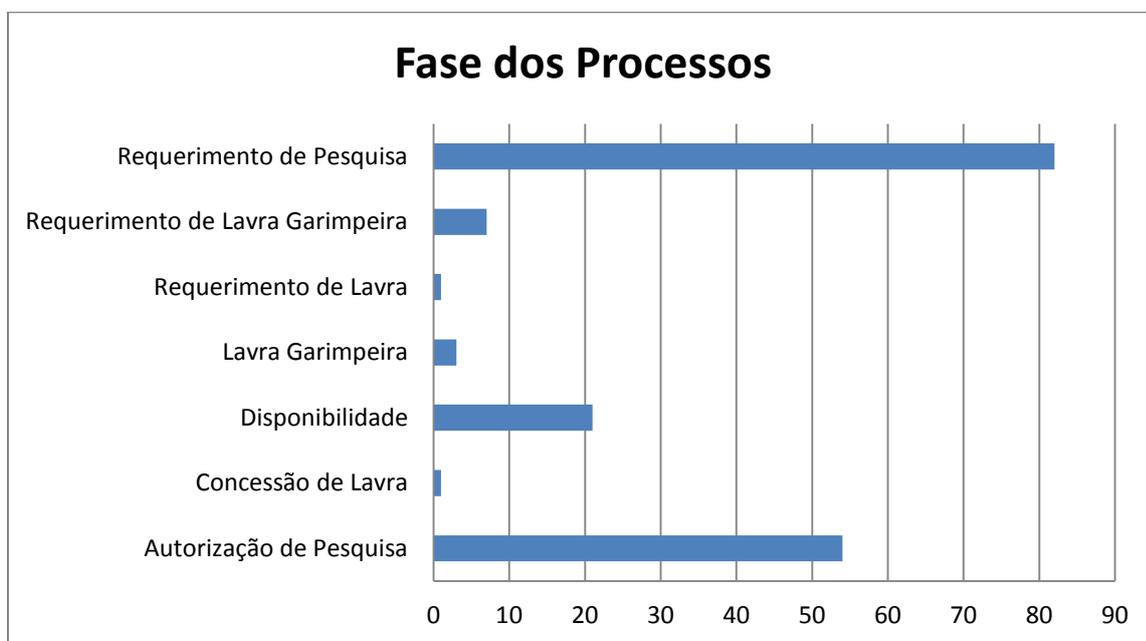


Figura 6.2-134 – Distribuição dos processos minerários, em relação ao número de ocorrências.

Quanto à substância mineral, a lista apresenta 63 processos para minério de ouro, 46 para minério de cobre, 18 para minério de fosfato, 12 para minério de ferro, 08 para minério de níquel, 04 para manganês, 03 para granito, 03 para minério de estanho, 03 para minério de Ilmenita, 02 para diamante, 02 para tantalita, 02 para minério de tântalo, 02 não cadastrados e 01 para minério de cassiterita. Conforme pode ser observado pela Figura 6.2-135, que se refere às abundâncias por porcentagem, os minérios de ouro, cobre, fosfato e ferro perfazem mais de 80% das substâncias.

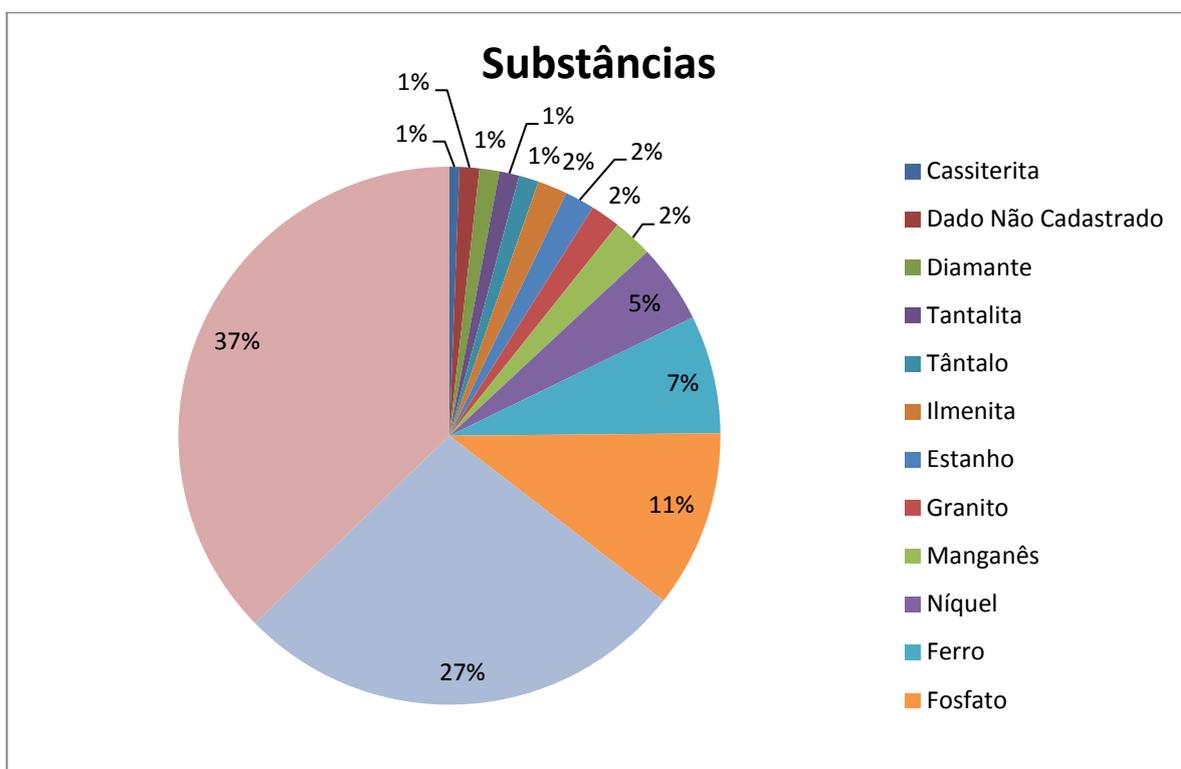


Figura 6.2-135 – Distribuição dos processos minerários, em relação as substâncias e suas abundâncias relativas.

A Tabela 6.2-22 apresenta os 169 processos, bem como as informações referentes a cada um, resumidamente.

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
 Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Tabela 6.2-22 - Processos minerários inseridos na AID das LTs

Processo	Área (ha)	Fase	Titular	Substância
851754/1984	10000	Aut Pesq	Mineração Araguaia Ltda	Fosfato
850918/1982	1000	Conc Lavra	Vale S A	Cobre
852306/1992	9000	Aut Pesq	Rio Minas Mineração S.A.	Ouro
851753/1984	10000	Aut Pesq	Mineração Araguaia Ltda	Fosfato
851993/1995	271.4	Aut Pesq	Recursos Minerais do Brasil S.A	Cobre
850467/2002	10000	Req Pesq	Atlântica do Brasil Mineração Ltda.	Ouro
854868/1996	2001.53	Aut Pesq	Recursos Minerais do Brasil S.A	Ouro
850168/2005	2098.55	Req Pesq	Xstrata Brasil Exploração Mineral Ltda.	Cobre
850828/2006	4884	Aut Pesq	Xstrata Brasil Exploração Mineral Ltda.	Cobre
850166/2003	3626.98	Aut Pesq	Natalino De Matos	Ouro
850512/2003	7962	Aut Pesq	Xstrata Brasil Exploração Mineral Ltda.	Ilmenita
850321/1995	1000	Req Pesq	Mauro Tailor Gerhardt	Ouro
850514/2003	6052.28	Aut Pesq	Xstrata Brasil Exploração Mineral Ltda.	Ilmenita
851964/1995	615.45	Aut Pesq	Noranda Exploração Mineral Ltda.	Ouro
851994/1995	227.89	Aut Pesq	Recursos Minerais do Brasil S.A	Ouro
850252/2003	3996.28	Aut Pesq	Mineração Irajá S A.	Ouro
851117/2007	4887.18	Aut Pesq	Mineração Maravaia Ltda	Cobre

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Processo	Área (ha)	Fase	Titular	Substância
850410/2007	9937.48	Aut Pesq	Rio Minas Mineração S.A.	Ouro
850493/2005	3180.04	Aut Pesq	Xstrata Brasil Exploração Mineral Ltda.	Níquel
850966/2005	684.47	Aut Pesq	Vale S A	Níquel
850340/2006	5000	Req Pesq	Vale S A	Cobre
851163/2007	48.24	Aut Pesq	PPW Pesquisa e Mienração Ltda	Ferro
855028/1994	5008	Aut Pesq	Vale S A	Ouro
850625/2005	9728.72	Aut Pesq	Agropecuária Santa Bárbara Xinguara SA	Níquel
850354/2009	1.34	Req Pesq	Recursos Minerais do Brasil S.A	Ouro
850506/2008	7206.98	Aut Pesq	Vale S A	Cobre
864197/2009	3269.69	Aut Pesq	Mineração de Calcário Montividiu Ltda.	Ouro
850275/2010	251.39	Req Pesq	Pedreira Vale do Abunã Ltda	Estanho
850091/2010	2627.78	Aut Pesq	Ônix Empreendimentos Minerários Ltda	Ouro
864280/2010	9979.92	Aut Pesq	Minfer do Brazil Mineração Ltda	Ferro
850754/2009	9799.46	Aut Pesq	Recursos Minerais do Brasil S.A	Ouro
850515/2003	1290.96	Req Lavra	Impex Importação Exportação Comércio Representação Ltda	Titânio
850236/2009	161.79	Aut Pesq	Mineração Parabrás Ltda	Ouro
850262/2010	5441.08	Req Lavra Gar	Cooperativa dos Garimpeiros do Xingu	Ouro
864278/2010	9738.86	Aut Pesq	Minfer do Brazil Mineração Ltda	Ferro
850421/2009	7322.35	Aut Pesq	Codelco do Brasil Mineração Ltda	Ouro

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Processo	Área (ha)	Fase	Titular	Substância
850678/2010	9923.11	Aut Pesq	Agropecuária Santa Bárbara Xinguara SA	Cobre
850817/1980	8110.5	Aut Pesq	José Candido De Araujo e CIA	Cassiterita
850446/2010	5000.29	Aut Pesq	Morinaka Exportação e Importação Ltda.	Ferro
850354/2010	906.51	Req Lavra Gar	Cooperativa dos Garimpeiros do Xingu	Ouro
850698/2010	5969.39	Aut Pesq	Impex Importação Exportação Comércio Representação Ltda	Ilmenita
850775/2009	4.31	Req Pesq	Araçatuba Participações Societárias e Mineração Ltda	Ouro
850099/2010	8988.1	Req Pesq	CNM Companhia Nacional de Mineração	Ouro
850186/2011	198.65	Aut Pesq	Santa Clara Agro Indústria Ltda. Me	Ouro
850355/2010	5837.32	Req Pesq	Vale S A	Cobre
850325/2011	999.93	Req Lavra Gar	Cooperativa Agromineral dos Garimpeiros do Serrado	Ouro
850972/2010	567.33	Aut Pesq	Joécio Camilo da Silva	Ouro
850935/2010	3308.94	Aut Pesq	Mineração Maravaia Ltda	Ouro
850463/2011	9999.6	Aut Pesq	Cooperativa Brasileira de Minérios Cobrasa	Cobre
850187/2011	458.87	Aut Pesq	Alberico Araújo e Silva Júnior	Ouro
850188/2011	236.24	Aut Pesq	Hidroambiental Hidrossemeadura e Serviços Ltda.	Ouro
850321/2011	9905.65	Aut Pesq	G 4 Esmeralda	Fosfato
864186/2006	9994.66	Disp	Álvaro Agapito de Moura	Ouro
850396/2010	3967.85	Req Pesq	Mineração Parabrás Ltda	Ferro

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Processo	Área (ha)	Fase	Titular	Substância
850687/2011	9941.58	Req Pesq	Bazico Comercial e Mineração Ltda	Ferro
850396/2010	937.72	Req Pesq	Mineração Parabrás Ltda	Ferro
850784/2011	87.81	Aut Pesq	Santa Clara Agro Indústria Ltda. Me	Ouro
851020/2011	4524.51	Req Pesq	União Mineração Ltda	Ferro
850785/2011	286.6	Aut Pesq	Alberico Araújo e Silva Júnior	Ouro
850991/2011	9860.66	Aut Pesq	Codelco do Brasil Mineração Ltda	Cobre
850838/2010	9988.16	Aut Pesq	PPW Pesquisa e Mienração Ltda	Ferro
850878/2011	209.91	Req Pesq	Pedreira Vale do Abunã Ltda	Estanho
850723/2011	1935.17	Req Pesq	Sanevias Consultorias e Projetos Ltda	Ouro
850935/2011	9954.96	Req Pesq	Amagran Imp. Exp. Ltda	Ouro
850878/2011	9.66	Req Pesq	Pedreira Vale do Abunã Ltda	Estanho
851075/2011	3.66	Req Pesq	Michigan Trade Ltda	Ouro
851732/2011	49.19	Req Lavra Gar	Cooperativa Mista da Agricultura Familiar e Mineração de Curionópolis e Região	Tantalita
851223/2011	9000	Aut Pesq	Gold Hills Mining Ltda	Cobre
850272/2012	9388.93	Req Pesq	Terrativa Minerai S.A.	Ouro
850070/2012	5862.18	Aut Pesq	Jose Humberto de Oliveira	Fosfato
851555/2011	6766.58	Req Pesq	Terrativa Minerai S.A.	Cobre
851556/2011	6552.02	Req Pesq	Terrativa Minerai S.A.	Cobre

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Processo	Área (ha)	Fase	Titular	Substância
850263/2012	1000	Aut Pesq	Joécio Camilo da Silva	Granito
850936/2011	9968.39	Req Pesq	Amagran Imp. Exp. Ltda	Ouro
851569/2011	998.05	Req Lavra Gar	Cooperativa Agromineral dos Garimpeiros do Serrado	Ouro
850320/2012	9696.63	Req Pesq	Ecosideral Group Participações, Representação e Consultoria Ltda.	Cobre
851132/2011	7591.93	Req Pesq	Caubi André Caldeira Fernandes	Ouro
850575/2012	4840.16	Req Pesq	Terrativa Minerai S.A.	Cobre
850670/2012	8300	Req Pesq	Codelco do Brasil Mineração Ltda	Cobre
850645/2012	358.24	Req Pesq	Nilton Bertuchi	Cobre
850120/2012	8516.77	Req Pesq	Terrativa Minerai S.A.	Cobre
850091/2012	49.01	Aut Pesq	Moldar Engenharia Ltda	Granito
850115/2012	5359.05	Req Pesq	Terrativa Minerai S.A.	Cobre
850755/2012	76.49	Req Pesq	Vale S A	Cobre
850762/2012	3577.73	Req Pesq	Solo Mineral Extração de Areia Ltda Me	Ouro
850878/2007	4643.96	Req Pesq	José Ribamar Gomes Abrantes	Ouro
851002/2005	1957.42	Req Pesq	Vale S A	Níquel
850270/2012	2210.6	Req Pesq	Terrativa Minerai S.A.	Ouro
851232/2008	4931.08	Req Pesq	Vale S A	Manganês
864073/2013	9663.09	Req Pesq	Valmesa Mineração Ltda.	Ferro

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Processo	Área (ha)	Fase	Titular	Substância
864074/2013	9416.78	Req Pesq	Valmesa Mineração Ltda.	Ferro
850238/2012	5072.45	Aut Pesq	Vegas Mineração Ltda	Ouro
850277/2012	35.38	Req Pesq	Terrativa Minerai S.A.	Ouro
850827/2008	466.78	Req Pesq	Vale S A	Cobre
850515/2012	9974.93	Aut Pesq	Mineração Vale do Araguaia Ltda.	Diamante
850913/2012	8309.01	Req Pesq	Terrativa Minerai S.A.	Cobre
850103/2013	49.18	Lavra Gar	Raimundo Nonato da Silva	Cobre
850110/2013	47.02	Lavra Gar	Wilson Pereira Firmo	Cobre
850806/2012	787.72	Req Pesq	Nilton Bertuchi	Cobre
850844/2012	6870.31	Req Pesq	Solo Mineral Extração de Areia Ltda Me	Ouro
850533/2012	2166.3	Req Pesq	Joélcio Camilo da Silva	Ouro
850682/2012	755.26	Req Pesq	Codelco do Brasil Mineração Ltda	Cobre
850548/2012	1947.12	Req Pesq	Brasil Recursos Naturais Internacional Ltda.	Cobre
850548/2012	1173.31	Req Pesq	Brasil Recursos Naturais Internacional Ltda.	Cobre
850994/2012	6551	Req Pesq	Terrativa Minerai S.A.	Ouro
850100/2013	50	Req Lavra Gar	João Edson Becali	Cobre
850131/2012	8301.61	Req Pesq	Terrativa Minerai S.A.	Cobre
864024/2013	7352.6	Aut Pesq	Valmesa Mineração Ltda.	Ferro
850147/2012	8136.73	Req Pesq	Terrativa Minerai S.A.	Cobre

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Processo	Área (ha)	Fase	Titular	Substância
850158/2012	6456.18	Req Pesq	Terrativa Minerai S.A.	Cobre
850157/2012	6404.59	Req Pesq	Terrativa Minerai S.A.	Cobre
850451/2002	665.69	Aut Pesq	Amagran Imp. Exp. Ltda	Granito
851011/2012	50	Lavra Gar	Cooperativa Mista do Garimpo da Cutia	Ouro
851596/2011	172.33	Req Pesq	Florest Vale Agroindustrial Imp & Exp Ltda Epp	Ouro
864026/2013	7143.96	Aut Pesq	Espirito Santo Mineradora Ltda.	Cobre
850153/2012	1786.45	Req Pesq	Terrativa Minerai S.A.	Cobre
851596/2011	39.09	Req Pesq	Florest Vale Agroindustrial Imp & Exp Ltda Epp	Ouro
864272/2013	3663	Aut Pesq	Goyaz Minérios Ltda Me	Fosfato
851341/2013	9999.23	Req Pesq	Araguaia e Tocantins Mineração Ltda	Diamante
850112/2012	49.92	Req Lavra Gar	Cooperativa Mista da Agricultura Familiar e Mineração de Curionópolis e Região	Tantalita
850698/2012	9774.9	Req Pesq	Terrativa Minerai S.A.	Cobre
850206/2012	8218.96	Req Pesq	Terrativa Minerai S.A.	Ouro
850276/2008	4826.65	Req Pesq	Recursos Minerai do Brasil S.A	Ouro
851707/2013	7352.95	Req Pesq	Recursos Minerai do Brasil S.A	Fosfato
852029/2013	5008.25	Req Pesq	Vf Mineração Ltda	Ouro
851850/2013	9997.56	Req Pesq	Recursos Minerai do Brasil S.A	Fosfato
851292/2013	9864.09	Req Pesq	Xiangse Brasil Mineração Ltda	Ouro

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Processo	Área (ha)	Fase	Titular	Substância
850148/2014	615.42	Req Pesq	Recursos Minerais do Brasil S.A	Fosfato
850884/2013	1590.39	Req Pesq	Araguaia Níquel Mineração Ltda.	Cobre
850014/2014	7052.05	Req Pesq	Recursos Minerais do Brasil S.A	Fosfato
851871/2013	7322.32	Req Pesq	Scm Mineração Ltda Epp	Cobre
851281/2013	9930.27	Req Pesq	Xiangse Brasil Mineração Ltda	Ouro
851279/2013	8873.74	Req Pesq	Xiangse Brasil Mineração Ltda	Ouro
851280/2013	8768.55	Req Pesq	Xiangse Brasil Mineração Ltda	Ouro
850244/2012	7507.69	Req Pesq	Araguaia Níquel Mineração Ltda.	Níquel
850072/2011	1000	Aut Pesq	Cooperativa dos Produtores de Minérios de Curionópolis	Cobre
850002/2014	8559.01	Req Pesq	Recursos Minerais do Brasil S.A	Fosfato
850072/2014	7052.05	Req Pesq	Recursos Minerais do Brasil S.A	Fosfato
851360/2013	7408.69	Req Pesq	Recursos Minerais do Brasil S.A	Fosfato
851780/2013	8679.46	Req Pesq	Luz Mineração Ltda	Fosfato
850237/2014	3338.13	Req Pesq	Mineração Maravaia Ltda	Ouro
850239/2014	3312.06	Req Pesq	Terrativa Minerais S.A.	Cobre
850071/2014	4060.89	Req Pesq	Terrativa Minerais S.A.	Fosfato
851514/2011	8046.54	Req Pesq	Terrativa Minerais S.A.	Cobre
850639/2012	7366.31	Aut Pesq	Vegas Mineração Ltda	Fosfato
850062/2014	4767.22	Req Pesq	Dubai Mineracao Ltda	Ouro

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas
Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Processo	Área (ha)	Fase	Titular	Substância
850055/2014	8308.08	Req Pesq	Recursos Minerais do Brasil S.A	Fosfato
851735/2013	7406.05	Req Pesq	Luz Mineração Ltda	Fosfato
850056/2014	8308.38	Req Pesq	Scm Mineração Ltda Epp	Fosfato
857639/1995	5000	Disp	Vale S A	Manganês
850006/1996	5000	Disp	Vale S A	Manganês
850755/1996	5000	Disp	Vale S A	Manganês
650052/1997	1308.72	Disp	Vale S A	Ouro
850005/2003	3000	Disp	BRILASA - Britagem e Laminação de Rochas S/A	Ouro
850668/2006	8200.16	Disp	Vale S A	Níquel
850249/2003	8962.07	Disp	Aura Gold Mineração Ltda	Ouro
850222/2002	4766.84	Disp	Xstrata Brasil Exploração Mineral Ltda.	Cobre
850129/2001	10000	Disp	Xstrata Brasil Exploração Mineral Ltda.	Cobre
850681/2005	10000	Disp	Vale S A	Níquel
860536/1993	9288.17	Disp	Caltins Calcário Tocantins Ltda	Tântalo
300930/2010	3933.2	Disp	Dado Não Cadastrado	Dado Não Cadastrado
864379/2008	8842.18	Disp	Mineralbraz Exploração de Minérios Ltda	Ouro
850324/2006	9971.13	Disp	Xstrata Brasil Exploração Mineral Ltda.	Níquel
850169/2005	9980.15	Disp	Xstrata Brasil Exploração Mineral Ltda.	Cobre
850250/2003	10000	Disp	Mineração Santa Elina Indústria e Comercio S A	Ouro

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Processo	Área (ha)	Fase	Titular	Substância
854832/1995	8326.97	Disp	Mineração Itamaracã Ltda	Cobre
850915/2010	5122.63	Disp	Cnm Companhia Nacional de Mineração	Ouro
300666/2012	334.31	Disp	Dado Não Cadastrado	Dado Não Cadastrado
851002/2011	5466.28	Disp	Kinross Brasil Mineração S A	Ouro

Linhas de Transmissão (LT) 500 kV Xingu – Parauapebas C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Miracema C1 e C2; LT 500 kV Parauapebas – Itacaiúnas e Subestações Associadas

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

6.2.8.3 - Conclusões

Considerando as fases dos 169 processos identificados na AID do empreendimento, é possível concluir que 08 processos em fase de requerimento de lavra ou requerimento de lavra garimpeira, e 03 processos em fase de lavra garimpeira, 01 em fase de concessão de lavra e 03 em fase de lavra garimpeira podem gerar, em caso de interferência, algum tipo de indenização. Para os demais processos em fases de autorização de pesquisa, requerimento de pesquisa e disponibilidade não deverá haver direito à indenização.

A localização dos processos que podem gerar direito a lavra garimpeira pode ser visualizada na Tabela 6.2-23. As coordenadas utilizadas aqui são apenas um referencial de onde se localizam esses processos, a localização exata da área referente a cada processo pode ser consultada no Mapa de Títulos Minerários (Apêndice 6.16).

Tabela 6.2-23 - Relação entre os processos que podem gerar interferência e a localização dos mesmos na AID do empreendimento.

Processo	Fase	Titular	Substância	Latitude	Longitude
850918/1982	Conc Lavra	Vale S A	Cobre	-05°55'20"	-49°42'24"
850262/2010	Req Lavra Gar	Cooperativa dos Garimpeiros do Xingu	Ouro	-03°04'50"	-51°46'32"
850354/2010	Req Lavra Gar	Cooperativa dos Garimpeiros do Xingu	Ouro	-03°06'42"	-51°39'42"
850325/2011	Req Lavra Gar	Cooperativa Agromineral dos Garimpeiros do Serrado	Ouro	-05°50'47"	-49°25'13"
851732/2011	Req Lavra Gar	Cooperativa Mista da Agricultura Familiar e Mineração de Curionópolis e Região	Tantalita	-05°50'37"	-49°23'50"
851569/2011	Req Lavra Gar	Cooperativa Agromineral dos Garimpeiros do Serrado	Ouro	-05°41'44"	-49°23'28"
850100/2013	Req Lavra Gar	João Edson Becali	Cobre	-06°26'28"	-49°31'05"
850112/2012	Req Lavra Gar	Cooperativa Mista da Agricultura Familiar e Mineração de Curionópolis e Região	Tantalita	-05°49'17"	-49°22'21"
850515/2003	Req Lavra	Impex Importação Exportação Comércio Representação Ltda	Titânio	-06°50'44"	-49°22'11"
850103/2013	Lavra Gar	Raimundo Nonato da Silva	Cobre	-06°06'30"	-49°40'51"
850110/2013	Lavra Gar	Wilson Pereira Firmo	Cobre	-06°04'29"	-49°40'10"
851011/2012	Lavra Gar	Cooperativa Mista do Garimpo da Cutia	Ouro	-06°00'21"	-49°42'30"