

## Sumário

7	Diagnóstico Ambiental das Áreas de Influência e da Alternativa Seleccionada .....	7-1
7.1	Definição das Áreas de Influência.....	7-1
7.1.1	Área de Influência Indireta – All.....	7-1
7.1.2	Área de Influência Direta – AID.....	7-4
7.2	Meio Físico .....	7-7
7.2.1	Meteorologia e Climatologia .....	7-7
7.2.2	Nível de Ruídos .....	7-23
7.2.3	Recursos Hídricos .....	7-43
7.2.4	Geologia.....	7-65
7.2.5	Geomorfologia.....	7-82
7.2.6	Geotecnia .....	7-95
7.2.7	Paleontologia.....	7-102
7.2.8	Pedologia.....	7-112
7.2.9	Espeleologia.....	7-138
7.2.10	Recursos Minerais .....	7-165

## Índice de Figuras

Figura 7.1-1 – Área de Influência Indireta dos meios físico e biótico. ....	2
Figura 7.1-2 – Área de Influência Indireta do meio socioeconômico. ....	3
Figura 7.1-3 – Área de influência direta dos meios físico e biótico. ....	5
Figura 7.1-4 – Área de Influência Direta do meio socioeconômico. ....	6
Figura 7.2-1 - Figura de localização das estações climatológicas, analisadas neste estudo. .....	9
Figura 7.2-2 - Classificação climática (Fonte: IBGE). ....	13
Figura 7.2-3 - Precipitação média mensal (Fonte: INMET). ....	14
Figura 7.2-4 - Temperaturas médias, máximas e mínimas para Barbalhas (Fonte: INMET). .....	16
Figura 7.2-5 - Temperaturas médias, máximas e mínimas para São Gonçalo (Fonte: INMET). ....	16
Figura 7.2-6 - Temperaturas médias, máximas e mínimas para Apodí. Fonte: INMET. ..	16
Figura 7.2-7 - Temperaturas médias, máximas e mínimas para Florânia (Fonte: INMET). 17	
Figura 7.2-8 - Pressão atmosférica média mensal para Barbalha, para o período de 1961 a 1990 (Fonte: INMET). ....	18
Figura 7.2-9 - Pressão atmosférica média mensal para Florânia, para o período de 1961 a 1990 (Fonte: INMET). ....	18
Figura 7.2-10 - Média mensal para umidade relativa do ar, para o período de 1961 a 1990 (Fonte: INMET). ....	19
Figura 7.2-11 – Rosa dos Ventos das estações estudadas, para o período de 1961 a 1990 (Fonte: INMET). ....	20
Figura 7.2-12 - Média mensal para Insolação, para o período de 1961 a 1990. Fonte: INMET. ....	21
Figura 7.2-13 - Mapa isoceraúnico do Brasil (Fonte: ABNT, 2001). ....	22
Figura 7.2-14 - Localização dos pontos de monitoramento de ruído nos limites da Subestação Açú III. ....	29
Figura 7.2-15 - Localização dos pontos de monitoramento de ruído nos limites da Subestação Milagres II. ....	29
Figura 7.2-16 - Localização dos pontos de monitoramento de ruído no município de Campo Grande/RN. ....	30

---

Figura 7.2-17 - Localização dos pontos de monitoramento de ruído no município de Alexandria/RN.....	31
Figura 7.2-18 - Localização dos pontos de monitoramento de ruído no município de Cajazeiras/PB. ....	32
Figura 7.2-19 - Localização dos pontos de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão (traçado na cor azul) entre as Subestações Açú III/RN e Milagres II/CE.....	33
Figura 7.2-20 - Localização do ponto de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão PMR LT 1, próximo da localidade de Cuncás, município de Barro/CE (traçado da LT na cor azul). ....	33
Figura 7.2-21 - Localização do ponto de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão PMR LT 2, na área rural de Cajazeiras/PB (traçado da LT na cor azul). ....	34
Figura 7.2-22 - Localização do ponto de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão PMR LT 3, na área rural de Bom Sucesso/PB (traçado da LT na cor azul)....	34
Figura 7.2-23 - Localização do ponto de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão PMR LT 4, no município de Catolé do Rocha/PB (traçado da LT na cor azul). ....	35
Figura 7.2-24 - Localização do ponto de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão PMR LT 5, na área rural de Campo Grande/RN (traçado da LT na cor azul). ....	35
Figura 7.2-25 – Principais bacias hidrográficas interceptadas pelo empreendimento (Ottobacias Nível 3).....	44
Figura 7.2-26 – Ottobacias Nível 4 na área de influência do empreendimento.....	45
Figura 7.2-27 – Localização dos Pontos 27 e 28 de transposição de corpos d’água. Em amarelo e rosa apresenta-se o traçado do empreendimento e em verde os limites municipais. ....	47
Figura 7.2-28 – Histórico de densidade de cianobactérias na Barragem de Umari (adaptado de IGARN, 2012). ....	48
Figura 7.2-29 – Localização dos pontos de transposição em bacias de contribuição superiores a 50 km <sup>2</sup> . ....	51
Figura 7.2-30 - Bacias de contribuição nos pontos de transposição em bacias de contribuição superiores a 50 km <sup>2</sup> . ....	52
Figura 7.2-31 – Localização das estações fluviométricas utilizadas para caracterização hidrológica. ....	55
Figura 7.2-32 – Curva de permanência da estação Pondimirim – 36250000. ....	58

---

---

Figura 7.2-33 – Curva de permanência da estação Augusto Severo – 37150000. ....	58
Figura 7.2-34 – Curva de permanência da estação Upanema – 37185000.....	59
Figura 7.2-35 – Curva de permanência da estação Várzea Grande 37220000. ....	59
Figura 7.2-36 – Curva de permanência da estação Antenor Navarro 37260000.....	60
Figura 7.2-37 – Valores de Precipitação média mensal da estação Barbalha.....	62
Figura 7.2-38 – Valores de Precipitação média mensal da estação São Gonçalo.....	62
Figura 7.2-39 – Valores de Precipitação média mensal da estação Apodi.....	63
Figura 7.2-40 – Valores de Precipitação média mensal da estação Florânia. ....	63
Figura 7.2-41 – Valores de Precipitação média mensal da estação Mossoró.....	63
Figura 7.2-42 - Compartimentação do território brasileiro, segundo Schobbenhaus et al. (1984). A Província Borborema de Almeida et al. (1977 e 1981) é denominada de Sistema de Dobramento Nordeste (1). ....	66
Figura 7.2-43 - Coluna estratigráfica simplificada da área de estudo .....	67
Figura 7.2-44 - A) vista geral do afloramento no ponto ATE 0064; B) Detalhe do gnaiss mostrando bandas irregulares e descontínuas (Fonte: Bourscheid, abril/2013). ....	69
Figura 7.2-45 - A) vista geral do afloramento no ponto ATE 0049; B) Detalhe do Migmatito mostrando os contatos interlobados entre as fases félsicas e máficas (Fonte: Bourscheid, abril/2013).....	70
Figura 7.2-46 - A) vista geral do afloramento no ponto ATE 0067; B) Detalhe do granito milonitizado (Fonte: Bourscheid, abril/2013). ....	70
Figura 7.2-47 - A) vista geral do afloramento no ponto ATE 0027; B) Detalhe do gnaiss facoidal mostrando os pórfiros com caudas de recristalização (Fonte: Bourscheid, abril/2013). ....	72
Figura 7.2-48 - A) vista geral do afloramento no ponto ATE 0076; B) Detalhe do muscovita xisto (Fonte: Bourscheid, abril/2013).....	73
Figura 7.2-49 - Detalhe do granito porfírico pertencente ao batólito Catolé da Rocha sendo cortado por um granito equigranular mais jovem no ponto ATE 0032 (Fonte: Bourscheid, abril/2013).....	75
Figura 7.2-50 - Visão geral do afloramento do ponto ATE 0081 mostrando alternância entre conglomerados e arenitos de granulometria fina caracterizando ciclos granodécrescentes (Fonte: Bourscheid, abril/2013).....	76
Figura 7.2-51 - Vista geral do ponto ATE 0091 mostrando os arenitos de cor vermelha com diferentes granulometrias (Fonte: Bourscheid, abril/2013).....	76

Figura 7.2-52 - A) visão geral do afloramento no ponto ATE 0060; B) Detalhe do arenito conglomerático com clastos ângulos de quartzo (Fonte: Bourscheid, abril/2013). .....	77
Figura 7.2-53 - A) vista geral do afloramento no ponto ATE – 0062; B) Detalhe da estrutura do tipo marca de ondas; C) Gretas de ressecamento (contração) (Fonte: Bourscheid, abril/2013). .....	78
Figura 7.2-54 - A) vista geral do afloramento no ponto ATE – 0005 B) Detalhe das cruzadas tangencial a acanaladas C) detalhe das crostas lateríticas (Fonte: Bourscheid, abril/2013). .....	79
Figura 7.2-55 - Vista geral do afloramento no ponto ATE – 0002 (Fonte: Bourscheid, abril/2013). .....	80
Figura 7.2-56 - Tabuleiros Costeiros Pgu (Fonte: Bourscheid, abril/2013). .....	86
Figura 7.2-57 - Tabuleiros Costeiros Dt31 (Fonte: Bourscheid, abril/2013). .....	86
Figura 7.2-58 - Tabuleiros Costeiros Apf. (Fonte: Bourscheid, abril/2013). .....	86
Figura 7.2-59 - Depressão Sertaneja Dt41 (Fonte: Bourscheid, abril/2013). .....	87
Figura 7.2-60 - Depressão Sertaneja Dt21 (Fonte: Bourscheid, abril/2013). .....	87
Figura 7.2-61 - Depressão Sertaneja Apf (Fonte: Bourscheid, abril/2013). .....	88
Figura 7.2-62 - Depressão Sertaneja Pru (Fonte: Bourscheid, abril/2013). .....	88
Figura 7.2-63 - Planalto Residual Da23 (Fonte: Bourscheid, abril/2013). .....	89
Figura 7.2-64 - Planalto Residual Dc21 (Fonte: Bourscheid, abril/2013). .....	89
Figura 7.2-65 - Planalto Sertanejo Dc11 (Fonte: Bourscheid, abril/2013). .....	90
Figura 7.2-66 - Planalto Sertanejo Dt31 (Fonte: Bourscheid, abril/2013). .....	90
Figura 7.2-67 - Planalto Sertanejo Apf (Fonte: Bourscheid, abril/2013). .....	90
Figura 7.2-68 - Classe de erosão fraca na Depressão Sertaneja Apf – Suíte Poço da Cruz (Fonte: Bourscheid, abril/2013). .....	92
Figura 7.2-69 - Classe de erosão fraca na Depressão Sertaneja Dt41 – Suíte Intrusiva Itaporanga (Fonte: Bourscheid, abril/2013). .....	92
Figura 7.2-70 - Classe de erosão moderada em Tabuleiros Costeiros Dt31 – Formação Barreiras (Fonte: Bourscheid, abril/2013). .....	92
Figura 7.2-71 - Vista geral das estruturas do ponto ATE 0072; B) detalhe da foliação do Ponto ATE 0072 mostrando a forte direção NW-SE e a formação de cunhas; C) Vista Geral do ponto ATE 0082 mostrando as diversas fraturas que ocorrem na unidade. ....	98
Figura 7.2-72 - Granito porfírico bastante alterado ponto ATE 0071. ....	99
Figura 7.2-73 - Detalhe das ravinas que ocorrem na região. Ponto ATE0014. ....	100

---

Figura 7.2-74 - A) I Estrutura do tipo laminação plano paralela, II Estrutura do tipo laminação ondulada <i>wavy</i> e <i>linsen</i> (ponto ATE 0063); B) Gretas de ressecamento (contração) endurecidas no ponto ATE 0062. ....	101
Figura 7.2-75 - Afloramentos com movimentação de terras em Messia Targino, RN (A); depósito de tanque no município de Alexandria, RN (B); fósseis de megafauna do município de Alexandria, depositados no Instituto Zulmirinha Veras, Alexandria, RN (C); entrada do Parque dos Dinossauros, em Sousa, PB (D) (Fonte: Bourscheid, abril/2013). ....	108
Figura 7.2-76 - Afloramento em corte de estrada na BR/405, próximo a São João do Rio do Peixe; detalhe dos blocos de calcarenitos na BR-405 (B); amostra de calcarenito contendo fósseis de peixes (escamas e fragmentos ósseos) (C); afloramento da Formação Mauriti (ou Cariri) no sítio Malhada, Milagres, CE (D) (Fonte: Bourscheid, abril/2013).	110
Figura 7.2-77 - Argissolo de Granito (Fonte: Bourscheid, abril/2013). ....	126
Figura 7.2-78 - Argissolo de Gnaisse (Fonte: Bourscheid, abril/2013). ....	126
Figura 7.2-79 - Argissolo de Xisto (Fonte: Bourscheid, abril/2013). ....	127
Figura 7.2-80 - Argissolo de Arenito (Fonte: Bourscheid, abril/2013). ....	127
Figura 7.2-81 - Cambissolo em Granito (Fonte: Bourscheid, abril/2013).....	128
Figura 7.2-82 - Paisagem de ocorrência (Fonte: Bourscheid, abril/2013). ....	128
Figura 7.2-83 - Latossolo em barranco de estrada (Fonte: Bourscheid, abril/2013). ....	129
Figura 7.2-84 - Área de ocorrência (Fonte: Bourscheid, abril/2013).....	129
Figura 7.2-85 - Luvisolo em Gnaisse (Fonte: Bourscheid, abril/2013). ....	130
Figura 7.2-86 - Luvisolo em Rocha com máficos (Fonte: Bourscheid, abril/2013).....	130
Figura 7.2-87 - Luvisolo em Xisto (Fonte: Bourscheid, abril/2013).....	131
Figura 7.2-88 - Luvisolo em Siltitos (Fonte: Bourscheid, abril/2013). ....	131
Figura 7.2-89 - Neossolo Litólico em Quartzito (Fonte: Bourscheid, abril/2013). ....	131
Figura 7.2-90 - Paisagem de ocorrência (Fonte: Bourscheid, abril/2013). ....	131
Figura 7.2-91 - Neossolo Flúvico em Arenito (Fonte: Bourscheid, abril/2013). ....	132
Figura 7.2-92 - Local de ocorrência (Fonte: Bourscheid, abril/2013). ....	132
Figura 7.2-93 - Neossolo Regolítico em Granito (Fonte: Bourscheid, abril/2013).....	132
Figura 7.2-94 - Local de ocorrência (Fonte: Bourscheid, abril/2013). ....	132
Figura 7.2-95 - Neossolo Quartzarênico em Sedimentos (Fonte: Bourscheid, abril/2013). ....	132
Figura 7.2-96 - Paisagem de ocorrência (Fonte: Bourscheid, abril/2013). ....	132
Figura 7.2-97 - Planossolo Nátrico em Granito (Fonte: Bourscheid, abril/2013). ....	134

Figura 7.2-98 - Local de Ocorrência (Fonte: Bourscheid, abril/2013). .....	134
Figura 7.2-99 - Vertissolo Háptico em Siltitos (Fonte: Bourscheid, abril/2013). .....	135
Figura 7.2-100 - Paisagem de ocorrência (Fonte: Bourscheid, abril/2013). .....	135
Figura 7.2-101 - Aspecto de Contração de Argila (Fonte: Bourscheid, abril/2013). .....	135
Figura 7.2-102 - Localização da área do empreendimento. ....	138
Figura 7.2-103 - Geologia da área do Projeto da Linha de Transmissão denominada LT 500 kV Milagres II - Açú III, Seccionamentos e Subestações Associadas. ....	141
Figura 7.2-104 - Potencialidade espeleológica do RN (Fonte: CECAV, 2007). .....	146
Figura 7.2-105 - Potencial espeleológico da área do Projeto da Linha de Transmissão denominada LT 500 kV Milagres II - Açú III, Seccionamentos e Subestações e Associadas. ....	149
Figura 7.2-106 - Corpos plutônicos graníticos observados na região: no plano de fundo das fotos A, B, C e D notam-se feições com maior potencial espeleológico que, entretanto, não estão nas áreas de influência do empreendimento LT 500 kV Milagres II - Açú III, Seccionamentos e Subestações Associadas. ....	151
Figura 7.2-107 - Linhas de caminhamento espeleológico da área 1 da área de influência da LT e localização de cavidades no entorno da área. ....	153
Figura 7.2-108 - Linhas de caminhamento espeleológico da área 2 da área de influência da LT e localização de cavidades no entorno da área. ....	154
Figura 7.2-109 - Linhas de caminhamento espeleológico da área 3 da área de influência da LT e localização de cavidades no entorno da área. ....	155
Figura 7.2-110 - Linhas de caminhamento espeleológico da área 4 da área de influência da LT e localização de cavidades no entorno da área. ....	156
Figura 7.2-111 - Campanhas de prospecção identificaram muitas áreas com baixo potencial para ocorrência de cavernas ou ocorrência improvável: (A) e (B) apresentam alterações antrópicas com edificações e plantações e, em (C) e (D) notam-se grandes áreas aplainadas com cobertura pedológica e escassa cobertura vegetal, facilitando a visão na prospecção de cavidades. ....	157
Figura 7.2-112 - Equipes de prospecção espeleológica identificam áreas com ocorrência improvável de cavidades ou baixo potencial: regiões alagadas sem afloramento de rocha no entorno. ....	158
Figura 7.2-113 - Áreas com potencial alto para ocorrência de cavernas identificadas na primeira campanha de prospecção: litologia aflorante requer busca mais cuidadosa por feições espeleológicas. ....	159

---

Figura 7.2-114 - Rocha aflorante em diversas porções da paisagem identificadas na segunda campanha de prospecção: feições espeleológicas podem ser mais facilmente encontradas nestas áreas.....	159
Figura 7.2-115 - Serra da Barriguda, localizada no município de Alexandria-RN, abriga quatro cavidades identificadas fora da área de influência direta do empreendimento (Fonte: Google Earth, 2013). .....	161
Figura 7.2-116 - Entrada e desenvolvimento da caverna Gruta do Diabo.....	161
Figura 7.2-117 - Entrada da caverna Gruta do Dragão. ....	162
Figura 7.2-118 - À esquerda, entrada da Gruta do Menino e, à direita, coralóides no interior da feição. ....	163
Figura 7.2-119 - Entrada e interior da Caverna Gruta do Morcego. ....	163
Figura 7.2-120 - Localização da Caverna Olho D'água no município de Patu - RN. Notar traçado em vermelho ao fundo que corresponde à área do Projeto. Fonte: Google Earth, 2013.....	164
Figura 7.2-121 - Entrada e interior da Caverna Olho D'água. ....	164
Figura 7.2-122 - Extração de Material de Rochas no ponto ATE 06 (Fonte: Bourscheid, abril/2013). ....	168
Figura 7.2-123 - Área de extração de Brita no ponto ATE 10 (Fonte: Bourscheid, abril/2013). ....	168
Figura 7.2-124 - Entrada da Área de extração de Brita no Ponto ATE 10 (Fonte: Bourscheid, abril/2013).....	169
Figura 7.2-125 - Área de extração de Aterro no Ponto ATE 36 (Fonte: Bourscheid, abril/2013). ....	169
Figura 7.2-126 - Área de Extração de Aterro no Ponto ATE 71 (Fonte: Bourscheid, abril/2013). ....	170



---

## Índice de Tabelas

Tabela 7.2-1 - Resultados de medições durante período diurno - Pontos de monitoramento em Subestações. ....	37
Tabela 7.2-2 - Resultados de medição durante período diurno - Pontos de Monitoramento nos municípios elegidos para a instalação de Canteiros de Obras.....	37
Tabela 7.2-3 - Resultados de medição durante período noturno - Pontos de Monitoramento nos municípios elegidos para a instalação de Canteiros de Obras.....	39
Tabela 7.2-4 - Resultados de medição durante período diurno - Pontos de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão 500 kv Milagres II – Açú III. ....	40
Tabela 7.2-5 - Resultados de medição durante período noturno - Pontos de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão 500 kv Milagres II – Açú III. ....	40
Tabela 7.2-6 – Relação dos corpos d’água transpostos pelo traçado da LT 500 kV Milagres II Açú III, Seccionamentos e Subestações Associadas. ....	45
Tabela 7.2-7 – Características fisiográficas das bacias de contribuição nos pontos de transposição da linha de transmissão com a hidrografia. ....	53
Tabela 7.2-8 - Estações fluviométricas utilizadas para caracterização hidrológica. ....	57
Tabela 7.2-9 – Vazões característica das estações fluviométricas analisadas. ....	60
Tabela 7.2-10 – Valores de vazões máximas para diferentes tempos de retorno. ....	61
Tabela 7.2-11 – Valores de vazões máximas estimadas para as seções em que a linha de transmissão transpõe a hidrografia com áreas de contribuição acima de 50 km². ....	61
Tabela 7.2-12 - Valores de precipitação média mensal estações pluviométricas selecionadas (Fonte: INMET). ....	62
Tabela 7.2-13 - Classes de Vulnerabilidade à erosão. ....	93
Tabela 7.2-14 - Pontos registrados no trabalho de campo, localizados nas Áreas de Influência Direta e Indireta da LT 500 kV Milagres II – Açú III. ....	119
Tabela 7.2-15 - Cavernas encontradas na área de influência indireta do empreendimento. ....	160
Tabela 7.2-16 - Lista das áreas requeridas junto DNPM na AID. ....	170

---

## Índice de Quadros

Quadro 7.2-1 - Estações climatológicas utilizadas na caracterização climática. ....	8
Quadro 7.2-2 - Dados de precipitação. ....	15
Quadro 7.2-3 - Nível de Critério de Avaliação (NCA) para ambientes externos, em dB(A). .....	35
Quadro 7.2-4 - Datações U-Pb em granitóides da Suíte Itaporanga no estado do Rio Grande do Norte. ....	74
Quadro 7.2-5 - Síntese dos pontos estudados, em municípios com unidades geológicas exibindo potencial de ocorrência de fósseis na AID do empreendimento. ....	110
Quadro 7.2-6 - Unidades de mapeamento. ....	124
Quadro 7.2-1 - Potencialidade de Ocorrência de Cavernas Baseada na Litologia. ....	148

---

## **7 Diagnóstico Ambiental das Áreas de Influência e da Alternativa Selecionada**

### **7.1 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 22 de março 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 7.1).

#### *7.1.1 Área de Influência Indireta – All*

A área de influência indireta – All consiste na área real ou 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, essa área foi definida como sendo a região localizada em um raio de 5 km no entorno do traçado do empreendimento, totalizando uma área de 3.110,26 km<sup>2</sup>, cuja espacialização pode ser visualizada na Figura 7.1-1.

Para o meio antrópico, a All foi definida como a área territorial dos municípios interceptados pelo empreendimento, incluindo os municípios que darão suporte logístico às obras, como Cajazeiras, Alexandria e Campo Grande. Os polos regionais relevantes para a região de influência do empreendimento são Cajazeiras/PB, Souza/PB e Assú/RN, incluídos na All do empreendimento. Outros dois municípios são identificados como polo macrorregional, mas que não sofrerão influência do empreendimento. São eles: Juazeiro do Norte/CE e Mossoró/RN. A All do meio antrópico pode ser visualizada na Figura 7.1-2 a seguir e totaliza uma área de 8919,6 km<sup>2</sup>.

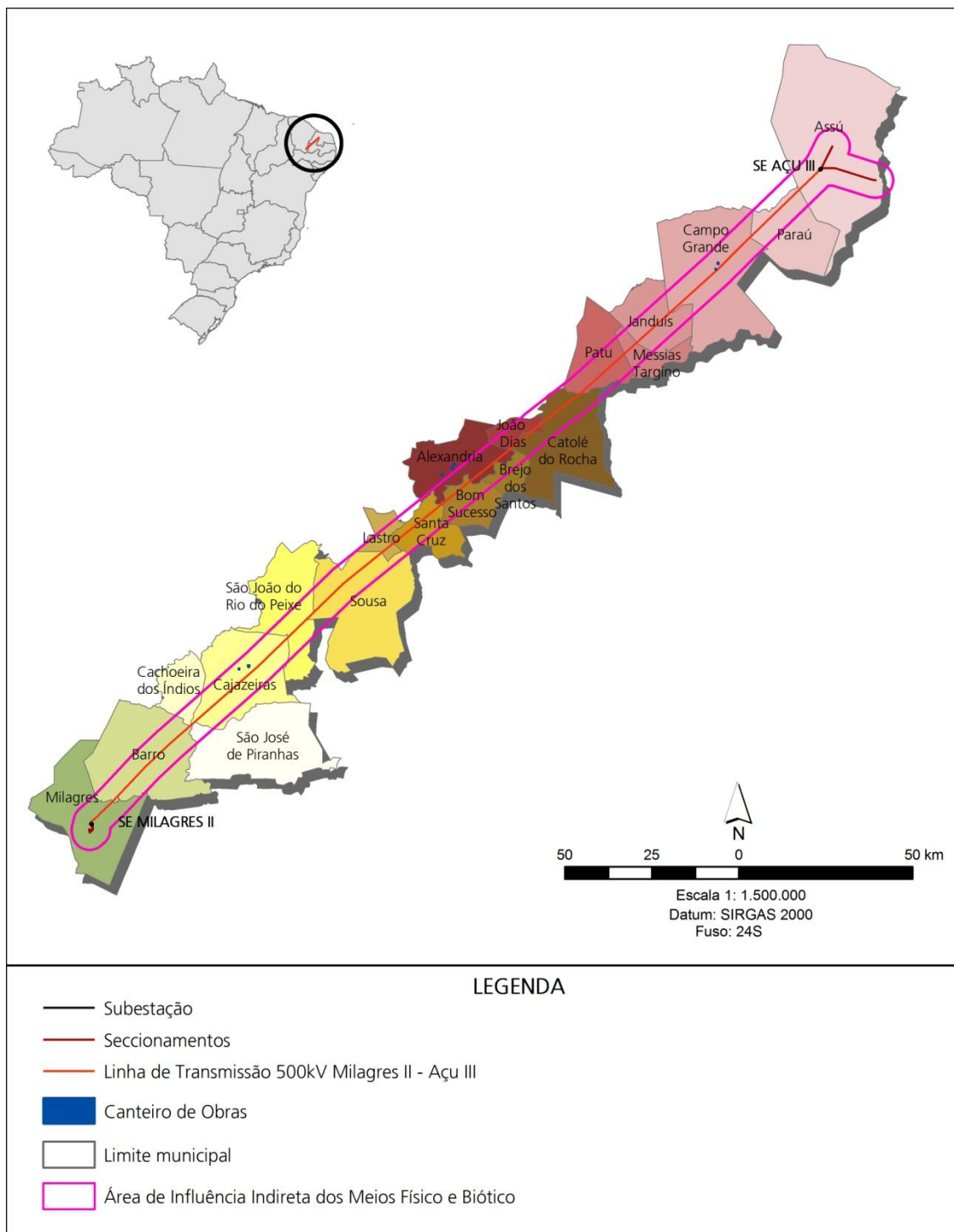


Figura 7.1-1 – Área de Influência Indireta dos meios físico e biótico.

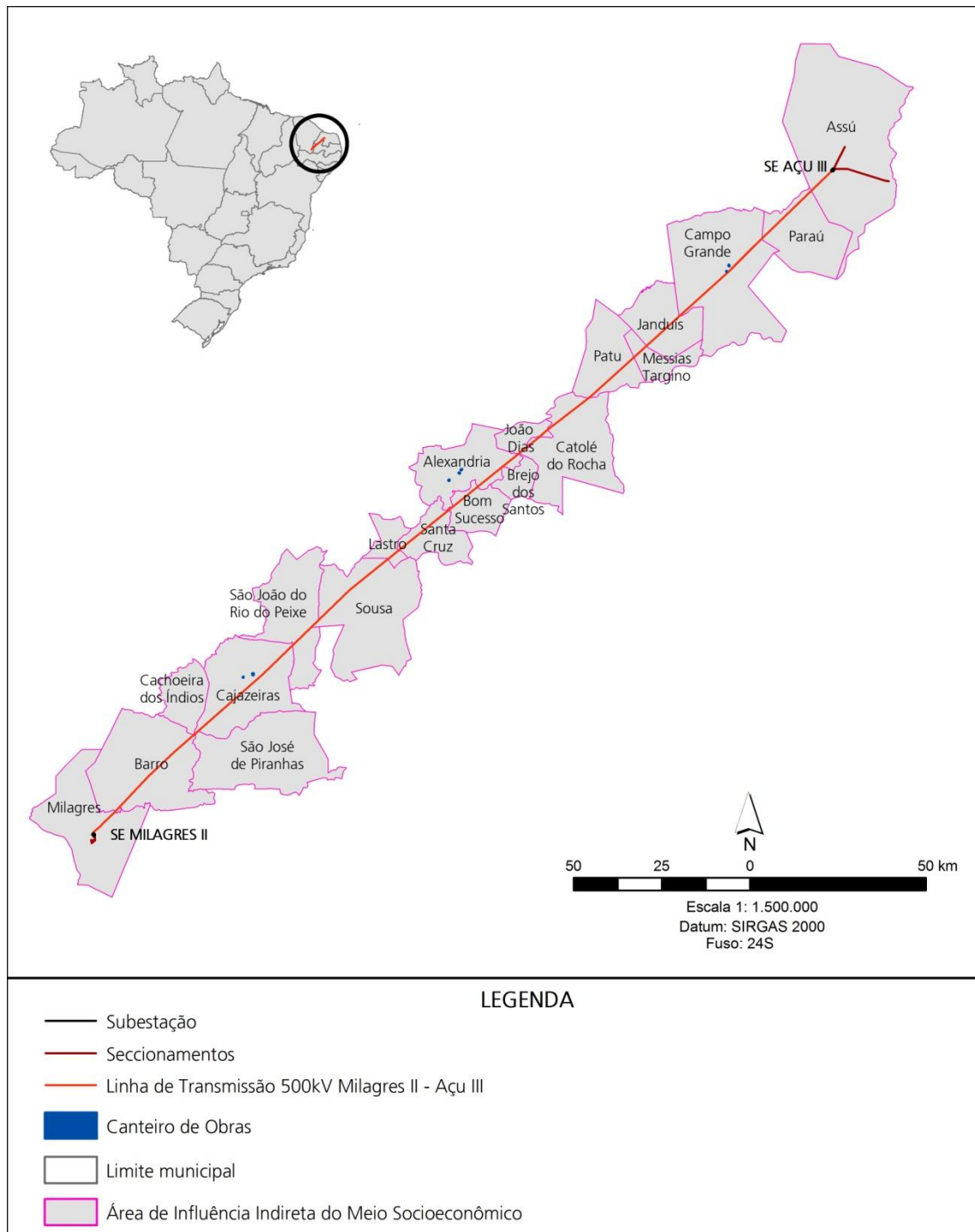


Figura 7.1-2 – Área de Influência Indireta do meio socioeconômico.

### 7.1.2 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.

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 da linha de transmissão e sua faixa 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 LT 500 kV Milagres II – Açú III e seus seccionamentos, a AID do meio físico e biótico foi considerada como um buffer de 500 metros de raio no entorno do traçado do empreendimento, contemplando as Subestações SE Milagres II e SE Açú III. Desta forma, a AID do empreendimento compreende uma área total de 307,2 km<sup>2</sup>.

Para o meio socioeconômico, a AID foi considerada como um buffer de 2,5 km para cada lado da diretriz da LT, totalizando uma área total de 1.540,41 km<sup>2</sup>.

A Figura 7.1-3 e a Figura 7.1-4 a seguir apresenta a espacialização da AID definida para o empreendimento.

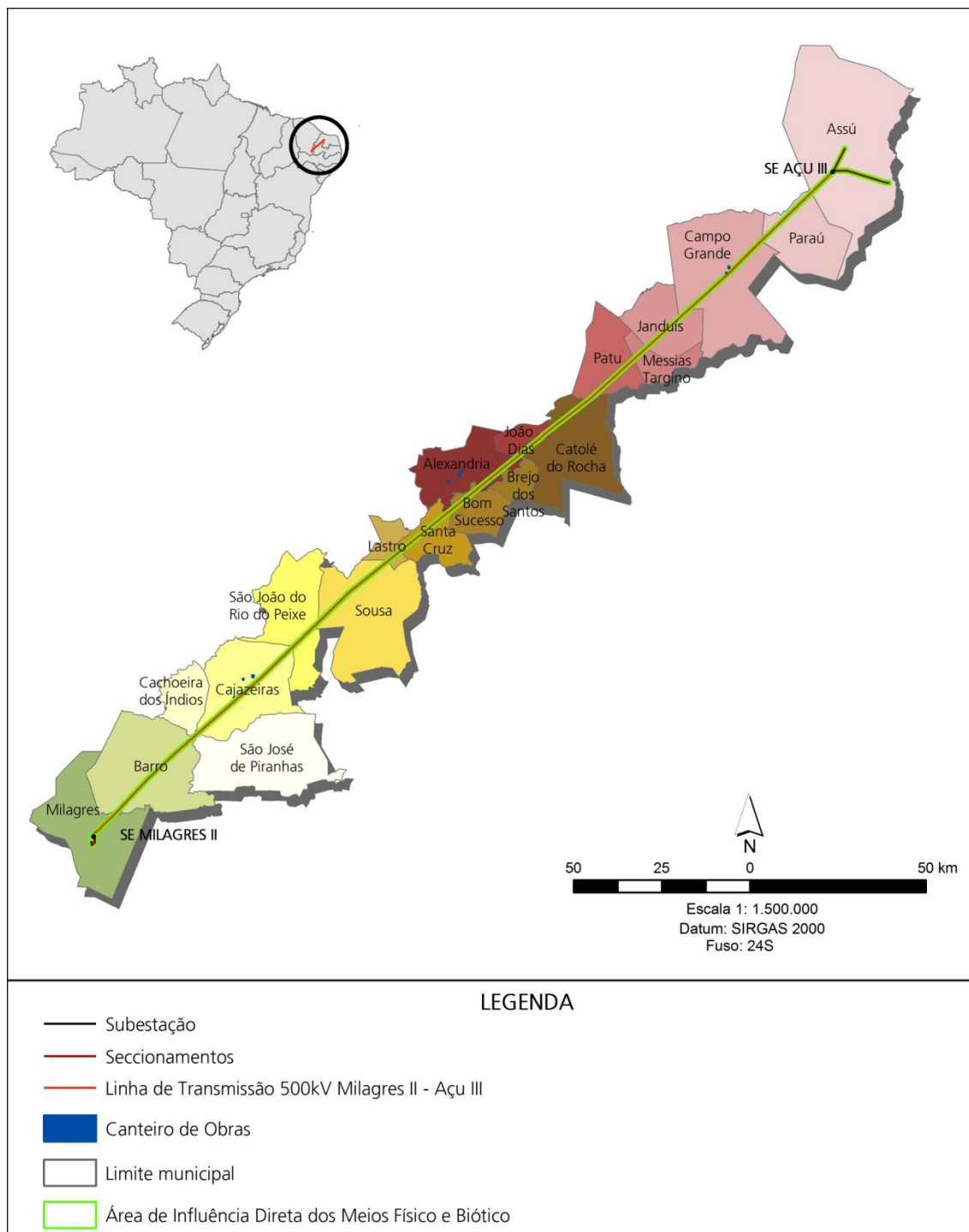


Figura 7.1-3 – Área de influência direta dos meios físico e biótico.

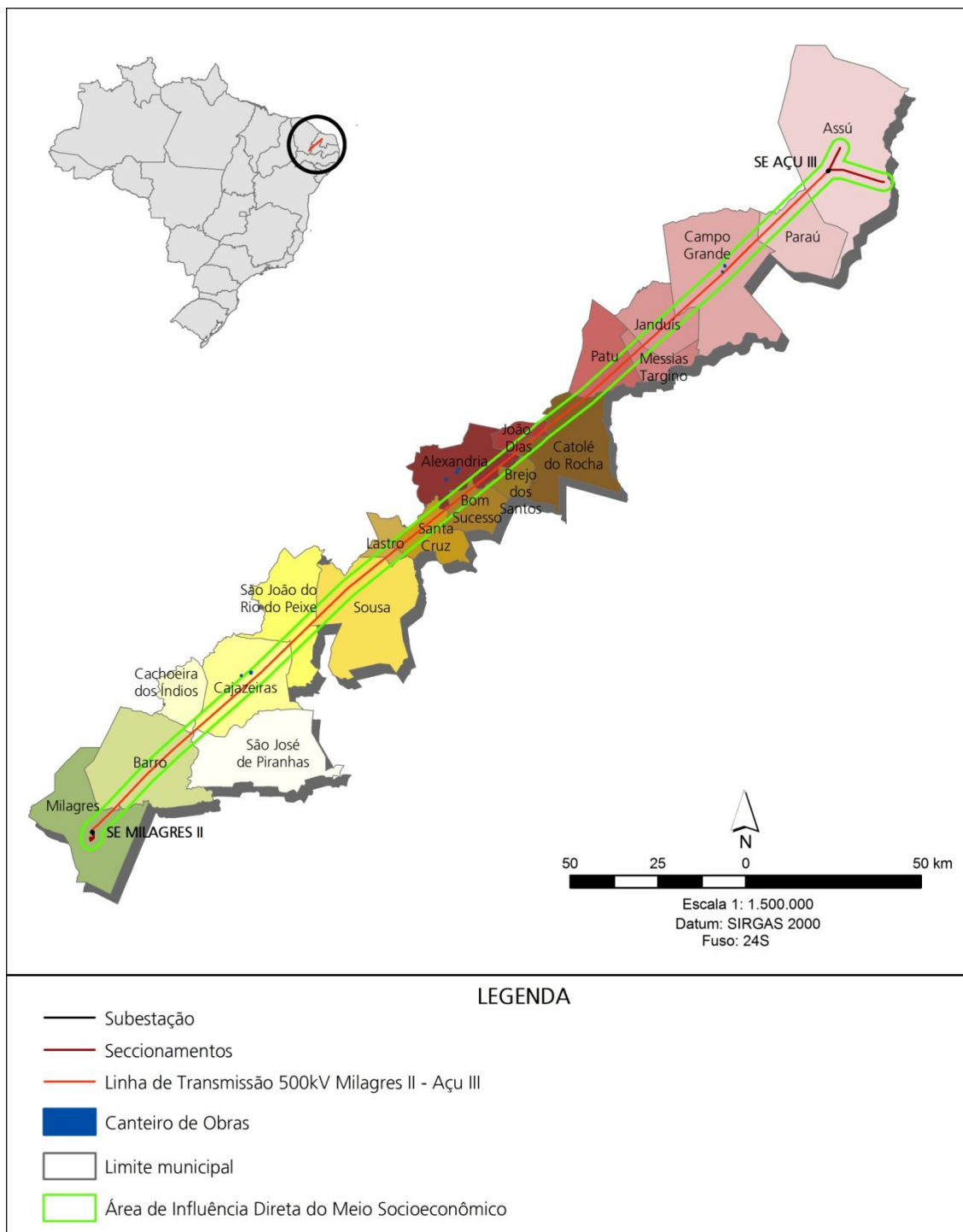


Figura 7.1-4 – Área de Influência Direta do meio socioeconômico.



---

## **7.2 Meio Físico**

### *7.2.1 Meteorologia e Climatologia*

O clima de uma região é descrito através do registro histórico das condições meteorológicas atuantes no local de estudo. A caracterização do clima é desenvolvida a partir de extensas séries de dados que vão fundamentar as normais climatológicas. As normais climatológicas foram definidas pela OMM (Organização Meteorológica Mundial) como sendo a média de 30 anos de dados meteorológicos.

As condições climáticas influenciam praticamente todas as atividades humanas. Sendo assim, o conhecimento do tempo e do clima de uma região é uma ferramenta importante para o estudo, o planejamento e a gestão ambiental, e também para efetuar correlações entre alguns temas que serão estudados neste diagnóstico.

O objetivo deste trabalho é fazer a caracterização climática na região Nordeste do Brasil, compreendendo os estados: Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte, onde será implantada as estruturas da LT 500 kV Milagres II – Açú III, Seccionamentos e Subestações Associadas (Lote E – Leilão de Transmissão nº 07/2012).

#### *7.2.1.1 Metodologia*

Para a caracterização do clima, foram utilizadas as normais climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Os dados obtidos do INMET foram organizados em gráficos, correspondendo às médias mensais dos respectivos elementos meteorológicos observados.

Foram selecionadas as estações de Barbalha, São Gonçalo, Apodí, Florânia e Mossoró, em função do número de anos, regularidade das observações e proximidade com o empreendimento, como mostra o Quadro 7.2-1 e a Figura 7.2-1.

Quadro 7.2-1 - Estações climatológicas utilizadas na caracterização climática.

Estação	Estado	Órgão	Coordenadas (graus)	Altitude (m)	Distância do empreendimento	Parâmetro	Período
Apodí	RN	INMET	-5,61 -37,81	150	58,4 km	Precipitação, Temperatura do ar, Umidade relativa do ar, insolação e vento	1961 a 1990
Barbalha	CE	INMET	-7,31 -39,29	409	39,6 km	Precipitação, Temperatura do ar, Pressão atmosférica, Umidade relativa do ar, insolação e vento	1961 a 1990
Florânia	RN	INMET	-6,11 -36,81	342	57,2 km	Precipitação, Temperatura do ar, Pressão atmosférica, Umidade relativa do ar, insolação e vento	1961 a 1990
Mossoró	RN	INMET	-5,12 -37,18		57,4 km	Precipitação e insolação	1961 a 1990
São Gonçalo	PB	INMET	-6,45 -38,13	233	10,3 km	Precipitação, Temperatura do ar, Umidade relativa do ar, insolação e vento	1961 a 1990

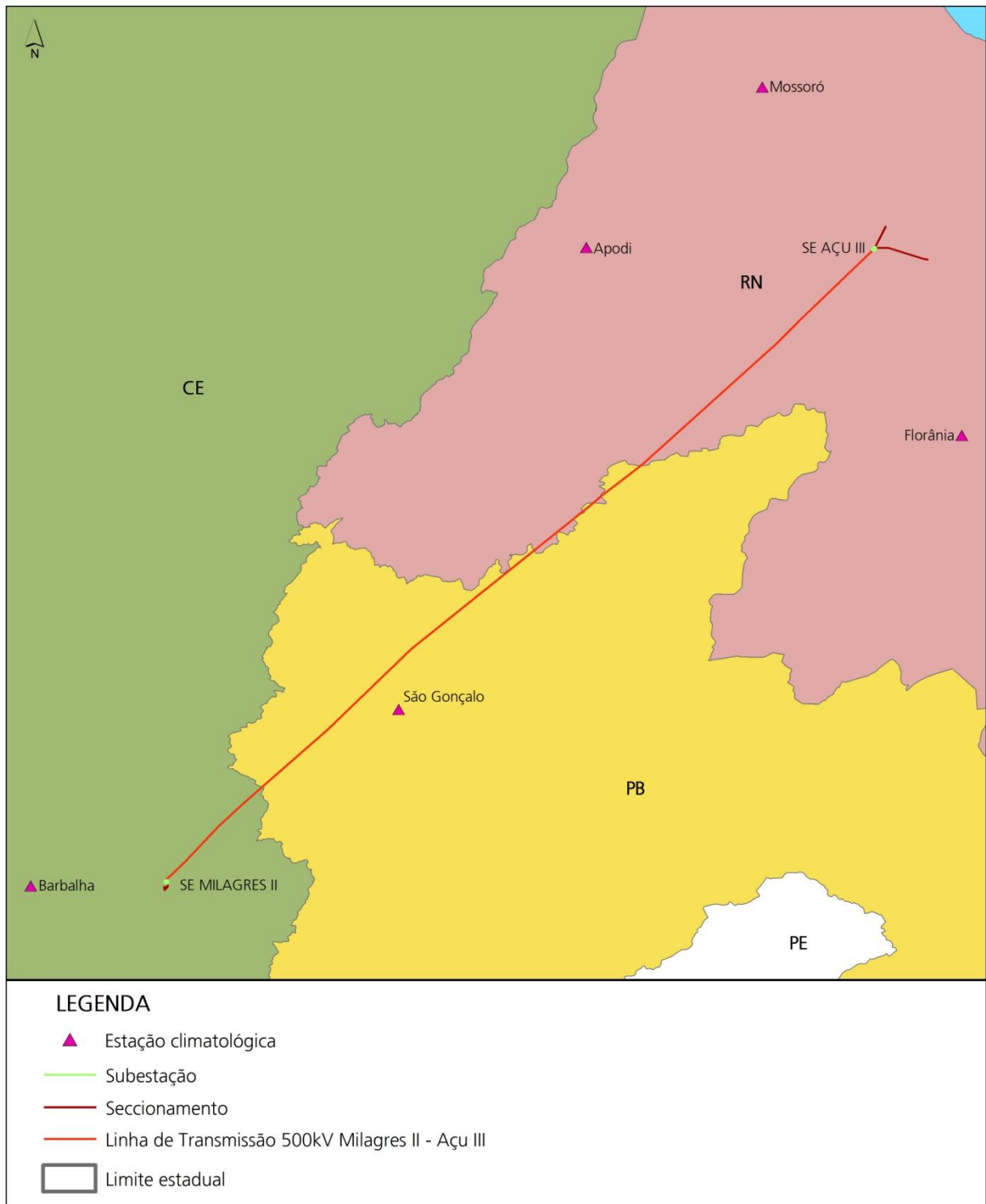


Figura 7.2-1 - Figura de localização das estações climatológicas, analisadas neste estudo.

Entre as principais variáveis analisadas estão: precipitação (mm), temperatura (°C), insolação (horas), umidade relativa do ar (%), pressão Atmosférica (hPA), vento e Índice ceraúnico.

---

## 7.2.1.2 Resultados

### 7.2.1.2.1 Caracterização climática

O continente sul-americano, em face de sua forma, posição e dimensão, é afetado por sistemas atmosféricos de origem tropicais e polares. O comportamento médio desses sistemas determina a sua climatologia sinótica. A partir dessa visão, o entendimento dos fenômenos locais torna-se possível, justificando, por conseguinte, os comportamentos de diversos parâmetros meteorológicos e, por conseguinte, climatológicos.

O Brasil, por ser um país de grande extensão territorial, estendendo-se dos trópicos até as latitudes médias, possui diferenciados climas, refletidos principalmente nos diferentes regimes de precipitação e temperatura. De norte a sul constata-se a existência de uma grande variedade de climas com distintas características regionais.

### 7.2.1.2.2 Sistemas atmosféricos atuantes no Nordeste Brasileiro

Os mecanismos dinâmicos que produzem chuvas no Nordeste Brasileiro (NEB) podem ser classificados em mecanismos de grande escala, responsáveis por cerca de 30% a 80% da precipitação observada dependendo do local, e mecanismos de meso e micro escalas, que completam os totais observados. Dentre os mecanismos de grande escala, destacam-se os sistemas frontais e a zona de convergência intertropical (ZCIT). Perturbações ondulatórias no campo dos ventos Alísios, complexos convectivos e brisas: marítima e terrestre fazem parte da mesoescala, enquanto circulações orográficas e pequenas células convectivas constituem-se fenômenos de micro escala (BERNARDO e MOLION, 2002).

Esta região apresenta também uma acentuada variabilidade espacial e temporal no seu regime de chuvas (KOUSKY, 1979). A região do Nordeste do Brasil (NEB) possui um regime de chuvas complexo, com elevadas temperaturas ao longo do ano e um índice de precipitação que varia de 300 a 2000 mm e conta com a presença de três tipos de climas bem marcantes: clima equatorial úmido, clima litorâneo úmido e clima tropical semiárido.

A *Zona de Convergência Intertropical* (ZCIT) pode ser definida como uma banda de nuvens que circunda a faixa equatorial do globo terrestre, sendo formada pela confluência dos ventos alísios do Hemisfério Norte (alísios de nordeste) e do Hemisfério Sul (alísios de sudeste). A confluência desses ventos resulta em movimentos ascendentes

de ar com alto teor de vapor d'água. Ao subir à atmosfera o vapor d'água se resfria e condensa originando as nuvens em torno do Equador, numa faixa que apresenta as mais altas taxas de precipitação do planeta. Os principais fatores que influenciam quantitativamente a produção da precipitação sobre a Região Nordeste são: a posição e a intensidade da ZCIT. Seu período de atuação sobre latitudes abaixo do Equador é de fevereiro a abril (FERREIRA E MELLO, 2005).

Os *Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis* (VCAN) são conjuntos de nuvens que, observados pelas imagens de satélite, tem a forma aproximada de um círculo girando no Hemisfério Sul no sentido horário. Na sua periferia há formação de nuvens causadoras de chuva e, no centro, há movimentos descendentes de ar, os quais aumentam a pressão atmosférica local, inibindo a formação de nuvens e, conseqüentemente, a precipitação. Os VCANs que penetram na Região Nordeste do Brasil formam-se sobre o Oceano Atlântico, principalmente entre os meses de novembro e março, e têm trajetória normalmente de leste para oeste, conforme demonstrado por Gan & Kousky (1982). O tempo médio de vida desses sistemas varia, em média, entre 7 a 10 dias. Os vórtices ciclônicos são caracterizados por um movimento descendente de ar frio e seco no seu centro e um movimento ascendente de ar quente e úmido na sua periferia, possuindo, portanto, uma circulação direta.

As *ondas de leste* são ondas que se formam no campo de pressão atmosférica, na faixa tropical do globo terrestre, na área de influência dos ventos alísios, e se deslocam de oeste para leste, ou seja, desde a costa da África até o litoral leste do Brasil. Esse tipo de sistema atua durante todo ano, tendo o período de maior intensidade entre os meses de abril a julho.

As *Linhas de Instabilidade* (LI) são caracterizadas pelo desenvolvimento de bandas de nuvens cumulo nimbus, organizadas em forma de linha ao longo do litoral e proximidades. Nesta região, são formadas pela convergência do ar em baixos níveis, geralmente associadas à influência da brisa marítima, e incrementadas pela proximidade da ZCIT. As Linhas de Instabilidade, presentes no nordeste, desenvolvem-se durante o verão e o outono, mais precisamente nos meses de fevereiro a maio, quase sempre ao sul da Linha do Equador, no período da tarde e início da noite (CAVALCANTI, 1982).

Outro importante mecanismo causador de chuvas no Nordeste do Brasil está ligado à penetração de *frentes frias* até às latitudes tropicais entre os meses de novembro e janeiro. As frentes frias são bandas de nuvens organizadas que se formam na região de

confluência entre uma massa de ar frio (mais densa) com uma massa de ar quente (menos densa). 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. Frentes frias ou o que restam delas podem atingir o Nordeste (até em torno de 13°S, na região de Salvador, Bahia, ao longo da costa Atlântica) quando os padrões de circulação nas latitudes subtropicais são favoráveis. Esses sistemas frontais penetram no Nordeste durante todo o ano e desempenham importante papel no máximo de precipitação de novembro a janeiro, do setor sul-sudeste do Nordeste e estão também associados com o aumento da precipitação ao longo da costa desde 5°S até 18°S (KOUSKY, 1979).

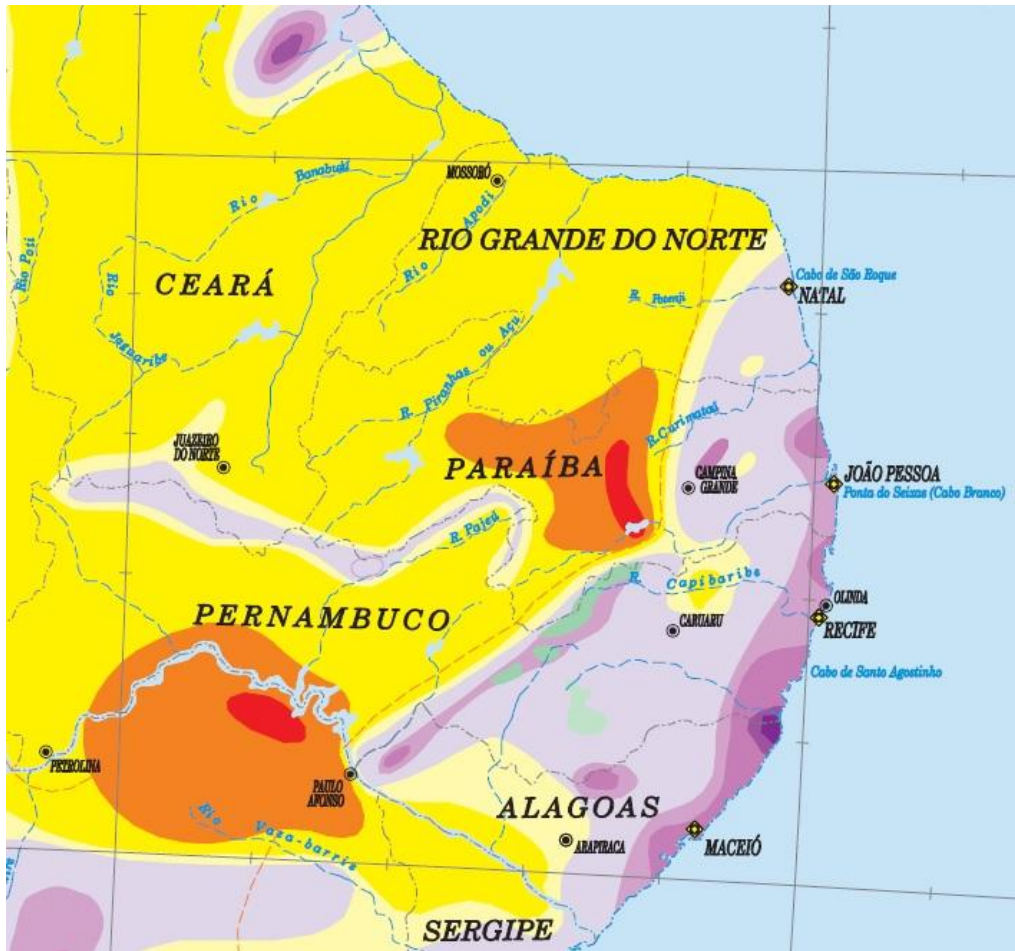
As *brisas* consistem em fenômenos diários, originados pelo efeito do aquecimento diferenciado entre oceano e continente. A maior capacidade da água em reter calor traduz-se em uma menor variação diária de temperatura em relação à massa continental adjacente, provocando gradientes de pressão atmosférica variáveis sobre a região costeira. De uma forma geral, as brisas marítimas ocorrem durante o dia quando a incidência da radiação solar proporciona um rápido aquecimento do solo e gera baixa pressão atmosférica sobre o continente, ao passo que as brisas terrestres, por sua vez, sopram em direção ao mar durante a noite, quando a maior temperatura relativa do oceano desloca a alta pressão para o continente. Este sistema de ventos é bastante importante nas áreas tropicais do globo uma vez que a umidade transportada pelas brisas marinhas tem grande influência na pluviosidade de regiões costeiras.

Esta situação é típica das condições ao longo da costa leste do Brasil, desde o sul da Bahia até o Rio Grande do Norte, especialmente durante os meses de final de outono e inverno (abril a setembro), quando os ventos alísios de sudeste são relativamente fortes. A tendência para convergência noturna ocorrer ao longo da costa e permanecer estacionária, explica porque esta região experimenta precipitações predominantemente noturnas (KOUSKY & ELIAS, 1982).

#### 7.2.1.2.3 Climatologia da Área do Empreendimento

As classificações climáticas constituem importante subsídio às atividades que, direta ou indiretamente, dependem do meio ambiente, possibilitando o conhecimento das características climáticas básicas e gerais de uma região (JURCA, 2005).

O clima da região é classificado como semiárido, quente, onde todos os meses apresentam temperatura média acima de 18°C e com 6 a 8 meses secos.



		EQUATORIAL	TROPICAL Zona Equatorial	TROPICAL Nordeste Oriental	TROPICAL Brasil Central	TEMPERADO	
<b>QUENTE</b> (média > 18°C em todos os meses)	SEMPRE ÚMIDO	sem seca					sem seca
	ÚMIDO	subseca					subseca
	SEMI-ÚMIDO	1 a 2 meses secos					1 a 2 meses secos
	SEMI-ÁRIDO	3 meses secos					3 meses secos
	ÁRIDO	4 a 5 meses secos					4 a 5 meses secos
	DESERTICO	6 meses secos					6 meses secos
<b>SUBQUENTE</b> (média entre 16° e 18°C em pelo menos 1 mês)	SEMPRE ÚMIDO						sem seca
	ÚMIDO						subseca
	SEMI-ÚMIDO						1 a 2 meses secos
	SEMI-ÁRIDO						3 meses secos
	ÁRIDO						4 a 5 meses secos
	DESERTICO						6 meses secos

Figura 7.2-2 - Classificação climática (Fonte: IBGE).

São analisados, a seguir, os parâmetros mais relevantes para a caracterização climatológica da região, por meio dos elementos climático: direção e velocidade do vento, temperatura do ar, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, precipitação pluviométrica e índice ceraúnico.

#### a) Precipitação Pluviométrica

As precipitações pluviométricas que atingem a região e entorno estão associadas a diversos mecanismos atmosféricos, tais como: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), o Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN), brisas terrestres, ondas de leste e sistemas frontais ou seus vestígios.

Nas estações analisadas, pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), os registros das médias do período 1961-1990 evidenciam a existência de um período mais chuvoso no verão/outono. O período chuvoso predominante concentra-se entre os meses de janeiro a maio, com máximo em março. O período mais seco concentra-se nos meses de julho a outubro (Quadro 7.2-2).

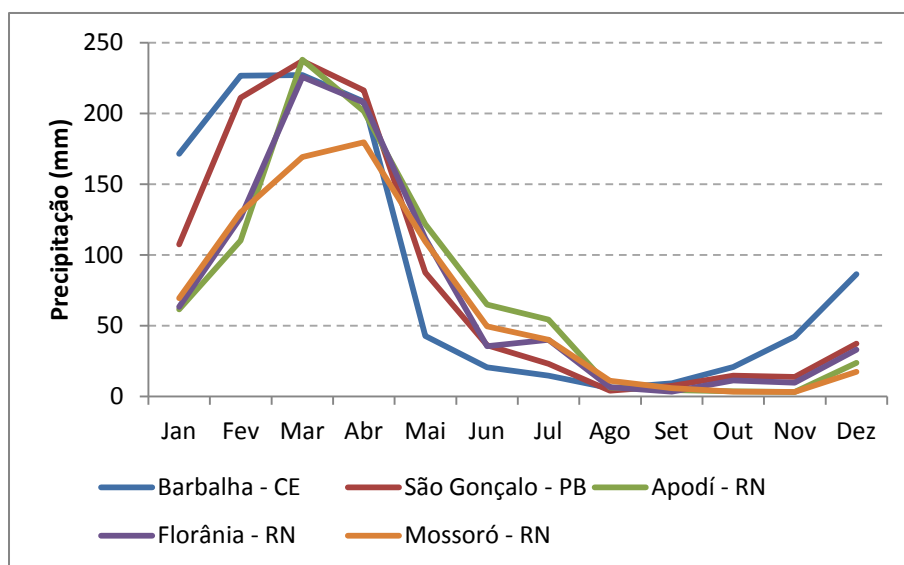


Figura 7.2-3 - Precipitação média mensal (Fonte: INMET).

A altura anual da precipitação na região varia de 1.075 mm a 788 mm (Quadro 7.2-2).



Quadro 7.2-2 - Dados de precipitação.

Mês	Barbalha/CE	São Gonçalo/PB	Apodí/RN	Florânia/RN	Mossoró/RN
	Precipitação média mensal (mm)	Precipitação média mensal (mm)	Precipitação média mensal (mm)	Precipitação média mensal (mm)	Precipitação média mensal (mm)
Jan	171,4	107,3	61,4	63,3	69,3
Fev	226,5	211,0	110,2	126,3	130,1
Mar	227,1	237,0	238,0	225,6	169,2
Abr	208,3	216,3	201,5	207,7	179,6
Mai	42,8	87,4	121,7	111,7	109,5
Jun	20,6	36,2	64,8	35,4	49,4
Jul	14,7	23,1	54,3	39,9	39,9
Ago	5,8	4,0	6,4	6,5	11,1
Set	9,3	7,5	4,4	3,3	5,9
Out	20,7	14,7	3,5	11,3	3,4
Nov	42,2	13,7	3,1	9,6	3,2
Dez	86,4	37,2	23,7	32,9	17,3
Anual	1075,8	995,5	893,0	873,5	787,9

No Apêndice 7.2 é apresentado o Mapa de Isoietas.

#### b) Temperatura do ar

Segundo Vianello *et al.* (1991) temperatura é definida como sendo a quantidade de energia absorvida pela atmosfera após a propagação do calor absorvido pelo planeta nas porções sólidas e líquidas. A oscilação da temperatura ao longo do ano está diretamente relacionada com o ciclo anual de radiação solar que é determinado pela inclinação do eixo da Terra pelo movimento de translação.

A Figura 7.2-4 à Figura 7.2-7 apresentam as temperaturas médias, máximas e mínimas para a região. De um modo geral, os menores valores de temperaturas médias são registradas no fim da estação chuvosa (junho e julho), logo após os valores voltam a crescer, sendo registrado os maiores valores em setembro e outubro. A amplitude térmica para a região fica em torno de 10 °C.

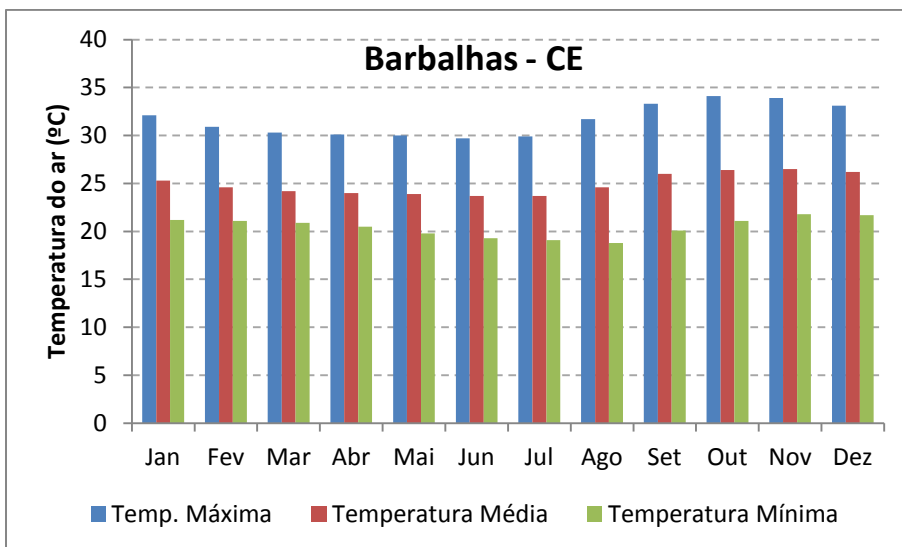


Figura 7.2-4 - Temperaturas médias, máximas e mínimas para Barbalhas (Fonte: INMET).

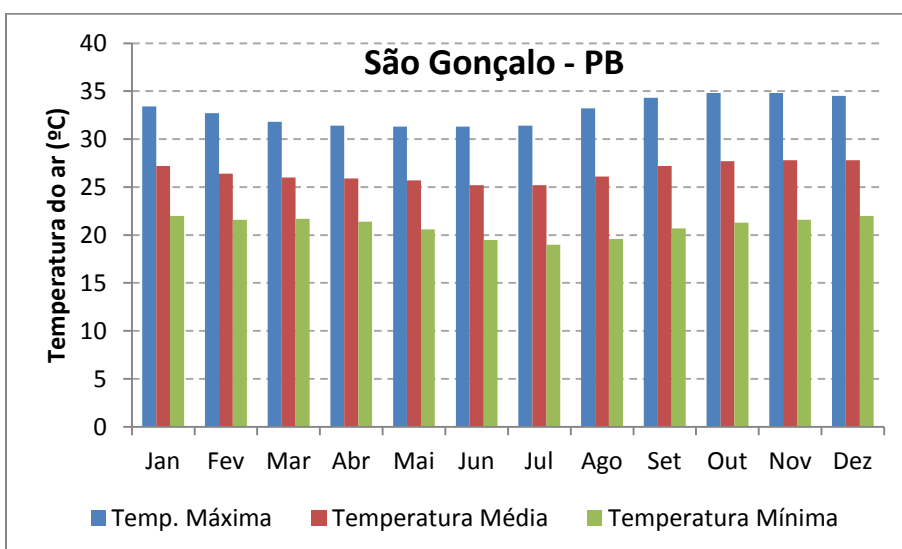


Figura 7.2-5 - Temperaturas médias, máximas e mínimas para São Gonçalo (Fonte: INMET).

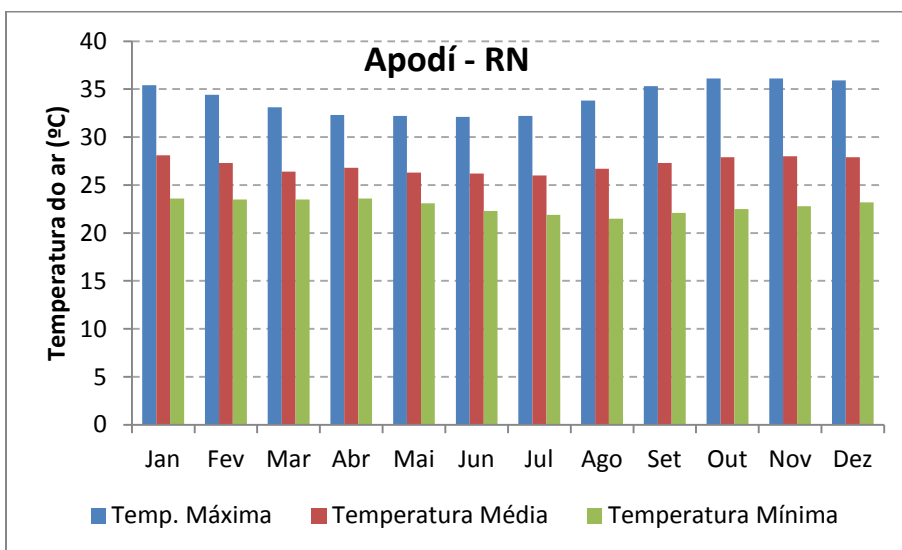


Figura 7.2-6 - Temperaturas médias, máximas e mínimas para Apodí. Fonte: INMET.

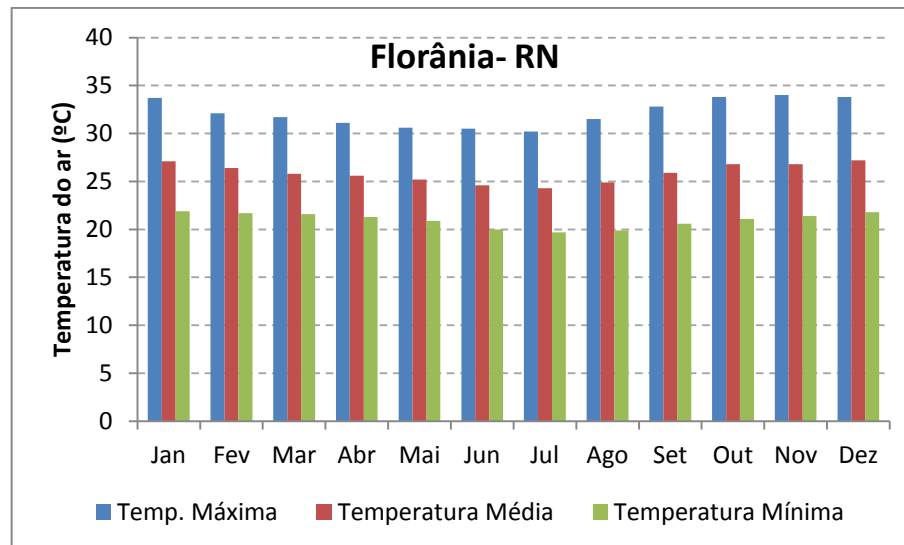


Figura 7.2-7 - Temperaturas médias, máximas e mínimas para Florânia (Fonte: INMET).

### c) Pressão atmosférica

Denomina-se pressão atmosférica, o peso exercido por uma coluna de ar, com secção reta de área unitária, que se encontra acima do observador, em um dado instante e local. Fisicamente, representa o peso que a atmosfera exerce por unidade de área (VAREJÃO SILVA, 2001).

Segundo Vianello *et al.* (1991), a pressão atmosférica é sujeita a influência de inúmeros fatores, podendo variar também em diversas circunstâncias, apresentando variações verticais, horizontais, diárias e anuais. A pressão varia com a aceleração gravitacional, com a densidade do ar e, conseqüentemente, com a temperatura.

A pressão atmosférica varia ao longo do ano, com um aumento pouco significativo no período de inverno (Figura 7.2-8 e Figura 7.2-9), com uma amplitude em torno de 5 hectoPascais, para a região do empreendimento.

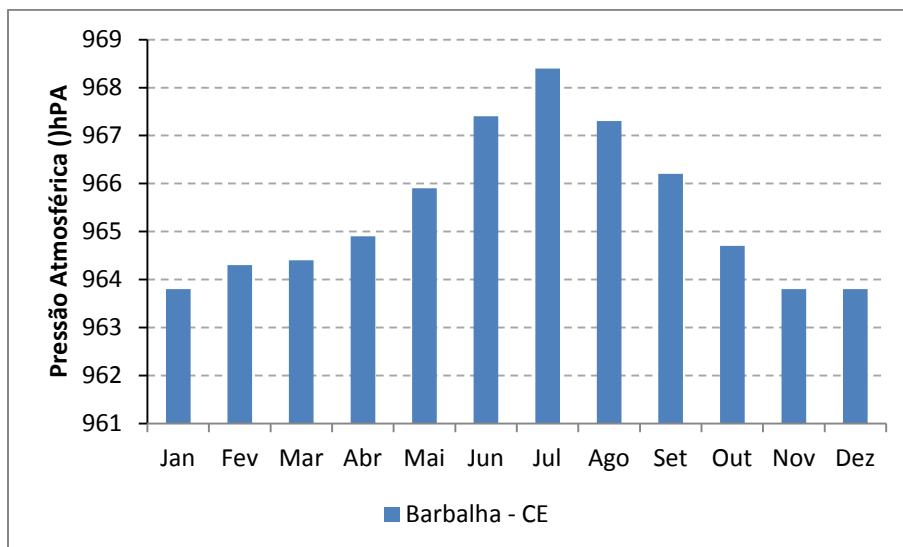


Figura 7.2-8 - Pressão atmosférica média mensal para Barbalha, para o período de 1961 a 1990 (Fonte: INMET).

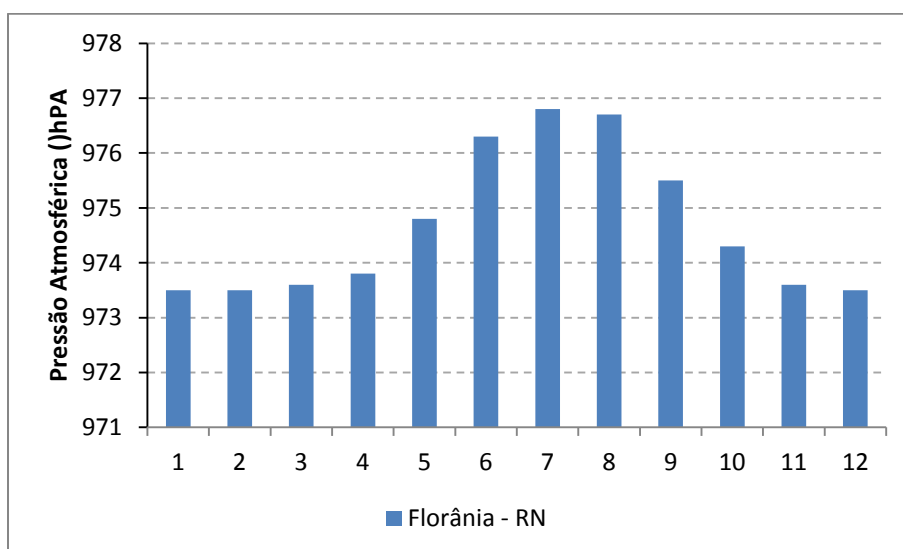


Figura 7.2-9 - Pressão atmosférica média mensal para Florânia, para o período de 1961 a 1990 (Fonte: INMET).

#### d) Umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar é verificada entre a pressão de vapor de água na atmosfera e a saturação da pressão de vapor na mesma temperatura.

Segundo Vianello *et al.* (1991), as variações da umidade relativa do ar estão diretamente relacionadas à pressão de vapor d'água e à temperatura. Para uma temperatura constante, a umidade relativa aumenta com a pressão de vapor, entretanto, quando a umidade relativa sofre influências simultâneas de temperatura e da pressão de vapor, a relação direta entre a umidade relativa e a pressão é sobrepujada pela relação inversa entre a temperatura e a umidade relativa.

A Figura 7.2-10 apresenta a variação mensal da umidade relativa do ar para a região de estudo. Observa-se que a umidade varia ao longo do ano. O comportamento deste parâmetro meteorológico ao longo do ano está intimamente relacionado com a pluviosidade local. Desta forma, pode-se esperar que a umidade relativa do ar apresente-se maior durante o principal período de chuvas da região.

A variação sazonal da umidade relativa do ar, assim como a temperatura, apresenta uma variação sazonal marcante, com valores de umidade variando entre 80% e 75% nos meses de maior precipitação (março e abril) e valores em torno de 50% nos meses de menor precipitação (setembro e outubro).

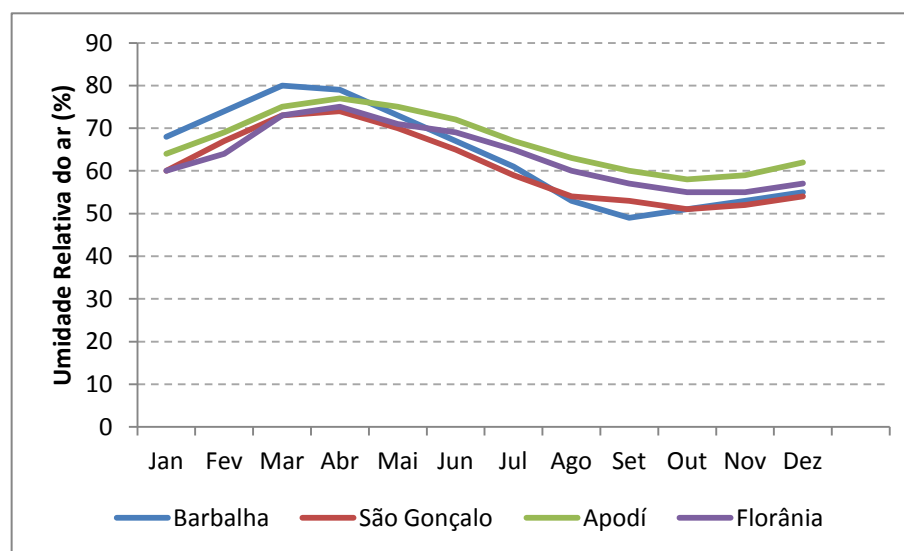


Figura 7.2-10 - Média mensal para umidade relativa do ar, para o período de 1961 a 1990 (Fonte: INMET).

#### e) Vento

O vento pode ser definido como movimento do ar em relação à superfície terrestre. É gerado pela ação de gradientes horizontais de pressão atmosférica, mas sobre influência do movimento de rotação da Terra, da força centrífuga ao seu movimento e do atrito com a superfície, também é influenciado pelo contraste oceano-continental e topográfico (VAREJÃO-SILVA, 2001).

Apesar de sua aparente imprevisibilidade, o vento traduz uma contínua movimentação da atmosfera, resultante da circulação de massas de ar provocada pela energia radiante do Sol e pela rotação da Terra. Entre os principais mecanismos atuantes, destaca-se o aquecimento desigual da superfície terrestre, que ocorre tanto em escala global (latitudes e ciclo dia-noite) quanto local (mar-terra, montanha-vale).

De acordo com os dados utilizados nesta análise, registros de intensidade e direção de

vento proveniente das estações pertencentes ao INMET, verifica-se um comportamento anual marcante para toda a região.

Na Figura 7.2-11 é apresentada a rosa dos ventos das estações da região para todo o período estudado (1961 a 1990). Esta figura sugere a persistência dos ventos em três quadrantes marcantes, o quadrante sul – sudeste, nordeste e o quadrante leste. O regime de ventos na região é controlado pelo Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul, é predominantemente de direção do quadrante E, para os municípios de Barbalhas e São Gonçalo. As velocidades anuais variam de 1,9 m/s em Barbalhas a 3,89 m/s em Florânia.

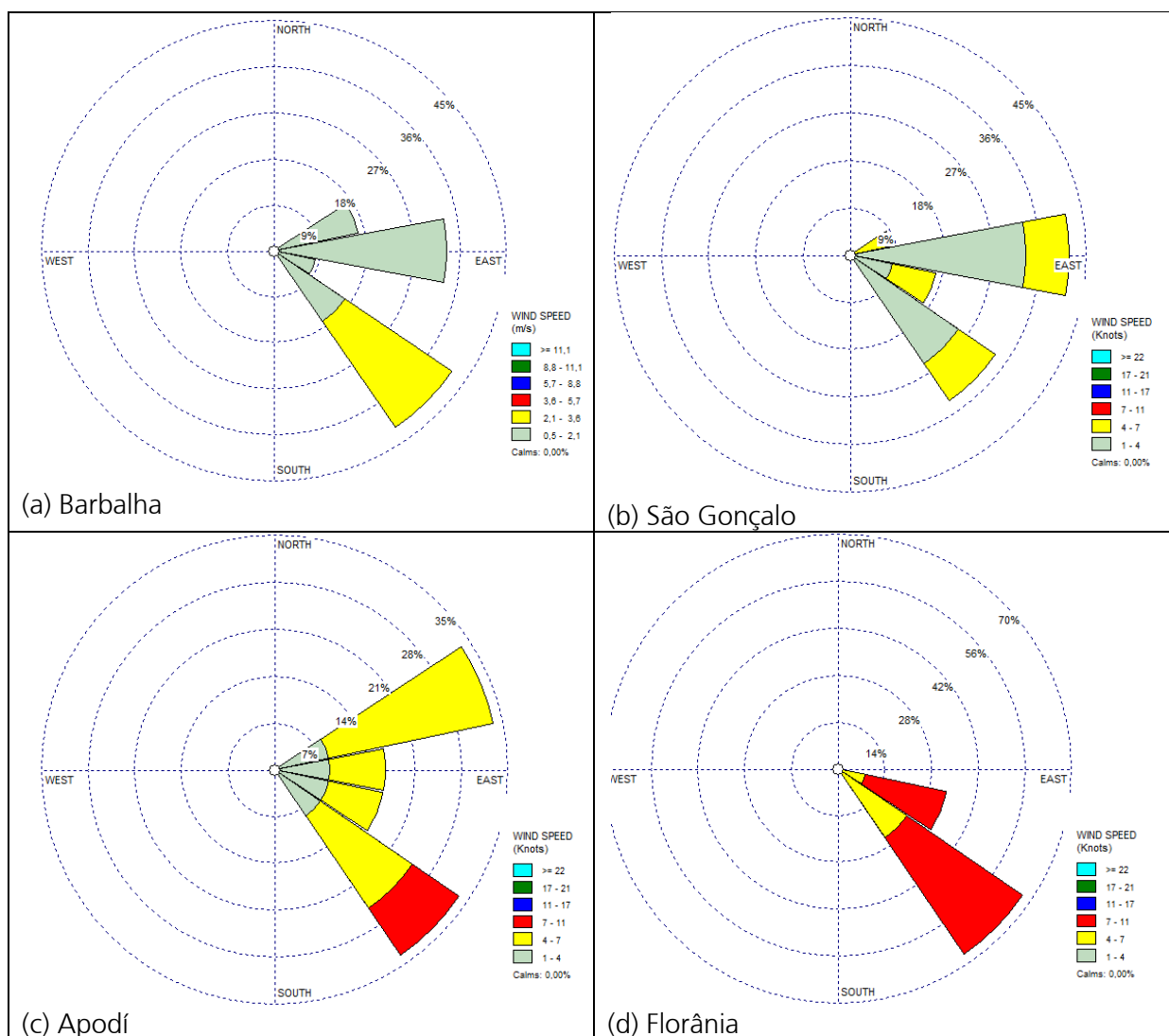


Figura 7.2-11 – Rosa dos Ventos das estações estudadas, para o período de 1961 a 1990 (Fonte: INMET).

#### f) Insolação

Insolação se refere ao número de horas (horas e décimos) de brilho solar entre o nascer e o por do sol. É o numero total de horas de radiação incidente direta. Devido à cobertura de nuvens a insolação é sempre menor que a duração efetiva do brilho solar.

Se o valor de insolação exceder ao valor da duração efetiva do brilho solar, este valor é descartado da série de dados.

Para a área de estudo observa-se na Figura 7.2-12, que os maiores valores de insolação são observados nos meses de agosto e setembro e os menores valores em fevereiro e março. Os maiores valores de insolação coincidem com os meses de menor precipitação, menor nebulosidade e maior radiação.

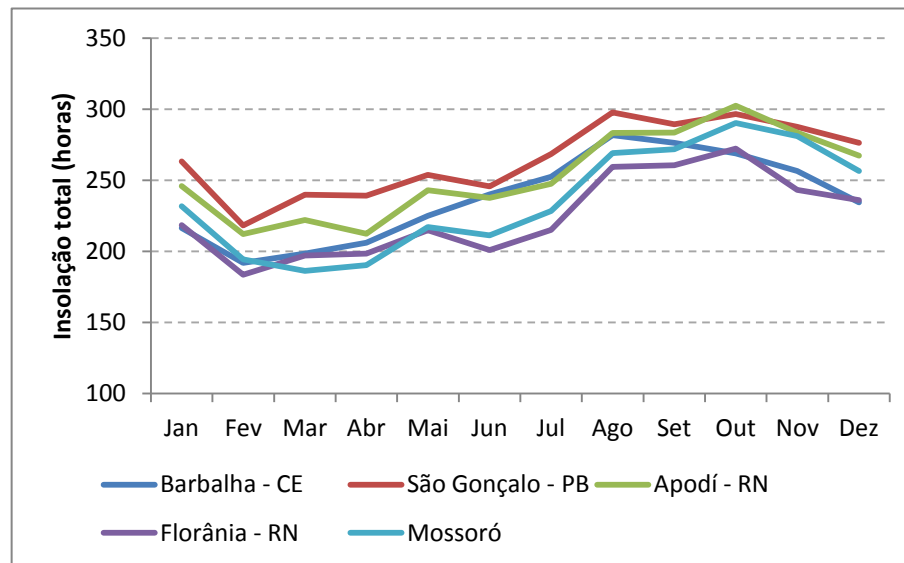


Figura 7.2-12 - Média mensal para Insolação, para o período de 1961 a 1990. Fonte: INMET.

#### g) Índice Ceraúnico

O Brasil é o país de maior incidência de raios no mundo. Assim sendo, é necessário conhecer o número de dias no ano em que foi ouvido o trovão de ao menos uma descarga.

O parâmetro normalmente usado em todo o mundo para informações sobre relâmpagos é o número de dias de tempestade, ou índice ceraúnico, tabulado pela *World Meteorological Organization* (WMO). O índice ceraúnico é, por definição, o número de dias de trovoada, em determinado lugar, por ano.

A densidade de descargas atmosféricas para a terra (DR) é o número de raios para a terra por quilômetros quadrados por ano. O valor de (DR) para uma dada região pode ser estimado pela equação:

$$DR = 0,04 \cdot Td^{1,25} \text{ [por km}^2\text{/ano]}$$

Onde Td é o número de dias de trovoada por ano, obtido de mapas isoceraúnicos, conforme a Figura 7.2-13.

Para a região de estudo a densidade de descargas atmosféricas fica em torno de 2,8 a 6,67 km<sup>2</sup>/ano, valor este bem abaixo do município primeiro colocado no ranking de maior densidade de descargas atmosféricas do Brasil, que é município de Barra do Piraí (RJ) com 18,09 km<sup>2</sup>/ano (ELAT, 2013).



Figura 7.2-13 - Mapa isoceraúnico do Brasil (Fonte: ABNT, 2001).

### 7.2.1.3 Conclusões

O clima da região é classificado como semiárido, quente, onde todos os meses apresentam temperatura média acima de 18°C e com 6 a 8 meses secos. O regime de precipitação apresenta duas fases, uma seca, que abrange os meses de junho a janeiro, e outra chuvosa, que vai de fevereiro a maio. A insolação apresenta os menores índices nos meses onde a precipitação é maior. O regime de ventos na região é predominante



de sudeste (NE) para todos os meses do ano, com exceção de Apodí nos meses de outubro a dezembro tem uma componente de nordeste. O índice ceraúnico para a Região do empreendimento fica em torno de 2,8 a 6,67 km<sup>2</sup>/ano, que é um valor baixo se compararmos com outras regiões do Brasil.

### 7.2.2 Nível de Ruídos

Considerando a Resolução CONAMA n° 001/90, que estabelece a necessidade de observação à norma técnica da ABNT – NBR 10.151/2000 e baseado na Decisão de Diretoria n° 100/2009/P da CETESB, realizaram-se as medições de ruído e apresenta-se o relatório dessas medições realizadas em campo na Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AI) da Linha de Transmissão 500 kV Milagres II – Açú III, Seccionamentos e das Subestações de Açú III/RN e Milagres II/CE.

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.

Possui também o objetivo de verificar e caracterizar os níveis de ruído (*background*) na área de influência direta (AID) e área de influência indireta (AI) previamente às obras de instalação do empreendimento.

#### 7.2.2.1 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 de Diretoria n° 100/2009/P da CETESB – 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.

#### 7.2.2.1.1 Definições

Segundo a ABNT NBR 10.151/2000:

- 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.
- 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).
- Ruído com componentes tonais: ruído que contém tons puros, como o som de apitos ou zumbidos.
- Nível de ruído ambiente ( $L_{ra}$ ): nível de pressão sonora equivalente ponderada 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:

- dB(A): unidade do nível de pressão sonora em decibéis, para quantificação do nível de ruído, ponderada pela curva de resposta A.
- Estabilização do  $L_{Aeq}$  Acumulado: quando a variação do  $L_{Aeq}$  acumulado nos últimos 5 minutos for menor ou igual a 0,5dB(A).
- Interferências transitórias: são emissões sonoras de curta duração e ocorrência eventual, não representativas da área em avaliação.
- $L_{Aeq}$  acumulado: Nível de pressão sonora equivalente referente ao período de medição realizado.
- $L_{10}$ : Nível de pressão sonora excedido 10% do período de medição.
- $L_{50}$ : Nível de pressão sonora excedido 50% do período de medição.
- $L_{90}$ : Nível de pressão sonora excedido 90% do período de medição.
- Medidor de Nível de Pressão Sonora (MNS): equipamento utilizado para as medições dos níveis de ruído.
- Nível de ruído: nível de pressão sonora expresso em decibéis, ponderado pela curva de resposta A.

- Ponto de medição: local onde o medidor de nível de pressão sonora foi posicionado para realização da medição.
- 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 a LT 500 kV Milagres II – Açú III, Seccionamentos e Subestações Associadas.*

#### 7.2.2.1.2 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 1,2m 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, Lc), 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 0,5dB(A).
- Quando a variação do  $L_{Aeq}$  entre o 5º minuto e o 10º minuto for maior que 0,5dB(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 0,5dB(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.

#### 7.2.2.1.3 Equipamentos Utilizados

Para as 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 que encontra-se no anexo 7.1.
- Calibrador de Nível Sonoro marca Quest Technologies, modelo QC-10, classe 1, número de série QIH100132, amplitude de 114,0dB, calibrado conforme Certificado de Calibração A0287/2012 expedido pelo LABELO/PUC/RS que encontra-se no anexo 7.1.
- GPS Garmin modelo GPS 12XL (12 Channel), nº de série 35310307.

#### 7.2.2.1.4 Medições

As medições de ruído foram realizadas entre os dias 13 e 16 de maio de 2013.

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 114,0dB.

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 7.3.

A seleção dos pontos de medição visando à caracterização das áreas de instalação das subestações, os municípios elegíveis para implantação dos canteiros de obras

(Cajazeiras/PB, Alexandria/RN e Campo Grande/RN) e nos pontos de proximidade do empreendimento com conglomerados urbanos passíveis de receber influência da poluição sonora durante a fase de instalação do empreendimento.

A seguir estão relacionados os pontos de medição:

a) Pontos nos limites das Subestações

Ponto de Monitoramento de Ruído	Coordenadas UTM	Descrição do local
SE Açú 1 (PMR Açú 1)	716738 / 9379344	Limite da propriedade da Subestação Açú III.
SE Açú 2 (PMR Açú 2)	716836 / 9379244	Limite da propriedade da Subestação Açú III.
SE Açú 3 (PMR Açú 3)	716558 / 9378957	Limite da propriedade da Subestação Açú III.
SE Açú 4 (PMR Açú 4)	716457 / 9379070	Limite da propriedade da Subestação Açú III.
SE Milagres II 1 (PMR Milagres II 1)	507769 / 9193355	Limite da propriedade da Subestação Milagres II.
Milagres II 2 (PMR Milagres II 2)	508043 / 9193128	Limite da propriedade da Subestação Milagres II.

b) Pontos nos municípios elegidos para a instalação de Canteiros de Obras

Ponto de Monitoramento de Ruído	Coordenadas UTM	Descrição do local
Campo Grande 1 (PMR CG 1)	685761 / 9351590	Área predominantemente rural, a aproximadamente 500 metros da RN-233.
Campo Grande 2 (PMR CG 2)	685921 / 9351266	Área predominantemente rural, a aproximadamente 155 metros da RN-233.
Campo Grande 3 (PMR CG 3)	685553 / 9351213	Área predominantemente rural, a aproximadamente 150 metros da RN-233.
Campo Grande 4 (PMR CG 4)	685574 / 9351405	Área predominantemente rural, a aproximadamente 340 metros da RN-233.
Campo Grande 5 (PMR CG 5)	687175 / 9352668	Área predominantemente rural, a aproximadamente 300 metros da área urbana de Campo Grande.
Campo Grande 6 (PMR CG 6)	687371 / 9352443	Área predominantemente rural, a aproximadamente 260 metros da área urbana de Campo Grande.
Campo Grande 7 (PMR CG 7)	687236 / 9352224	Área predominantemente rural, no limite da área urbana de Campo Grande.
Campo Grande 8 (PMR CG 8)	687119 / 9352424	Área predominantemente rural, no limite da área urbana de Campo Grande.

Ponto de Monitoramento de Ruído	Coordenadas UTM	Descrição do local
Alexandria 1 (PMR A 1)	608118 / 9292577	Área predominantemente urbana.
Alexandria 2 (PMR A 2)	608181 / 9292540	Área predominantemente urbana.
Alexandria 3 (PMR A 3)	608153 / 9292481	Área predominantemente urbana.
Alexandria 4 (PMR A 4)	608061 / 9292527	Área predominantemente urbana.
Alexandria 5 (PMR A 5)	608969 / 9291442	Área urbana.
Cajazeiras 1 (PMR C 1)	546357 / 9237994	Área nos limites da zona urbana, a aproximadamente 40 metros da BR-230.
Cajazeiras 2 (PMR C 2)	546475 / 9237817	Área nos limites da zona urbana, junto do portão de acesso à área proposta para canteiro, com acesso pelo posto de abastecimento.
Cajazeiras 3 (PMR C 3)	546422 / 9237737	Área com uso predominante para fins rurais, a aproximadamente 215 metros da BR-230.
Cajazeiras 4 (PMR C 4)	546300 / 9237772	Área com uso predominante para fins rurais, a aproximadamente 270 metros da BR-230, limite com propriedades rurais.
Cajazeiras 5 (PMR C 5)	549840 / 9237320	Área urbana, a aproximadamente 30 metros da BR-230.
Cajazeiras 6 (PMR C 6)	550056 / 9237409	Área urbana, a aproximadamente 30 metros da BR-230.
Cajazeiras 7 (PMR C 7)	549939 / 9237238	Área urbana, a aproximadamente 135 metros da BR-230, limitando com área rural.
Cajazeiras 8 (PMR C 8)	549840 / 9237230	Área urbana, a aproximadamente 115 metros da BR-230, limitando com área residencial.
Cajazeiras 9 (PMR C 9)	551614 / 9237785	Área urbana, a aproximadamente 110 metros da BR-230, limitando com área residencial.
Cajazeiras 10 (PMR C 10)	551642 / 9237784	Área urbana, a aproximadamente 110 metros da BR-230, limitando com área residencial.
Cajazeiras 11 (PMR C 11)	551635 / 9237716	Área urbana, a aproximadamente 50 metros da BR-230.
Cajazeiras 12 (PMR C 12)	551603 / 9237714	Área urbana, a aproximadamente 50 metros da BR-230.

c) Pontos no traçado da Linha de Transmissão 500 kV Milagres II – Açú III

Ponto de Monitoramento de Ruído	Coordenadas UTM	Descrição do local
LT 1 (PMR LT 1)	530400 / 9216231	Área rural limitando a área urbana do distrito de Cuncás, município de Barro/CE, no traçado da Linha de Transmissão 500 kV Milagres II – Açú III, a 15 metros da estrada asfaltada de acesso a Cuncás.
LT 2 (PMR LT 2)	556244 / 9238311	Área rural no município de Cajazeiras/PB, a 420 metros do traçado da Linha de Transmissão 500 kV Milagres II – Açú III e a aproximadamente 100 metros de residências rurais.
LT 3 (PMR LT 3)	613867 / 9288744	No traçado da Linha de Transmissão 500 kV Milagres II – Açú III, em área rural, a aproximadamente 300 metros da PB-337, 350 metros de edificação rural, no município de Bom Sucesso/PB.

Ponto de Monitoramento de Ruído	Coordenadas UTM	Descrição do local
LT 4 (PMR LT 4)	640451 / 9310009	No traçado da Linha de Transmissão 500 kV Milagres II – Açú III, em área rural, a aproximadamente 250 metros do Distrito de Coronel Maia no município de Catolé do Rocha/PB.
LT 5 (PMR LT 4)	687499 / 935087	No traçado da Linha de Transmissão 500 kV Milagres II – Açú III, em área rural, a aproximadamente 250 metros da BR-226, no município de Campo Grande/RN.

A Figura 7.2-14 à Figura 7.2-24 ilustram a localização dos pontos de monitoramento de ruído para caracterização referente à instalação das Subestações Açú III e Milagres II e Linha de Transmissão 500 kV Milagres II – Açú III.

a) Subestações

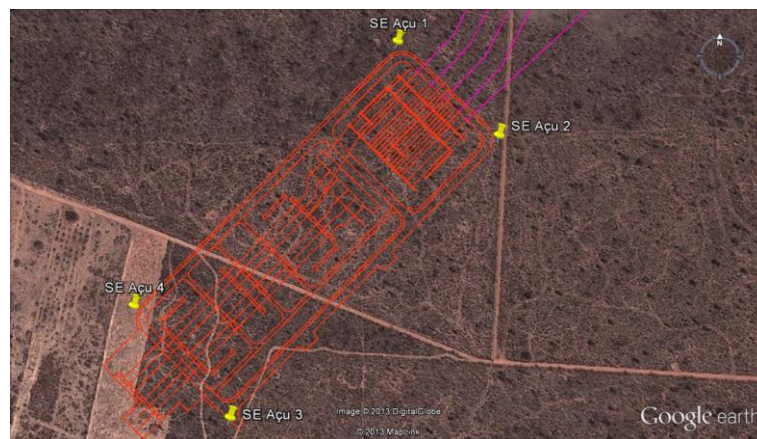


Figura 7.2-14 - Localização dos pontos de monitoramento de ruído nos limites da Subestação Açú III.



Figura 7.2-15 - Localização dos pontos de monitoramento de ruído nos limites da Subestação Milagres II.

b) Municípios elegidos para instalação de Canteiros de Obras

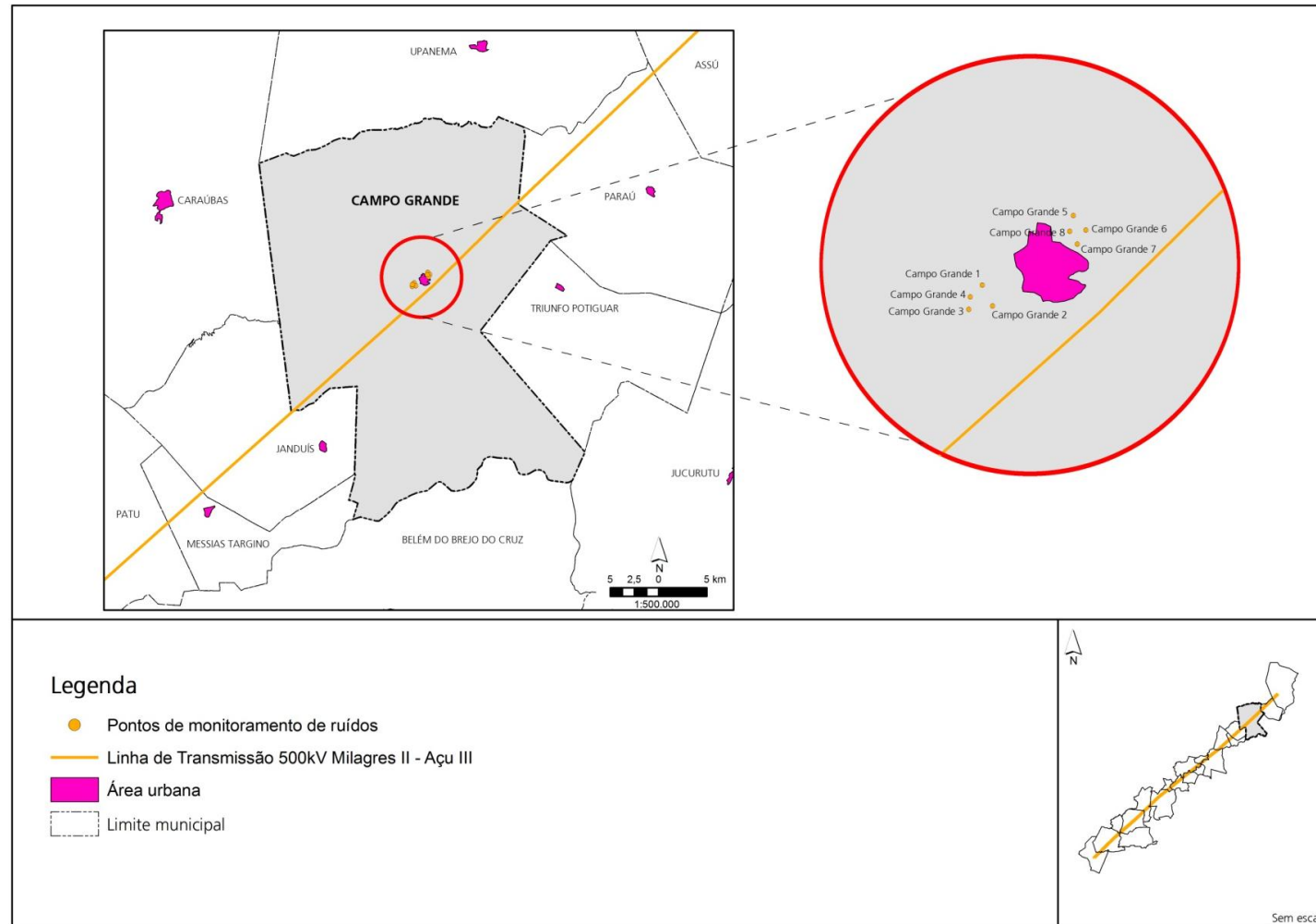


Figura 7.2-16 - Localização dos pontos de monitoramento de ruído no município de Campo Grande/RN.



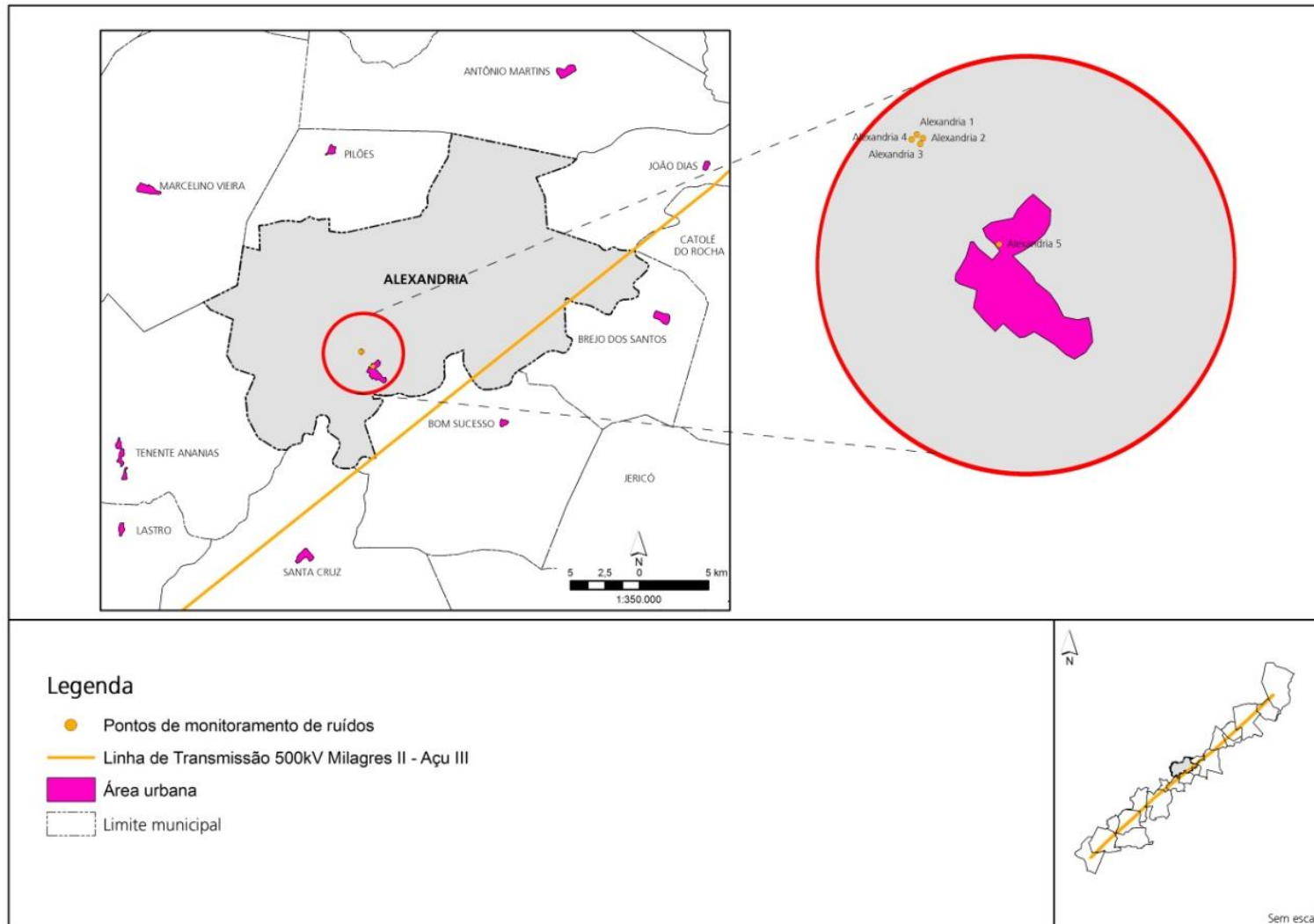


Figura 7.2-17 - Localização dos pontos de monitoramento de ruído no município de Alexandria/RN.

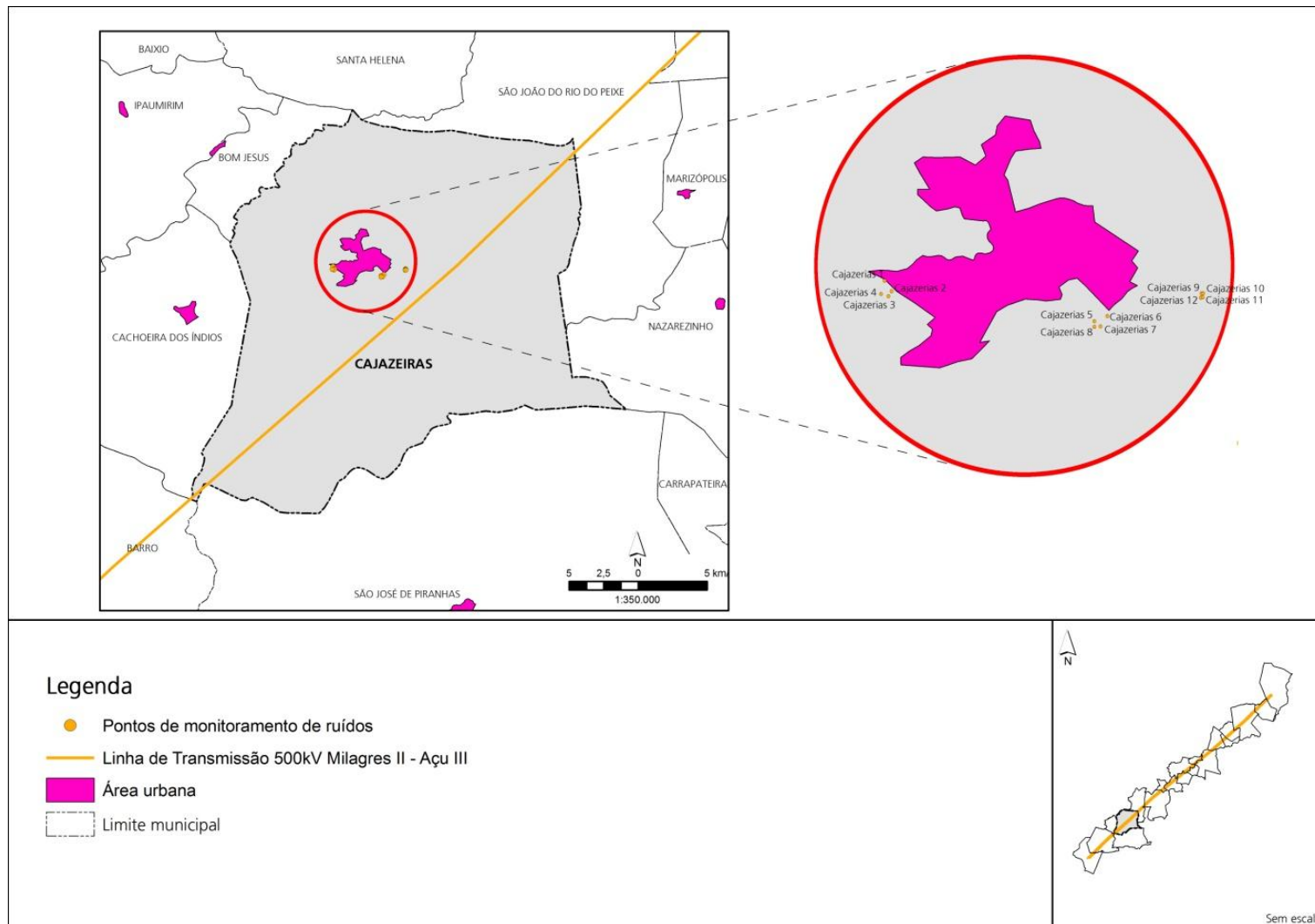


Figura 7.2-18 - Localização dos pontos de monitoramento de ruído no município de Cajazeiras/PB.

c) Linha de Transmissão 500 kv Milagres II – Açú III



Figura 7.2-19 - Localização dos pontos de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão (traçado na cor azul) entre as Subestações Açú III/RN e Milagres II/CE.

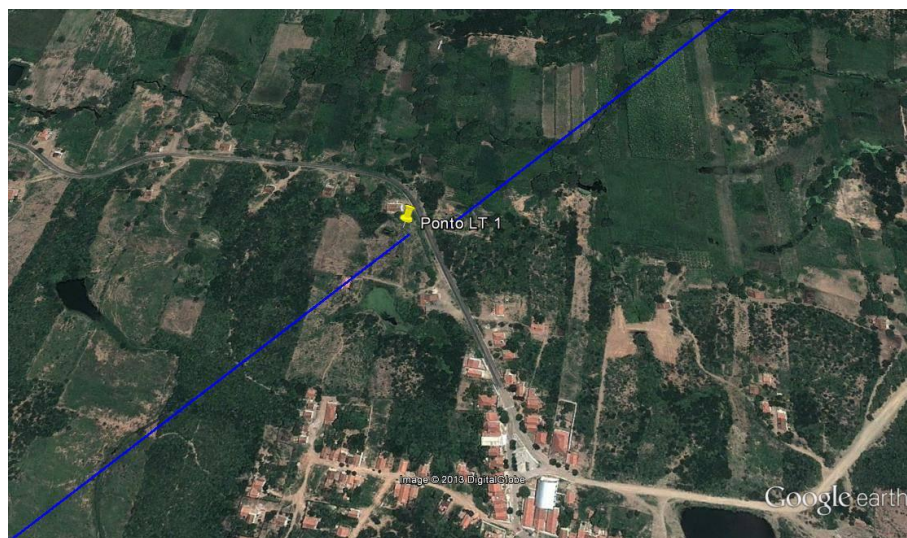


Figura 7.2-20 - Localização do ponto de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão PMR LT 1, próximo da localidade de Cuncás, município de Barro/CE (traçado da LT na cor azul).

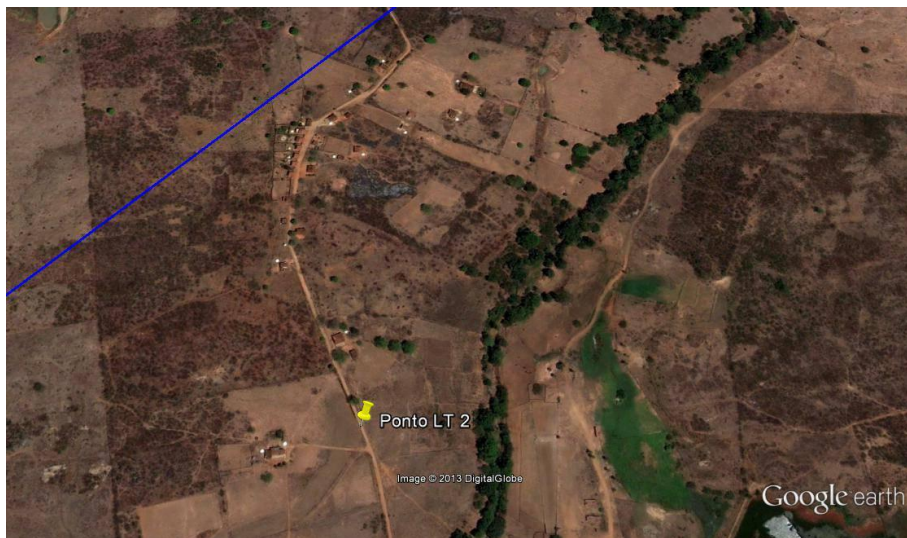


Figura 7.2-21 - Localização do ponto de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão PMR LT 2, na área rural de Cajazeiras/PB (traçado da LT na cor azul).



Figura 7.2-22 - Localização do ponto de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão PMR LT 3, na área rural de Bom Sucesso/PB (traçado da LT na cor azul).

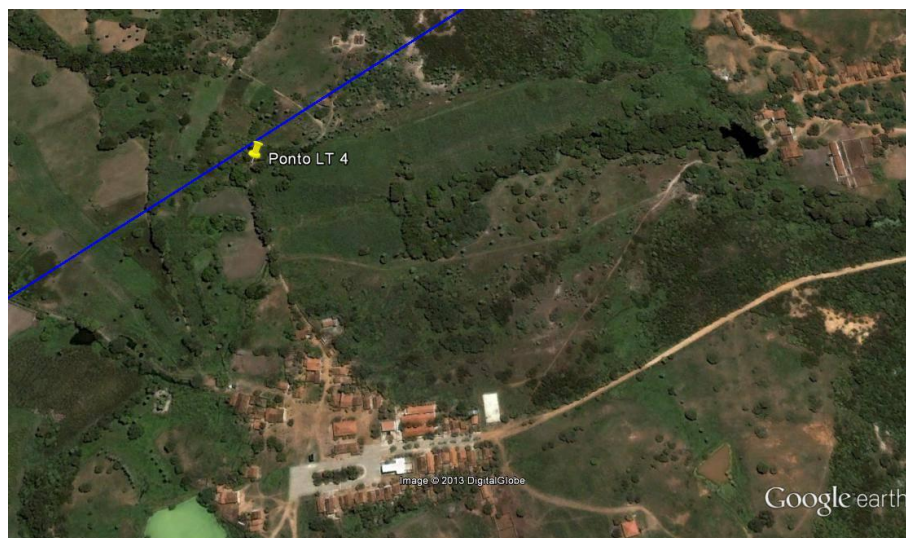


Figura 7.2-23 - Localização do ponto de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão PMR LT 4, no município de Catolé do Rocha/PB (traçado da LT na cor azul).

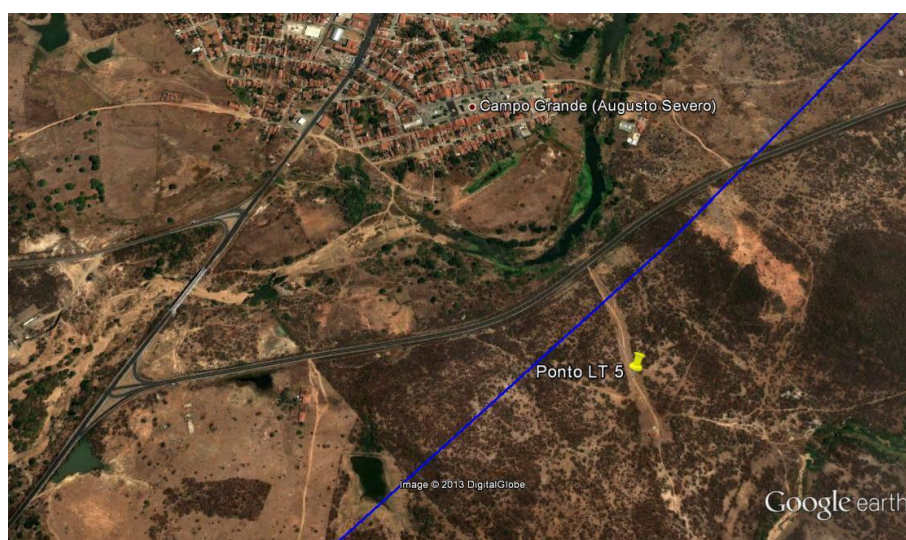


Figura 7.2-24 - Localização do ponto de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão PMR LT 5, na área rural de Campo Grande/RN (traçado da LT na cor azul).

#### d) 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 o Quadro 7.2-3.

Quadro 7.2-3 - 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
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55

---

---

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

### 7.2.2.2 Resultados

A seguir são apresentados os resultados das medições realizadas pelo uso de tabelas e registro fotográfico em cada ponto de medição em horário diurno e noturno.

A Tabela 7.2-1 a Tabela 7.2-5 resumem os resultados obtidos no monitoramento realizado.

No Apêndice 7.3 são apresentados os resultados obtidos para cada medição individual, pela apresentação em tabelas e gráficos.

Tabela 7.2-1 - Resultados de medições durante período diurno - Pontos de monitoramento em Subestações.

Ponto (PMR)	Data	Início sessão	Término sessão	Duração (min)	Leituras registradas em campo							Observação
					L <sub>10</sub>	L <sub>50</sub>	L <sub>90</sub>	L <sub>Aeq</sub>	L <sub>Aeq</sub> 5'	L <sub>Aeq</sub> 10'	L <sub>Aeq</sub> 15'	
SE Açú 1	13/05/13	08:30	08:40	10:01	32,5	27,7	26,0	34,0	31,4	34,1	-	Sem interrupção, ocorreu a presença de pássaros durante a medição.
SE Açú 2	13/05/13	07:57	08:07	10:01	29,2	26,5	24,9	27,6	27,8	27,6	-	Sem interrupção durante a medição.
SE Açú 3	13/05/13	09:29	09:44	15:02	32,2	27,9	25,5	31,3	29,3	31,9	31,2	Sem interrupção durante a medição.
SE Açú 4	13/05/13	10:01	10:16	15:02	37,9	29,3	26,0	34,9	38,1	35,9	35,0	Sem interrupção durante a medição. Registro de vento de até 4,8m/s.
SE Milagres II 1	16/05/13	16:44	16:54	10:03	38,6	35,6	33,5	36,6	36,6	36,6	-	Sem interrupção durante a medição.
SE Milagres II 2	16/05/13	17:22	17:37	15:02	39,5	36,1	33,9	37,7	38,2	37,5	37,7	Sem interrupção durante a medição.
SE Milagres II 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SE Milagres II 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 7.2-2 - Resultados de medição durante período diurno - Pontos de Monitoramento nos municípios escolhidos para a instalação de Canteiros de Obras.

Ponto (PMR)	Data	Início sessão	Término sessão	Duração (min)	Leituras registradas em campo							Observação
					L <sub>10</sub>	L <sub>50</sub>	L <sub>90</sub>	L <sub>Aeq</sub>	L <sub>Aeq</sub> 5'	L <sub>Aeq</sub> 10'	L <sub>Aeq</sub> 15'	
CG 1	13/05/13	17:04	17:19	15:01	37,5	31,7	27,9	34,6	35,4	34,3	34,6	Sem interrupção durante a medição.
CG 2	13/05/13	17:35	17:50	15:07	45,3	40,2	35,5	42,4	44,1	42,8	42,5	Sem interrupção durante a medição.
CG 3	13/05/13	16:05	16:15	10:03	48,3	37,5	29,6	43,3	43,9	43,3	-	Sem interrupção durante a medição.
CG 4	13/05/13	16:31	16:41	10:01	42,0	37,1	31,0	38,9	39,5	39,0	-	Sem interrupção durante a medição.
CG 5	13/05/13	13:23	13:33	10:02	30,4	27,0	25,1	28,3	29,0	28,3	-	Sem interrupção durante a medição.
CG 6	13/05/13	14:38	14:48	10:01	36,2	32,4	30,5	33,9	33,3	34,0	-	Sem interrupção durante a medição.
CG 7	13/05/13	15:04	15:20	14:53	42,1	37,1	32,9	39,4	39,5	38,6	39,4	Sem interrupção durante a medição.

Ponto (PMR)	Data	Início sessão	Término sessão	Duração (min)	Leituras registradas em campo							Observação
					L <sub>10</sub>	L <sub>50</sub>	L <sub>90</sub>	L <sub>Aeq</sub>	L <sub>Aeq</sub> 5'	L <sub>Aeq</sub> 10'	L <sub>Aeq</sub> 15'	
CG 8	13/05/13	13:52	14:06	10:18	34,3	30,2	27,6	32,2	31,3	32,3	-	Interrupções aos 1'10" e 5'23" por moto e aos 6'34" por carro na área urbana próxima.
A 1	14/05/13	18:05	18:08	02:08	46,0	42,3	39,7	44,1	44,1	-	-	Interrupção devido ao recolhimento de gado nas proximidades, na área do canteiro.
A 2	14/05/13	17:48	18:00	12:34	46,4	44,0	40,1	44,4	41,8	44,0	44,6	Interrupção aos 12'34" pelo aumento de ruído de grilos nas proximidades.
A 3	14/05/13	17:36	17:44	08:05	45,1	42,0	39,3	43,0	42,5	43,0	-	Interrupção devido ao recolhimento de gado nas proximidades, na área do canteiro.
A 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C 1	16/05/13	09:27	09:37	10:02	61,5	48,2	42,3	58,9	58,4	58,9	-	Sem interrupção durante a medição.
C 2	16/05/13	08:19	08:34	15:01	51,3	41,7	37,9	47,4	43,4	45,6	47,4	Sem interrupção durante a medição.
C 3	16/05/13	08:43	08:53	10:02	47,3	41,7	37,5	44,2	43,7	44,2	-	Sem interrupção durante a medição.
C 4	16/05/13	09:03	09:13	10:03	44,5	37,7	34,3	41,1	42,0	41,1	-	Sem interrupção durante a medição.
C 5	15/05/13	17:25	17:35	10:02	68,3	58,8	49,7	64,1	64,4	64,2	-	Interrupção aos 2'23" para passagem de moto na estrada ao lado.
C 6	15/05/13	17:46	17:56	10:02	61,5	55,2	48,4	57,9	58,3	58,0	-	Sem interrupção durante a medição.
C 7	15/05/13	18:39	18:49	10:02	61,6	60,3	60,0	60,5	60,8	60,6	-	Sem interrupção durante a medição.
C 8	15/05/13	18:13	18:23	10:01	56,3	53,9	52,0	54,4	54,1	54,3	-	Sem interrupção durante a medição.
C 9	16/05/13	10:48	10:55	06:57	55,8	48,3	44,3	52,2	50,2	52,2	-	Interrupção por latido aos 6'57".
C 10	16/05/13	11:01	11:16	15:02	50,9	45,2	40,6	48,0	50,0	48,8	48,0	Sem interrupção durante a medição.
C 11	16/05/13	10:16	10:31	15:02	62,0	50,6	41,7	58,6	59,9	58,5	58,7	Sem interrupção durante a medição.
C 12	16/05/13	09:59	10:09	10:26	62,6	52,9	42,5	58,9	59,6	58,9	-	Sem interrupção durante a medição.



Tabela 7.2-3 - Resultados de medição durante período noturno - Pontos de Monitoramento nos municípios elegidos para a instalação de Canteiros de Obras.

Ponto (PMR)	Data	Início sessão	Término sessão	Duração (min)	Leituras registradas em campo							Observação
					L <sub>10</sub>	L <sub>50</sub>	L <sub>90</sub>	L <sub>Aeq</sub>	L <sub>Aeq</sub> 5'	L <sub>Aeq</sub> 10'	L <sub>Aeq</sub> 15'	
CG 1	14/05/13	03:22	03:32	10:05	32,8	27,6	25,5	30,4	30,1	30,5	-	Sem interrupção durante a medição.
CG 2	14/05/13	01:21	01:31	10:02	46,6	43,2	38,9	43,9	44,0	43,9	-	Sem interrupção durante a medição.
CG 3	14/05/13	02:49	03:00	10:01	42,0	40,3	38,8	40,7	40,4	40,7	-	Sem interrupção durante a medição.
CG 4	14/05/13	02:25	02:35	10:02	39,8	35,3	33,7	37,4	37,0	37,4	-	Sem interrupção durante a medição.
CG 5	14/05/13	00:24	00:34	10:04	28,7	26,2	24,7	27,0	26,9	27,0	-	Sem interrupção durante a medição.
CG 6	13/05/13	23:18	23:28	10:08	29,4	26,0	24,2	27,6	27,9	27,7	-	Sem interrupção durante a medição.
CG 7	13/05/13	23:44	23:54	10:02	40,3	37,3	34,9	38,0	37,7	38,1	-	Sem interrupção durante a medição.
CG 8	14/05/13	00:44	00:54	10:03	32,5	30,1	27,4	30,8	31,0	30,8	-	Sem interrupção durante a medição.
C 1	16/05/13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C 2	16/05/13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C 3	16/05/13	02:31	02:41	10:02	39,8	33,3	29,9	36,2	36,0	36,2	-	Sem interrupção durante a medição. Ocorria som de música de posto de abastecimento a 980 metros durante toda a medição.
C 4	16/05/13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C 5	15/05/13	23:46	00:01	15:04	60,4	49,1	44,0	59,3	60,1	58,6	59,5	Sem interrupção durante a medição.
C 6	15/05/13	23:26	23:36	10:12	55,7	50,2	47,6	52,8	53,3	52,8	-	Sem interrupção durante a medição.
C 7	15/05/13	22:47	22:57	10:02	51,6	50,4	49,8	50,7	51,0	50,8	-	Sem interrupção durante a medição.
C 8	15/05/13	23:06	23:13	07:07	53,7	50,2	48,8	51,4	51,7	51,5	-	Interrupção durante a medição devido a latidos.
C 9	16/05/13	00:28	00:32	01:51	49,7	48,7	47,7	49,0	47,7	-	-	Interrupção da medição pela presença de cachorros na área do canteiro.
C 10	16/05/13	00:19	00:21	02:37	40,0	38,7	37,2	39,1	39,1	-	-	Interrupção da medição pela presença de cachorros na área do canteiro.

Ponto (PMR)	Data	Início sessão	Término sessão	Duração (min)	Leituras registradas em campo							Observação
					L <sub>10</sub>	L <sub>50</sub>	L <sub>90</sub>	L <sub>Aeq</sub>	L <sub>Aeq</sub> 5'	L <sub>Aeq</sub> 10'	L <sub>Aeq</sub> 15'	
C 11	16/05/13	00:38	00:39	00:37	55,2	52,7	48,8	53,1	53,1	-	-	Não foi possível medir por latidos na área do canteiro.
C 12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 7.2-4 - Resultados de medição durante período diurno - Pontos de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão 500 kv Milagres II – Açú III.

Ponto (PMR)	Data	Início sessão	Término sessão	Duração (min)	Leituras registradas em campo							Observação
					L <sub>10</sub>	L <sub>50</sub>	L <sub>90</sub>	L <sub>Aeq</sub>	L <sub>Aeq</sub> 5'	L <sub>Aeq</sub> 10'	L <sub>Aeq</sub> 15'	
LT 1	16/05/13	15:19	15:34	15:02	43,4	38,5	35,7	40,5	39,9	41,1	40,5	Interrupção aos 9'33" para passagem de moto e aos 10'40" por mugidos próximos.
LT 2	15/05/13	16:02	16:14	10:01	46,5	42,6	41,5	44,5	44,6	44,6	-	Interrupções para passagem de veículos.
LT 3	14/05/13	15:14	15:29	15:05	30,8	25,6	23,9	30,0	26,8	28,4	30,0	Sem interrupção durante a medição.
LT 4	14/05/13	11:17	11:33	15:01	42,6	38,7	35,0	39,9	39,2	40,6	40,0	Sem interrupção durante a medição.
LT 5	13/05/13	11:47	12:03	15:01	38,0	28,7	25,7	34,5	31,2	32,2	34,6	Interrupção aos 12'48" por latidos a 100m.

Tabela 7.2-5 - Resultados de medição durante período noturno - Pontos de monitoramento no traçado da Linha de Transmissão 500 kv Milagres II – Açú III.

Ponto (PMR)	Data	Início sessão	Término sessão	Duração (min)	Leituras registradas em campo							Observação
					L <sub>10</sub>	L <sub>50</sub>	L <sub>90</sub>	L <sub>Aeq</sub>	L <sub>Aeq</sub> 5'	L <sub>Aeq</sub> 10'	L <sub>Aeq</sub> 15'	
LT 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LT 2	16/05/13	01:36	01:43	06:49	50,6	48,8	47,5	49,2	49,4	49,2	-	Medição interrompida por latidos aos 6'49".
LT 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LT 4	14/05/13	23:02	23:17	15:05	53,1	47,0	45,4	49,9	48,0	49,5	50,0	Sem interrupção durante a medição.
LT 5	14/05/13	03:59	04:09	10:02	31,7	24,9	23,0	29,4	29,9	29,4	-	Sem interrupção durante a medição.

### 7.2.2.3 Conclusões

#### a) Subestações

Nas áreas previstas para instalação das Subestações Açú III e Milagres II, os valores registrados encontram-se abaixo do nível critério estabelecido pela NBR 10.151/2000, assumindo-se o valor para área rural.

#### b) Municípios elegidos para a instalação de Canteiros de Obras

##### *i. Campo Grande*

Constata-se que o nível critério é ultrapassado para a área Campo Grande 1 (CG 1), na área do canteiro mais próxima da RN-233, durante período diurno e noturno. Não foram identificados receptores críticos próximos ou que pudessem ter ambiente acústico alterado pelo tráfego de veículos relacionados às obras de construção do empreendimento.

Em relação à área Campo Grande 2 (CG 2) constata-se que ocorre ultrapassagem do nível critério estabelecido pela NBR 10.151/2000 em medições diurnas e noturnas, especialmente junto aos limites mais próximos da área urbana. A área possui acesso pela rua principal da cidade, aonde se localizam receptores, como é o caso de uma escola. Além desse aspecto, a área encontra-se mais próxima da área urbana.

##### *ii. Alexandria*

A área Alexandria 1 (A 1) encontra-se em área mista, predominantemente residencial. De acordo com esta classificação, ao menos nos pontos monitorados, constata-se que o nível critério não é ultrapassado. A área encontra-se em local que não apresenta receptores críticos próximos.

A área Alexandria 2 (A 2) encontra-se em área mista, com vocação comercial e administrativa, sem ultrapassagem do nível critério. Entretanto o local é receptor de ruído gerado principalmente pelo tráfego das ruas próximas.

*iii. Cajazeiras*

A área Cajazeiras 1 (C 1) encontra-se no limite de um núcleo habitacional e posto de abastecimento, ao lado da BR-230. Apresenta equipamentos de britagem e ocorrem atividades de retirada de pedras lapidadas. Constata-se que a principal contribuição ocorre pelo tráfego da BR-230 e do trânsito na área do posto de abastecimento. Não apresenta receptores críticos nas proximidades.

A área Cajazeiras 2 (C 2) encontra-se às margens da BR-230, em área com uso industrial e residencial. A principal fonte de ruído ocorre pelo tráfego na BR-230. À noite, percebe-se ao fundo atividade da empresa têxtil localizada nas proximidades, somente no ponto de monitoramento mais próximo a esta.

A área Cajazeiras 3 (C 3) encontra-se às margens da BR-230, recebendo principalmente o ruído gerado pelo tráfego na BR-230. As atividades industriais próximas não são percebidas.

c) Linha de Transmissão

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

Constata-se que as áreas de implantação de subestações encontram-se em áreas rurais, bem como o traçado da linha de transmissão. As áreas previstas para canteiros de obras poderão apresentar ambiente acústico alterado durante a implantação, com efeito temporário, integrando-se às atividades urbanas, principalmente em período diurno.

### 7.2.3 Recursos Hídricos

#### 7.2.3.1 Metodologia

Os objetivos desta fase de estudo dos Recursos Hídricos em relação ao empreendimento são:

- Identificar os principais domínios hidrográficos inseridos no contexto geográfico da AI;
- Mapear os principais corpos d'água (cursos d'água, lagos e lagoas marginais, áreas brejosas e alagadas) que serão transpostos durante as atividades de implantação e operação do empreendimento, incluindo informações sobre classes dos rios;
- Identificar de potenciais padrões de cheias e vazantes na AI;
- Localizar e analisar as redes existentes de monitoramento pluviométricas e fluviométricas nos âmbitos federais, estaduais e municipais.

#### 7.2.3.2 Resultados

##### 7.2.3.2.1 Caracterização dos padrões hidrológicos das principais drenagens encontradas nas Áreas de Influência do Empreendimento

As áreas de influência da LT 500 kV Milagres II - Açú III (Lote E) atravessam partes dos estados do Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte, numa extensão de 280 km, mais as extensões dos seccionamentos (56 km).

Este empreendimento está inserido dentro da região hidrográfica das Bacias Costeiras do Nordeste Oriental, conforme classificação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2000).

Foram identificadas as bacias e sub-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 transpõe a linha de transmissão na segmentação de Ottobacias no nível 3 (Figura 7.2-25) são:

- 734 – bacia hidrográfica do rio Jaguaribe;
- 735 – bacia hidrográfica do rio Apodi; e

- 736 – bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu.

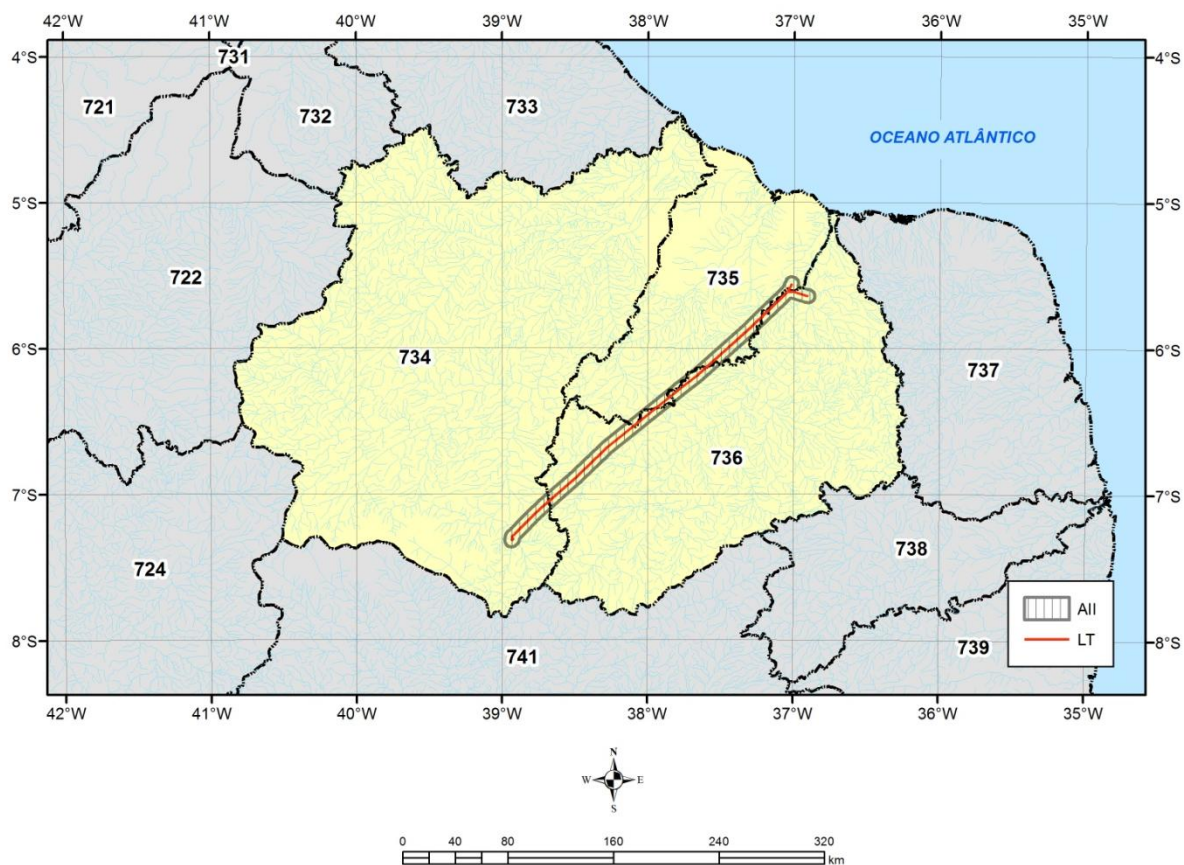


Figura 7.2-25 – Principais bacias hidrográficas interceptadas pelo empreendimento (Ottobacias Nível 3).

Em um maior nível de detalhamento (nível 4 de Ottobacias), existe um conjunto de 08 sub-bacias que serão transpostas pelo empreendimento (Figura 7.2-26).

- Bacia Hidrográfica do rio Jaguaribe:
  - 7346 – Sub-bacia do rio Salgado.
- Bacia Hidrográfica do rio Apodí:
  - 7354 – Sub-bacia do rio Apodí;
  - 7356 – Sub-bacia do rio do Carmo;
  - 7358 – Sub-bacia do riacho Linda Flor.
- Bacia Hidrográfica do rio Piranhas-Açu:
  - 7361 – Sub-bacia do rio Parau;
  - 7363 – Sub-bacia do rio Piranhas;
  - 7365 – Sub-bacia do rio Piranhas;
  - 7366 – Sub-bacia do rio Piranhas.



Figura 7.2-26 – Ottobacias Nível 4 na área de influência do empreendimento.

### 7.2.3.2.2 Principais corpos d'água transpostos pelo empreendimento

O empreendimento interceptará ao longo de seu traçado 35 corpos d'água, incluindo rios, riachos e açudes, dentre os quais citam-se o riacho dos Porcos, riacho do Cumbé, rio das Cuncas, rio do Meio, rio do Peixe, riacho das Araras, riacho do Cangaira e rio do Adiquinhão. A Tabela 7.2-6 a seguir apresenta a relação dos corpos d'água interceptados, cuja localização, incluindo as nascentes e açudes, pode ser visualizada no Apêndice 7.4 (Mapa Hidrográfico).

Tabela 7.2-6 – Relação dos corpos d'água transpostos pelo traçado da LT 500 kV Milagres II Açú III, Seccionamentos e Subestações Associadas.

Nº	Tipo	Nome	Sub-bacia	Fuso	Coordenadas Geográficas*	
					Longitude	Latitude
1	Riacho	Riacho dos Porcos	Sub-bacia do rio Salgado	24	507473E	9191001N
2	Riacho	Riacho Nazaré	Sub-bacia do rio Salgado	24	510705E	9196593N
3	Riacho	Riacho do Sabonete	Sub-bacia do rio Salgado	24	520810E	9206969N
4	Riacho	Riacho do Cumbé	Sub-bacia do rio Salgado	24	522694E	9208958N
5	Riacho	Riacho Carbaúba	Sub-bacia do rio Salgado	24	523234E	9009530N

Nº	Tipo	Nome	Sub-bacia	Fuso	Coordenadas Geográficas*	
					Longitude	Latitude
6	Rio	Rio das Cuncas	Sub-bacia do rio Salgado	24	530573E	9216377N
7	Rio	Rio do Meio	Sub-bacia do rio Piranhas	24	542602E	9226899N
8	Riacho	Riacho Zé Dias	Sub-bacia do rio Piranhas	24	561824E	9244263N
9	Rio	Rio do Peixe	Sub-bacia do rio Piranhas	24	570317E	9252427N
10	Rio	Rio do Peixe	Sub-bacia do rio Piranhas	24	571740E	9253785N
11	Rio	Rio do Peixe	Sub-bacia do rio Piranhas	24	571833E	9253877N
12	Riacho	Riacho do Cupim	Sub-bacia do rio Piranhas	24	573933E	9255898N
13	Riacho	Riacho das Araras	Sub-bacia do rio Piranhas	24	578090E	9259887N
14	Riacho	Riacho Santa Rosa	Sub-bacia do rio Piranhas	24	587404E	9267628N
15	Riacho	Riacho da Cachoeirinha	Sub-bacia do rio Piranhas	24	594513E	9273307N
16	Riacho	Riacho Croatá	Sub-bacia do rio Piranhas	24	647669E	9315546N
17	Represa/Açude		Sub-bacia do rio Piranhas	24	654669E	9321753N
18	Riacho	Riacho Jatobá	Sub-bacia do rio do Carmo	24	655060E	9322105N
19	Riacho	Riacho da Caieria	Sub-bacia do rio do Carmo	24	659592E	9326152N
20	Riacho	Riacho do Cangaira	Sub-bacia do rio do Carmo	24	662417E	9328681N
21	Represa/Açude		Sub-bacia do rio do Carmo	24	664311E	9330375N
22	Riacho	Riacho do Compadre	Sub-bacia do rio do Carmo	24	671946E	9337200N
23	Rio	Rio do Adiquinhão	Sub-bacia do rio do Carmo	24	671946E	9347143N
24	Rio	Rio do Carmo	Sub-bacia do rio do Carmo	24	688576E	9352152N
25	Rio	Rio do Carmo	Sub-bacia do rio do Carmo	24	689130E	9352702N
26	Riacho	Riacho da Serraria	Sub-bacia do rio do Carmo	24	689624E	9353192N
27	Represa/Açude		Sub-bacia do rio do Carmo	24	692626E	9356164N
28	Represa/Açude		Sub-bacia do rio do Carmo	24	693512E	9357041N
29	Represa/Açude		Sub-bacia do rio do Carmo	24	695795E	9359260N
30	Riacho	Riacho Fundo	Sub-bacia do rio do Carmo	24	700867E	9364100N
31	Represa/Açude		Sub-bacia do rio Paraú	24	702841E	9365973N
32	Riacho	Riacho do Novinho	Sub-bacia do rio Paraú	24	703389E	9366500N
33	Riacho	Riacho Serrimba	Sub-bacia do rio Paraú	24	715694E	9368896N
34	Riacho	Riacho do Campo	Sub-bacia do rio Paraú	24	715694E	9378233N
35	Rio	Rio Paraú	Sub-bacia do rio Paraú	24	730383E	9376423N

\* DATUM SIRGAS 2000

Dentre os corpos d'água transpostos pelo empreendimento, apenas a Barragem de Umari, interceptada em dois pontos localizados a montante do reservatório (Pontos 27 e



28), recebe monitoramento da qualidade das águas. O monitoramento é realizado pelo Programa Água Azul (Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Norte - IDEMA, Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte - IGARN e Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio Grande do Norte - EMPARN), através de campanhas periódicas de medição e verificação de parâmetros de qualidade de água, usadas para o acompanhamento da condição atual, sua evolução e controle da qualidade do corpo de água, além de possibilitar a projeção de situações futuras, com dados disponibilizados de outubro de 2008 a agosto de 2011 (IGARN, 2012) <sup>1</sup>.

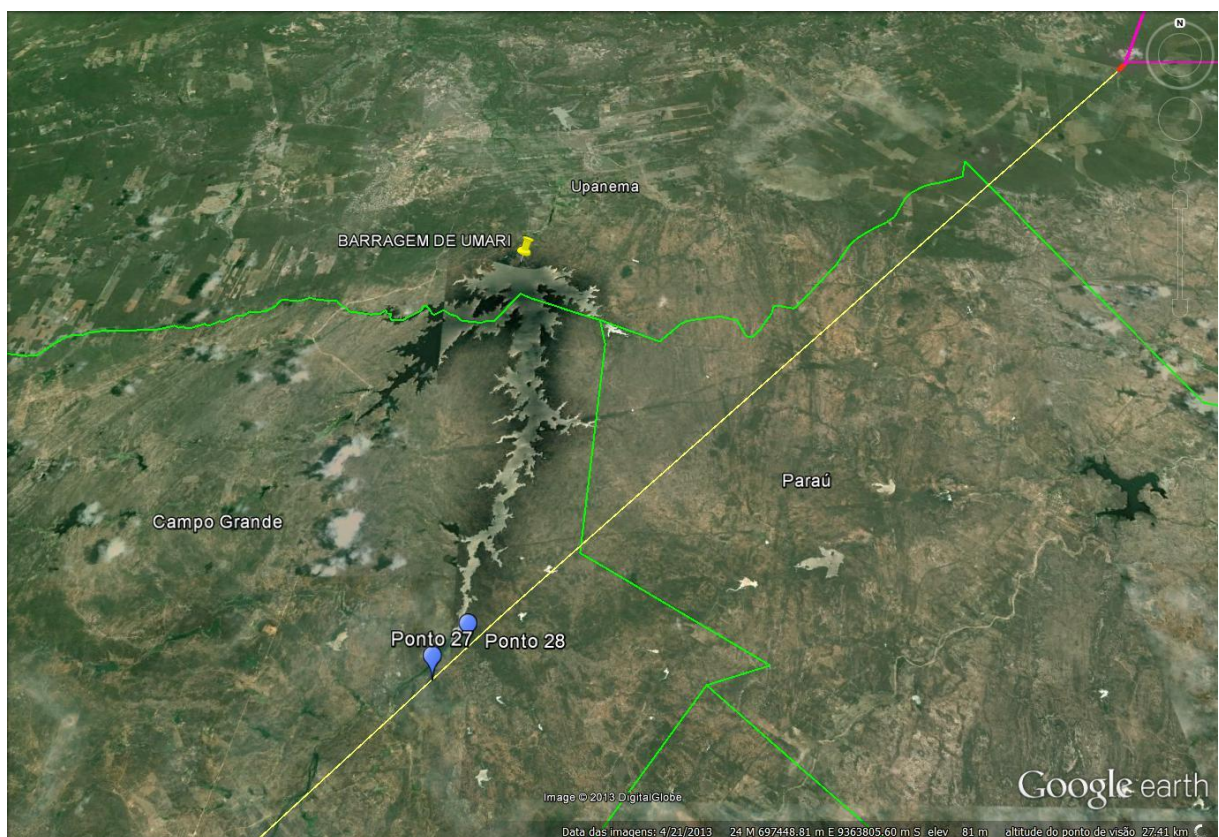


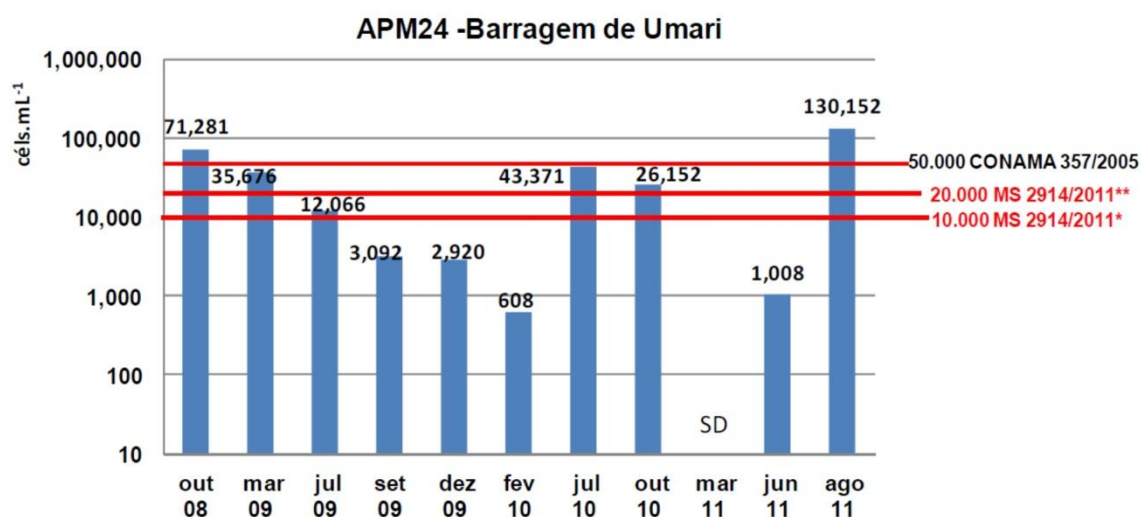
Figura 7.2-27 – Localização dos Pontos 27 e 28 de transposição de corpos d’água. Em amarelo e rosa apresenta-se o traçado do empreendimento e em verde os limites municipais.

O único parâmetro monitorado na Barragem de Umari se refere à densidade de cianobactérias, o qual está relacionado ao grau de enriquecimento artificial dos ecossistemas aquáticos, sobretudo em relação à poluição orgânica de fontes urbanas e rurais, descargas de esgotos domésticos e industriais.

Na Barragem de Umari, a densidade de cianobactérias foi de 130.152 cél./mL nas amostras realizadas em agosto de 2011, décimo segundo trimestre de coletas, valor

<sup>1</sup> <http://www.programaaguaazul.rn.gov.br/index.php>

acima do limite estabelecido para águas doce de Classe 2 segundo a Resolução 357/2005 do CONAMA (50.000 cel/ml). Conforme a Portaria 2.914/2011-MS, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, quando a densidade de cianobactérias exceder 20.000 células/ml, deve-se realizar análise de cianotoxinas na água do manancial, no ponto de captação, com frequência semanal. As espécies dominantes nas análises foram *Aphanocapsa delicatissima*, *Merismopedia tenuissima* e *Planktolyngbya minor*. Nenhuma destas espécies é potencialmente produtora de toxinas. O gráfico a seguir apresenta o histórico de densidade de cianobactérias na Barragem de Umari (Figura 7.2-28).



SD - sem dado

\* amostragem no manancial no ponto de captação deve ser de frequência semanal.

\*\* amostragem no manancial no ponto de captação deve ser de frequência semanal, além das análises de cianotoxinas na água tratado nos hidrômetros de clínicas de hemodiálise.

Figura 7.2-28 – Histórico de densidade de cianobactérias na Barragem de Umari (adaptado de IGARN, 2012).

Os demais corpos d'água transpostos pelo empreendimento não possuem rede de monitoramento ou enquadramento conforme Resolução CONAMA nº 357/2005.

### 7.2.3.2.3 Domínios de Drenagem

Uma vez identificado o contexto hidrológico no qual o empreendimento se insere, foram identificados cursos de água transpostos pela linha de transmissão e a área de contribuição nestes pontos.

A maior parte do traçado do empreendimento encontra-se próximo aos divisores de água.

Como critério de análise, somente foram considerados os cursos d'água com uma bacia de contribuição igual ou superior a 50 km<sup>2</sup>. Este critério de corte foi definido após a análise das curvas de permanência de vazão dos postos fluviométricos próximos ao traçado. Os cursos d'água com bacias de contribuição com áreas inferiores a 50 km<sup>2</sup> apresentaram comportamento de escoamento predominantemente efêmero.

A delimitação destas bacias de contribuição foi obtida a partir de técnicas de geoprocessamento, utilizando dados de Modelagem Digital de Elevação (MDE). O MDE a ser utilizado será o SRTM Fonte bibliográfica inválida especificada.. Este modelo consiste em uma matriz regular de altimetria com resolução espacial de aproximadamente 90 metros. Sobre este modelo é possível determinar as direções de fluxo superficial e por consequência determinar a rede de drenagem e os divisores de água de uma região.

Foram identificados dez (10) pontos de transposição sobre a rede de drenagem, sendo dois (02) deles nos trechos de seccionamento (Figura 7.2-29).

As bacias de contribuição a estas seções são apresentadas na Figura 7.2-30.

A Tabela 7.2-7 apresenta as características fisiográficas de cada bacia de contribuição. Além da área e perímetro da bacia, foram estimados o fator de compacidade, comprimento de talvegue, cotas altimétricas mínimas, máximas e médias, declividades, mínimas, máximas e médias, somatório dos comprimentos de toda a rede de drenagem, densidade de drenagem e tempo de concentração (Kirpich).

#### 7.2.3.2.4 Caracterização Hidrológica

A caracterização hidrológica dos principais cursos d'água, transpostos pela linha de transmissão, foi obtida com dados das estações fluviométricas próximas ao traçado do empreendimento. Foram selecionadas cinco (05) estações próximas que possuíssem séries históricas de vazão (Tabela 7.2-8).

Com as séries históricas foi possível obter as curvas de permanência de vazões nas seções de monitoramento. A curva de permanência expressa a relação entre a vazão e a frequência com que esta vazão é superada ou igualada. Dessa forma as curvas de permanência permitem a obtenção de vazões características médias, máximas e mínimas de uma seção de um rio e conseqüentemente compreender o seu regime hidrológico.

A Figura 7.2-31 mostra a localização das cinco (5) estações fluviométricas analisadas.



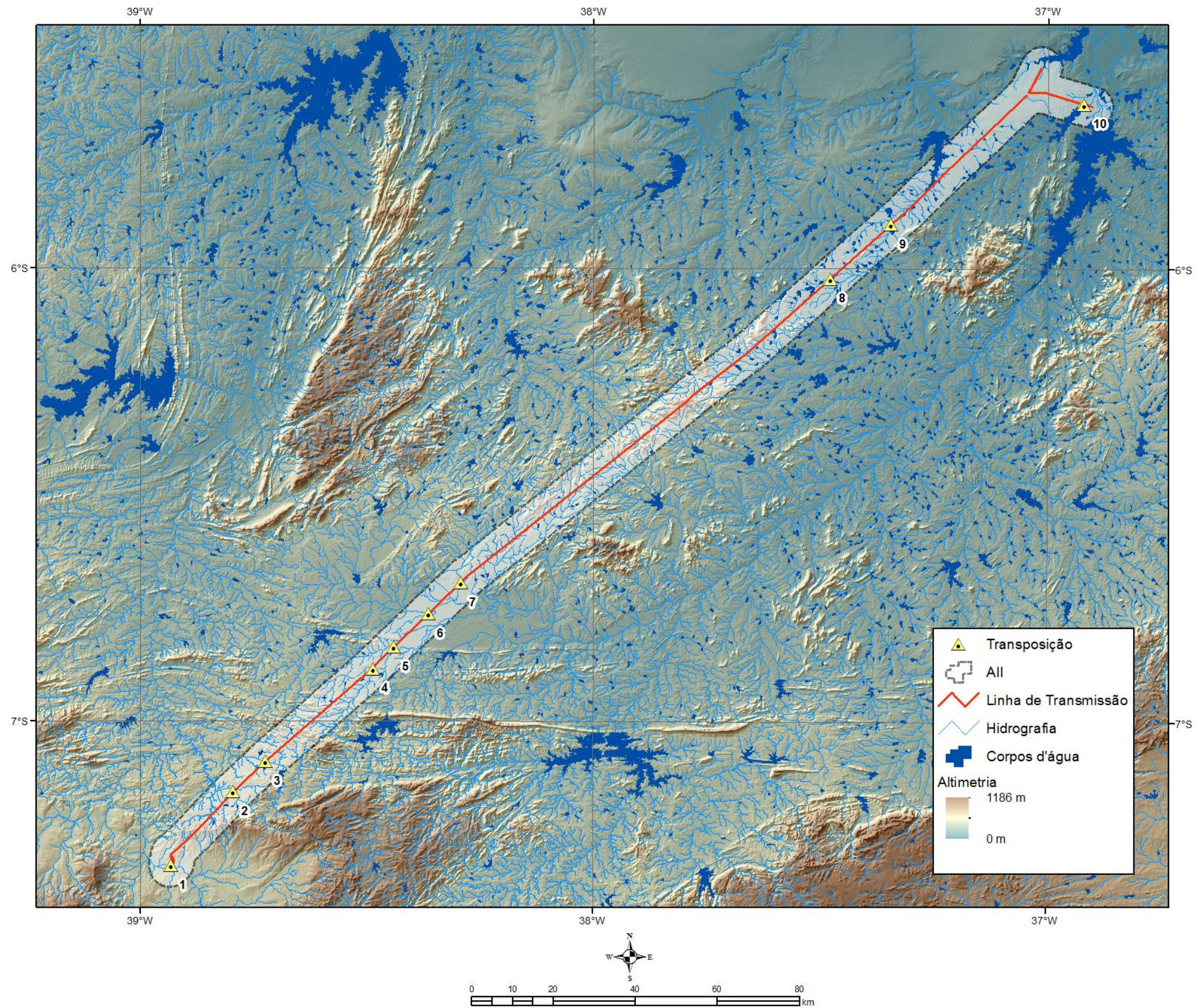


Figura 7.2-29 – Localização dos pontos de transposição em bacias de contribuição superiores a 50 km<sup>2</sup>.

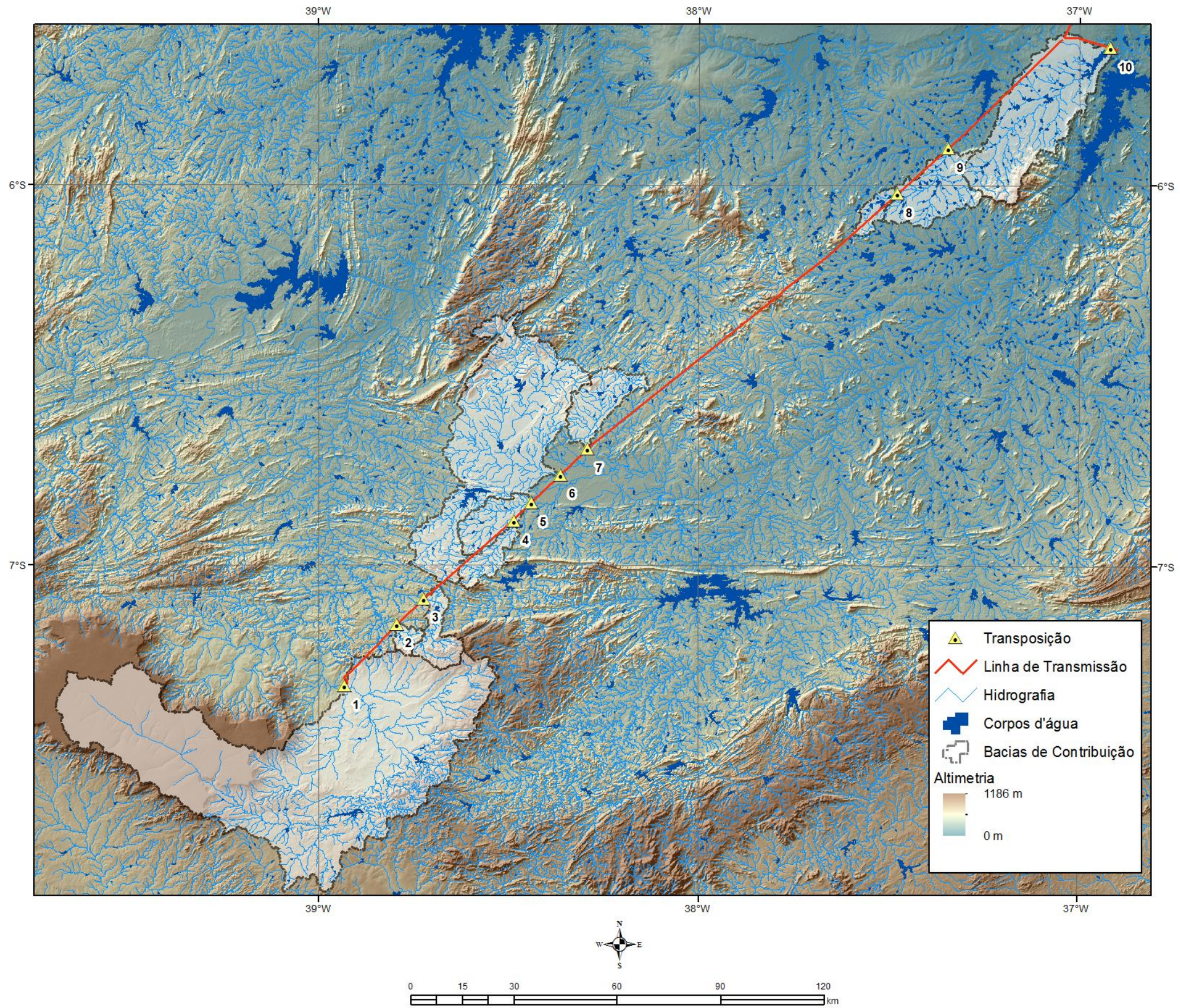


Figura 7.2-30 - Bacias de contribuição nos pontos de transposição em bacias de contribuição superiores a 50 km<sup>2</sup>.

Tabela 7.2-7 – Características fisiográficas das bacias de contribuição nos pontos de transposição da linha de transmissão com a hidrografia.

Seção	Área	Perímetro	Comp. Talvegue	Cota Mínima	Cota Máxima	Cota Média	Diferença de Cota	Declividade Mínima	Declividade Máxima	Declividade Média	∑ L	Densidade de Drenagem	Kc	Tempo de Concentração (Kirpich)
-	km²	km	km	m	m	m	m	%	%	%	km	km/km²	-	horas
1	4.156,76	463,73	199,27	333,00	1.004,00	617,45	671,00	0,00	83,18	5,53	1.866,67	0,45	2,01	35,10
2	52,38	34,87	12,20	346,00	673,00	430,44	327,00	0,00	61,27	8,91	32,44	0,62	1,35	1,84
3	178,35	83,68	44,36	327,00	822,00	509,90	495,00	0,00	63,03	10,60	117,83	0,66	1,75	6,96
4	135,78	74,96	34,46	288,00	743,00	366,13	455,00	0,00	75,76	8,51	118,79	0,87	1,80	5,37
5	206,09	76,79	45,08	257,00	592,00	316,13	335,00	0,00	63,73	4,69	176,90	0,86	1,50	8,24
6	1.659,23	316,03	97,28	233,00	861,00	353,00	628,00	0,00	94,23	6,56	1.251,47	0,75	2,17	15,73
7	269,88	95,40	37,34	238,00	727,00	343,20	489,00	0,00	92,21	6,56	235,21	0,87	1,63	5,73
8	82,03	50,09	23,60	150,00	451,00	189,70	301,00	0,00	108,61	4,94	51,93	0,63	1,55	4,07
9	363,96	108,41	50,54	113,00	617,00	168,94	504,00	0,00	77,40	4,46	240,19	0,66	1,59	8,04
10	964,46	180,62	77,60	28,00	746,00	144,45	718,00	0,00	78,18	5,86	451,80	0,47	1,63	11,51

Onde:

$$\text{Densidade de Drenagem: } \mathbf{Dd} = \frac{\sum L}{A}$$

Coeficiente de Compacidade:  $\mathbf{Kc} = 0,28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}} \rightarrow$  Bacia circular  $Kc = 1 \rightarrow$  maior propensão a cheias.

$$\text{Tempo de Concentração de Kirpich: } \mathbf{T_c} = 0,95 \cdot \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385}$$

Sendo: A=Área (km²); P=Perímetro (km); L=Comprimento do talvegue (km) e H=Diferença de cota da nascente ao exutório da bacia (m).





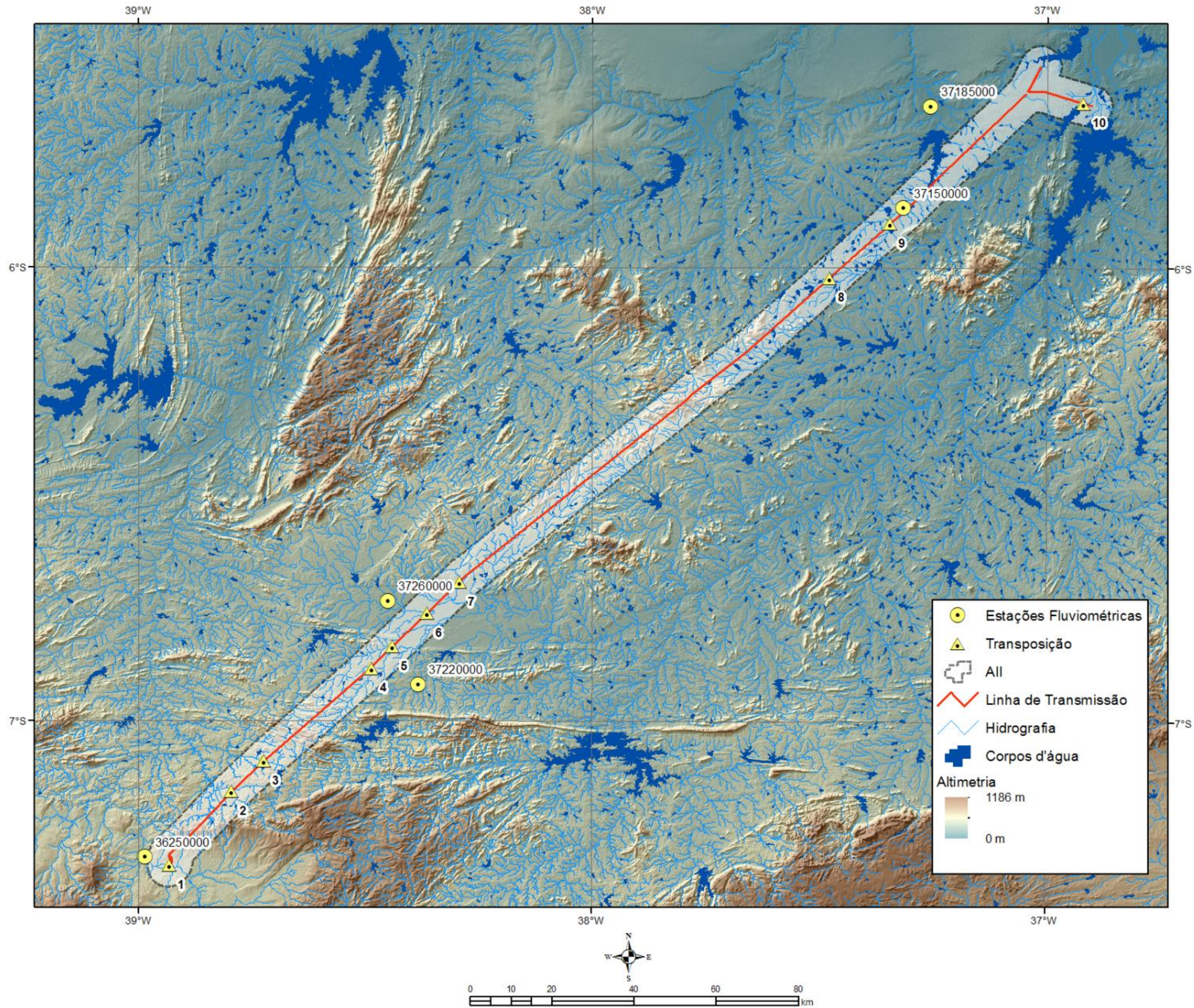


Figura 7.2-31 – Localização das estações fluviométricas utilizadas para caracterização hidrológica.



Tabela 7.2-8 - Estações fluviométricas utilizadas para caracterização hidrológica.

Código	Nome	Sub-bacia	Rio	Estado	Município	Responsável	Operadora	Área	Rio	Domínio
36250000	PODIMIRIM	36	Riacho dos Porcos	Ceará	Milagres	ANA	CPRM	4200	Riacho dos Porcos	Estadual
37150000	AUGUSTO SEVERO	37	Rio do Carmo	Rio Grande do Norte	Augusto Severo	ANA	CPRM	1090	Rio do Carmo	Estadual
37185000	UPANEMA	37	Rio do Carmo	Rio Grande do Norte	Upanema	ANA	CPRM	1520	Rio do Carmo	Estadual
37220000	VÁRZEA GRANDE	37	Rio Piranhas - Açú	Paraíba	São João do Rio do Peixe	ANA	CPRM	1100	Piranhas-Açu	Federal
37260000	ANTENOR NAVARRO	37	Rio do Peixe	Paraíba	São João do Rio do Peixe	ANA	CPRM	1580	Rio do Peixe	Federal

A Figura 7.2-32 a Figura 7.2-36 apresentam as curvas de permanência das estações utilizadas para caracterização hidrológica. Na Tabela 7.2-9 são apresentadas as vazões características, extensão temporal e o índice de falhas para série histórica.

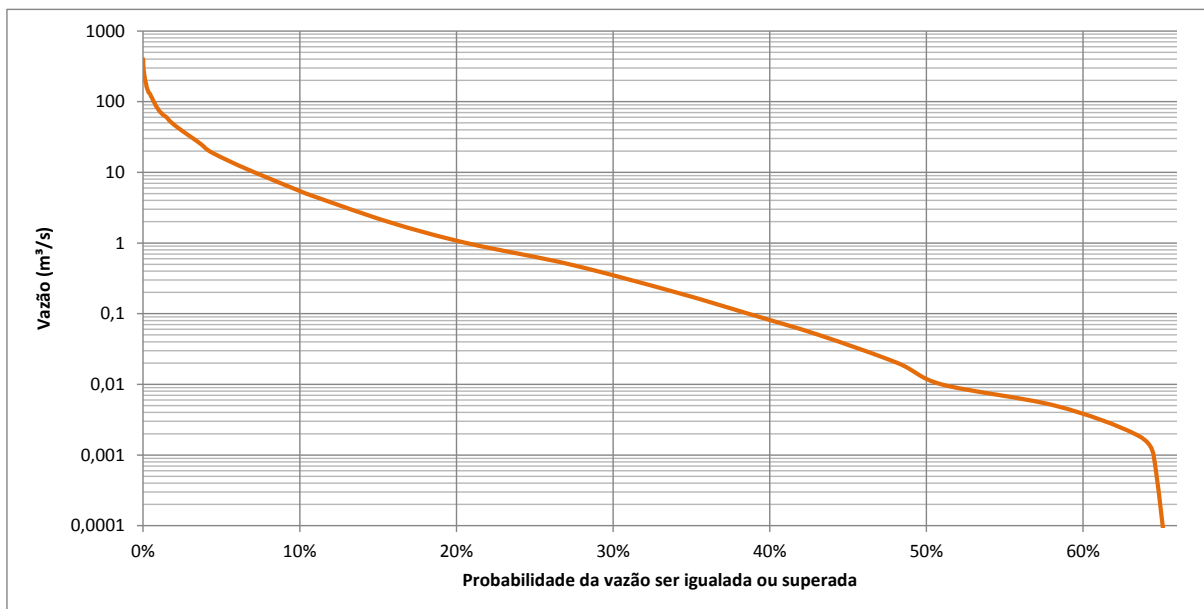


Figura 7.2-32 – Curva de permanência da estação Pondimirim – 36250000.

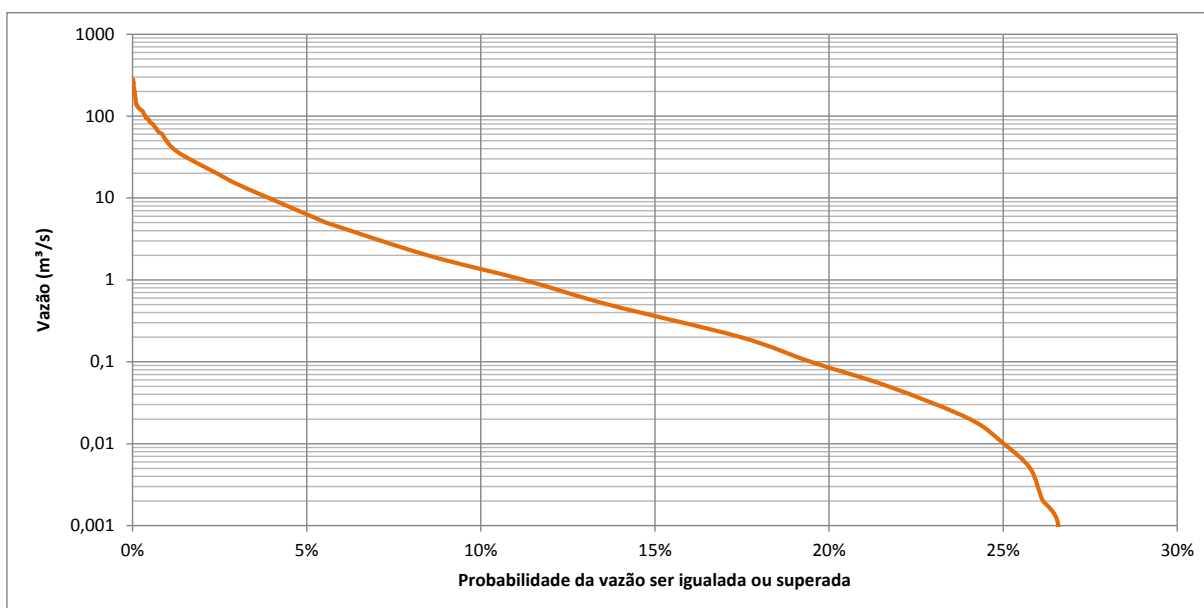


Figura 7.2-33 – Curva de permanência da estação Augusto Severo – 37150000.

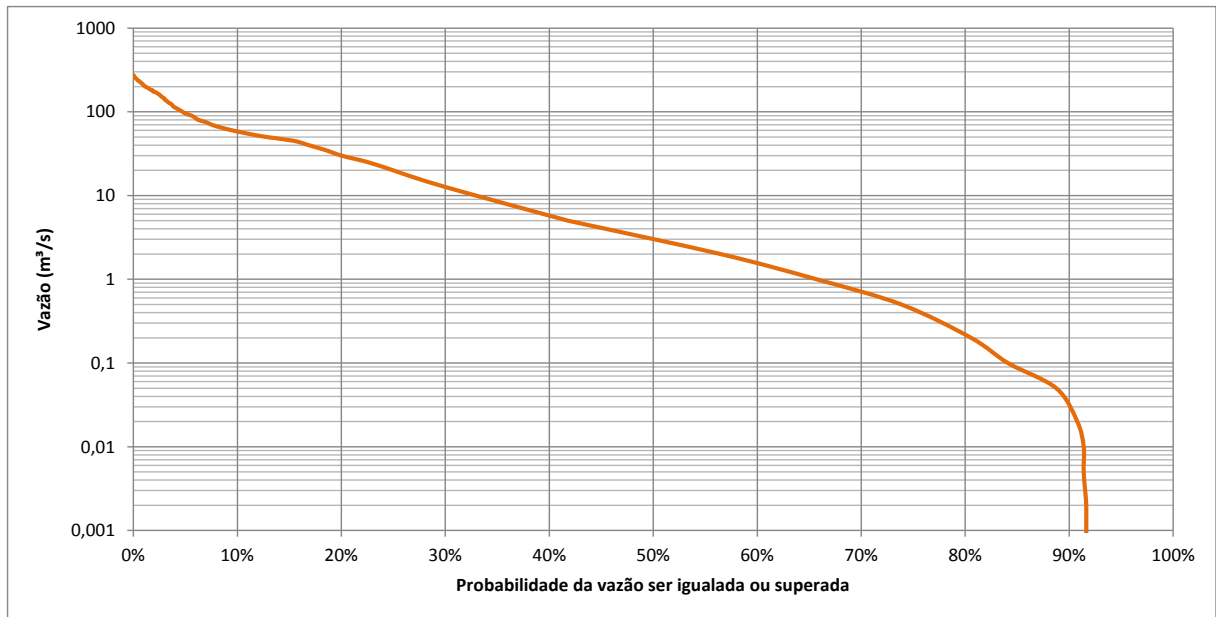


Figura 7.2-34 – Curva de permanência da estação Upanema – 37185000.

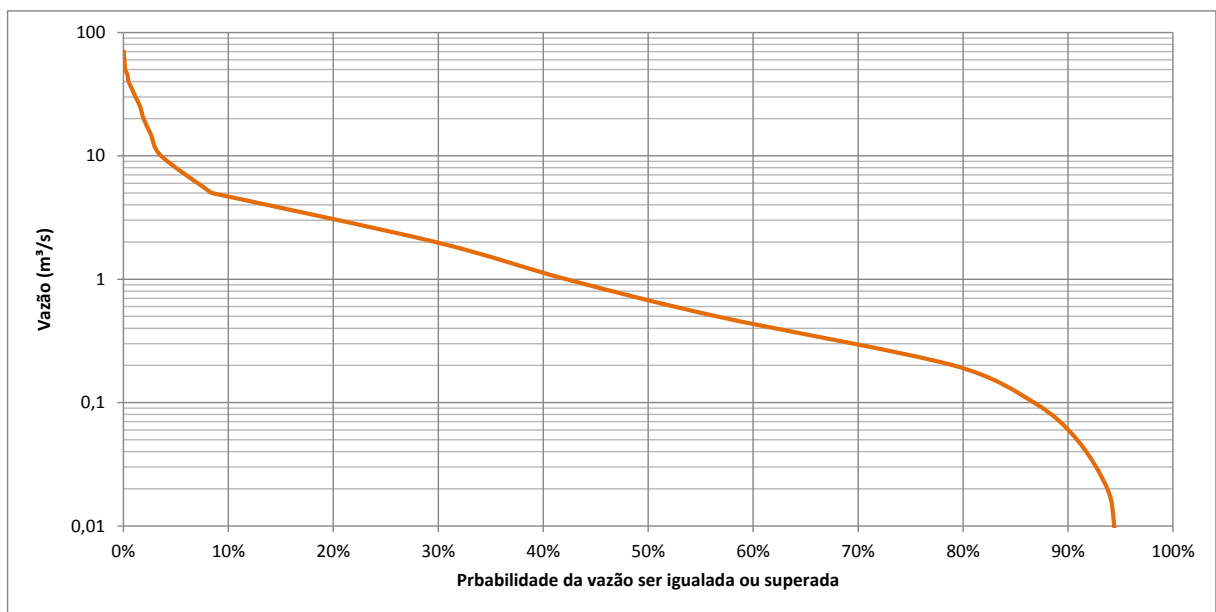


Figura 7.2-35 – Curva de permanência da estação Várzea Grande 37220000.

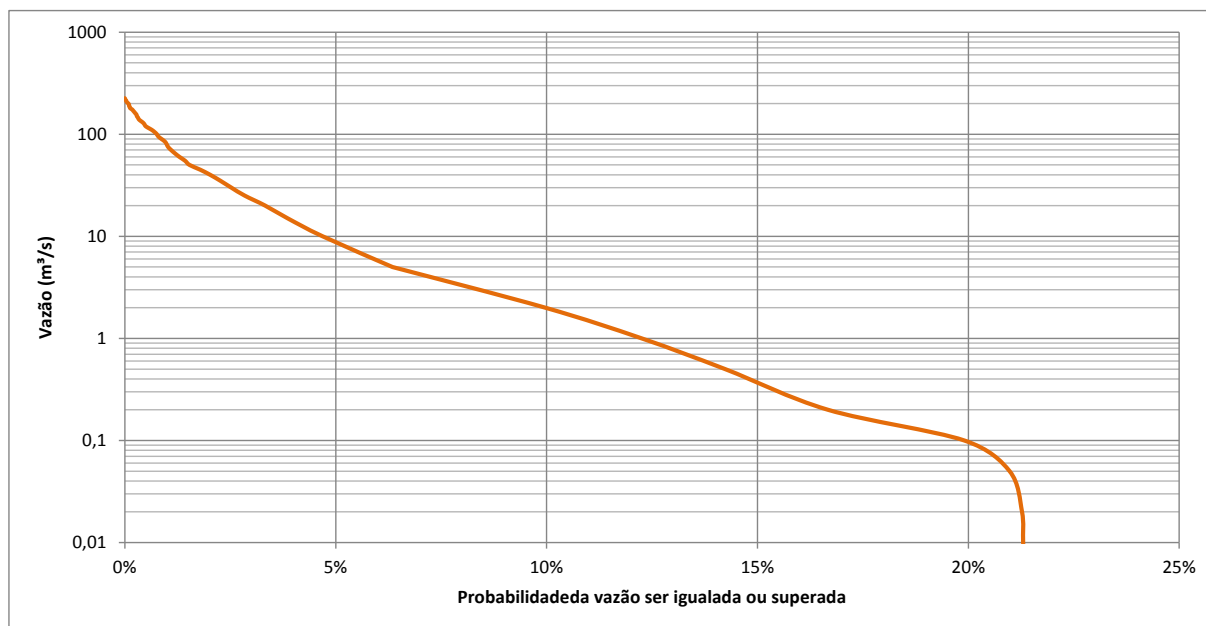


Figura 7.2-36 – Curva de permanência da estação Antenor Navarro 37260000.

Tabela 7.2-9 – Vazões característica das estações fluviométricas analisadas.

Estação	Período	Q90 m³/s	Q50 m³/s	Q máx. m³/s	Falhas %
PODIMIRIM - 36250000	1973 - 2013	0,00	0,01	397	0,12
AUGUSTO SEVERO - 37150000	1986 - 2008	0,00	0,00	282	19,18
UPANEMA - 37185000	1975 - 1996	0,00	3,06	273	69,78
VÁRZEA GRANDE - 37220000	1962 - 2008	0,07	0,68	92	20,52
ANTENOR NAVARRO - 37260000	1963 - 2008	0,00	0,00	220	31,86

Para implantação de uma linha de transmissão, as vazões de interesse são as máximas, pois estão associadas ao extravasamento da calha da rede de drenagem podendo interferir na estabilidade das fundações das torres de transmissão.

Para estimar o tempo de retorno, ou probabilidade de ocorrência, dos valores de vazão máxima, recomenda-se o ajuste a uma distribuição teórica de probabilidade. Ao tratar-se de eventos extremos (vazão máxima) recomenda-se o uso da distribuição de Gumbel para máximos (NAGHETTINI & PINTO, 2007).

A Tabela 7.2-10 apresenta os valores de vazão máxima para diferentes tempos de retorno, ajustados à distribuição Gumbel.

Tabela 7.2-10 – Valores de vazões máximas para diferentes tempos de retorno.

Estação		Tempo de Retorno (anos)			
		50	100	500	1000
PODIMIRIM - 36250000	m³/s	333,7	382,2	494,3	542,5
AUGUSTO SEVERO - 37150000		341,4	395,9	521,9	576,1
UPANEMA - 37185000		423,6	479,2	607,7	662,9
VÁRZEA GRANDE - 37220000		103,7	117,2	148,2	161,6
ANTENOR NAVARRO - 37260000		276,8	319,4	417,8	460,2

Uma vez definidos os tempos de retorno para as estações de monitoramento fluviométrico, é possível estimar os valores das máximas vazões para os pontos de transposição a partir de uma equação de regionalização, utilizando a área de contribuição como parâmetro de transferência.

A Tabela 7.2-11 apresenta os valores de vazão máxima para diferentes tempos de retorno, nos pontos de transposição e as séries históricas de origem.

Tabela 7.2-11 – Valores de vazões máximas estimadas para as seções em que a linha de transmissão transpõe a hidrografia com áreas de contribuição acima de 50 km².

Seção	Estação Fluviométrica de Origem	Tempo de Retorno (anos)			
		50,0	100	500	1000
1	36250000	330,3	378,3	489,2	536,9
2	36250000	4,2	4,8	6,2	6,8
3	36250000	14,2	16,2	21,0	23,0
4	37260000	23,8	27,4	35,9	39,5
5	37260000	36,1	41,7	54,5	60,0
6	37260000	290,7	335,4	438,8	483,3
7	37260000	47,3	54,6	71,4	78,6
8	37150000	25,7	29,8	39,3	43,4
9	37150000	114,0	132,2	174,3	192,4
10	37150000	302,1	350,3	461,8	509,7

#### 7.2.3.2.5 Pluviometria

Os períodos mais propícios a eventos de vazões máximas ocorrem nos meses compreendidos entre outubro e julho, conforme é apresentado no capítulo correspondente à análise de dados meteorológicos (7.2.1).

Foram avaliadas cinco (05) estações pluviométricas, as quais apresentaram comportamentos similares.

A Tabela 7.2-12 apresenta os valores de precipitação média mensal de cada estação, representados graficamente na Figura 7.2-37 a Figura 7.2-41, para o período de 1961 a 1990.

Tabela 7.2-12 - Valores de precipitação média mensal estações pluviométricas selecionadas (Fonte: INMET).

Mês	Barbalha	São Gonçalo	Apodí	Florânia	Mossoró
<b>Precipitação media mensal (mm)</b>					
Jan	171,4	107,3	61,4	63,3	69,3
Fev	226,5	211	110,2	126,3	130,1
Mar	227,1	237	238	225,6	169,2
Abr	208,3	216,3	201,5	207,7	179,6
Mai	42,8	87,4	121,7	111,7	109,5
Jun	20,6	36,2	64,8	35,4	49,4
Jul	14,7	23,1	54,3	39,9	39,9
Ago	5,8	4	6,4	6,5	11,1
Set	9,3	7,5	4,4	3,3	5,9
Out	20,7	14,7	3,5	11,3	3,4
Nov	42,2	13,7	3,1	9,6	3,2
Dez	86,4	37,2	23,7	32,9	17,3
Anual	1075,8	995,5	893	873,5	787,9

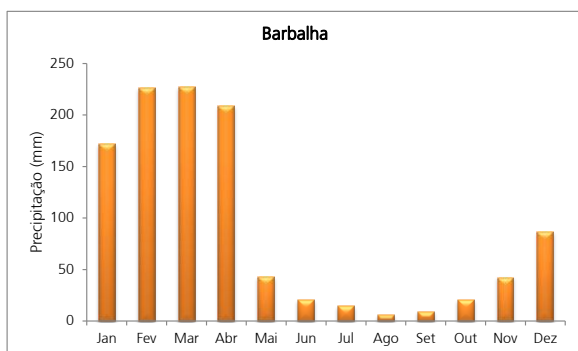


Figura 7.2-37 – Valores de Precipitação média mensal da estação Barbalha.

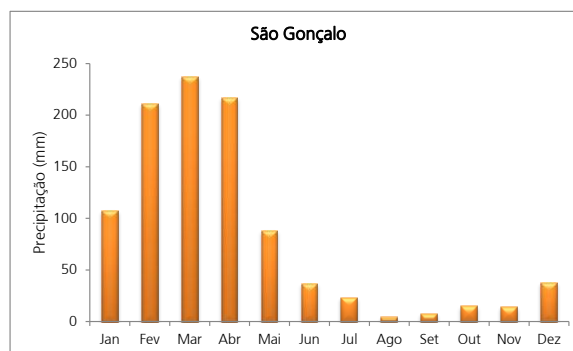


Figura 7.2-38 – Valores de Precipitação média mensal da estação São Gonçalo.



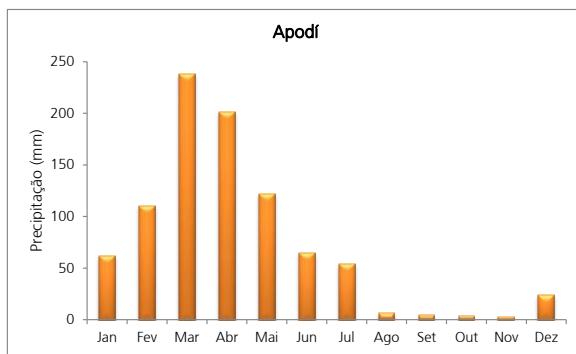


Figura 7.2-39 – Valores de Precipitação média mensal da estação Apodi.

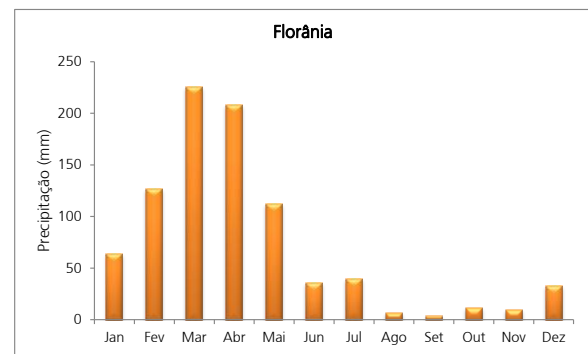


Figura 7.2-40 – Valores de Precipitação média mensal da estação Florânia.

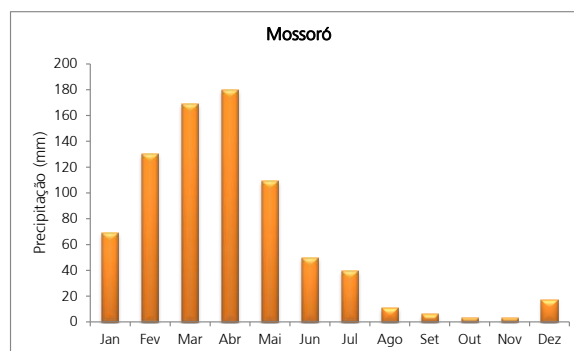


Figura 7.2-41 – Valores de Precipitação média mensal da estação Mossoró.

#### 7.2.3.2.6 Identificação de Regiões Sujeitas a Cheias e Vazantes

A análise das séries fluviométricas permitiu identificar as seções 1, 6, 9 e 10 como sendo as que apresentam maiores volumes de escoamento nos períodos de águas altas. Estes pontos de transposição encontram-se em regiões de relevo plano, podendo ocorrer eventuais extravasamentos em eventos extremos em um ano hidrológico típico.

Por outro lado, verifica-se que nos períodos das chuvas ocorrem áreas de acumulação por problemas de permeabilidade deficiente do solo. As regiões onde esse fenômeno é potencializado são onde ocorrem as classes de solo planossolo e vertissolo (Item 7.2.8– Pedologia).

#### 7.2.3.3 Conclusões

A análise dos processos hidrológicos no sistema fluvial nas áreas de influência da LT 500 kV Milagres II - Açú III, Seccionamentos e Subestações Associadas permitiu identificar a ordem de grandeza das vazões máximas que ocorrem nos pontos em que o empreendimento transpõe o sistema. Os dados de descarga líquida foram ajustados a uma distribuição probabilística de extremos (Gumbel para máximos) permitindo

categorizá-las em diferentes intervalos de tempo de retorno.

Dentro do ano hidrológico, estes eventos ocorrem no período compreendido entre os meses de outubro e julho, destacando os meses de março e abril para a ocorrência dos picos máximos de vazão.

Os dez (10) pontos de transposição analisados, foram aqueles com áreas de contribuição igual ou superior a 50 km<sup>2</sup>. Este critério de corte foi definido após a análise das curvas de permanência de vazão dos postos fluviométricos próximos ao traçado. Os cursos d'água com bacias de contribuição com áreas inferiores a 50 km<sup>2</sup> apresentaram comportamento de escoamento predominantemente efêmero na maior parte do tempo (90%).

Dos pontos de transposição analisados somente quatro (04) apresentaram vazões significativas nos períodos de águas altas (1, 6, 9 e 10), sendo o primeiro e o último nos trechos de seccionamento. A ordem das vazões máximas estimadas para o tempo de retorno de 50 anos nestes pontos variou entre 114 e 330 m<sup>3</sup>/s.

Recomenda-se no momento da definição do traçado definitivo, uma análise criteriosa da geometria dos perfis transversais das seções transpostas e arredores, incluindo trechos da planície aluvial do entorno, visando avaliar a capacidade de escoamento na seção e identificar potenciais pontos de extravasamento.

No capítulo referente à Geomorfologia (7.2.5) é descrita uma análise qualitativa das condições das áreas de influência quanto aos processos de erosão nas margens e processos de assoreamento. Conclui-se da análise das curvas de permanência e dos valores de vazão máxima que a ocorrência de eventos de vazões propícias à degradação das margens é pouco frequente no ano hidrológico, ocorrendo nos pontos em que as bacias de contribuição apresentam áreas significativas.

Não foram observados pontos significativos de assoreamento, provavelmente associados à concentração temporal dos picos de escoamento, o que provoca um efeito de retirada de sedimentos finos (argila, silte e areia), associados aos processos de deposição fluvial.

## 7.2.4 Geologia

### 7.2.4.1 Metodologia

A preparação dos trabalhos de campo ocorreu no período compreendido entre 15/03/2013 e 31/03/2013, sendo desenvolvido o levantamento e a organização da bibliografia disponível, de imagens de satélite e de mapas, relativos à caracterização da geologia no âmbito da AII e AID.

Entre os dias 02/04/2013 e 12/04/2013, com a participação de um Geólogo, acompanhado de dois Pedólogos, foram desenvolvidos os trabalhos de campo abaixo descritos:

- Identificação das principais unidades ocorrentes na área de influência indireta, através de perfis transversais, procurando descrever as unidades litológicas com base em observações pontuais e buscando o entendimento regional das diferentes unidades;
- Identificação das unidades ocorrentes nas áreas de influência direta e indireta, com base em metodologia de campo que consiste em caminhamento utilizando GPS, bússola e mapas procurando elaborar perfis geológicos com marcação de pontos das unidades reconhecidas no perfil, descrição e medição de orientação de texturas e estruturas, bem como, coleta de amostras para análises, além do uso de trado quando necessário;
- No período de 13/04/2013 até 30/04/2013, foram realizados trabalhos de pesquisa bibliográfica, descrição das amostras coletadas, fotointerpretação da área, análise de perfis de sondagem e análise das descrições de campo. O tratamento e a interpretação dos dados resultaram na elaboração deste relatório e do mapa (Apêndice 7.5) e perfis geológicos (Apêndice 7.6).

### 7.2.4.2 Resultados

Neste estudo foram verificados e registrados 91 pontos envolvendo observações de geologia, geomorfologia e pedologia incluindo ainda coletas de amostras de rochas e de 09 perfis de solos, entre os mais representativos da região como um todo. Na ocasião foram feitos mais de 1200 registros fotográficos (Tabela 7.2-14).

Com relação à geologia, especificamente, são apresentadas no Apêndice 7.6 as descrições dos pontos observados e registrados por ocasião dos trabalhos de campo, acompanhados de fotos ilustrativas.

#### 6.2.4.1.1 Contexto Geológico Regional

A linha de transmissão encontra-se inserida na porção centro-norte da Província Borborema, de Almeida *et al.* 1977 e 1981, sendo constituída essencialmente por litotipos pré-cambrianos e bacias sedimentares Juro-Cretáceas com um pequeno percentual representado por coberturas plataformais paleógenas/neógenas e formações superficiais neógenas (Figura 7.2-42).

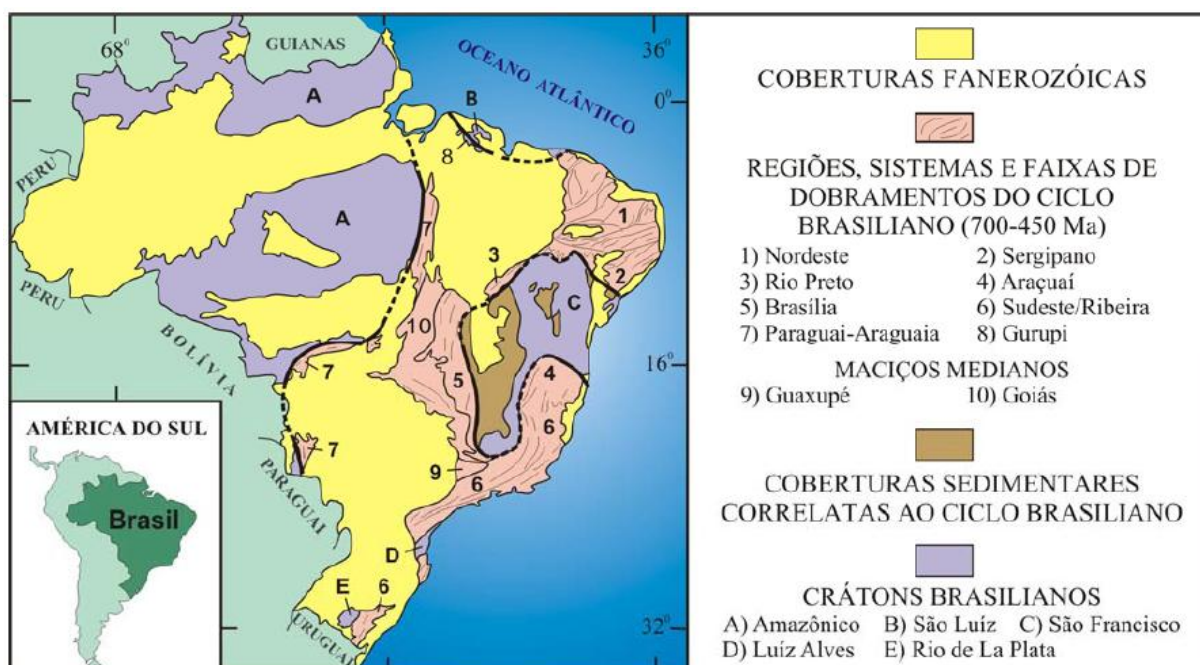


Figura 7.2-42 - Compartimentação do território brasileiro, segundo Schobbenhaus *et al.* (1984). A Província Borborema de Almeida *et al.* (1977 e 1981) é denominada de Sistema de Dobramento Nordeste (1).

#### 7.2.4.2.1 Unidades Litoestratigráficas

As litologias abaixo foram descritas a partir de trabalhos científicos já publicados junto com descrições realizadas em campo por esse projeto e organizadas segundo uma coluna estratigráfica (Figura 7.2-43), cuja espacialização pode ser visualizada no Mapa Geológico, apresentado no Apêndice 7.5.

**COBERTURAS SUPERFICIAIS**

ERA	PERÍODO	IDADE (Ma)	CONTINENTE
CENOZÓICO	Neógeno	1,81	Coberturas colúvio-eluviais
	Paleógeno	23,03 65,5	Grupo Barreiras

**BACIAS SEDIMENTARES**

IDADE (Ma)	EVOLUÇÃO TECTÔNICA	BACIA DO RIO DO PEIXE	BACIA DO ARARIPE
65	Pós-rifte	Fm. Sousa	Fm. Brejo Santo
135			
205	Sínclise	Fm. Missão Velha	Fm. Mauriti
			Fm. Brejo Santo
355			
435			

**UNIDADES PRECAMBRIANAS**

ERA	PERÍODO	IDADE (Ma)	DOMÍNIO JAGUARIBEANO	DOMÍNIO RIO PIRANHAS-SERIDÓ	DOMÍNIO DA ZONA TRANSVERSAL
PALEOZÓICO	Cambriano	488			
		542			
NEOPROTEROZÓICO	Ediacariano		Suíte Intrusiva Itaporanga		Grupo Cachoeirinha Formação Santana dos Garrotes
		~630			
		850			
PALEOPROTEROZÓICO	Toniano	1.000			
		1.600			
		Estateriano			
		1.800			
NEOARQUEANO	Orosiriano	2.050	Suíte Várzea Alegre	Suíte Poço da Cruz	
		2.300		Complexo Complexo Caicó	
		2.500			
NEOARQUEANO	Sideriano	2.300			
		2.500		Complexo Granjeiros	
		2.800			

Figura 7.2-43 - Coluna estratigráfica simplificada da área de estudo

#### a) Unidades Pré-cambrianas

As unidades pré-cambrianas do projeto constituem parte dos domínios Jaguaribeano, Rio Piranhas-Seridó e Zona Transversal. Os limites entre estes domínios são demarcados por zonas de cisalhamento marcantes em imagens de satélite, fotografias aéreas, mapas aerogeofísicos e gravimétricos, levando alguns autores (SANTOS, 1996 e 2000; CAMPELO, 1999; FERREIRA & SANTOS, 2000 e OLIVEIRA *et al.*, 2001) a sugerirem que tais entidades correspondem a terrenos tectono-estratigráficos na concepção de Coney *et al.* (1980), Coney (1989) e Howell (1989 e 1995), dentre outros.

#### b) Complexo Granjeiro

Esta unidade é formada por metabasitos anfibolitizados, tufos máficos, félsicos e metaultrabasitos associados a xistos, quartzitos. Campos (1976) e Prado *et al.* (1980) consideraram-na como parte integrante do embasamento Arqueano, correlacionando-a a porções do Complexo Caicó. Santos e Brito Neves (1984) posicionaram esses litotipos como constituintes da seção inferior do Complexo Lavras da Mangabeira, de provável idade do Paleoproterozóico. Silva *et al.* (1993) consideraram-na como remanescente de crosta oceânica antiga, denominando-a de Complexo Granjeiros.

Seu posicionamento no Paleoproterozóico é baseado na provável correlação com a porção inferior do Grupo São Vicente, na região do Seridó, de idade em torno de 2.15 Ga (HACKSPACHER *et al.*, 1990), obtida pelos métodos U/Pb e Sm/Nd. Brito Neves (1975) obteve uma idade isocrônica de 1.25 a 1.9 Ga para gnaisses dioríticos intrusivos nesse Complexo, nas proximidades da cidade de Várzea Alegre.

As rochas constituintes dessa associação são intrudidas por corpos de biotita granito com idade do Neoproterozóico, localmente assimiladas por ortognaisses de composição tonalítica a granodiorítica e sobrepostas discordantemente, através de contatos tectônicos, por metassedimentos do Grupo Orós.

Na área de trabalho, os litotipos encontram-se bastante alterados e/ou intemperizados. Nos termos mais preservados, foi possível caracterizar: xistos micáceos e/ou com presença de talco, quartzitos e gnaisses félsicos de granulação fina. Apresentam coloração cinza clara a esbranquiçada (Figura 7.2-44: A e B) por vezes com xenólitos de anfibolitos nematoblásticos de granulação fina e coloração preta ou verde escura.

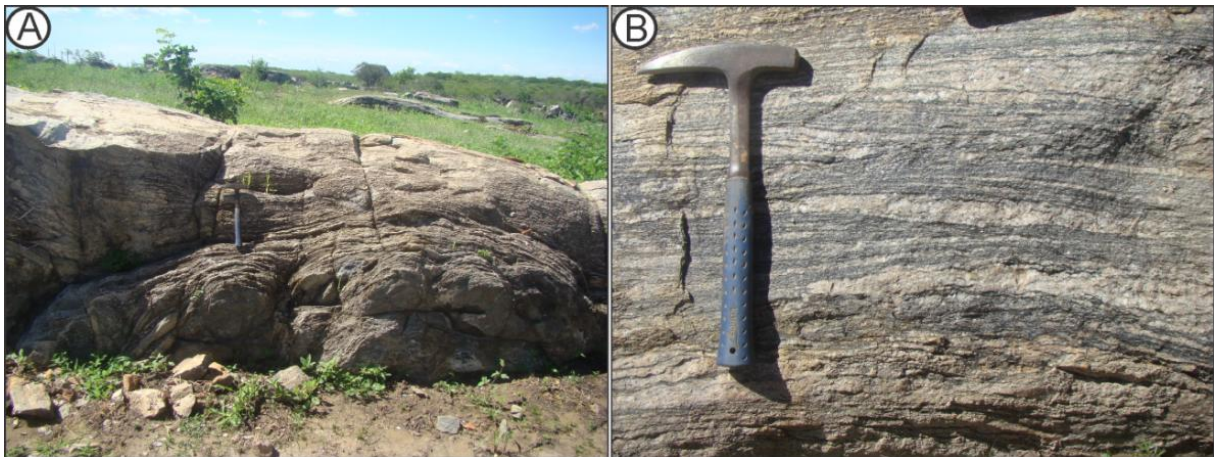


Figura 7.2-44 - A) vista geral do afloramento no ponto ATE 0064; B) Detalhe do gnaiss mostrando bandas irregulares e descontinuas (Fonte: Bourscheid, abril/2013).

### c) Complexo Caicó

Meunier (1964) e Ferreira e Albuquerque (1969) definiram o Complexo Caicó como uma sequência litológica de alto grau metamórfico basicamente constituído por gnaisses e migmatitos. Jardim de Sá (1994) define como embasamento gnaissicomigmatítico incluindo supra crustais mais antigas, em caráter subordinado. Já Ferreira e Santos (2000) classificam como uma associação de ortognaisses dioríticos a graníticos e migmatitos com intercalações de rochas metamáficas e subordinadamente rochas supra crustais constituídas principalmente por biotita e paragnaisses.

Segundo a concepção de Jardim de Sá *et al.* (1984,1994), o complexo caicó é subdividido em uma unidade inferior de origem vulcano sedimentar a norte de Caicó, no extremo sudoeste do estado, na região da Serra do Feiticeiro, e outra unidade metaplutônica mais jovem correspondente aos granitóides. Há ainda outra parte indivisa que corresponde a uma associação litológica de mapeamento que inclui, sem distinção, as outras duas unidades anteriores, contendo ainda gnaisses bandados, rochas anfíbolíticas, lentes de mármore e litótipos mapeáveis de posicionamento estratigráfico duvidoso.

A atividade vulcânica era bem maior do que de hoje e grandes transformações na crosta ocorreram diante das intrusões graníticos a tonalíticos e do fluxo de calor que era três vezes maior do que é hoje, no qual esteve envolvido o Ciclo Jequié (ca 2,7 Ga).

Mais tardiamente, o severo retrabalhamento proterozóico ocorrido no Ciclo Transamazônico (ca. 2.12,0 Ga) obliterou muitas características dessas rochas.

Na área de trabalho, os litótipos correspondem a gnaisses que variam entre ortognaisses

e paragnaisses, migmatitos (Figura 7.2-45: A e B) e dioritos equigranulares.

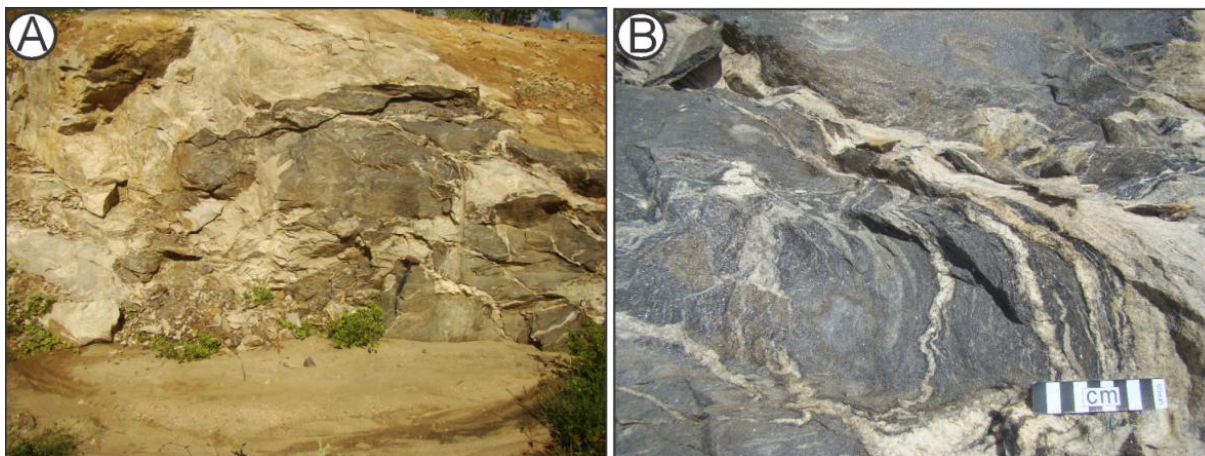


Figura 7.2-45 - A) vista geral do afloramento no ponto ATE 0049; B) Detalhe do Migmatito mostrando os contatos interlobados entre as fases félsicas e máficas (Fonte: Bourscheid, abril/2013).

#### d) Suíte Várzea Alegre

Segundo Jardim de Sá (1984), a suíte compreende grande variedade de ortognaisses cuja característica principal é a presença de feições ígneas parcialmente preservadas. Predominam biotita-hornblenda ortognaisses, granodioríticos, biotita *augen* gnaisses granodioríticos e biotita-hornblenda ortognaisses tonalíticos. Metagabros e metaquartzodioritos ocorrem como xenólitos nos metatonalitos. Em alguns pontos do projeto, dominam leucortognaisses graníticos milonitizados que podem representar uma porção mais evoluída da suíte (Figura 7.2-46: A e B).

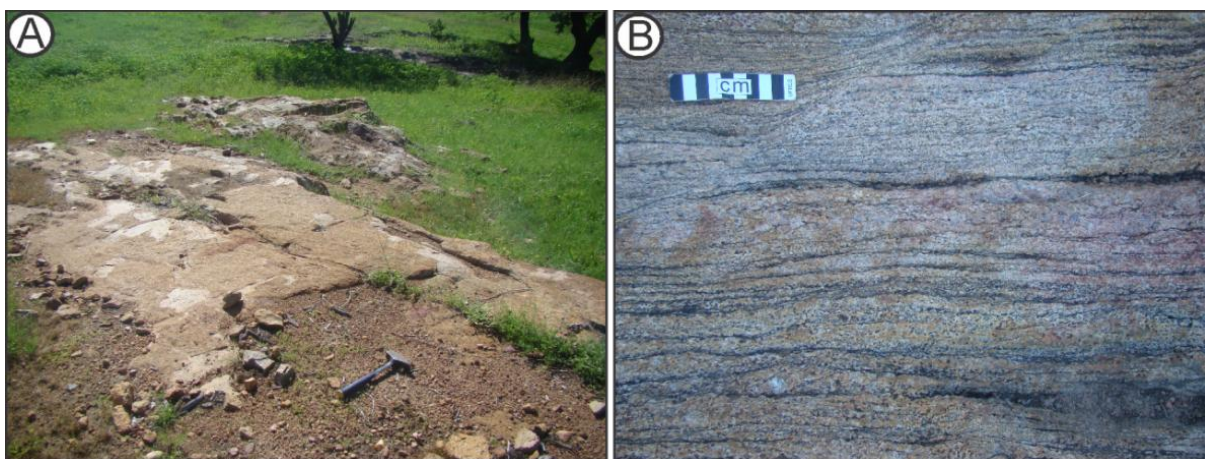


Figura 7.2-46 - A) vista geral do afloramento no ponto ATE 0067; B) Detalhe do granito milonitizado (Fonte: Bourscheid, abril/2013).



e) Suíte Poço da Cruz

Designação de Ferreira (1998) para descrever uma suíte de *augen* ortognaisses, correspondentes aos gnaisses facoidais de Lima *et al.* (1980) e aos granitóides G2 de Jardim de Sá (1978) e Jardim de Sá *et al.* (1981). Os litotipos desta suíte ocorrem no subdomínio do embasamento Rio Piranhas, sempre associados ao Complexo Caicó e, em grande parte, posicionados próximos aos contatos tectônicos embasamento Paleoproterozóico/supracrustais Neoproterozóicas, associados a zonas de cisalhamento compressionais. Constituem corpos tabulares (*sheets*) de espessuras bastante variáveis ou plutons de dimensões batolíticas. São rochas de composição quartzo monzonítica a granítica, leucocráticas, foliadas, de granulação grossa, contendo porfiroclastos róseos de microclinio, imersos em matriz quartzo-feldspática, com biotita e anfibólio em variadas proporções e raramente muscovita. Na região de Serra Negra do Norte, os *augen* de K-feldspato variam de 2 cm a 7 cm de comprimento. Corpos de rocha diorítica deformada ocorrem em associação com a litofácies félsica desta suíte. Segundo Jardim de Sá (1994) e Ferreira (1998), seus contatos com o Complexo Caicó, dos quais possui xenólitos, são aparentemente concordantes ou tectônicos.

Esse último autor cita ainda a presença de xenólitos de supracrustais atribuídas ao Complexo Serra dos Quintos e destaca a assinatura gravimétrica distinta do Complexo Caicó. Ferreira e Santos (2000) ressaltam que os padrões magnéticos desta região indicam a presença de uma vasta massa de rochas não magnéticas, presumivelmente atribuídas a esta suíte. Segundo Gonzalez e Villas (1984), nos *augen* gnaisses de Serra Negra do Norte, região limítrofe com a Paraíba, as litofácies de natureza granítica e quartzo monzonítica têm um caráter levemente peraluminoso. Macedo *et al.* (1991), em relação ao ambiente tectônico destas rochas na região de Assú/RN, ressaltam a semelhança com os padrões de granitos orogênicos, especialmente os sinorogênicos. Para Ferreira (1998), esses granitos situam-se entre os campos dos granitos sin a tarditectônicos. Macedo *et al.* (1991) ressaltam que os *augen* gnaisses desta suíte apresentam características sinorogênicas, afinidade calcialcalina potássica e derivam de fonte mantélica. Os granitos G2 foram interpretados por Jardim de Sá *et al.* (1981) como granitos colisionais transamazônicos, porém Caby e Arthaud (1986) propõem uma origem anorogênica paleoproterozóica, com deformação atribuída ao Ciclo Brasileiro.

Legrand *et al.* (1991a) se reportam a uma idade de cristalização U-Pb em zircão de  $1.934 \pm 12$  Ma para o *augen* gnaisse (G2) de Angicos, porém esses autores

desconsideraram geologicamente a idade definida pelo intersepto superior, concluindo que a análise só permite afirmar que a rocha foi intrudida durante o Paleoproterozóico Inferior e foi posteriormente milonitizada e retrometamorfisada durante a fase tangencial da tectônica brasileira. Jardim de Sá (1994) obteve uma idade de  $1.990 \pm 10$  Ma para o *augen* gnaiss a nordeste de Cerro Corá (Pb-Pb em zircão pela técnica de evaporação). A partir da análise das diversas datações Rb-Sr e U-Pb, esse autor considera o intervalo  $1,95 \pm 0,05$  Ma como a melhor estimativa para a intrusão dos protólitos granitóides, sintectônicos à fase principal do evento transamazônico. Neste trabalho a Suíte Poço da Cruz varia entre granitos porfiríticos foliados e *augens* gnaisses (Figura 7.2-47: A e B). Geralmente nessas unidades ocorrem veios de granitos tardios e xenólitos de dioritos equigranulares finos.

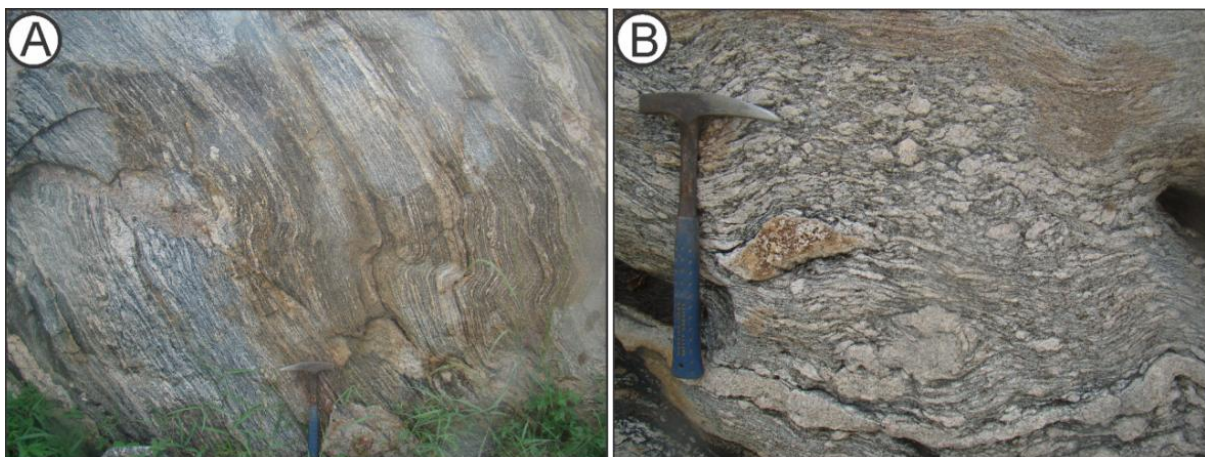


Figura 7.2-47 - A) vista geral do afloramento no ponto ATE 0027; B) Detalhe do gnaiss facoidal mostrando os pórfiros com caudas de recristalização (Fonte: Bourscheid, abril/2013).

#### f) Grupo Cachoeirinha / Formação Santana dos Garrotes

Este grupo foi descrito por Barbosa (1970) e redefinido como Complexo Cachoeirinha por Bittar (1998). O Grupo Cachoeirinha deve ser restrito à faixa de rochas supracrustais situada a norte da Zona de Cisalhamento Serra do Caboclo, que controlou a sedimentação do grupo e que o separa das rochas supracrustais mesoproterozóicas ao sul, que lhes serviram de embasamento. Apenas uma pequena porção deste grupo aflora abaixo dessa zona de cisalhamento. Neste trabalho, foi mantido o *status* original de grupo, porque esta unidade compreende um sistema deposicional único, turbidítico, subdividido nas formações Serra do Olho d'Água e Santana dos Garrotes. Na área do trabalho, foi apenas mapeada a Formação Santana dos Garrotes (Figura 7.2-48: A e B).

A Formação Santana dos Garrotes corresponde a sequencia Santana dos Garrotes de

Bittar (1998). Essa unidade foi descrita por todos os autores anteriores como Grupo Cachoeirinha, sendo redefinida por Ferreira & Santos (2000), em função das investigações de Campos Neto *et al.* (1994), Kozuch *et al.* (1997), Gomes (1999) e Bittar (1998). Esta formação encontra-se representada por biotita xistos de granulação fina, de coloração cinza esverdeado e quartzitos. Por vezes, também são observados níveis ou camadas de metarenitos granobásticos finos de cor cinza claro. Representam uma sequência de metarritmitos e metapsamitos, incluindo metagrauvacas de baixo grau metamórfico, considerados como metaturbiditos distais.

A partir das determinações U-Pb em zircão efetuadas por Kozuch (2003) e Medeiros (2004) em metavulcânicas desta formação foi confirmada a idade Ediacarana e sua relação com o Ciclo Brasileiro.

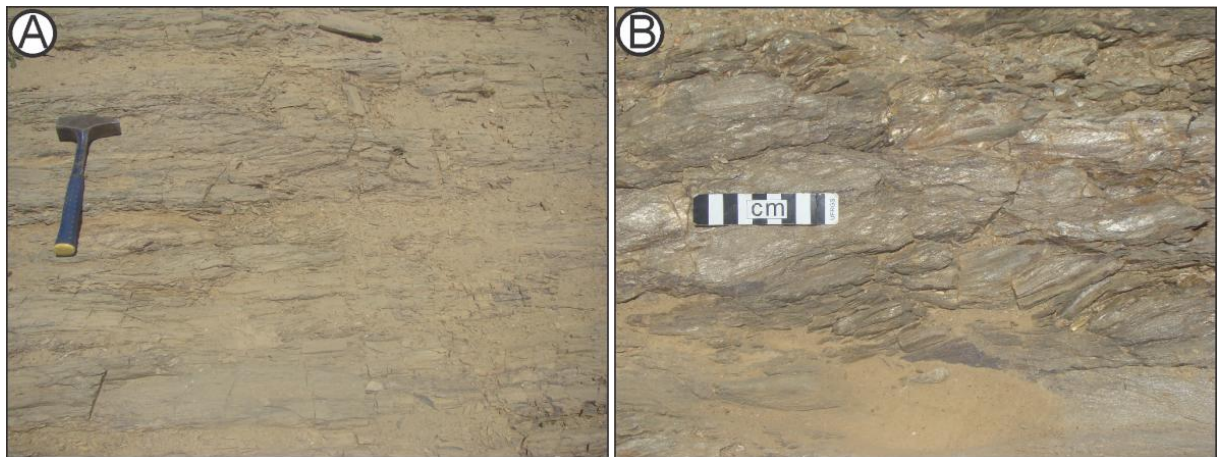


Figura 7.2-48 - A) vista geral do afloramento no ponto ATE 0076; B) Detalhe do muscovita xisto (Fonte: Bourscheid, abril/2013).

#### g) Suíte intrusiva Itaporanga

A denominação original de “Granitos tipo Itaporanga” foi usada por Almeida *et al.* (1967) para englobar um conjunto de rochas graníticas, sinorogênicas brasileiras, associadas às rochas máficas a intermediárias, com abundantes fenocristais de feldspato potássico, ocorrente na Faixa Piancó-Alto Brígida. Sial (1986), Mariano *et al.* (1996) e Ferreira *et al.* (1998) classificaram quimicamente os granitóides do tipo Itaporanga como de afinidade calcialcalina de alto potássio, reconhecendo-os nos diversos domínios da Província Borborema, embora ressaltem algumas diferenças em termos de características mineralógicas e geoquímicas entre os plútons dos diferentes segmentos crustais. Diversos autores passaram a adotar então a denominação de Suíte calcialcalina de alto potássio. Nascimento *et al.* (2000) usaram para esta suíte a designação de Suíte

Porfírica Calcicalina Potássica. A denominação atual de Suíte Intrusiva Itaporanga foi utilizada por Angelim *et al.* (2004 a; b) e Kosin *et al.* (2004).

Esta suíte constitui o principal evento magmático brasileiro na Província Borborema e também no território norte-rio-grandense, em frequência de corpos plutônicos e volume de magma representado por extensos batólitos. Tem como principal característica uma textura porfírica grossa a muito grossa, constituída por megacristais de feldspato potássico que podem atingir até cerca de 10 cm de comprimento. Petrograficamente, ela é representada por anfibólio-biotita ou biotita monzogranitos, variando a quartzo monzonitos, sienogranitos ou granodioritos. São frequentes as associações dos granitos porfíricos com rochas dioríticas da Suíte São João do Sabugi, sugerindo coexistência (*mingling*) e mistura (*mixing*) de magmas. A mistura em grande escala promove a formação de rochas híbridas, enquanto o processo com dominância de mistura mecânica (*mingling*) o “líquido diorítico” constitui os enclaves microgranulares.

Datações U-Pb em zircão e titanita em alguns corpos desta suíte, variam entre 573 Ma e 580 Ma, a exceção de uma idade de 555 Ma (Quadro 7.2-4).

Quadro 7.2-4 - Datações U-Pb em granitóides da Suíte Itaporanga no estado do Rio Grande do Norte.

Pluton	Idade U-Pb, em zircão (Ma)	Referência Bibliográfica
Acari	555 ± 5	Legrand <i>et al.</i> , 1991b
São Rafael	575*	Ketcham <i>et al.</i> , 1997
Tourão	580 ± 4	Trindade <i>et al.</i> , 1999
Caraúbas	576 ± 24	Trindade <i>et al.</i> , 1999
Serrinha	576 ± 3	Galindo <i>et al.</i> , 2005
Monte das Gameleiras	573 ± 7	Galindo <i>et al.</i> , 2005

\* U-Pb em Titanita

Na região de Catolé do Rocha (PB), no batólito homônimo, Medeiros (2006) obteve uma idade de 571 ± 3 Ma (U-Pb em zircão) para esta suíte em sienogranito porfírico da fácies Brejo dos Santos. Na área de trabalho, as áreas reconhecidas desta suíte foram os batólitos, Tourão, Caraúbas e Catolé da Rocha onde os corpos/litotipos atribuídos como pertencentes a esta suíte são granitos, granodioritos e quartzo monzonitos porfíricos com fenocristais de feldspato atingindo 2 a 7 cm de comprimento emersos numa matriz grossa. Geralmente ocorrem xenólitos dioríticos com fenocristais de K-feldspatos capturados mecanicamente e comumente os granitos porfíricos são cordados por granitos equigranulares mais jovens (Figura 7.2-49).



Figura 7.2-49 - Detalhe do granito porfirítico pertencente ao batólito Catolé da Rocha sendo cortado por um granito equigranular mais jovem no ponto ATE 0032 (Fonte: Bourscheid, abril/2013).

## h) Bacias Sedimentares

### i. *Bacia do Araripe*

A sequência sedimentar da Bacia do Araripe está representada no trabalho unicamente pelas Formações Brejo Santo, Mauriti e Missão Velha.

#### **Formação Brejo Santo**

A formação é composta por folhelhos e argilitos vermelhos, sílticos, calcíferos, localmente listrados ou manchados de verde claro, entre os quais ocorrem entremeadas camadas decimétricas a métricas de arenitos finos a médios, e delgadas lâminas de calcário argiloso, rico em ostracodes. O registro de formas exclusivamente não marinhas indica sedimentação continental, em depressões amplas e rasas, onde se desenvolveram sistemas aluviais/lacustres caracterizados por condições oxidantes, ambientes propícios à formação de camadas vermelhas (*red beds*).

#### **Formação Mauriti**

É constituída por conglomerado grosseiro e/ou arenito grosso arcoseano amarelado, no qual se intercalam bancos conglomeráticos irregulares. Corresponde a sequência Gama do estágio de sinéclise da plataforma sul americana, presumivelmente do Siluro-Devoniano, que constitui a base da coluna sedimentar da Bacia do Araripe e compreende os sedimentos terrígenos depositados, em condições de plataforma estável, discordantemente sobre o embasamento pré-cambriano. É representada por um sistema deposicional fluvial entrelaçado e eólico (PONTE, 1992). No presente trabalho, observou-

se uma nítida predominância dos arenitos médios a conglomeráticos de origem fluvial sobre os arenitos finos eólicos gerando ciclos granodécrescentes (Figura 7.2-50).



Figura 7.2-50 - Visão geral do afloramento do ponto ATE 0081 mostrando alternância entre conglomerados e arenitos de granulometria fina caracterizando ciclos granodécrescentes (Fonte: Bourscheid, abril/2013).

### **Formação Missão Velha**

A Formação Missão Velha representa a sedimentação continental inicial do preenchimento da Bacia do Araripe após os fenômenos geológicos que ocasionaram a ruptura e fragmentação do Gondwana. A unidade engloba arenitos e conglomerados de grande continuidade lateral, amalgamados ou interdigitados com folhelhos (Figura 7.2-51), e portadores de abundantes fósseis de troncos silicificados, muitos em posição paralela à estratificação dos arenitos, na porção superior da unidade. A análise sobre o potencial fóssilífero das áreas de estudo é apresentada no item 7.2.7 (Paleontologia).



Figura 7.2-51 - Vista geral do ponto ATE 0091 mostrando os arenitos de cor vermelha com diferentes granulometrias (Fonte: Bourscheid, abril/2013).

ii. *Bacia do Rio do Peixe*

Encontra-se instalada na porção noroeste do estado da Paraíba e a pilha sedimentar que preenche a bacia é constituída pelas formações Antenor Navarro, Sousa e Rio Piranhas, pertencentes ao Grupo Rio do Peixe. Foram mapeadas no presente trabalho apenas as duas primeiras formações (Antenor Navarro e Sousa).

### **Formação Antenor Navarro**

A Formação Antenor Navarro é constituída na base por conglomerados (Figura 7.2-52: A e B) e arenitos imaturos, os quais passam gradualmente em direção ao topo a arenitos finos e micáceos intercalados com argilitos. Estes sedimentos foram depositados diretamente sobre o embasamento cristalino em um ambiente de leque aluvial passando a fluvial, sendo contemporâneos aos primeiros pulsos tectônicos. Sua base conglomerática associa-se a um regime de corrente (torrente e aluvião), que prevaleceu no início dos movimentos tectônicos, passando gradualmente para sedimentos mais finos em direção ao topo da formação em um ambiente lacustre.

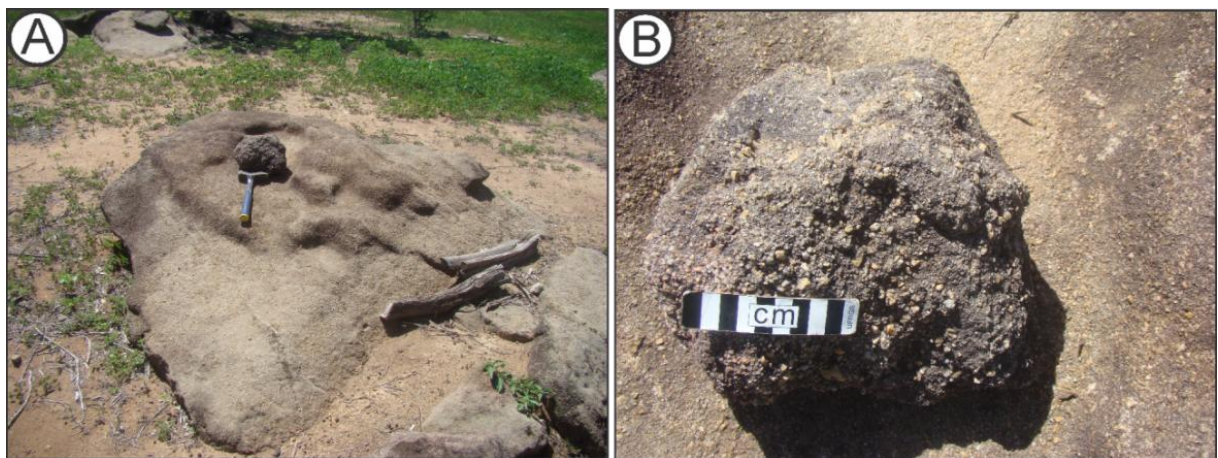


Figura 7.2-52 - A) visão geral do afloramento no ponto ATE 0060; B) Detalhe do arenito conglomerático com clastos ângulos de quartzo (Fonte: Bourscheid, abril/2013).

### **Formação Sousa**

A Formação Sousa é constituída de argilitos intercalados com arenitos finos e níveis carbonáticos, incluindo vários níveis fossilíferos e pegadas de dinossauros que permitem a datação da bacia. Esta formação foi depositada em um ambiente fluvial meandrante (planície de inundação) e lacustre pouco profundo, durante um período de relativa calma tectônica. Seus contatos com as formações Antenor Navarro (inferior) e Rio Piranhas (superior) são progressivos. Esta formação apresenta uma área de ocorrência

pequena na sub-bacia Brejo das Freiras, amplo na sub-bacia de Sousa e inexistente na sub-bacia de Pombal e no alto de Santa Helena.

Na área de trabalho, a Formação Souza é representada por sedimentos finos (Figura 7.2-53: A) e estrutura do tipo marca de ondas (Figura 7.2-53: B) e gretas de contração (Figura 7.2-53: C) indicativas de um ambiente de sedimentação pouco profundo e de exposição subaérea.

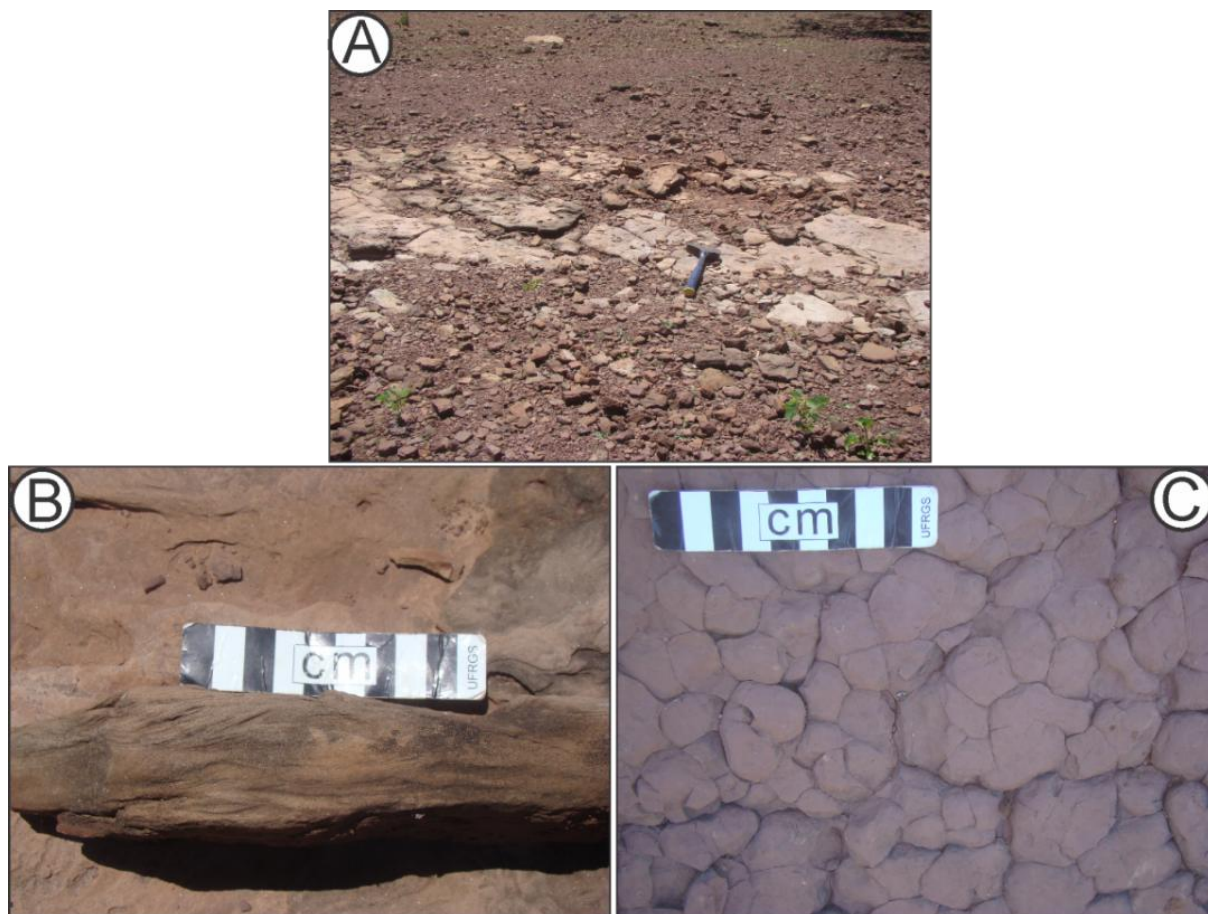


Figura 7.2-53 - A) vista geral do afloramento no ponto ATE – 0062; B) Detalhe da estrutura do tipo marca de ondas; C) Gretas de ressecamento (contração) (Fonte: Bourscheid, abril/2013).

## i) Coberturas Continentais

### i. Grupo Barreiras

Segundo Alheiros *et al.* (1988), esta unidade é caracterizada pela presença de fácies típicas de um sistema fluvial entrelaçado e transicionais para leques aluviais. A primeira delas é composta por depósitos de granulometria variada, apresentando cascalhos e areias grossas a finas, de coloração creme a avermelhada, com intercalações de microclastos de argila/silte (Figura 7.2-54: A). São observadas estratificações cruzadas



acanaladas de grande e pequeno porte e de médio e baixo ângulo, com sets granodécrescentes iniciados por cascalhos quartzo-feldspáticos e seixos de argila (Figura 7.2-54: B). Nesses depósitos são comuns intercalações de barras fluviais longitudinais com até um metro de espessura, apresentando estratificações tabulares/planares de forte ângulo, indicando alta descarga de um sistema fluvial em canais confinados que migram formando as barras. Além dessas características foi observada, neste estudo, a presença de crostas lateríticas (Figura 7.2-54: C).

A ausência de fósseis no Grupo Barreiras impede uma datação precisa, razão pela qual os autores divergem entre si. Em geral, atribui-se um intervalo de sedimentação entre o Paleógeno (Oligoceno) e o Neógeno, chegando até o Pleistoceno (MABESOONE *et al.*, 1972; SALIM *et al.*, 1975; SUGUIO *et al.*, 1986).

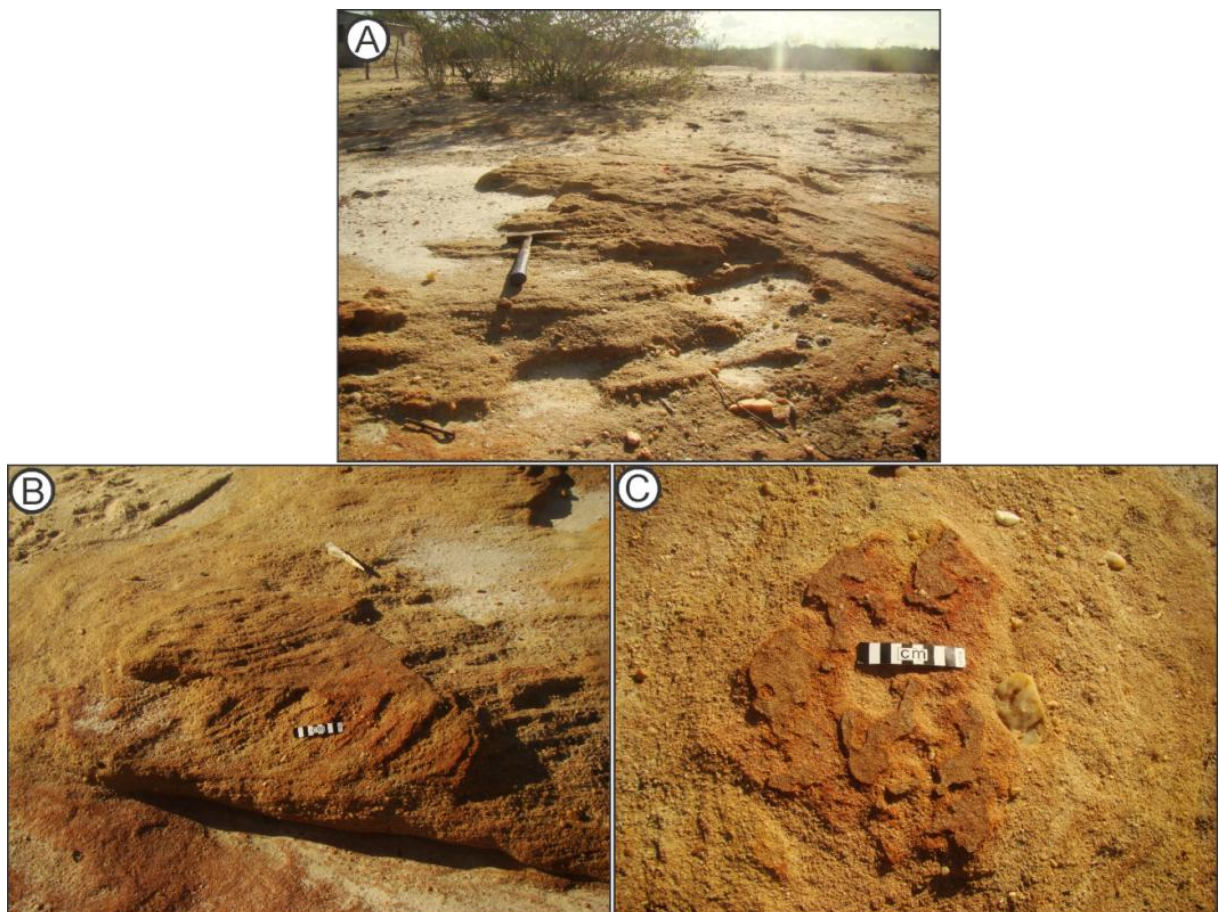


Figura 7.2-54 - A) vista geral do afloramento no ponto ATE – 0005 B) Detalhe das cruzadas tangencial a acanaladas C) detalhe das crostas lateríticas (Fonte: Bourscheid, abril/2013).

## ii. Coberturas Alúvio-Coluvionar

No presente trabalho, são representados por barras cascalhosas (Figura 7.2-55) e sedimentos clásticos grossos, constituídos por areias inconsolidadas esbranquiçadas ou

creme, mal selecionadas, de granulometria fina a grosseira, com grãos de quartzo subangulosos, feldspato não decompostos, palhetas de micas e concentrações de minerais pesados. Sotopostos às areias, ocorrem níveis mais heterogêneos e consolidados de coloração amarelo-avermelhada, contendo intercalações de argila e horizontes conglomeráticos na base do contato com o embasamento.



Figura 7.2-55 - Vista geral do afloramento no ponto ATE – 0002 (Fonte: Bourscheid, abril/2013).

#### 7.2.4.2.2 Geologia Estrutural e Tectônica

As principais feições estruturais observadas na região do projeto são zonas de cisalhamento transcorrentes dextrais consensualmente atribuídas na literatura como associadas à deformação transcorrente brasileira (D3). Efeitos de um evento pré-transcorrente (D2) são mais difíceis de serem caracterizados, em função do retrabalhamento (D3), entretanto em alguns locais a existência é evidenciada. Um evento mais antigo (D1) e de caracterização ainda mais precária é referido na literatura como presente unicamente em litotipos do embasamento paleoproterozóico ou mais antigo. Além destes, também são observadas estruturas frágeis, responsáveis pela implantação das bacias mesozóicas da região. A localização das feições estruturais na área de estudo é apresentada no Mapa Geológico (Apêndice 7.5).

##### a) Evento D1 (deformação paleoproterozóica)

Corresponde ao evento deformacional referido em vários locais dos domínios Jaguaretama e Rio Piranhas-Seridó como afetando o complexo riaciano (Caicó) ou mais antigos (Granjeiros). Em função da superposição dos dois eventos mais jovens (D2 e D3) o registro do evento D1 é bastante escasso e de difícil caracterização.

Um bandamento metamórfico e dobras intrafoliais transpostas observados em gnaisses

bandados e migmatitos do Complexo Caicó, no oeste do estado do Rio Grande do Norte, foram considerados feições deste evento, em consonância com as observações de Jardim de Sá *et al.* (1981).

b) Evento D2 (pré-transcorrências brasileiras)

O evento D2 também é de difícil caracterização, tendo em vista a maior escassez de marcadores deste evento, principalmente em função do retrabalhamento/superposição dos mesmos pelo evento D3. Entretanto, em alguns locais da área de trabalho, estas estruturas são evidentes (regiões de baixo *strain* de D3), tais como uma foliação de baixo ângulo associada a uma lineação de alto *rake*, em *augen* gnaisses da Suíte Poço da Cruz.

c) Evento D3 (transcorrências brasileiras)

Este evento é caracterizado pelas grandes zonas de cisalhamento transcorrentes brasileiras existentes na região e em vários outros segmentos da Província Borborema. No contexto da área de trabalho essas zonas de cisalhamento transcorrentes com cinemática transcorrente dextral, onde o plano da foliação S3 é verticalizado, com direção aproximadamente leste-oeste forma uma faixa milonítica bastante extensa.

d) Eventos Paleozóico-Mesozóicos (cisalhamentos rúpteis)

A partir do final do Paleozóico e culminando no Cretáceo Superior (Mesozóico) ocorreu o evento de abertura do Oceano Atlântico e consequente separação dos continentes Sul-americano e Africano. Em decorrência do evento, vários cisalhamentos frágeis (principalmente extensionais) foram desenvolvidos na região, provocando subsidência em locais que favoreceram a implantação de bacias sedimentares nestas áreas.

Alguns destes cisalhamentos aproveitaram descontinuidades existentes desde o pré-cambriano, como no caso de segmentos das zonas de cisalhamento geradas no evento D3. Neste contexto geodinâmico, um sistema de meios *grabens* e transtracional gerado a partir de extensão noroeste-sudoeste foi implantado na região do nordeste brasileiro, a exemplo do *graben* Cariri, onde as bacias sedimentares da área do projeto são representantes desta estrutura.

### 7.2.4.3 Conclusões

Em razão da grande variação dos materiais geológicos em idade, origem, composição e estágio de intemperismo, como se pode observar pelo exposto até aqui, é possível esperar e compreender comportamentos, também diferentes destes materiais frente aos impactos causados pelas alterações provocadas por mudanças naturais ou pelo comportamento e ação do homem. Quando da descrição dos impactos bem como das medidas preventivas e mitigadoras as questões relativas a este tema serão abordadas.

### 7.2.5 Geomorfologia

Este item trata do estudo geomorfológico nas áreas de Influência Indireta (AII) e Direta (AID) da LT 500 kV Milagres II - Açú III, seccionamentos e subestações associadas.

Os estudos foram conduzidos de modo a permitir a identificação das unidades geomorfológicas e padrões de relevo presentes na área em estudo, bem como de suas propriedades mecânicas e o grau de suas interações com os componentes climáticos do sistema, a fim de possibilitar a determinação do grau de suscetibilidade ao movimento de massa a processos erosivos e a tendência de assoreamento de corpos d'água. As unidades, e seus padrões, foram mapeados em escala de 1:100.000 (desenho) e 1:250.000 (Publicação) (Apêndice 7.7), considerando-se este nível de detalhamento adequado para o propósito da atividade a ser implantada e em acordo com TR emitido pelo Órgão Ambiental.

#### 7.2.5.1 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.

##### 7.2.5.1.1 Trabalhos Preliminares de Escritório

No período compreendido entre os dias 15/03/2013 e 31/03/2013, foram desenvolvidos trabalhos de pesquisa e organização de material disponível relativo à caracterização geomorfológica da área de interesse, notadamente relatórios, mapas e dados orbitais. Todo material levantado foi utilizado como base para elaboração do mapa preliminar e determinação de pontos de observação, visando à redução do trabalho de

caminhamento de reconhecimento, tornando mais ágil o processo de confecção do mapa temático.

Para confecção do mapa e determinação dos pontos de observação preliminares, foram utilizadas as cartas topográficas, mapas geológicos e pedológicos, referentes às folhas SB-24-V-A, SB-24-V-B, SB-24-V-C, SB-24-V-D, SB-24-X-A, SB-24-X-B, SB-24-X-C, SB-24-X-D, SB-24-Y-A, SB-24-Y-B, SB-24-Y-C, SB-24-Y-D, SB-24-Z-A, SB-24-Z-B, SB-24-Z-C e SB-24-Z-D<sup>2</sup>, imagens TM Landsat bandas 3, 4 e 7 dos pontos 64 e 65 das órbitas 215 e 216<sup>3</sup>.

As cartas geológicas e pedológicas foram vetorizadas para posterior cruzamento de informações com camadas referentes aos dados de forma e comportamento espectral da superfície. Os dados SRTM foram utilizados para extração das curvas de nível e geração dos mapas de declividade (Apêndice 7.8) e elevação (Apêndice 7.9). Para as imagens TM Landsat, procedeu-se a classificação supervisionada do mosaico composto pelas quatro imagens, utilizando-se a composição RGB 7-4-3, sendo considerados padrões específicos de refletância e textura, relacionados ao tipo de material geológico e forma da superfície. Os procedimentos de classificação de imagens, extração de informações de forma da superfície e cruzamento de informações por álgebra de mapas, executadas em linguagem LEGAL, foram realizados com o auxílio do software Spring versão 5.1.8<sup>4</sup>. Também foram consideradas as características climáticas da região em estudo, através da observação das normais climatológicas<sup>5</sup>.

A estratégia de deslocamento na área e as possíveis rotas de acesso aos pontos de observação foram definidas com auxílio de imagens de alta resolução espacial disponíveis no software Google Earth versão 7.0.3.8542 (Google Inc., 2013). Além de possibilitar o acesso, o planejamento das rotas também foi elaborado de forma a permitir a identificação das zonas de transição entre as classes temáticas identificadas no exame preliminar. Esta fase continuou em parte junto a fase de trabalho de campo.

<sup>2</sup> Disponíveis em <[http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default\\_prod.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm)>

<sup>3</sup> Disponível em <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR>> e cenas SRTM compatíveis com as folhas supracitadas, disponíveis em <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download>>

<sup>4</sup> Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/spring>>

<sup>5</sup> Disponíveis em <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>

#### 7.2.5.1.2 Trabalho de Campo

Os trabalhos de campo foram realizados através de visita à área de interesse, no período compreendido entre 02 a 12 de abril de 2013, cumprindo as seguintes atividades:

- Observação e localização de 91 pontos para inferências relacionadas às características morfoestruturais e morfoesculturais presentes na área, coincidentes com pontos de observação de geologia e pedologia;
- Seleção de pontos para descrição da paisagem, caracterizando-se a rede de drenagem, os tipos de modelados, as feições de detalhe associadas aos modelados e os processos atuantes das unidades geomorfológicas.

#### 7.2.5.1.3 Trabalho de Consolidação em Escritório

A segunda fase dos trabalhos de escritório (Fase de Consolidação), tendo como base às observações de campo e os dados obtidos nas análises acima referidas, consistiu em:

- Registro, tabulação, classificação e ordenação dos dados obtidos nos trabalhos de campo;
- Definição dos critérios para classificação geomorfológica;
- Reinterpretação do material elaborado na fase preliminar e confecção do mapa geomorfológico definitivo;
- Elaboração do relatório técnico.

Todos os procedimentos e critérios de elaboração do mapa geomorfológico preliminar e definitivo, de coleta de informações de campo e classificação das unidades geomorfológicas, utilizados neste estudo, estão de acordo com aqueles descritos no Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009).

### 7.2.5.2 Resultados

#### 7.2.5.2.1 Unidades Geomorfológicas Regionais e Padrões de Relevo

As unidades regionais, e seus respectivos padrões de formas de relevo, observadas na área em estudo, não diferem daquelas descritas no levantamento geomorfológico Radam Brasil, configurando-se os resultados deste trabalho como, basicamente, uma confirmação do mapeamento compreendido pela folha SB.24/25 (BRASIL, 1981). Foram observadas quatro das sete unidades geomorfológicas descritas para a região: Tabuleiros

Costeiros (TC); Depressão Sertaneja (DS); Planaltos Residuais Sertanejos (PRS); Planalto Sertanejo (PS). As outras três unidades geomorfológicas que não ocorrem em áreas atravessadas pelo empreendimento são: Planalto da Borborema; Chapada do Araripe; Planalto da Ibiapaba. As características relevantes para os objetivos do estudo, de cada uma das unidades, bem como seus respectivos padrões de relevo, estão abaixo descritas.

a) Tabuleiros Costeiros (TC)

Ocorre na porção mais ao norte da área estudada, dentro dos limites compreendidos pelo município de Assú/RN. Desenvolve-se sobre sedimentos terciários do Grupo Barreiras, compostos basicamente por areias e argilas pouco consolidadas com níveis conglomeráticos e princípio de laterização, capeando os sedimentos cretáceos da formação Açú, e sobre a própria formação Açú, em sua porção onde predominam arenitos esbranquiçados de granulação média grosseira a conglomerática.

Apresenta padrões de forma de relevo com nítida influência litológica. Sobre o Grupo Barreiras, observa-se predomínio de processos erosivos de pediplanação originando superfícies aplainadas parcialmente conservadas (Pgu) (Figura 7.2-56). Sobre a formação Açú, predominam processos de dissecação que originam superfícies do tipo tabular, apresentando vales rasos e média densidade de drenagem com interflúvios que variam de 750-1.750 m (Dt31) (Figura 7.2-57). Associado aos efeitos endógenos, os padrões observados também resultam de condições climáticas semiáridas, predominantes a partir da última glaciação.

A unidade, dentro da área estudada, é delimitada a nordeste pela planície fluvial do rio Piranhas, com padrão de relevo plano (Apf) (Figura 7.2-58), e, ao sul, pela Depressão Sertaneja, cujos padrões de relevo serão descritos no próximo item. A transição para a Depressão sertaneja não apresenta desnível acentuado.



Figura 7.2-56 - Tabuleiros Costeiros Pgu (Fonte: Bourscheid, abril/2013).



Figura 7.2-57 - Tabuleiros Costeiros Dt31 (Fonte: Bourscheid, abril/2013).



Figura 7.2-58 - Tabuleiros Costeiros Apf. (Fonte: Bourscheid, abril/2013).

#### b) Depressão Sertaneja (DS)

Ocupa uma extensa porção da área delimitada para este trabalho que vai desde o noroeste do município de Paraú e sudeste do município de Upanema até metade do município de Cajazeiras, sendo descontinuada por fragmentos do Planalto Residual Sertanejo na porção próxima aos municípios de Almino Alfonso, Catolé do Rocha, Antônio Martins e João Dias e na porção próxima aos municípios de Sousa e São João do Rio do Peixe. Desenvolve-se sobre pronunciada diversificação litológica, ocorrendo rochas cristalinas e sedimentares de diferentes origens e idades. Observa-se predomínio de processos erosivos com conseqüente tendência a formação de superfícies pediplanas. Apresenta pequena espessura do manto de alteração da rocha com afloramentos dispersos em toda a área.

Os padrões de relevo com dissecação em interflúvios tabulares cobrem a maior parte da



área. De forma geral, são observados vales rasos, havendo, porém, variações na intensidade da drenagem. Na porção limitada pelos Tabuleiros Costeiros e Planaltos Residuais Sertanejos, com baixa densidade de drenagem, observam-se interflúvios na faixa de 1.750 a 3.750 m (Dt41) (Figura 7.2-59). Já em sua porção limitada pelos Planaltos Residuais Sertanejos e Planalto Sertanejo, observa-se uma densidade de drenagem grosseira, com interflúvios na faixa de 250 a 750 m (Dt21) (Figura 7.2-60). Frequentemente, são observados efeitos seletivos da erosão, configurados pela presença de *Inselbergs*, distribuídos isoladamente ou formando agrupamentos com topos de superfícies aguçadas (Da23) ou tabulares (Dt22 e Dt32). Também são observadas planícies fluviais (Apf) (Figura 7.2-61) nos cursos dos rios do Carmo e Paraú.

Ressalta-se ainda, a presença de área abaciada próximo ao município de Souza, sobre as formações Antenor Navarro e Souza, contrastando com regiões circunvizinhas, modelada em forma de pedimentos (Pru) (Figura 7.2-62), com atuação ainda incipiente de processos de dissecação originando interflúvios do tipo tabular. Associada a este padrão, também podem ser observadas planícies fluviais (Apf) nos cursos do Rio do Peixe.

Embora as planícies fluviais mencionadas apresentem dimensões menores que a área mínima mapeável definidas pela escala de trabalho, optou-se por representá-las no mapa por considerar estas informações relevantes, dados os objetivos do empreendimento.



Figura 7.2-59 - Depressão Sertaneja Dt41 (Fonte: Bourscheid, abril/2013).



Figura 7.2-60 - Depressão Sertaneja Dt21 (Fonte: Bourscheid, abril/2013).



Figura 7.2-61 - Depressão Sertaneja Apf (Fonte: Bourscheid, abril/2013).



Figura 7.2-62 - Depressão Sertaneja Pru (Fonte: Bourscheid, abril/2013).

### c) Planaltos Residuais Sertanejos (PRS)

Conjunto de relevos montanhosos, compartimentados em blocos isolados, separados entre si pela Depressão Sertaneja. Representam pequenas porções da área avaliada, uma localizada próxima aos municípios de Almino Alfonso, Catolé do Rocha, Antônio Martins e João Dias, e outra localizada próxima aos municípios de Souza e São João do Rio do Peixe.

São caracterizados por elevações residuais constituindo *Inselbergs* ou maciços isolados, desenvolvidas sobre rochas do embasamento cristalino Pré-Cambriano, submetidas de forma generalizada aos processos de dissecação, iniciados após a fase de sedimentação e soerguimento do continente no Terciário, cuja complexidade possibilitou o trabalho expressivo de erosão diferencial. Em sua porção dominada por rochas ácidas apresenta topo com superfície tabular de densidade de drenagem grosseira com interflúvios na faixa de 250 a 750 m (Dt21). Já em zonas gnáissicas, observam-se padrões de relevo aguçados, com vales rasos e densidade de drenagem muito grosseira (Da11) ou com aprofundamento médio dos drenos com densidade de drenagem grosseira (Da23); e convexos, com vales rasos e densidade de drenagem grosseira (Dc21), resultantes da maior intensidade do processo de dissecação. As variações dos interflúvios são nas faixas de até 250 m, para Da11, e de 250 a 750 m, para Da23 e Dc21.



Figura 7.2-63 - Planalto Residual Da23 (Fonte: Bourscheid, abril/2013).



Figura 7.2-64 - Planalto Residual Dc21 (Fonte: Bourscheid, abril/2013).

#### d) Planalto Sertanejo (PS)

Ocorrendo na porção mais ao sul da área estudada, a partir do sudoeste do município de Cajazeiras, comporta-se como um patamar aos níveis de cimeira, desenvolvendo-se sobre rochas do complexo cristalino, com predomínio de gnaisses, migmatitos e granitos/granodioritos, caracterizando-se como uma área de grandes dobramentos e falhamentos evidenciados por extensos alinhamentos de cristas paralelas intercaladas por áreas deprimidas colinosas. Apresenta intensa dissecação, predominando padrões de relevo com formas aguçadas, com densidade de drenagem grosseira e média intensidade de aprofundamento das drenagens (Da23) ou de densidade de drenagem muito grosseira com vales rasos (Da11), e formas convexas com vales rasos e densidade de drenagem muito grosseira (Dc11) (Figura 7.2-65). Na área compreendida pelos municípios de Barros e Milagres, porção mais ao sul da área estudada, além dos padrões de relevo supracitados, observam-se superfícies tabulares, desenvolvidas sobre influência de rochas sedimentares. Estes padrões assemelham-se por apresentarem vales rasos, diferenciando-se, porém, em relação à densidade de drenagem, a qual varia de média (Dt31) (Figura 7.2-66), com interflúvio na faixa de 750-1.750 m, para o padrão observado em Barros; a fina, com interflúvio na faixa de 1.750-3.750 m, para o padrão observado em Milagres.

Também nesta unidade são observadas planícies fluviais (Apf) (Figura 7.2-67), cujos critérios de representação são os mesmos descritos para aquelas observadas na Depressão Sertaneja.



Figura 7.2-65 - Planalto Sertanejo Dc11 (Fonte: Bourscheid, abril/2013).



Figura 7.2-66 - Planalto Sertanejo Dt31 (Fonte: Bourscheid, abril/2013).



Figura 7.2-67 - Planalto Sertanejo Apf (Fonte: Bourscheid, abril/2013).

#### 7.2.5.2.2 Erosão, Movimentos de Massa e Assoreamento de Corpos d'Água

Para as áreas contidas nas Unidades Geomorfológicas atravessadas pela LT não foram encontrados trabalhos específicos sobre as classes de vulnerabilidade à erosão. Entretanto, com os dados de bibliografia e as observações retiradas do trabalho de campo, foi possível a elaboração de uma tabela contendo classes de vulnerabilidade à erosão para a região tema, a exemplo do que foi elaborado por Medina e Dantas no estado da Bahia<sup>6</sup>.

Não obstante, é preciso reconhecer que tais dados não podem ser simplesmente transportados de uma região para outra, em razão de que dificilmente o conjunto de fatores que influenciam o enquadramento em uma ou outra classe de vulnerabilidade à erosão, permanecerá imutável.

<sup>6</sup> Disponível em <[http://www.cprm.gov.br/arquivos/pdf/ps/geomorfologia/geomorfologia\\_avaliacao.pdf](http://www.cprm.gov.br/arquivos/pdf/ps/geomorfologia/geomorfologia_avaliacao.pdf)>

Assim, considerando as unidades geomorfológicas descritas no item anterior, os padrões de relevos nelas contidos, o grau de dissecação destes, o material de origem e os solos ocorrentes, é possível chegar-se a definição das classes (Tabela 7.2-13). Neste trabalho, como a maior parte da área tem a superfície desnuda ou com muito baixa cobertura vegetal, este item acabou negligenciado em parte. Em um primeiro momento, foram constituídos oito grupos diferentes. Posteriormente, foram fixadas quatro classes de vulnerabilidade à erosão, assim distribuídas: Fraca (Figura 7.2-68 e Figura 7.2-69); Moderada (Figura 7.2-70 e Figura 7.2-60); Forte (Figura 7.2-64 e Figura 7.2-65); Muito Forte (Figura 7.2-63), cuja espacialização na área de influência direta do empreendimento pode ser visualização no Mapa de Susceptibilidade à Erosão (Apêndice 7.10).

Por outro lado, levando em conta uma mesma unidade geomorfológica, um mesmo tipo de relevo e um único modelo de dissecação, por exemplo, a classe de vulnerabilidade poderá variar se os solos forem diferentes em características intrínsecas, como textura, estrutura, profundidade, grau agregação das frações, entre outras.

Não obstante, tem-se claro que se o clima fosse diferente e contribuísse para uma maior cobertura vegetal, especialmente no que diz respeito à Depressão Sertaneja e Tabuleiros Costeiros, certamente a algumas classes poder-se-iam atribuir menores graus de vulnerabilidade à erosão. Ainda em relação a estas áreas, é preciso ter presente que, se por um lado acontecem secas prolongadas, com o fator desencadeante da erosão hídrica praticamente ausente, por outro lado, a baixa cobertura vegetal ou ausência dela, em muitos casos, permitirá que qualquer chuva provoque facilmente a desagregação e o arraste de partículas do solo pela falta de proteção.



Figura 7.2-68 - Classe de erosão fraca na Depressão Sertaneja Apf – Suíte Poço da Cruz (Fonte: Bourscheid, abril/2013).



Figura 7.2-69 - Classe de erosão fraca na Depressão Sertaneja Dt41 – Suíte Intrusiva Itaporanga (Fonte: Bourscheid, abril/2013).



Figura 7.2-70 - Classe de erosão moderada em Tabuleiros Costeiros Dt31 – Formação Barreiras (Fonte: Bourscheid, abril/2013).

Tabela 7.2-13 - Classes de Vulnerabilidade à erosão.

Classe Erosão	Unid. Geomorf.	Modelado	Geologia	Litologia	Solos	Pontos
Fraca	TC, DS, PS	Apf, Dt11	Pru, Coberturas coluvio-eluviais, Formação Sousa, Complexo Caicó, Suite Poço da Cruz, Formação Sousa, Suíte Intrusiva Várzea Alegre, Formação Santana dos Garrotes, Formação, Mauriti	Sedimentos clásticos grossos, areias inconsolidadas finas e grosseiras, feldspato não decompostos, palhetas de micas, argilitos, arenitos finos e médios, gnaisses, ortognaisses, paragnaisses, migmatitos, dioritos, granodioritos, xistos finos, quartzitos e metarenitos	RQ, RY, SN, TC, RL	ATE-01, ATE-15, ATE-21, ATE-22, ATE-23, ATE-62, ATE-63, ATE-74, ATE-75, ATE-76, ATE-80, ATE-87, ATE-88, ATE-89, ATE-90
Fraca	TC, DS	Pgu, Dt41	Pru, Formação Barreiras, Complexo Caicó, Suite Poço da Cruz, Suíte Intrusiva Itaporanga, Formação Antenor Navarro	Cascalhos, areias grossas a finas, arenitos finos e micáceos, argilitos, granitos, gnaisses, paragnaisses, migmatitos, dioritos, monzogranitos e sienogranitos de textura porfírica grossa e muito grossa	LV, TC, RL, RR, PV, PVA, CX, VX, RY	ATE-07, ATE-10, ATE-11, ATE-12, ATE-13, ATE-14, ATE-16, ATE-17, ATE-18, ATE-19, ATE-20, ATE-24, ATE-25, ATE-27, ATE-28, ATE-29, ATE-30, ATE-31, ATE-32, ATE-33, ATE-34, ATE-35, ATE-37, ATE-38, ATE-39, ATE-44, ATE-45, ATE-46, ATE-47, ATE-48, ATE-49, ATE-53, ATE-54, ATE-56, ATE-57, ATE-58, ATE-61
Moderada	TC, DS, PS	Dt31, Dt41	Pru, Coberturas coluvio-eluviais, Formação Barreiras, Formação Antenor Navarro, Formação Mauriti, Formação Santana dos Garrotes, Formação Missão Velha	Cascalhos, areias finas e grossas, micas, conglomerados, arenitos finos e médios, argilitos, folhelhos	RR, LV, RQ, VX, RL, PVA	ATE-02, ATE-03, ATE-04, ATE-05, ATE-06, ATE-60, ATE-84, ATE-85, ATE-86, ATE-91
Moderada	DS	Dt21	Complexo Caicó, Suite Poço da Cruz, Complexo Granjeiro, Suíte Intrusiva Várzea Alegre	Gnaisses, paragnaisses, migmatitos e dioritos equigranulares, granitos porfíricos foliados, xistos, quartzitos, ortognaisses	RL, PV, TC	ATE-40, ATE-41, ATE-50, ATE-51, ATE-52, ATE-64, ATE-65, ATE-66, ATE-67, ATE-72, ATE-73
Forte	DS, PS	Dt31, Dc11, Dc21	Formação Mauriti, Formação Brejo Santo, Formação Santana dos Garrotes, Complexo Granjeiro	Arenitos médios a conglomeráticos, metarenitos, xistos, gnaisses, quartzitos	TC, RL	ATE-70, ATE-77, ATE-78, ATE-79, ATE-81, ATE-82, ATE-83
Forte	PRS	Dc21	Suíte Intrusiva Itaporanga, Suíte Poço da Cruz	Anfíbólio-biotita, biotita monzogranitos, quartzo monzonitos, sienogranitos, granodioritos, textura porfírica grossa ou muito grossa, granitos, gnaisses	PV, RL, TC	ATE-43, ATE-55

Classe Erosão	Unid. Geomorf.	Modelado	Geologia	Litologia	Solos	Pontos
Muito Forte	PRS	Da11	Complexo Caicó	Gnaisses, paragnaisses, migmatitos e dioritos equigranulares	TC, RL	ATE-36
Muito Forte	PRS, PS	Da23	Suíte Intrusiva Itaporanga, Complexo Granjeiro	Anfibólio-biotita, biotita monzogranitos, quartzo monzonitos, sienogranitos, granodioritos, textura porfírica grossa ou muito grossa, xistos, quartzitos, gnaisses	RL, TC, PV	ATE-42, ATE-69, ATE-71



Os movimentos de massa de acordo com publicações encontradas na bibliografia<sup>7</sup> podem ser dos seguintes tipos quando levam em conta os materiais rochosos: queda de blocos; deslizamento de rocha; avalanche rochosa. Quando leva em conta materiais inconsolidados são: rastejo; fluxo de terra; fluxo de detritos; corrida de lama.

No que diz respeito aos movimentos de massa, tendo presente que grande percentual da área, como mostra o mapa de geomorfologia (Apêndice 7.7), corresponde às unidades Tabuleiros Costeiros e Depressão Sertaneja com relevo predominantemente plano e suave ondulado, apenas as áreas dos Planaltos Residuais Sertanejos e a parte mais movimentada do relevo do Planalto Sertanejo estão a suscitar um cuidado maior com este fenômeno. Esta diferença ressaltada em relação ao relevo do Planalto Sertanejo se justifica porque uma boa parte desta Unidade, mais ao sul, próximo a Barros e Milagres é plana e suave ondulada.

Quanto ao assoreamento dos corpos d'água a maioria das considerações feitas para a vulnerabilidade à erosão devem ser levadas em conta. Deste modo nas áreas onde são verificados graus mais elevados também o assoreamento dos corpos d'água deverá ser mais expressivo.

### 7.2.5.3 Conclusões

Em razão dos resultados obtidos e já descritos, pode-se concluir que são pequenas as chances de ocorrerem processos erosivos, movimentos de massa e assoreamento de corpos d'água para a maior parte da área do empreendimento. As áreas com maior suscetibilidade são aquelas observadas dentro das unidades Planaltos Residuais Sertanejos, na região dos municípios de João Dias/RN e Catolé do Rocha/PB, e Planalto Sertanejo, na região localizada entre Milagres/CE a Cajazeiras/PB, com maior declividade e com solos arenosos ou pedregosos e rasos.

### 7.2.6 Geotecnia

O presente capítulo apresenta a caracterização geotécnica da AII e AID do empreendimento, com o objetivo de detectar os eventuais riscos geológico-geotécnicos, enfatizando os processos erosivos, a ocorrência de movimentos de massa (rastejo, escorregamentos, corridas e movimentação de blocos) e indicando seus respectivos

<sup>7</sup>Disponíveis em <[http://www.bvambientebf.uerj.br/arquivos/movimentos\\_de\\_massa.htm](http://www.bvambientebf.uerj.br/arquivos/movimentos_de_massa.htm)> e <<http://www.ige.unicamp.br/sit/aulas/117/cha12-movimentos%20de%20massa.pdf>>

graus de risco. Também são apresentadas as características do substrato relevantes para a implantação da LT, como estradas com trânsito de material pesado, levando em consideração os processos de terraplenagem.

Algumas áreas dentro da All ocorrem em terrenos sedimentares recentes relacionados à dinâmica costeira e à deposição fluvial e fluviolagunar, e também sedimentos arenosos terciários incluídos no Grupo Barreiras.

A análise geotécnica foi feita a partir da integração dos dados referentes à geologia, geomorfologia e pedologia.

Em termos gerais toda a área apresenta certa estabilidade devido, principalmente, à baixa declividade dos terrenos formados pelos sedimentos quaternários. Na região de estudo, predominam superfícies de relevo suave ondulado, às vezes, planos e quase planos, com dissecação de aprofundamento fraco. Em função destas condições topográficas, a morfodinâmica tem fraca intensidade e se realiza, principalmente, através do escoamento superficial e subsuperficial, favorecendo o aprofundamento do manto de decomposição. Tais características contribuem para que a intensidade morfodinâmica na maior parte da All e AID do empreendimento esteja enquadrada na faixa estável.

#### 7.2.6.1 Metodologia

A preparação dos trabalhos de campo ocorreu no período compreendido entre 15/03/2013 e 31/03/2013, sendo desenvolvido o levantamento e a organização da bibliografia disponível, de imagens de satélite e de mapas, relativos à caracterização geológico-geotécnica no âmbito da All e AID.

Entre os dias 02/04/2013 e 12/04/2013 foram desenvolvidos os trabalhos de campo abaixo descritos:

- Identificação das características geotécnicas dos terrenos, tipos e processos geradores de riscos, e interferências com o empreendimento.
- Identificação das unidades ocorrentes na área de influência direta, com base em metodologia de campo que consiste em caminhamento utilizando GPS, bússola, bem como coleta de amostras para análises, além do uso de trado quando necessário.

## 7.2.6.2 Resultados

### 7.2.6.2.1 Unidades Geotécnicas

Na AID e All do empreendimento ocorrem seis unidades geotécnicas, cujas descrições encontram-se a seguir. A distribuição dessas unidades na área de estudo é apresentada no Mapa Geotécnico/Vulnerabilidade (Apêndice 7.11).

#### a) Unidade Geotécnica Gnaisses e Migmatitos

A unidade é constituída por gnaisses e migmatitos pertencentes aos Complexos Granjeiros, Caicó e a Suíte Várzea Alegre. Essa unidade apresenta perfis de solo de espessura variável, uma vez que a constituição mineralógica favorece a atuação dos processos intempéricos. Ocorrem terrenos com predomínio de material saprolítico e de rocha alterada. O perfil de solo ocorre recoberto por colúvios com espessuras variáveis. A escavabilidade do terreno no solo é fácil à moderada (1ª e 2ª categorias de escavação). Na rocha a escavabilidade é difícil (materiais de 2ª e 3ª categorias de escavação), escarificável e/ou detonável. A capacidade de suporte é predominantemente média a alta. Consistem de rochas fortemente anisotrópicas com foliação e estruturas tectônicas marcantes e grau de fraturamento em geral alto. Com relação aos movimentos de massa, a suscetibilidade da unidade é moderada à alta, mas em relação à erosão é moderada. Entretanto, em áreas de acumulação de material saprolítico e de rocha alterada a suscetibilidade à erosão pode ser elevada.

#### b) Unidade Geotécnica Quartzitos

No âmbito local, a unidade litostratigráfica representativa é uma associação de quartzitos com xistos que correspondem à formação Santana dos Garrotes. Os afloramentos rochosos, com pouca ou nenhuma cobertura superficial, dominam a unidade (Figura 7.2-71: A). De modo mais restrito ocorrem os afloramentos rochosos associados a solos pouco espessos (Neossolos Litólicos). A escavabilidade é, em geral, difícil a muito difícil, condicionada pelo topo rochoso elevado ou aflorante e pela presença de blocos imersos em solo pouco espesso. A escavabilidade pode ser moderada nas áreas com coberturas de Cambissolos mais espessos. A suscetibilidade a movimentos de massa é fortemente controlada pelas estruturas geológicas como falhas, fraturas e foliação. As relações espaciais entre essas feições podem gerar cunhas e

blocos desconfinados e ocasionar rupturas no maciço quartzítico. A suscetibilidade a erosão é baixa. Entretanto, em áreas de acumulação de Cambissolos e Neossolos Litólicos, a suscetibilidade a erosão pode ser elevada. No maciço rochoso foram caracterizadas 03 (três) famílias de discontinuidades, todas correspondendo a fraturamentos, sendo F1 - 269/20 SW, F2 - 120/90 e F3 - 190/90 (Figura 7.2-71: C). O maciço apresenta-se muito fraturado. As fraturas são muito persistentes (02 a 08 metros), fechadas e secas e formam junto à foliação cunhas (Figura 7.2-71: B), caracterizando queda potencial de blocos.

A suscetibilidade a movimento de massa é classificada como moderada a alta e a capacidade de suporte é predominantemente baixa a média.

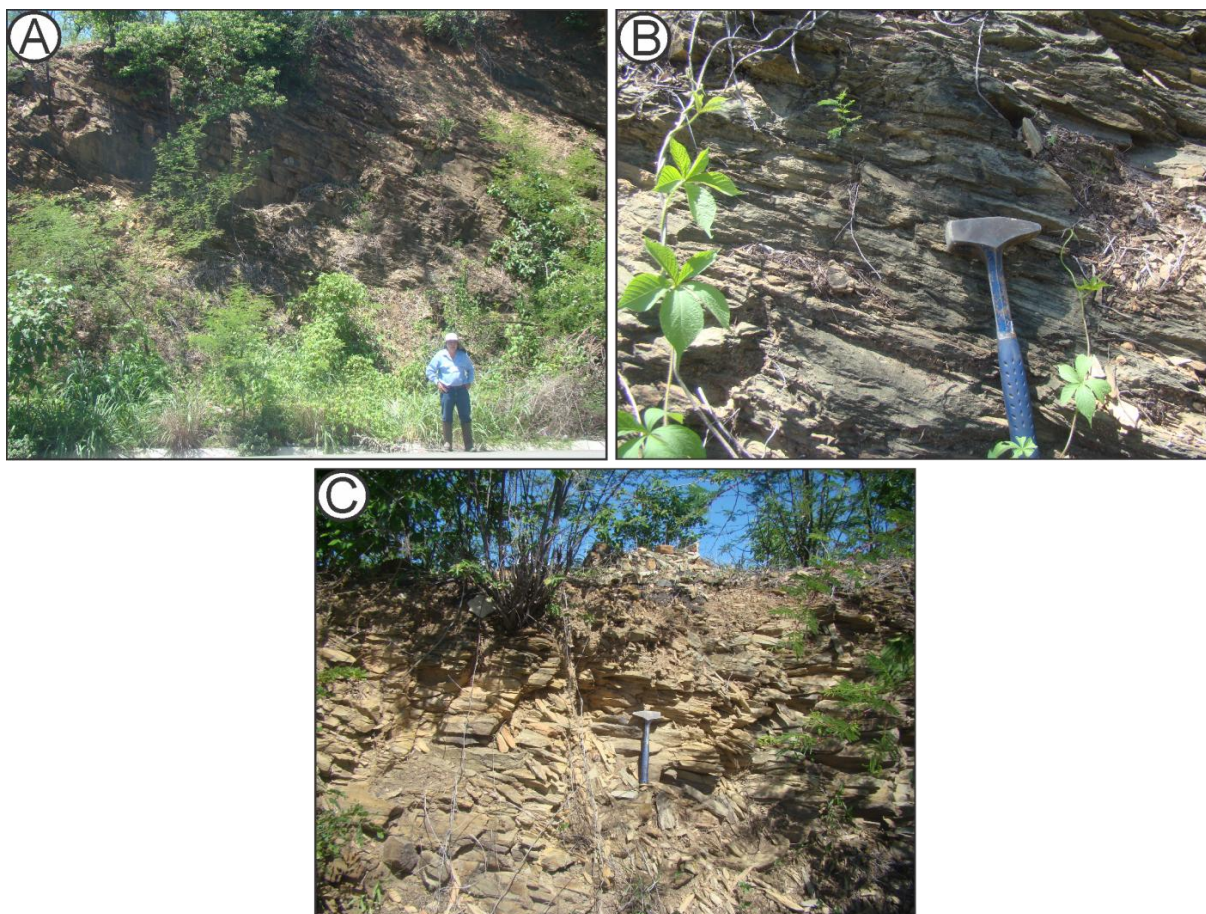


Figura 7.2-71 - Vista geral das estruturas do ponto ATE 0072; B) detalhe da foliação do Ponto ATE 0072 mostrando a forte direção NW-SE e a formação de cunhas; C) Vista Geral do ponto ATE 0082 mostrando as diversas fraturas que ocorrem na unidade.

#### c) Unidade Geotécnica Granitóides

A unidade é constituída de diversos tipos de granitos e granitóides que ocorrem na área de trabalho (Suíte Poço da Cruz e Itaporanga) apresentam perfis de solo de espessura

variável. Ocorrem terrenos com predomínio de material saprolítico e também de rocha alterada (Figura 7.2-72). Em geral os solos apresentam espessura inferior a 3m, recobrendo rocha sã a medianamente alterada (A1-A3). A escavabilidade do terreno no perfil de solo é fácil à moderada (1ª e 2ª categorias de escavação).

Nas rochas, a resistência varia de extremamente coerente a coerente (C1-C3), predominando materiais de 3ª categoria de escavação, detonável. A capacidade de suporte nos perfis de solo e rocha é alta. Comum à presença de blocos e matacões de rochas fortemente anisotrópicas com foliação e estruturas tectônicas marcantes e grau de fraturamento em geral médio. Com relação aos movimentos de massa, a suscetibilidade da unidade é baixa e a suscetibilidade a erosão é moderada.



Figura 7.2-72 - Granito porfirítico bastante alterado ponto ATE 0071.

#### d) Unidade Geotécnica Arenitos

É formada pelas formações Mauriti, Missão Velha, Antenor Navarro e o Grupo Barreiras. A unidade é composta principalmente por arenitos que variam de granulometria fina à conglomerática de cor bege avermelhada, muito friáveis, com camadas argilosas intercaladas com níveis conglomeráticos formando ciclos granodecrescentes. Mostram estratificações planar e tangenciais. Também ocorrem concreções ferruginosas, níveis de arenitos laterizados e por vezes silicificados.

Essa unidade é caracterizada pela predominância de feições aplainadas, porém também ocorrem áreas dissecadas com feições de topos convexos. Padrões de drenagem, paralelo e subparalelo são característicos dessa unidade e podem estar relacionados ao controle tectônico regional. As feições parcialmente conservadas caracterizam-se por amplos interflúvios tabulares, geralmente, entalhados por vales estruturais, onde os vales são menos escavados e as formações superficiais são mais arenosas, representando

uma transição gradual dos Tabuleiros para as Planícies Costeiras.

Os tipos de solos principais consistem em Argissolos Vermelhos e Latossolos Vermelhos.

Na unidade os materiais são de fácil escavação, sem problemas de estabilidade das paredes escavadas, e a capacidade de suporte varia de moderada a alta. Predominam os materiais de escavação de primeira categoria. A suscetibilidade à erosão é baixa, passando a moderada nas encostas dos terrenos de relevo ondulado, onde a concentração do escoamento das águas superficiais pode condicionar o desenvolvimento de sulcos e ravinas (Figura 7.2-73). Os processos erosivos são acelerados principalmente por interferências antrópicas, que promovem a modificação da forma das vertentes e do padrão de escoamento das águas superficiais, principalmente, nas vertentes que limitam o relevo de tabuleiros e os vales e talvegues de fundo plano. Com relação aos movimentos de massa, a suscetibilidade da unidade é muito baixa, passando a moderada em condições de maior declividade.



Figura 7.2-73 - Detalhe das ravinas que ocorrem na região. Ponto ATE0014

#### e) Unidade Geotécnica Siltitos, Argilitos e Folhelhos

Esta unidade engloba os sedimentos das formações Sousa e Brejo Santo e é constituída principalmente por folhelhos, argilitos, siltitos de cor vermelha. As principais estruturas encontradas nestes sedimentos são *laminações* onduladas do tipo *wavy*, *linsen*, (Figura 7.2-74: A II) laminação plano paralela (Figura 7.2-74: A I) e gretas de ressecamento (Figura 7.2-74: B). O acamamento dos siltitos (S0) medidos na formação Sousa é praticamente sub-horizontal. A categoria de escavação desta unidade pode variar de laminável a escarificável (1ª e 2ª categorias). A unidade apresenta solos da classe Vertissolos Háplicos possivelmente expansivos devido à presença de argilominerais 2:1, estando sujeitos a variações volumétricas devido a variações no grau de saturação,

ocasionando a ruptura dos taludes de corte. A capacidade de suporte é média, a suscetibilidade a processos erosivos é baixa e não apresenta suscetibilidade a movimentos de massa.

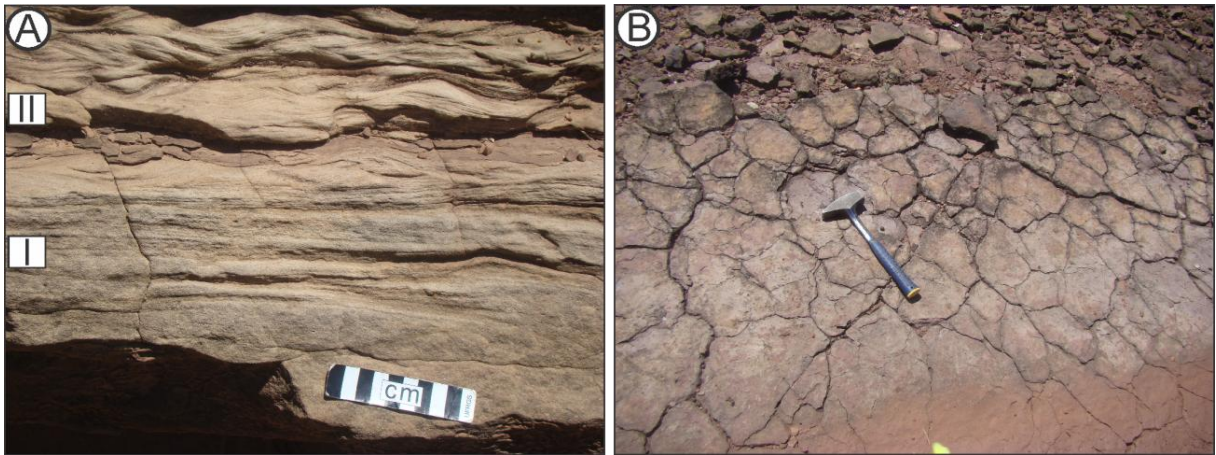


Figura 7.2-74 - A) I Estrutura do tipo laminação plano paralela, II Estrutura do tipo laminação ondulada *wavy e linsen* (ponto ATE 0063); B) Gretas de ressecamento (contração) endurecidas no ponto ATE 0062.

#### f) Unidade Geotécnica Alúvio-Coluvionar

Correspondem a sedimentos quaternários predominantemente arenosos com presença variável de argila, silte e seixos. São depósitos de calha e/ou terraços de origem fluvial, com importante contribuição da deposição em ambientes de baixa energia, representados pela sedimentação lagunar ocorrida durante o processo de colmatagem dos corpos d'água mais interiores. A principal ocorrência é de areia média a grossa, de cor branca a castanha clara, com presença de seixos sub-arredondados a sub-angulosos com tamanho de até 3 cm. Próxima a áreas alagadas há acúmulo de matéria orgânica, deixando uma coloração escura nas partes juntas ao solo. Em regiões de baixa declividade ao longo de drenagens ocorrem sedimentos finos areno-siltico-argilosos. A unidade ocupa áreas aplainadas dominadas por planícies aluvionares. Estão incluídos na unidade os grandes depósitos aluvionares dos cursos d'água. Ocorrem ainda depósitos coluvionares, que entulham eixos de pequenos anfiteatros e vales amplos de fundo plano, que podem estar articulados ao nível de base ou não. Esses materiais coluvionares ocorrem interdigitados aos sedimentos aluvionares, sendo incluídos nesta mesma unidade geotécnica. Os principais tipos de solos são Neossolos Flúvicos, Neossolos Regolíticos, Neossolos Quartzarênicos e até mesmo Neossolos Litólicos, todos de textura argilosa a média.

Devido à diversidade textural dos materiais nesta unidade, o comportamento geotécnico

é variável. A capacidade de suporte varia de muito baixa, nos terrenos com níveis de argila mole ou de ocorrência de horizontes de turfeiras, onde podem ocorrer recalques, a média/alta, nos trechos arenosos e com níveis de cascalhos ou blocos de rocha. Locais com predomínio de material arenoso, a escavabilidade é fácil, assim como ao longo dos terraços aluvionares. Ao longo da unidade, predominam, de forma marcante, os materiais de primeira categoria de escavação. A escavação em materiais arenosos, pouco coesivos, pode exigir implantação de estruturas de contenção das paredes das cavas. A unidade apresenta alta suscetibilidade a inundações, ocorrendo terrenos, em geral, com nível d'água elevado ou mesmo aflorante. O nível d'água elevado, associado aos terrenos desta unidade, condiciona problemas construtivos relativos à estabilidade dos taludes laterais das escavações. Os terrenos têm baixa suscetibilidade à erosão relacionada ao escoamento das águas superficiais e/ou subterrâneas; porém mostram alta suscetibilidade à erosão ao longo das margens (solapamento) dos canais fluviais. Não apresentam suscetibilidade a movimentos de massa.

### 7.2.6.3 Conclusões

Geotecnicamente, através do trabalho de campo, não foram identificados graves problemas para a instalação do empreendimento, no entanto, a investigação geotécnica com ensaios específicos torna-se necessária e é de fundamental importância para que as fundações das estruturas sejam dimensionadas com segurança. Apresentam maiores riscos as áreas com sedimentos aluvionares que podem conter argilas expansivas, solos moles e não coesos, que podem exigir cuidados especiais com as fundações e as áreas onde são acentuados os fraturamentos, que se tornam um agravante contribuindo para movimentos de massa. Certamente, nos locais aonde se identifica variação brusca no relevo, o mapeamento estrutural deverá ser detalhado para que rupturas de terrenos não venham a causar interferências.

## 7.2.7 Paleontologia

### 7.2.7.1 Metodologia

O presente estudo paleontológico objetiva identificar e mapear as áreas com potencial fóssilífero e com vestígios fósseis na AID (área de influência direta) e AII (área de influência indireta) conforme as formações litoestratigráficas apontadas no estudo



geológico e revisão da literatura. Baseando-se nessas informações foram identificadas as áreas de ocorrência de fósseis, bem como as de alto potencial fossilífero, que são relatadas a seguir. De acordo com o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), os sítios paleontológicos são determinados pelo próprio DNPM através da Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP/<http://sigep.cprm.gov.br/>). O artigo 216 da Constituição Brasileira estabelece que os fósseis constituam patrimônio cultural brasileiro, e o Decreto-Lei n. 4.146 de 04.03.1942 dispõe sobre a proteção dos depósitos fossilíferos. Portanto, os trabalhos desenvolvidos procuraram identificar em campo aqueles sítios catalogados pelo SIGEP, bem como aqueles outros reportados na literatura paleontológica, mas ainda não catalogados, além de áreas com potencial paleontológico. Quanto à área de estudo, a revisão da literatura revelou a existência de várias citações de fósseis com diferentes idades geológicas, envolvendo o oeste do estado do Rio Grande do Norte, e da Paraíba, e o extremo sudeste do estado do Ceará. A lista dos pontos levantados e vistoriados em campo está apresentada no Quadro 7.2-5. Os poucos vestígios fósseis coletados, bem como as amostras de rocha recolhidas foram todas transportadas até o laboratório de Paleontologia do departamento de geologia da Universidade Federal de Pernambuco, onde foram depositados (conforme anuência apresentada no anexo 7.2).

A metodologia de trabalho consistiu em percorrer todo o traçado do empreendimento, dentro das áreas de influência definidas acima, com vistas a identificar e registrar a ocorrência de sítios paleontológicos e vestígios paleontológicos, conforme as seguintes etapas:

- a) levantamento de dados bibliográficos sobre as bacias sedimentares e as unidades litoestratigráficas cortadas pelo traçado da linha;
- b) vistoria ao longo ou o mais próximo possível do traçado observando na paisagem características que sugerissem a presença de áreas sedimentares;
- c) identificação *in loco* de pontos importantes fornecidos pelo mapa do traçado preliminar em escala 1:150.000 objetivando-se verificar o potencial paleontológico desse pontos;
- d) identificação e realização de registro fotográfico de afloramentos ao longo da estrada, e coleta de amostras;
- e) visita às prefeituras, secretarias de cultura, museus, bibliotecas, parque

paleontológico e institutos nos municípios atravessados pelo traçado; procura por pessoas das comunidades envolvidas que eventualmente conhecessem a localização de sítios paleontológicos;

f) georreferenciamento de cada ocorrência paleontológica indicando se sua localização está dentro ou fora da área de influência direta do empreendimento;

g) e por fim, avaliação dos dados e de possíveis impactos do empreendimento ao patrimônio paleontológico e elaboração de medidas mitigadoras para evitar danos às áreas de maior potencial fóssilífero.

## 7.2.7.2 Resultados

### 7.2.7.2.1 Rio Grande do Norte

Os pontos vistoriados neste estado se iniciaram pelo município de Assú. Neste município o registro mesozoico corresponde ao da Bacia Potiguar, que foi desenvolvida em resposta a ruptura (rifte) do Gondwana e a formação do Oceano Atlântico. A sedimentação que preencheu o Rife Potiguar na área em questão corresponde às sequências cretácicas da bacia, incluindo as formações Pendência, Alagamar, Açú, Quebradas, e Jandaíra (ARARIPE & FEIJÓ, 1994). Do ponto de vista paleontológico são importantes às formações Açú e Jandaíra. A formação Açú foi por neste trabalho prospectada no município de mesmo nome, através da identificação de arenitos finos a grossos, esbranquiçados, intercalados com folhelhos, argilitos e siltitos. O ponto visitado, dentro da All, não forneceu evidências de micro ou macrofósseis. A Formação Jandaíra, que apresenta um rico e diversificado conteúdo fóssilífero (LANA & CARVALHO, 2002; SENRA, 1997; CASSAB, 2003; MONTEIRO *et al.*, 2010), aflora somente ao norte do município de Assú, estando, portanto, fora da All do empreendimento.

Ainda no município de Assú, próximo ao início do traçado da linha de transmissão, foram identificados os arenitos de granulação grossa e conglomerados da Formação Barreiras, que também afloram em trechos próximos e ao longo da RN-233, no sentido Assú-Paraú. As prospecções realizadas não revelaram a presença de fósseis. Entre os municípios de Paraú e Campo Grande não foram encontrados depósitos sedimentares fóssilíferos.

O registro de fósseis do Pleistoceno em área próximas ao traçado no estado do Rio Grande do Norte ocorre em pequenas áreas sedimentares encaixadas em depressões no

escudo cristalino que aflora na porção sudoeste do estado (ARAÚJO-JÚNIOR & PORPINO, 2011). A literatura reporta em pelo menos dois municípios (Upanema, Antônio Martins) ocorrentes paralelamente ao traçado, mas com pequenas áreas dentro da All do empreendimento, citações de fósseis de megafauna do Pleistoceno, atribuída aos gêneros de megafauna *Toxodon*, *Stegomastodon* e *Eremotherium*. Estes depósitos têm sido identificados como sendo do tipo “tanques” e “lagoas” e foram descobertos na década de 80 do século passado durante as escavações para aberturas de cacimbas pela “frente de emergência da seca”, patrocinado pelo Governo Federal. A literatura em questão envolve os trabalhos de Oliveira *et al.* (1991) que registra a presença de *Haplomastodon waringi* no quaternário do município de Upanema e os trabalhos de Santos (2001) e Santos *et al.* (2002) que reportam fósseis de mamíferos coletados na Fazenda Dois Altos, no município de Antônio Martins, e que estão depositados no município de Martins, RN. A localidade em questão está situada fora da All, mas para efeito de levantamento detalhado foi vistoriada uma pequena área do município de Antônio Martins que penetra na All do empreendimento (Quadro 7.2-5, pontos 12 e 13). Nesses locais não se registrou a presença de depósitos de tanques.

Entre os municípios de Campo Grande, Janduís e Patu, as áreas vistoriadas estão encaixadas no escudo cristalino e não revelaram a presença de unidades sedimentares fossilíferas do tipo tanques ou lagoas. A nordeste de Campo Grande, o traçado atravessa o Rio do Carmo, no qual os depósitos aluvionares de coberturas cenozoicas não apresentam registros de fósseis na literatura. No município de Messias Targino prospectou-se uma área com feições semelhantes à de um “tanque” com movimentação de terras na AID do empreendimento, mas que não revelaram a presença de fósseis de megafauna (Figura 7.2-75A). Na região de Patu não se detectou depósitos sedimentares e nem fósseis. O contato com a prefeitura local e a visita ao Centro Cultural da cidade não evidenciaram a presença de sítios paleontológicos nesse município. Nos municípios de Catolé da Rocha e de João Dias o terreno se mostrou bastante íngreme, além de intensamente vegetado, o que impediu uma vistoria minuciosa das áreas prospectadas. A literatura, todavia, não menciona fósseis para esses municípios. O contato com as prefeituras desses municípios não revelou a ocorrência de fósseis nas localidades.

Para a região do município de Alexandria, Santos *et al.* (1989) registraram mamíferos fósseis para um tanque localizado em Lagoa de Lajes (pontos 14 e 15) . O referido

depósito foi escavado pela frente de emergência da seca do Governo Federal no ano de 1987. Com a ajuda da Prefeitura de Alexandria, o depósito fossilífero foi localizado, mas encontra-se fora da AID do empreendimento. Nele realizaram-se trabalhos de prospecção, registro fotográfico e amostragem de fósseis. O tanque, de enorme dimensão (Figura 7.2-75B), apresenta a área sedimentar praticamente esgotada pela retirada de sedimento. Restos altamente fragmentados de ossos fósseis foram coletados nas cercanias do depósito, em meio a sedimentos que foram retirados durante os trabalhos da frente de emergência de seca. Alguns dos fósseis coletados neste sítio na década de 80 estão depositados no Instituto Zulmirinha Veras, em Alexandria (Figura 7.2-75C).

#### 7.2.7.2.2 Paraíba

No município de Souza, na Fazenda Ilha, aflora uma das bacias mais importantes em termos fossilíferos do Cretáceo do Estado da Paraíba. Trata-se da “Bacia do Rio do Peixe”, cuja origem está relacionada aos movimentos de falha transcorrentes ao longo de lineamentos pré-existentes do embasamento, durante a abertura do Oceano Atlântico (LIMA FILHO *et al.*, 1999). É importante esclarecer que o termo “Bacia Rio do Peixe” engloba de maneira informal as bacias Sousa, Uiraúna-Brejo das Freiras, Pombal e Vertentes, todas localizadas no oeste do estado da Paraíba, nos municípios de Sousa, Uiraúna, Poço, Brejo das Freiras, Triunfo, Santa Helena e Pombal. A idade dos depósitos está baseada em material polínico, que é característico dos andares locais Rio da Serra (Berriasiano ao Hauteriviano) e Aratu (Barremiano inferior) de acordo com Lima & Coelho (1987) e Regali (1990). A relevância paleontológica das bacias de Sousa, bem como de Uiraúna é a abundância em icnofaunas (pegadas) dinossaurianas. De acordo com Leonardi & Carvalho (2002) já foram identificados e mapeados 22 sítios icnofossilíferos, e reconhecidas 296 pistas de grandes terópodes; 29 de pequenos terópodes; 42 de saurópodes; 2 de ornitíscios quadrúpedes; 28 de ornitópodes graviportais; um conjunto de pegadas batracopódidas; uma impressão lacertóide; um grande número de pegadas não classificáveis e muitas pistas de semi-natação atribuídas a quelônios. No total, já foram classificados um número superior a 395 indivíduos dinossaurianos. Além do notável registro de pegadas, são reportados nestas bacias icnofósseis de invertebrados (pistas e escavações) produzidas por artrópodes e anelídeos, fósseis de ostracodes, conchostráceos, fragmentos de vegetais, palinórfos, escamas de peixes e fragmentos ósseos de crocodilomorfos (CARVALHO & LEONARDI, 1992;

SANTOS *et al.*, 2011).

Foram realizados trabalhos de campo visando identificar os sítios de importância turística e geológica, através do georreferenciamento e busca de áreas aflorantes na AID. A localidade mais importante em termos de distribuição das pegadas fósseis é a de Passagem das Pedras, inserida no município de Sousa (Bacia de Sousa), em 20 de dezembro de 1992 através de um Decreto-Lei estadual (Decreto nº 14.833, Diário Oficial do Estado da Paraíba) esta localidade icnofossilífera foi tombada como Monumento Natural e designada como “Monumento Natural Vale dos Dinossauros” (LEONARDI & CARVALHO, 1992; SANTOS *et al.*, 2011). O sítio “Vale dos Dinossauros”, localizado próximo à zona urbana de Souza, na All (Figura 7.2-75 D; ver Quadro 7.2-5 para sua localização exata e mapa de pontos de amostragem e de potencial fossilífero no Apêndice 7.12), constitui um dos mais importantes sítios paleontológicos brasileiros, com enorme importância turística e geocientífica.

Percorrendo a rodovia PB-383, no sentido Souza-Lastro, atravessou-se o traçado do empreendimento e constatou-se que as unidades litoestratigráficas mapeadas para a região estão encobertas pela vegetação, desta forma não foram identificados afloramentos fossilíferos.

A presença de embasamento foi detectada entre os municípios de Lastro e Vieirópolis, limitando assim a área de prospecção de unidades sedimentares e fósseis.

Partindo do município de Vierópolis, e depois seguindo pela BR-405, em direção a São João do Rio do Peixe (este atravessado pela LT), identificaram-se à beira da estrada, na AID, vários blocos de arenitos exibindo níveis de calcarenitos contendo fósseis de peixes (escamas) e pequenos fragmentos ósseos indeterminados (Figura 7.2-75 A-C; ver Quadro 7.2-5 e mapa no Apêndice 7.12 para a localização exata). A presença destes pacotes cretácicos fossilíferos em corte de estrada revela que esse trecho é de alto potencial fossilífero.

No município de Cajazeiras, ao longo da BR-230, passando pelo traçado do empreendimento, bem como depois seguindo pela rodovia PB-400 em direção a São José de Piranhas, ocorre somente rochas do embasamento cristalino.



Figura 7.2-75 - Afloramentos com movimentação de terras em Messias Targino, RN (A); depósito de tanque no município de Alexandria, RN (B); fósseis de megafauna do município de Alexandria, depositados no Instituto Zulmirinha Veras, Alexandria, RN (C); entrada do Parque dos Dinossauros, em Sousa, PB (D) (Fonte: Bourscheid, abril/2013).

### 7.2.7.2.3 Ceará

Os trabalhos realizados na Bacia de Barro, no município de mesmo nome, seguiram o trajeto da BR-116. Nesse município aflora um importante conjunto de rochas, da pequena Bacia de Barro (15 km<sup>2</sup>), de idades variando entre o Paleozóico (Formação Mauriti ou Cariri) e Mesozóico (Formação Aliança) (CARVALHO, 1992). Com base na literatura acima citada, vistoriou-se a área em busca das localidades reportadas por Carvalho (1992) como portadoras de fósseis de vertebrados e de invertebrados (ver Quadro 7.2-5 para localização exata e mapa no Apêndice 7.12). Foi identificado o local citado na literatura como "Campo de Aviação", mas as demais localidades referidas já se encontram dentro da área urbana do município. A localidade mais importante, sem dúvida, corresponde ao "Campo de Aviação", localizada na AID, mas atualmente encontra-se descaracterizada devido ao processo de urbanização. Das formações geológicas citadas para a Bacia de Barro (formação Aliança e Mauriti), a única unidade litoestratigráfica localizada se relaciona com a Formação Mauriti, que no município de Barro não apresenta citações de fósseis.

Na região de entorno ao município de Milagres afloram sedimentitos mesozóicos da

Bacia do Araripe. A proposta estratigráfica de Assine (2008) reconhece várias sequências tectono-sedimentares na Bacia do Araripe: sequência paleozóica (siluro-devoniana) representada pela Formação Cariri (ou Mauriti); sequência pré-rifte (neojurássica) englobando as formações Brejo Santo e Missão Velha; sequência rifte (berriasiana a valanginiana) registrada pela a Formação Abaiara; e sequência pós-rifte (aptiana a albiana) que reúne as formações Barbalha, Santana, Araripina e Exu. Fósseis de troncos silificados são descritos para a região de Milagres e Mauriti, procedentes da Formação Missão Velha (FREITAS *et al.*, 2008), e Carvalho *et al.* (1995) descrevem pegadas de dinossauros terópodes para o Sítio Malhada, no município de Milagres. Durante o estudo localizou-se o Sítio Malhada, em Milagres, na All (ver Quadro 7.2-5 para a localização exata e mapa no Apêndice 7.12). Realizou-se uma busca intensa no sentido de localizar as pegadas referidas na literatura (CARVALHO *et al.*, 1995), mas não se obteve êxito. Nesse contexto, a não confirmação por outros autores da ocorrência de pegadas de dinossauros no sítio Malhada, tem sido enfatizada em diferentes trabalhos (ARAI, 2006; ASSINE, 2008). O pequeno conjunto de afloramentos (Figura 7.2-76D), localizado junto a BR-116 e próximo a um monumento religioso, revela presença de arenitos compatíveis com os descritos para a Formação Mauriti (ou Cariri). Os afloramentos, que seguem uma estrada secundária, paralela a BR-116, foram delimitados por GPS (ver Quadro 7.2-5).



Figura 7.2-76 - Afloramento em corte de estrada na BR/405, próximo a São João do Rio do Peixe; detalhe dos blocos de calcarenitos na BR-405 (B); amostra de calcarenito contendo fósseis de peixes (escamas e fragmentos ósseos) (C); afloramento da Formação Mauriti (ou Cariri) no sítio Malhada, Milagres, CE (D) (Fonte: Bourscheid, abril/2013).

Quadro 7.2-5 - Síntese dos pontos estudados, em municípios com unidades geológicas exibindo potencial de ocorrência de fósseis na AID do empreendimento.

Nº	Pontos	Coordenadas UTM	Localização na LT Atual	Observações
1	Rio Assu	24M 0733330 9378875	All	Aforamento da Formação Açu, sem presença de fósseis
2	Assu	24M 0720901 9382594	All	Próximo ao início do traçado
3	Assu	24M 0727146 9382010	All	Próximo ao início do traçado
4	Paraú	24M 0709371 9363740	Fora da All	Ocorrência da Formação Barreiras, sem fósseis
5	Campo Grande	24M 0688069 9356493	All	Sem ocorrência de áreas sedimentares fossilíferas
6	Janduís	24M 0674514 9334597	All	Sem ocorrência de áreas sedimentares fossilíferas
7	Janduís	24M 0674191 9334748	All	Presença de corpos graníticos com feições associadas a tanques
8	Janduís	24M 0665462 9331317	AID, coincidente com o traçado	Sem ocorrência de áreas sedimentares fossilíferas
9	Janduís	24M 0665477 9330480	AID (60 m de distância da LT)	Área movimentada sem fósseis. Granito decomposto <i>in situ</i>



Nº	Pontos	Coordenadas UTM	Localização na LT Atual	Observações
10	Patu	24M 0647977 9323485	Fora das Áreas de Influência	AID, sem ocorrência de áreas sedimentares
11	Patu	24M 0648002 9322819	Fora das Áreas de Influência	Área impactada, cruzamento entre morros
12	João Dias	24M 0632675 9307865	All	Topo de serra sem registro de sedimentação
13	João Dias - Antônio Martins	24M 0631952 9308292	All	Sem a presença de áreas sedimentares
14	Alexandria - Lagoa de Lages	24M 0612497 9296188	Fora das Áreas de Influência	Coordenadas demarcando o acesso ao sítio fossilífero (tanque) descrito na literatura
15	Alexandria - Lagoa de Lages	24M 0614837 9295411	All	Tanque fossilífero escavado pela "Frente de emergência de Seca" em 1987
16	Alexandria	24M 0608172 9289337	All	Acesso pela rodovia RN/117, sem feições de áreas sedimentares
17	Santa Cruz 1	24M 0605264 9279544	All	Acesso pela rodovia PB/359, sem feições de áreas sedimentares
18	Santa cruz 2	24M 0600189 9274209	All	Acesso pela rodovia PB/359, sem feições de áreas sedimentares
19	Sousa - Vale dos Dinossauros	24M 0581676 9256522	All	Entrada do parque "Vale dos Dinossauros", importante área natural de preservação
20	Sousa - Lastro	24M 0582650 9267941	All	Rodovia PB/383, sem afloramentos fossilíferos
21	Sousa	24M 0582812 9268815	All	Rodovia PB/383, presença de embasamento rochoso
22	Sousa - Lastro	24M 0585044 9270640	All	Presença dominante de embasamento rochoso
23	Lastro 1	24M 0589940 9275689	All	Presença dominante de embasamento rochoso
24	Lastro 2	24M 0591296 9275618	All	Presença dominante de embasamento rochoso
25	São João do Rio do Peixe 1	24M 0568227 9243442	All	Limite oeste da All, rodovia BR/405, presença de embasamento rochoso do limite da bacia sedimentar
26	São João do Rio do Peixe 2	24M 0564629 9246285	AID (485 m de distância da LT)	Presença de calcarenito com escamas e fragmento de osso fossilizado
27	Cajazeiras	24M 0557698 9238416	All	Predominância de embasamento rochoso, BR/230
28	Cajazeiras	24M 0546410 9233618	All	Presença de embasamento rochoso
29	São José de Piranhas	24M 0539451 9213834	Fora das Áreas de Influência	Embasamento rochoso, próximo ao trecho da transposição do Rio São Francisco
30	Barro	24M 0535156 9214645	All	AID, presença de embasamento rochoso (localidade de Sítio Prazeres)

Nº	Pontos	Coordenadas UTM	Localização na LT Atual	Observações
31	Barro	24M 0532367 9215697	All	All, presença de embasamento rochoso
32	Barro - zona urbana	24M 0524375 9211147	AID (406 m de distância da LT)	Afloramento da Formação Mauriti (ou Cariri), sem fósseis
33	Bacia Barro 1	24M 0524340 9206225	All	Limite da bacia sedimentar, área de embasamento
34	Bacia Barro 2	24M 0524995 9206582	All	Afloramento da Formação Mauriti (ou Cariri), sem fósseis
35	Bacia Barro 3	24M 0524112 9206418	All	Área de contato discordante. Embasamento pré-cambriano sob depósito sedimentar Siluro-Devoniano.
36	Barro - Campo de Aviação	24M 0523870 9208806	All	Coordenadas com referência de fósseis na literatura
37	Barro - Fazenda São Sebastião	24M 0523373 9209169	AID (344 m de distância da LT)	Área próxima ao campo de aviação
38	Barro	24M 0518904 9203138	All	Área com dominância de embasamento rochoso
39	Milagres - Sítio Malhada	24M 0514646 9194985	All	Afloramento da Formação Mauriti (ou Cariri) sem presença de pegadas de dinossauros

### 7.2.7.3 Conclusões

O estudo das AID e All ao longo de vários municípios, entre Assú, no Rio Grande do Norte e Milagres no Ceará, permitiu a identificação de poucas áreas relevantes do ponto de vista paleontológico e/ou que correm risco de ser impactadas pela linha de transmissão. Esses municípios incluem Alexandria no Rio Grande do Norte, São João do Rio do Peixe e Sousa na Paraíba, além de Barro e Milagres, no Ceará.

As áreas de mais alto risco aos sítios/bacias sedimentares com potencial fóssilífero incluem os municípios de Barro e de São João do Rio do Peixe, que apresentam sítios paleontológicos na AID do traçado da LT. Nessas áreas ocorre uma área sedimentar cretácica mais ampla, com um rico registro dinossauriano, mas também de invertebrados e pequenos vertebrados (e.g. peixes).

### 7.2.8 Pedologia

Este item trata dos estudos pedológicos nas áreas de influência direta (AID) e de influência indireta (All) da LT 500 kV Milagres II – Açú III, Seccionamentos e Subestações Associadas.

Os estudos foram conduzidos de modo a permitir a identificação das classes de solos

presentes na área sob investigação; grau de estabilidade de cada uma das classes, considerando o propósito da atividade a ser implantada; e elaboração do mapa pedológico, nos quais as unidades foram mapeadas em escala de 1:100.000 (Apêndice 7.13).

### 7.2.8.1 Metodologia

Os estudos de solos desenvolveram-se através da seguinte sequência de fases: Trabalhos Preliminares de Escritório; Trabalho de Campo; Trabalhos de Consolidação em Escritório.

#### 7.2.8.1.1 Trabalhos Preliminares de Escritório

No período compreendido entre os dias 15/03/2013 e 31/03/2013 foram desenvolvidos trabalhos de pesquisa e organização de material disponível relativo à caracterização de solos, notadamente relatórios, mapas e dados orbitais no âmbito da AII e AID. Todo material levantado foi utilizado como base para elaboração da estratégia de determinação dos pontos amostrais preliminares, visando à redução do trabalho de caminhamento de reconhecimento, tornando mais ágil o processo de confecção do mapa temático.

Para confecção do mapa e determinação dos pontos de observação preliminares foram utilizadas as cartas topográficas, mapas geológicos e pedológicos, referentes às folhas: SB-24-V-A, SB-24-V-B, SB-24-V-C, SB-24-V-D, SB-24-X-A, SB-24-X-B, SB-24-X-C, SB-24-X-D, SB-24-Y-A, SB-24-Y-B, SB-24-Y-C, SB-24-Y-D, SB-24-Z-A, SB-24-Z-B, SB-24-Z-C e SB-24-Z-D<sup>8</sup>, imagens TM Landsat bandas 3, 4 e 7 dos pontos 64 e 65 das órbitas 215 e 216<sup>9</sup>, e cenas SRTM compatíveis com as folhas supracitadas<sup>10</sup>.

As cartas geológicas e pedológicas foram vetorizadas para posterior cruzamento de informações com camadas referentes aos dados de forma e comportamento espectral da superfície. Os dados SRTM foram utilizados para extração das curvas de nível e geração do mapa hipsométrico. Para as imagens TM Landsat, procederam-se duas classificações supervisionadas do mosaico composto pelas quatro imagens. Na primeira classificação foram consideradas as características da superfície relacionadas ao comportamento espectral da vegetação, utilizando a composição RGB 4-5-3. Para a segunda foram consideradas as características relacionadas à geologia, utilizando-se a

<sup>8</sup> Disponíveis em <[http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default\\_prod.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm)>

<sup>9</sup> Disponível em <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR>>

<sup>10</sup> Disponíveis em <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download>>

composição RGB 7-4-3. Os procedimentos de classificação de imagens e cruzamento de informações por álgebra de mapas, executadas em linguagem LEGAL, foram realizadas com o auxílio do *software Spring* versão 5.1.8<sup>11</sup>. Também foram consideradas as características climáticas da região em estudo, observando-se as normais climatológicas<sup>12</sup>, referentes à área sob investigação.

A definição da localização dos pontos amostrais teve como base a equação diferencial de estado do solo (JENNY, 1941). Os componentes da diferencial total foram definidos a partir do exame do conjunto de informações levantadas, resultando na equação abaixo, a qual foi utilizada como base para a elaboração de todas as estratégias de amostragem.

$$dS = \left(\frac{\partial s}{\partial g}\right)_{cl, t, o} + \left(\frac{\partial s}{\partial cl}\right)_{g, t, o} + \left(\frac{\partial s}{\partial t}\right)_{g, cl, o} + \left(\frac{\partial s}{\partial o}\right)_{g, cl, t}$$

Onde  $dS$  representa a variação do estado do solo e  $\partial g$ ,  $\partial cl$ ,  $\partial t$  e  $\partial o$  representam as variações do estado do solo devidas aos efeitos exclusivos de geologia, clima, topografia e organismos, respectivamente.

A estratégia de deslocamento na área e as possíveis rotas de acesso aos pontos amostrais foram definidas com auxílio de imagens de alta resolução espacial disponíveis no software Google Earth versão 7.0.3.8542 (Google Inc., 2013). Além de possibilitar o acesso, o planejamento das rotas também foi elaborado de forma a permitir a identificação das zonas de transição entre as classes temáticas identificadas no exame preliminar.

#### 7.2.8.1.2 Trabalho de Campo

Os trabalhos de campo foram realizados através de visita à área de interesse, no período compreendido entre 02 a 12 de abril de 2013, com a participação de dois pedólogos e um geólogo, cumprindo as seguintes atividades:

- Deslocamento ao longo de toda a área de estudo no sentido Milagres-CE a Assú-RN para reconhecimento dos acessos e padrões de solos, unificação dos

<sup>11</sup> Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/spring>>.

<sup>12</sup> Disponíveis em <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>

- parâmetros de classificação e, principalmente, verificação da validade das conclusões obtidas no trabalho preliminar de escritório;
- Observação e localização de 91 pontos para inferência de características de solos, geologia, geomorfologia e pontos de controle;
  - Seleção de perfis representativos das unidades taxonômicas identificadas, para descrição e coleta de amostras;
  - Descrição e coleta de 09 perfis, em barrancos, trincheiras ou tradagem, 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 análises de solos para fins de classificação;
  - 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.

#### 7.2.8.1.3 Trabalho de Consolidação em Escritório

A segunda fase dos trabalhos de escritório (Fase de Consolidação), que teve como base as 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 7.3);
- Identificação e classificação definitiva dos solos de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) (EMBRAPA, 2006) e elaboração das legendas de identificação para o mapeamento de solos na escala de 1:100.000;
- Reinterpretação do material elaborado na fase preliminar e confecção do mapa de solo definitivo;
- Elaboração do relatório técnico.

## 7.2.8.2 Resultados

### 7.2.8.2.1 Resultados Preliminares e Unidades de Solos de Trabalhos Anteriores

Em relação à Pedologia a área atravessada pela LT, de acordo com IBGE (1981) apresenta uma variedade de unidades de solos que inclui desde aqueles mais desenvolvidos como Latossolos até os menos desenvolvidos como os Neossolos, incluindo entre os mesmos solos de desenvolvimento intermediários e alguns mal drenados. Considerando a fonte referida acima com a devida atualização para a nomenclatura utilizada no sistema atual de classificação de solo (EMBRAPA, 2006), têm-se as seguintes unidades de solos: LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico; LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico; ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico; LUVISSOLO HÁPLICO Órtico; PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico; VERTISSOLO HIDROMÓRFICO Carbonático; VERTISSOLO HÁPLICO Órtico; NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico; NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico; NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Distrófico.

O presente trabalho também levou em conta o Levantamento Exploratório – Reconhecimento de Solos dos Estados do Ceará (EMBRAPA, 1973), Paraíba (EMBRAPA, 1972) e Rio Grande do Norte (EMBRAPA, 1971) levados a efeito pela Unidade Estadual de Pernambuco vinculada ao Centro Nacional de Pesquisa de Solos/Embrapa. Igualmente, efetuando-se a reclassificação para o Sistema Atual de Classificação de Solos têm-se as seguintes unidades de solos: ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico; ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico; ARGISSOLO AMARELO Distrófico; CAMBISSOLO HÁPLICO Eutrófico; LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico; LUVISSOLO CRÔMICO Órtico; LUVISSOLO HÁPLICO Órtico; NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico; NEOSSOLO FLÚVICO Eutrófico; NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico; NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Distrófico, PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico; VEERTISSOLO HÁPLICO Órtico. Essa reclassificação é em parte corroborada por Campos e Queiroz (2006) no trabalho realizado com 64 perfis de solos do estado da Paraíba.

### 7.2.8.2.2 Resultados Definitivos e Unidades de Solos do Presente Trabalho

Neste estudo foram verificados e registrados 91 pontos envolvendo observações de geologia, geomorfologia e pedologia, incluindo ainda coletas de amostras de rochas e de 09 perfis de solos entre os mais representativos da região como um todo. Na ocasião foram feitos mais de 1.200 registros fotográficos (Tabela 7.2-14).

A observação dos padrões de variação das classes de solos encontradas na área em estudo revelou uma estreita relação entre estes e o material parental (geologia). O grau do relacionamento solo/geologia deve-se ao efeito do regime hídrico da região, o qual reduz o nível de intemperização do material parental tanto pela menor intensidade das reações hidrolíticas como pela menor atividade de organismos do solo. Associado a isto, o fator tempo também tem efeito marcante na diferenciação de classes de solo. Embora os critérios de classificação dos solos observados estejam muito mais relacionados a processos pedogenéticos resultantes das diferenças do material de origem, critérios resultantes de processos de transformação, que fundamentalmente estão relacionados ao fator tempo, também são observados a partir do exame morfológico dos perfis.

Dividindo a área em subáreas de maior e menor movimentação do relevo, o fator topografia ganha grande relevância nos padrões de variação das classes de solo. O efeito do fator é mais acentuado em áreas mais acidentadas, em função dos processos de remoção oriundos do sentido do fluxo de águas da chuva. Para áreas menos acidentadas, há uma redução nos efeitos relacionados a este processo havendo, porém, aumento do efeito do processo de deposição fluvial de sedimentos, o qual também está relacionado ao componente topográfico da equação de estado do solo.

Aplicando-se uma subdivisão em subáreas de maior ou menor precipitação, o componente climático da equação de estado do solo, a exemplo do fator topográfico para a subdivisão anterior, também ganha importância em relação à identificação de padrões de variação das classes observadas. Neste caso, verificam-se diferenças, principalmente, no que diz respeito ao grau de evolução dos solos, onde em regiões com regime de maior precipitação e vegetação mais abundante são observados, em geral, solos mais profundos e evoluídos.

De forma geral os padrões de variação de classes de solo podem ser descritos da seguinte forma:

- Na região dos Tabuleiros Costeiros do Oeste Potiguar, ocorrem solos de textura muito arenosa em todo o perfil nas proximidades de corpos hídricos existentes. Nas zonas mais elevadas são observados solos mais evoluídos, onde processos de transformação são mais evidentes. Também são observados solos com camadas superficiais com predomínio de areia fina em áreas mais baixas, devido a processos de deposição resultante da atividade de corpos hídricos já inexistentes;

- Na região de baixa precipitação da Depressão Sertaneja do Oeste Potiguar, em zonas com predomínio de rochas metamórficas, de relevo menos acidentado, observa-se o predomínio de solos rasos, onde processos de translocação são evidentes. Em zonas com predomínio de rochas ígneas ácidas, ocorrem solos rasos ainda em processo inicial de gênese, havendo maior exposição da rocha em áreas mais acidentadas;
- Na região de baixa precipitação da Depressão Sertaneja do Sertão Paraibano, ocorrem padrões semelhantes;
- Ainda na Depressão Sertaneja, porém na zona de maior precipitação e de vegetação mais abundante, do Oeste Potiguar e Sertão Paraibano, em zonas de relevo mais movimentado ocorrem solos rasos ainda no início do processo pedogenético associado a solos muito pouco intemperizados, porém com presença de horizonte subsuperficial diagnóstico. Nas zonas menos movimentadas e bases de morros ocorrem solos mais profundos com evidências de processos de translocação, variando em suas características químicas e morfológicas em função da variação do tipo de material de origem;
- Padrão semelhante é observado para os Planaltos Residuais, no Oeste Potiguar e em pequena parte do Sertão Paraibano, havendo, porém, maior exposição da rocha em função da maior movimentação do relevo;
- Em zonas baixas da Depressão Sertaneja, onde ocorrem materiais de origem sedimentar de textura mais fina, observam-se solos com características morfológicas que evidenciam a ocorrência de argila de alta atividade. Também podem ser observados, em zonas mais baixas, solos resultantes de processos de deposição tanto com características de hidromorfismo, próximos a corpos hídricos existentes, como com estratificação do perfil, em zonas de drenagem de corpos hídricos já inexistentes, ambos com textura mais arenosa.

Os dados gerais podem ser observados na Tabela 7.2-14. Já as descrições morfológicas, bem como fotos ilustrativas do perfil e paisagem dos solos com amostras coletadas são disponibilizadas no Apêndice 7.14.



Tabela 7.2-14 - Pontos registrados no trabalho de campo, localizados nas Áreas de Influência Direta e Indireta da LT 500 kV Milagres II – Açú III

Ponto	Coords. UTM (Zona 24 M)			Data	Geologia	Geomorfologia	Amos. Solos		Fotos
	E	N	Alt.						
ATE-01	724074	9387174	33	4/4/2013	Coberturas coluvio-eluviais	Tabuleiros Costeiros Apf	03	Neos. Quartzarênico (RQ)	28
ATE-02	724299	9385460	59	4/4/2013	Coberturas coluvio-eluviais	Tabuleiros Costeiros Dt31		Neossolo Regolítico (RR)	22
ATE-03	724810	9383254	105	4/4/2013	Coberturas coluvio-eluviais	Tabuleiros Costeiros Dt31		Latossolo Vermelho (LV)	8
ATE-04	720159	9385726	47	4/4/2013	Coberturas coluvio-eluviais	Tabuleiros Costeiros Dt31		Neos. Quartzarênico (RQ)	20
ATE-05	717926	9385153	50	4/4/2013	Material Laterizado do Barreiras	Tabuleiros Costeiros Dt31		Neos. Quartzarênico (RQ)	45
ATE-06	716214	9383727	65	4/4/2013	Formação Barreiras	Tabuleiros Costeiros Dt31		Latossolo Vermelho (LV)	44
ATE-07	713448	9377121	122	4/4/2013	Formação Barreiras	Tabuleiros Costeiros Pgu		Latossolo Vermelho (LV)	7
ATE-08	705627	9373833	140	5/4/2013	Formação Barreiras	Tabuleiros Costeiros Dt31		Latossolo Vermelho (LV)	7
ATE-09	702558	9373299	83	5/4/2013	Coluvio-eluvio/Barreiras/Caicó	Depressão Sertaneja Dt41		Neo. Lit/Luv.Cro. (RL+TC)	41
ATE-10	689688	9364578	98	5/4/2013	Complexo Caicó	Depressão Sertaneja Dt41		Luv.Cro./Neo. Lit (TC+RL)	114
ATE-11	689492	9363507	100	5/4/2013	Complexo Caicó	Depressão Sertaneja Dt41	03	Luv.Cro./Neo. Lit (TC+RL)	22
ATE-12	689226	9361352	112	5/4/2013	Complexo Caicó	Depressão Sertaneja Dt41		Luv.Cro./Neo. Lit (TC+RL)	10
ATE-13	688597	9358690	117	5/4/2013	Complexo Caicó	Depressão Sertaneja Dt41		Luv.Cro./Neo. Lit (TC+RL)	2
ATE-14	706761	9370798	121	6/4/2013	Complexo Caicó	Depressão Sertaneja Dt41	02	Luv.Cro./Neo. Lit (TC+RL)	27
ATE-15	709040	9367740	109	6/4/2013	Complexo Caicó	Depressão Sertaneja Apf	02	Planossolo Nátrico (SN)	44
ATE-16	703950	9368844	129	6/4/2013	Complexo Caicó	Depressão Sertaneja Dt41		Luv.Cro./Neo. Lit (TC+RL)	45
ATE-17	699485	9364874	108	6/4/2013	Complexo Caicó	Depressão Sertaneja Dt41		Luv.Cro./Neo. Lit (TC+RL)	11
ATE-18	702480	9364997	114	6/4/2013	Complexo Caicó	Depressão Sertaneja Dt41		Luv.Cro./Neo. Lit (TC+RL)	4
ATE-19	677915	9354684	146	7/4/2013	Complexo Caicó	Depressão Sertaneja Dt41		Luv.Cro./Neo. Lit (TC+RL)	6
ATE-20	682078	9352101	129	7/4/2013	Complexo Caicó	Depressão Sertaneja Dt41		Luv.Cro./Neo. Lit (TC+RL)	16

Ponto	Coords. UTM (Zona 24 M)			Data	Geologia	Geomorfologia	Amos. Solos		Fotos
	E	N	Alt.						
ATE-21	686315	9351146	102	7/4/2013	Colúvio-eluvio/Complexo Caicó	Depressão Sertaneja Apf	02	Planossolo Nátrico (SN)	12
ATE-22	674441	9347308	128	7/4/2013	Colúvio-eluvio/Complexo Caicó	Depressão Sertaneja Apf		Planossolo Nátrico (SN)	16
ATE-23	677438	9346915	126	7/4/2013	Suíte Poço Cruz	Depressão Sertaneja Apf		Planossolo Nátrico (SN)	21
ATE-24	679179	9345977	132	7/4/2013	Suíte Poço Cruz	Depressão Sertaneja Dt41		Luv.Cro./Neo. Lit (TC+RL)	13
ATE-25	671199	9339678	169	7/4/2013	Complexo Caicó/Suíte Poço Cruz	Depressão Sertaneja Dt41		Arg. Ver/Neo.Lit (PV+RL)	14
ATE-26	671661	9338801	175	7/4/2013	Suíte Poço Cruz	Depressão Sertaneja Dt41		Arg. Ver/Neo.Lit (PV+RL)	6
ATE-27	672440	9337786	172	7/4/2013	Suíte Poço Cruz	Depressão Sertaneja Dt41		Arg. Ver/Neo.Lit (PV+RL)	7
ATE-28	673375	9336729	159	7/4/2013	Suíte Poço Cruz	Depressão Sertaneja Dt41	02	Arg. Ver/Neo.Lit (PV+RL)	6
ATE-29	665982	9329142	184	7/4/2013	Suíte Poço Cruz	Depressão Sertaneja Dt41		Arg. Ver/Neo.Lit (PV+RL)	4
ATE-30	661659	9327973	183	7/4/2013	Suíte Poço Cruz	Depressão Sertaneja Dt41		Arg. Ver/Neo.Lit (PV+RL)	11
ATE-31	647027	9325432	227	8/4/2013	Suíte Intrusiva Itaporanga	Depressão Sertaneja Dt41	02	Neo. Lit/Luv.Cro. (RL+TC)	4
ATE-32	647136	9320519	282	8/4/2013	Suíte Intrusiva Itaporanga	Depressão Sertaneja Dt41		Cam.Háp/Neo.Lit (CX+RL)	26
ATE-33	645763	9315123	241	8/4/2013	Suíte Intrusiva Itaporanga	Depressão Sertaneja Dt41		Luv.Cro./Neo. Lit (TC+RL)	28
ATE-34	641726	9315935	260	8/4/2013	Suíte Intrusiva Itaporanga	Depressão Sertaneja Dt41		Luv.Cro./Neo. Lit (TC+RL)	14
ATE-35	641045	9312705	255	8/4/2013	Suíte Intrusiva Itaporanga	Depressão Sertaneja Dt41		Luv.Cro./Neo. Lit (TC+RL)	15
ATE-36	639583	9310158	255	8/4/2013	Complexo Caicó	Planaltos Residuais Sertanejos Da11		Arg. Ver/Neo.Lit (PV+RL)	8
ATE-37	645108	9311155	306	8/4/2013	Complexo Caicó	Depressão Sertaneja Dt41		Luv.Cro./Neo. Lit (TC+RL)	7
ATE-38	616935	9287893	129	8/4/2013	Suíte Intrusiva Itaporanga	Depressão Sertaneja Dt41		Arg.V.-A/N.Reg/N.Lit (PVA+RR+RL)	14
ATE-39	613922	9289036	342	8/4/2013	Suíte Intrusiva Itaporanga	Depressão Sertaneja Dt41		Ne.Lit/Arg.Ver (RL+PV)	9
ATE-40	607852	9293064	328	8/4/2013	Complexo Caicó	Depressão Sertaneja Dt21		Ne.Lit/Arg.Ver (RL+PV)	1
ATE-41	605238	9295088	331	8/4/2013	Suíte Poço da Cruz/Complexo Caicó	Depressão Sertaneja Dt21		Argissolo Vermelho (PV)	10

Ponto	Coords. UTM (Zona 24 M)			Data	Geologia	Geomorfologia	Amos.	Solos	Fotos
	E	N	Alt.						
ATE-42	635105	9304592	496	9/4/2013	Suíte Intrusiva Itaporanga	Planaltos Residuais Sertanejos Da23		Neossolo Litólico (RL)	16
ATE-43	631121	9308554	481	9/4/2013	Suíte Intrusiva Itaporanga	Planaltos Residuais Sertanejos Dc21	03	Arg. Ver/Neo.Lit. (PV+RL)	23
ATE-44	626434	9298283	348	9/4/2013	Suíte Intrusiva Itaporanga	Depressão Sertaneja Dt41		Neo.Reg./Neo.Lit (RR+RL)	7
ATE-45	621142	9299379	315	9/4/2013	Suíte Intrusiva Itaporanga	Depressão Sertaneja Dt41		Neo.Reg./Neo.Lit (RR+RL)	9
ATE-46	620032	9299442	308	9/4/2013	Complexo Caicó	Depressão Sertaneja Dt41		Argissolo Vermelho (PV)	7
ATE-47	618127	9299391	307	9/4/2013	Complexo Caicó	Depressão Sertaneja Dt41		Argissolo Vermelho (PV)	3
ATE-48	618278	9300308	299	9/4/2013	Complexo Caicó	Depressão Sertaneja Dt41		Neossolo Flúvico (RY)	11
ATE-49	615431	9300924	293	9/4/2013	Complexo Caicó	Depressão Sertaneja Dt41		Neo.Reg./Neo.Lit (RR+RL)	13
ATE-50	607192	9288338	331	9/4/2013	Suíte Poço Cruz	Depressão Sertaneja Dt21		Neossolo Litólico (RL)	18
ATE-51	607072	9284474	356	9/4/2013	Complexo Caicó	Depressão Sertaneja Dt21		Argissolo Vermelho (PV)	14
ATE-52	604640	9277580	339	9/4/2013	Complexo Caicó	Depressão Sertaneja Dt21		Neo. Lit/Luv.Cro. (RL+TC)	4
ATE-53	602941	9278184	334	9/4/2013	Suíte Poço Cruz	Depressão Sertaneja Dt41		Neo. Lit/Luv.Cro. (RL+TC)	6
ATE-54	603393	9281472	346	9/4/2013	Suíte Poço Cruz	Depressão Sertaneja Dt41		Neo. Lit/Luv.Cro. (RL+TC)	8
ATE-55	599375	9283019	418	9/4/2013	Suíte Poço Cruz	Planaltos Residuais Sertanejos Dc21		Luv.Cro./Neo. Lit (TC+RL)	8
ATE-56	582245	9269897	292	10/4/2013	Suíte Poço Cruz	Depressão Sertaneja Dt41		Neo. Lit/Luv.Cro. (RL+TC)	8
ATE-57	582075	9265713	326	10/4/2013	Complexo Caicó	Depressão Sertaneja Dt41		Neo. Lit/Luv.Cro. (RL+TC)	10
ATE-58	582232	9263646	264	10/4/2013	Complexo Caicó	Depressão Sertaneja Dt41		Neo. Lit/Luv.Cro. (RL+TC)	2
ATE-59	582773	9261306	263	10/4/2013	Complexo Caicó/Form.Antenor Navarro	Depressão Sertaneja Dt41		Neo. Lit/Luv.Cro. (RL+TC)	14
ATE-60	582861	9260478	234	10/4/2013	Formação Antenor Navarro	Depressão Sertaneja Dt41		Vertissolo Háplico (VX)	11
ATE-61	582551	9257187	243	10/4/2013	Formação Antenor Navarro	Depressão Sertaneja Pru	02	Vertissolo Háplico (VX)	6
ATE-62	569692	9252840	239	10/4/2013	Formação Sousa	Depressão Sertaneja Apf		Neossolo Flúvico (NY)	19

Ponto	Coords. UTM (Zona 24 M)			Data	Geologia	Geomorfologia	Amos. Solos	Fotos
	E	N	Alt.					
ATE-63	566051	9253933	250	10/4/2013	Formação Sousa	Depressão Sertaneja Pru	Luvissolo Crômico (TC)	10
ATE-64	558382	9246439	296	10/4/2013	Complexo Granjeiro	Depressão Sertaneja Dt21	Luvissolo Crômico (TC)	5
ATE-65	551580	9242190	305	10/4/2013	Suíte Intrusiva Várzea Alegre	Depressão Sertaneja Dt21	Luvissolo Crômico (TC)	6
ATE-66	557276	9238228	310	10/4/2013	Suíte Intrusiva Várzea Alegre	Depressão Sertaneja Dt21	Luvissolo Crômico (TC)	8
ATE-67	554102	9237425	313	10/4/2013	Suíte Intrusiva Várzea Alegre	Depressão Sertaneja Dt21	Luvissolo Crômico (TC)	8
ATE-68	550932	9237862	298	10/4/2013	Suíte Intrusiva Várzea Alegre	Depressão Sertaneja Dt21	Neossolo Flúvico (NY)	13
ATE-69	550050	9221449	342	10/4/2013	Complexo Granjeiro	Planalto Sertanejo Da23	Luvissolo Crômico (TC)	8
ATE-70	546806	9225695	337	10/4/2013	Complexo Granjeiro	Planalto Sertanejo Dc21	Luvissolo Crômico (TC)	5
ATE-71	546484	9230097	360	10/4/2013	Complexo Granjeiro	Planalto Sertanejo Da23	Arg. Ver/Neo.Lit. (PV+RL)	8
ATE-72	546464	9233495	320	10/4/2013	Suíte Intrusiva Várzea Alegre	Depressão Sertaneja Dt21	Luvissolo Crômico (TC)	4
ATE-73	546421	9236034	312	10/4/2013	Complexo Granjeiro	Depressão Sertaneja Dt21	Arg. Ver/Neo.Lit. (PV+RL)	18
ATE-74	536087	9219848	416	11/4/2013	Suíte Intrusiva Várzea Alegre	Planalto Sertanejo Dt11	Luv.Cro./Neo. Lit (TC+RL)	6
ATE-75	532475	9220851	407	11/4/2013	Suíte Intrusiva Várzea Alegre	Planalto Sertanejo Dt11	Luv.Cro./Ne.Li (TC+RL)	9
ATE-76	531580	9215986	347	11/4/2013	Formação Santana dos Garrotes	Planalto Sertanejo Apf	N.Lit/Luv.Cro (RL+TC)	8
ATE-77	524321	9211396	423	11/4/2013	Formação Santana dos Garrotes	Planalto Sertanejo Dc11	N.Lit/Luv.Cro (RL+TC)	8
ATE-78	529637	9210268	410	11/4/2013	Formação Santana dos Garrotes	Planalto Sertanejo Dc11	N.Lit/Luv.Cro (RL+TC)	6
ATE-79	525281	9209518	383	11/4/2013	Formação Brejo Santo	Planalto Sertanejo Dc11	N.Lit/Luv.Cro (RL+TC)	14
ATE-80	524451	9209152	366	11/4/2013	Formação Mauriti	Planalto Sertanejo Apf	N.Lit/Luv.Cro (RL+TC)	4
ATE-81	523947	9206690	361	11/4/2013	Formação Mauriti	Depressão Sertaneja Dt31	Luv.Cro./Ne.Li (TC+RL)	30
ATE-82	523019	9204844	399	11/4/2013	Formação Santana dos Garrotes	Planalto Sertanejo Dc11	N.Lit/Luv.Cro (RL+TC)	12
ATE-83	517661	9201337	434	11/4/2013	Formação Santana dos Garrotes	Planalto Sertanejo Dc11	N.Lit/Luv.Cro (RL+TC)	6

Ponto	Coords. UTM (Zona 24 M)			Data	Geologia	Geomorfologia	Amos. Solos	Fotos
	E	N	Alt.					
ATE-84	514595	9194707	399	11/4/2013	Formação Mauriti	Planalto Sertanejo Dt41	Neossolo Litólico (RL)	10
ATE-85	510649	9196021	435	11/4/2013	Form.Mauriti/Santana Dos Garrotes	Planalto Sertanejo Dt41	Neossolo Litólico (RL)	5
ATE-86	509060	9194826	472	11/4/2013	Formação Mauriti	Planalto Sertanejo Dt41	Argissolo Amarelo (PA)	5
ATE-87	508105	9192910	410	11/4/2013	Formação Mauriti	Planalto Sertanejo Apf	Neossolo Flúvico (RY)	5
ATE-88	506900	9191570	342	11/4/2013	Coberturas coluvio-eluviais	Planalto Sertanejo Apf	Neossolo Quartzarêncio (RQ)	4
ATE-89	507902	9191326	340	11/4/2013	Coberturas coluvio-eluviais	Planalto Sertanejo Apf	Neossolo Quartzarêncio (RQ)	5
ATE-90	506856	9190220	413	3/4/2013	Coberturas coluvio-eluviais	Planalto Sertanejo Apf	Neossolo Quartzarêncio (RQ)	4
ATE-91	507082	9188746	370	3/4/2013	Formação Missão Velha	Planalto Sertanejo Dt41	Argissolo Verm-Amarelo (PVA)	27
Total							21	1247

As classes de solos observadas na área investigada não variaram substancialmente em relação àquelas descritas nos materiais levantados na etapa anterior, havendo apenas a necessidade de adequação de associações e limites das unidades em função da escala de trabalho. Neste documento optou-se pela apresentação das classes no nível de subordem.

No Quadro 7.2-6 são apresentadas as 18 (dezoito) unidades de mapeamento presentes nas áreas de influência direta (AID) e influência indireta (All) do empreendimento com a respectiva simbologia e a classe ou classes componentes. Destas, 11 (onze) correspondem a unidades de mapeamento simples, composta por uma classe de solo, e as outras 7 (sete) são constituídas por associações de classes. Seis (6) delas apresentam duas classes e uma (1) é composta por três classes de solos distintas.

Quadro 7.2-6 - Unidades de mapeamento.

UM	Classe componente
PA	ARGISSOLO AMARELO
PV	ARGISSOLO VERMELHO
PV1	ARGISSOLO VERMELHO + NEOSSOLO LITÓLICO
PVA	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO
PVA1	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO + NEOSSOLO REGOLÍTICO + NEOSSOLO LITÓLICO
CX1	CAMBISSOLO HÁPLICO + NEOSSOLO LITÓLICO
LV	LATOSSOLO VERMELHO
TC	LUVISSOLO CRÔMICO
TC1	LUVISSOLO CRÔMICO + NEOSSOLO LITÓLICO
RL	NEOSSOLO LITÓLICO
RL1	NEOSSOLO LITÓLICO + LUVISSOLO CRÔMICO
RL2	NEOSSOLO LITÓLICO + ARGISSOLO VERMELHO
RY	NEOSSOLO FLÚVICO
RR	NEOSSOLO REGOLÍTICO
RR1	NEOSSOLO REGOLÍTICO + NEOSSOLO LITÓLICO
RQ	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO
SN	PLANOSSOLO NÁTRICO
VX	VERTISSOLO HÁPLICO

ARGISSOLO AMARELO/ ARGISSOLO VERMELHO/ ARGISSOLO VERMELHO + NEOSSOLO LITÓLICO/ ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO/ ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO + NEOSSOLO REGOLÍTICO + NEOSSOLO LITÓLICO

Estas unidades de mapeamento são constituídas, em seu maior percentual, por solos pertencentes à classe dos Argissolos no nível mais elevado (Ordem) do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Descrição e Conceito no Anexo 7.3). Já no nível de subordem, podem ser encontrados na área de estudo os Amarelos, os Vermelhos e os Vermelho-Amarelos. Os Amarelos são encontrados em unidades taxonômicas simples, enquanto os Vermelhos são encontrados tanto em unidades taxonômicas simples como associados com Neossolos Litólicos. Já os Vermelho-Amarelos são encontrados apenas em associações com Neossolos Regolíticos e Neossolos Litólicos de forma conjunta.

Apesar de pertencerem à mesma ordem de solos, os Argissolos encontrados na área do presente estudo se diferenciam bastante em algumas de suas características intrínsecas bem como comportamentais. Isto se deve à variação maior ou menor dos diferentes fatores envolvidos na formação dos referidos solos, notadamente o material de origem e o relevo, já que o clima, em razão da baixíssima precipitação aliada à baixa cobertura vegetal na região, pouco contribui para uma maior e mais profunda alteração dos materiais.

Do ponto de vista dos materiais de origem, estes solos se desenvolvem a partir da alteração de granitos, principalmente, mas também de gnaisses, xistos e arenitos (Figura 7.2-77 a Figura 7.2-80). Essa diversificação de materiais formadores determina, igualmente, comportamentos diferentes nas características químicas e físicas dos solos. Assim, solos originados dos arenitos são, do ponto de vista da fertilidade natural, os mais pobres, seguido dos originados dos granitos, enquanto os originados de xistos e gnaisses são naturalmente mais férteis. Em relação à profundidade dos solos desta classe os que se originam de granitos e gnaisses tendem a ser menos profundos enquanto os originados de arenitos normalmente alcançam maior profundidade com os derivados de xisto ocupando uma posição intermediária. Os solos originados dos arenitos, em razão do baixo poder de agregação de suas partículas predominantes (classe areia), são mais suscetíveis à erosão, embora na região esta situação se encontre minimizada, pois do relevo ao qual se acham associados é predominantemente plano e suave ondulado. Já os outros materiais originam solos mais argilosos com maior agregação entre as partículas componentes da textura, mas por se situarem, por vezes

em relevos mais movimentados, como suave ondulado e ondulado e ocasionalmente forte ondulado, podem também apresentar certa condição favorável ao estabelecimento de processos erosivos. Quando se considera as mesmas condições de solo, geologia e relevo a suscetibilidade à erosão pode ser agravada pela baixa cobertura vegetal.

Quando as unidades de mapeamento são compostas, além dos Argissolos, por Neossolo, como referido anteriormente, do ponto de vista do uso do solo, as restrições ficam aumentadas uma vez que estes últimos são menos desenvolvidos do que os primeiros.



Figura 7.2-77 - Argissolo de Granito (Fonte: Bourscheid, abril/2013).



Figura 7.2-78 - Argissolo de Gnaisse (Fonte: Bourscheid, abril/2013).





Figura 7.2-79 - Argissolo de Xisto (Fonte: Bourscheid, abril/2013).



Figura 7.2-80 - Argissolo de Arenito (Fonte: Bourscheid, abril/2013).

### CAMBISSOLO HÁPLICO + NEOSSOLO LITÓLICO

Esta unidade de mapeamento é constituída por uma associação de solos constituída por Cambissolos e Neossolos. O maior percentual da associação é de solos da classe dos Cambissolos no nível mais elevado (Ordem) do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Descrição e Conceito no Anexo 7.3).

São solos pouco desenvolvidos e no caso desta unidade, por ser originado de granito (Figura 7.2-81), apresenta fertilidade natural de baixa a média, e argilas de baixa atividade. A saturação de bases tende a ser baixa com carácter distrófico. Ocorrem em relevo mais movimentado (Figura 7.2-82). Além de mais rasos são mais suscetíveis à erosão em função das características herdadas do material originário associadas à paisagem referida.

De todo modo, esta associação, comparada com outras unidades de mapeamento presentes na área de estudo, não possui uma extensão significativa o que diminui sua importância no referido contexto.



Figura 7.2-81 - Cambissolo em Granito (Fonte: Bourscheid, abril/2013).



Figura 7.2-82 - Paisagem de ocorrência (Fonte: Bourscheid, abril/2013).

## LATOSSOLO VERMELHO

Esta unidade de mapeamento é constituída por solos pertencentes à classe dos Latossolos no nível mais elevado (Ordem) do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Descrição e Conceito no Anexo 7.3).

Os Latossolos normalmente são solos profundos, bem desenvolvidos e apresentam um estágio muito avançado de intemperização. O perfil normalmente é bastante homogêneo sem apresentar contraste apreciável entre as camadas, não só na cor, mas também em outras características morfológicas, físicas e químicas.

Na área de interesse do presente estudo, esta unidade de solos é encontrada próxima a Assú-RN e se origina de arenitos da Formação Barreiras na unidade geomorfológica Tabuleiros Costeiros (Figura 7.2-83).

Em razão da origem, os solos desta unidade são muito arenosos com baixo poder de coesão entre as partículas, o que lhes confere grau bastante elevado de suscetibilidade à erosão, exceto quando se verifica processo de laterização. Por outro lado, são encontrados, como já referido, nos Tabuleiros Costeiros onde o relevo predominante é plano e suave ondulado. Esta situação favorável na paisagem tem o poder de minimizar os efeitos dos processos erosivos, mas a baixa cobertura vegetal presente na superfície (Figura 7.2-84).



Figura 7.2-83 - Latossolo em barranco de estrada (Fonte: Bourscheid, abril/2013).



Figura 7.2-84 - Área de ocorrência (Fonte: Bourscheid, abril/2013).

Do ponto de vista da fertilidade natural, são solos relativamente pobres uma vez que originados de arenitos. Possuem baixa capacidade de troca de cátions e baixa saturação de bases, apresentando caráter distrófico, mas a baixa cobertura vegetal dos mesmos nesta região parece estar mais relacionada com a falta de precipitação do que com as características intrínsecas dos solos. Por serem profundos e bem desenvolvidos morfológicamente, não costumam apresentar impedimentos físicos ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas, exceto, eventualmente, quando se apresentam laterizados.

#### LUVISSOLO CRÔMICO/LUVISSOLO CRÔMICO + NEOSSOLO LITÓLICO

Estas unidades de mapeamento são constituídas, em seu maior percentual, por solos pertencentes à classe dos Luvisolos no nível mais elevado (Ordem) do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Descrição e Conceito no Anexo 7.3).

Na área de interesse ocorrem na forma de unidade de mapeamento simples, mas também em conjunto com Neossolo formando unidade de mapeamento do tipo associação.

Os Luvisolos ocupam uma apreciável extensão considerando a área do traçado da LT como um todo. São solos de desenvolvimento intermediário, mas com fertilidade natural superior aos Argissolos e Latossolos anteriormente descrito. Este diferencial de fertilidade se dá em razão da composição dos materiais que lhes dão origem tais como gnaisses, xistos e rochas contendo minerais máficos (Figura 7.2-85 a Figura 7.2-88). São

também, normalmente, menos alterados, menos profundos e mais férteis, em razão da presença de argilas de atividade alta na composição frações finas. Dependendo do teor de argila 2:1 expansivas, estes solos podem apresentar alternância dos processos de expansão e contração de argilas apresentando rachaduras ou fendas entre os agregados que formam a estrutura (Figura 7.2-85). Essa característica de expansão/contração, porém, não chega a ser tão pronunciada como nos Vertissolos. É comum também a presença deste tipo de argila conferir ao solo uma capacidade de maior dispersão natural em água, característica que pode favorecer o estabelecimento de processos erosivos.

Em razão das características já mencionadas são solos que não apresentam importantes impedimentos ao uso agrícola e suas limitações maiores ou menores estão muito mais relacionadas ao clima das regiões onde ocorrem do que aos atributos constituintes dos mesmos.



Figura 7.2-85 - Luvissole em Gnaisse (Fonte: Bourscheid, abril/2013).



Figura 7.2-86 - Luvissole em Rocha com máficos (Fonte: Bourscheid, abril/2013).



Figura 7.2-87 - Luvissole em Xisto (Fonte: Bourscheid, abril/2013).



Figura 7.2-88 - Luvissole em Siltitos (Fonte: Bourscheid, abril/2013).

NEOSSOLO LITÓLICO/ NEOSSOLO LITÓLICO + LUVISSOLO CRÔMICO/ NEOSSOLO LITÓLICO + ARGISSOLO VERMELHO/ NEOSSOLO FLÚVICO/ NEOSSOLO REGOLÍTICO/ NEOSSOLO REGOLÍTICO + NEOSSOLO LITÓLICO/ NEOSSOLO QUARTZARÊNICO

Estas unidades de mapeamento são constituídas, em seu maior percentual, por solos pertencentes à classe dos Neossolos no nível mais elevado (Ordem) do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Descrição e Conceito no Anexo 7.3). Já no nível de subordem podem ser encontrados, na área de estudos, os Litólicos, os Regolíticos, os Flúvicos e os Quartzarênicos. Os Litólicos ocorrem em unidades taxonômicas simples e em associações com Luvisolos e Argissolos. Os Flúvicos aparecem apenas em unidade taxonômica simples. Os Regolíticos podem ser vistos em unidades taxonômicas simples e em associação com Litólicos. Os Quartzarênicos existem compondo unidades taxonômicas simples.



Figura 7.2-89 - Neossolo Litólico em Quartzito (Fonte: Bourscheid, abril/2013).



Figura 7.2-90 - Paisagem de ocorrência (Fonte: Bourscheid, abril/2013).



Figura 7.2-91 - Neossolo Flúvico em Arenito (Fonte: Bourscheid, abril/2013).



Figura 7.2-92 - Local de ocorrência (Fonte: Bourscheid, abril/2013).



Figura 7.2-93 - Neossolo Regolítico em Granito (Fonte: Bourscheid, abril/2013).



Figura 7.2-94 - Local de ocorrência (Fonte: Bourscheid, abril/2013).



Figura 7.2-95 - Neossolo Quartzarênico em Sedimentos (Fonte: Bourscheid, abril/2013).



Figura 7.2-96 - Paisagem de ocorrência (Fonte: Bourscheid, abril/2013).

## PLANOSSOLO NÁTRICO

Esta unidade de mapeamento é constituída por solos pertencentes à classe dos Planossolos no nível mais elevado (Ordem) do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Descrição e Conceito no Anexo 7.3). Já no nível de Subordem a classe encontrada é dos Planossolos Nátricos, embora possam ocorrer outros solos pertencentes à Subordem do Planossolos Háplicos, mas, neste caso em proporção insuficiente para caracterizarem a participação em alguma associação. De acordo com as observações de campo, esta unidade de mapeamento composta pelos Planossolos Nátricos parece ter sua distribuição na área associada à região mais seca do ponto de vista climático e onde, em consequência, a baixa precipitação permitiu o acúmulo de sais de sódio. São solos com gradiente textural expressivo entre os horizontes A e B evidenciado por uma transição entre eles abrupta e plana. Sua fertilidade natural que poderia ser favorável ao desenvolvimento das culturas tem contra si o fato de que o excesso de sais de sódio torna restritivo seu uso para muitos cultivos. Somando-se a isso a baixa precipitação e as características morfológicas como textura e estrutura desfavoráveis ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas, pode-se compreender as razões da subutilização das áreas destes solos. No que diz respeito às argilas presentes nestes solos, estas, além de contribuírem para a formação de uma estrutura prismática, propiciam fácil dispersão do solo em água, até mesmo pelo teor elevado de sais de sódio presentes. De todo modo, considerando a área envolvida no traçado da LT, a representatividade desta unidade de mapeamento é menor do que as anteriores, exceção feita à unidade de mapeamento Cambissolo Háplico + Neossolo Litólico.



Figura 7.2-97 - Planossolo Nátrico em Granito  
(Fonte: Bourscheid, abril/2013).



Figura 7.2-98 - Local de Ocorrência (Fonte:  
Bourscheid, abril/2013).

## VERTISSOLO HÁPLICO

Esta unidade de mapeamento é constituída por solos pertencentes à classe dos Vertissolos no nível mais elevado (Ordem) do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Descrição e Conceito no Anexo 7.3). No nível de Subordem os solos se classificam como Vertissolos Háplicos. Originam-se, na área de estudo, de siltitos da Formação Sousa e de arenitos conglomeráticos da formação Antenor Navarro (Figura 7.2-99).

São solos com fertilidade natural elevada em razão da presença de argilas expansivas 2:1. Possuem alta capacidade de troca de cátions (CTC) e alta percentagem de saturação de bases (V%). São medianamente profundos ou rasos e apresentam problemas de drenagem que os coloca, pelo menos, como imperfeitamente drenados. Em razão do tipo de argila presente, também apresentam processos de expansão e contração de argilas (Figura 7.2-101) não só na superfície como em profundidade no horizonte vértico. Assim como outros solos já referidos anteriormente, também os Vertissolos costumam apresentar um percentual elevado de argila dispersa naturalmente em água, o que contribui para facilitar o estabelecimento de processos erosivos, notadamente quando ocorrem em relevo suave ondulado e ondulado.



Do ponto de vista do uso agrícola, são solos que apresentam boas possibilidades quando superadas as dificuldades naturais de preparo e estabelecidos os cuidados necessários ao controle da erosão.

Assim como os Planossolos os Vertissolos, quando se considera toda a área de influência do traçado da LT, não possui tanta representatividade como os Argissolos, Luvisolos e Neossolos.



Figura 7.2-99 - Vertissolo Háplico em Siltitos (Fonte: Bourscheid, abril/2013).



Figura 7.2-100 - Paisagem de ocorrência (Fonte: Bourscheid, abril/2013).



Figura 7.2-101 - Aspecto de Contração de Argila (Fonte: Bourscheid, abril/2013).

Até o momento, todo o diagnóstico pedológico considerou, principalmente, as características relacionadas à gênese dos solos, resultantes da ação gradual dos agentes do intemperismo. Contudo, necessita-se, também, de uma abordagem das características dos solos relacionadas a seus comportamentos dinâmicos, visto que estas são informações fundamentais para o planejamento da atividade proposta para a área.

O comportamento dinâmico do solo está relacionado a mudanças em seu estado inicial, resultante da interação deste com agentes do sistema. Tendo em vista os aspectos

relacionados à atividade proposta, os processos de maior relevância em relação ao comportamento dinâmico dos solos são aqueles relacionados a perdas de material do perfil.

#### 7.2.8.2.3 Suscetibilidade ao Desenvolvimento de Processos Erosivos

Ao conjunto de processos de desagregação, decomposição, transporte e deposição de materiais de rochas e solos, dá-se o nome de erosão, o qual é um fenômeno natural que age sobre a superfície terrestre desde o seu princípio. Dentre os agentes do sistema que contribuem para o desencadeamento de processos erosivos, o homem é aquele com maior capacidade de modificação em curto prazo.

Em função do potencial erosivo antrópico, relacionado principalmente ao uso agrícola, costuma-se relacionar as classes de erosão ou de vulnerabilidade à erosão aos solos existentes em determinada região. Entretanto, esta associação parece mais adequada quando se trata de classificação e mapeamento de solos objetivando alguma classificação técnica como capacidade de uso das terras ou aptidão agrícola. Quando se trabalha com a classificação natural de solos, esta associação pode levar a equívocos, requerendo que mais parâmetros do sistema sejam introduzidos para a correta definição da susceptibilidade à erosão de uma área ou região determinada. A introdução de parâmetros torna-se mais importante na medida em que se trabalha com escalas menores. Neste sentido, optou-se neste trabalho por elaborar uma classificação da vulnerabilidade à erosão apoiada no conjunto de informações geológicas, geomorfológicas e pedológicas, visando uma distribuição mais adequada das classes no mapa produzido.

A partir das características e distribuição das classes de solo observadas, o primeiro critério de classificação adotado foi forma do relevo, seguido por textura do solo e atividade da fração argila. A identificação da atividade da fração argila foi feita de forma indireta, a partir das características do material parental e informações morfológicas do perfil observado. O mapa de distribuição das classes de susceptibilidade à erosão é apresentado no Apêndice 7.10 do capítulo da Geomorfologia. Também em parte do texto do capítulo referido são feitas considerações sobre o tema e apresentadas ilustrações das classes de erosão.

#### 7.2.8.2.4 Solo Exposto

Em relação ao solo exposto, não foi observada a ocorrência de processos erosivos em magnitude que possam comprometer as estruturas do empreendimento na área em estudo. Para ocorrência de área de exposição do solo, observaram-se três padrões distintos. O primeiro resulta da exploração agrícola, padrão que predomina nas várzeas de corpos hídricos, ocorrendo também, porém em menor proporção, em áreas de solo mais profundos. O segundo é resultado do predomínio de períodos de baixa precipitação sendo observado em zonas mais áridas. Estes dois padrões conduzem a uma exposição cíclica sazonal do solo no período que antecede a estação de maior precipitação, no caso da exploração agrícola, e durante toda estação de estiagem, para o padrão relacionado às baixas precipitações. O terceiro padrão é observado em zonas mais acidentadas onde há exposição da rocha, associada a solos jovens pouco profundos, ocorrendo permanentemente independente das condições climáticas.

O primeiro padrão ocorre com maior frequência nas áreas compreendidas pela depressão sertaneja, com maior intensidade nos municípios de Souza, nas zonas de solos vérticos (VX). De forma sequencial, este padrão é observado nos municípios de Campo Grande, parte dos municípios de Janduís e Messias Targino, ao norte dos municípios de Catolé do Rocha, Bom Sucesso, Santa Cruz e Lastro; e no limite entre a Depressão Sertaneja e o Planalto Sertanejo, no município de Cajazeiras. Na zona do Planalto Sertanejo, observa-se este padrão com grande intensidade nas áreas menos acidentadas do município de Barro, ocorrendo também, porém com baixa intensidade, no município de Milagres. O padrão resultante das características climáticas ocorre na zona mais árida da Depressão Sertaneja que vai desde o município de Paraú até o município de Patú. As áreas de exposição permanente de solo ou rocha ocorrem nas zonas do Planalto Residual Sertanejo, compreendidas pelos municípios de Catolé do Rocha e João Dias, e do Planalto Sertanejo, no limite entre os municípios de Barro e Milagres.

#### 7.2.8.3 Conclusões

De forma geral os solos observados na área em estudo não apresentam características que tornem inviável a instalação do empreendimento. Embora existam zonas onde a classe de solo predominante e sua posição no relevo, possam favorecer a perda de material da superfície, conforme descrito no mapa de suscetibilidade à erosão, o

processo pode ser facilmente revertido se adotadas práticas adequadas de manejo da cobertura e redução da velocidade de escoamento superficial, as quais são descritas nos itens dos impactos e dos programas. De todo o modo, a probabilidade das estruturas serem afetadas por características dos solos e estes terem sua potencialidade de degradação aumentada pela instalação da LT são muito pequenas.

### 7.2.9 Espeleologia

Este relatório apresenta os resultados da prospecção espeleológica realizada na área proposta para instalação do empreendimento denominado LT 500 kV Milagres II - Açú III, Seccionamentos e Subestações Associadas, localizado nos estados de Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte, na região nordeste do Brasil (Figura 7.2-102).

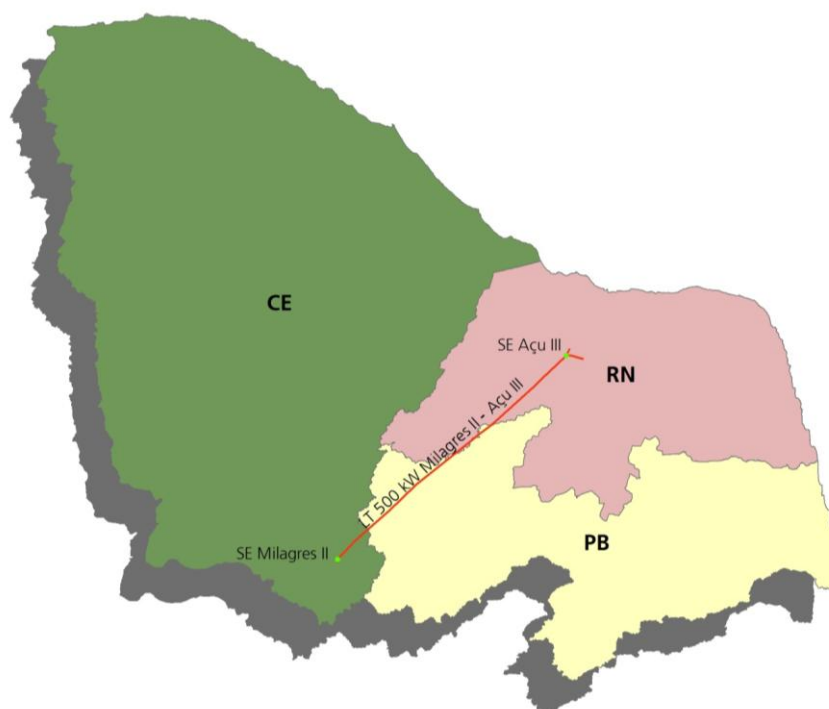


Figura 7.2-102 - Localização da área do empreendimento.

#### 7.2.9.1 Metodologia

Para a realização dos trabalhos foram seguidas as seguintes etapas:

- **Levantamento bibliográfico** das pesquisas geológicas, geomorfológicas e espeleológicas realizadas na região, incluindo buscas em bancos de dados oficiais (CANIE/CECAV) e relatórios técnicos;

- **Análise documental e cartográfica** da área de estudo, buscando reconhecer indicadores geológicos (litologias e estruturas) e geomorfológicos (afloramentos, escarpas, vales, sumidouros e ressurgências, dolinas, uvalas, etc.) favoráveis à existência de cavidades naturais subterrâneas (cavernas). Corpos lateríticos, escarpas, afloramentos rochosos e talvegues foram identificados e definidos como áreas prioritárias para prospecção;
- **Plano de trabalho**, elaborado através da definição de uma produtividade estimada a partir dos geoindicadores identificados na etapa de análise documental e cartográfica. Nesta etapa, realizou-se uma avaliação preliminar da potencialidade da área de estudo para ocorrência de cavernas de forma a embasar tecnicamente a adoção de malhas de caminhamento mais refinadas em determinadas áreas-alvo;
- **Prospecção espeleológica**, realizada por uma equipe técnica na área demarcada no Projeto, através de caminhamento sistemático balizado pela análise documental e cartográfica, registrado por meio de equipamento específico (GPSMap Garmin 62S - sistema de coordenadas geográficas e *datum* WGS-84). Duas equipes eram compostas por dois integrantes cada, sendo um coordenador (espeleólogo de nível superior) e um auxiliar de campo (espeleólogo de nível médio). Aos coordenadores, coube a orientação acerca dos procedimentos e direção a ser seguida, além do manejo do GPS, descrição e registro geral das atividades. Aos auxiliares de campo coube a liderança na escolha de acessos.

Tendo como base o mapa geológico, identificaram-se áreas com litologias mais ou menos favoráveis ao desenvolvimento de cavidades. O caminhamento foi realizado nas áreas identificadas como de alto ou muito alto potencial espeleológico e, nas áreas de médio e baixo potencial ou de ocorrência improvável de cavidades, as equipes abordaram proprietários de terra locais em busca de registro oral que documentasse a presença de cavernas na região;

- **Inventário de cavidades**, incluindo ficha de cadastro das cavernas identificadas (descrição geral e croquis). Os croquis das cavernas identificadas foram elaborados segundo as especificações da *British Cave Research Association* (BCRA) e atingiram o grau 2B (DAY, 2002). As fichas de campo constituem formulários padronizados elaborados pela empresa Carste Consultores Associados;

- **Elaboração de relatório** contendo os resultados sintéticos dos dados gerados durante as campanhas de campo. Apresenta-se um mapa de caminhamento espeleológico com a localização das cavidades prospectadas e, anexos a este documento, as fichas de cadastro das cavernas identificadas e os croquis digitalizados.

## 7.2.9.2 Resultados

### 7.2.9.2.1 Caracterização da área

A área do Projeto de Prospecção da LT 500 kV Milagres II - Açú III, Seccionamentos e Subestações Associadas está inserida na porção Centro-Norte da Província Borborema, assim denominada por Almeida *et al.* (1977 e 1981), e se localiza sobre a região de dobramento Nordeste. Esta área percorre os estados do Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte, adotando segmento quase retilíneo de sentido SW-NE, passando por unidades litoestratigráficas que abrangem litotipos pré-cambrianos, bacias sedimentares juro-cretáceas e um pequeno percentual de coberturas paleógenas e neógenas, representadas pelos depósitos aluvionares e colúvio-aluviais.

#### a) Geologia regional

A área em estudo está representada na Folha Sousa (SB.24-Z-A, escala 1:250.000), parte integrante do Programa Geologia do Brasil (PGB), ação de levantamento geológico sistemático, desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM, no âmbito da Superintendência Regional de Recife. Compreende uma área de 18.000 km<sup>2</sup>, abrangendo parte dos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Ceará.

A Folha Sousa encontra-se inserida na porção centro-norte da Província Borborema, província descrita por Almeida *et al.* (1977 e 1981), sendo constituída essencialmente por litotipos pré-cambrianos e bacias sedimentares juro-cretáceas (incluindo termos vulcânicos), com um pequeno percentual representado por coberturas plataformais paleógenas/neógenas e formações superficiais neógenas.

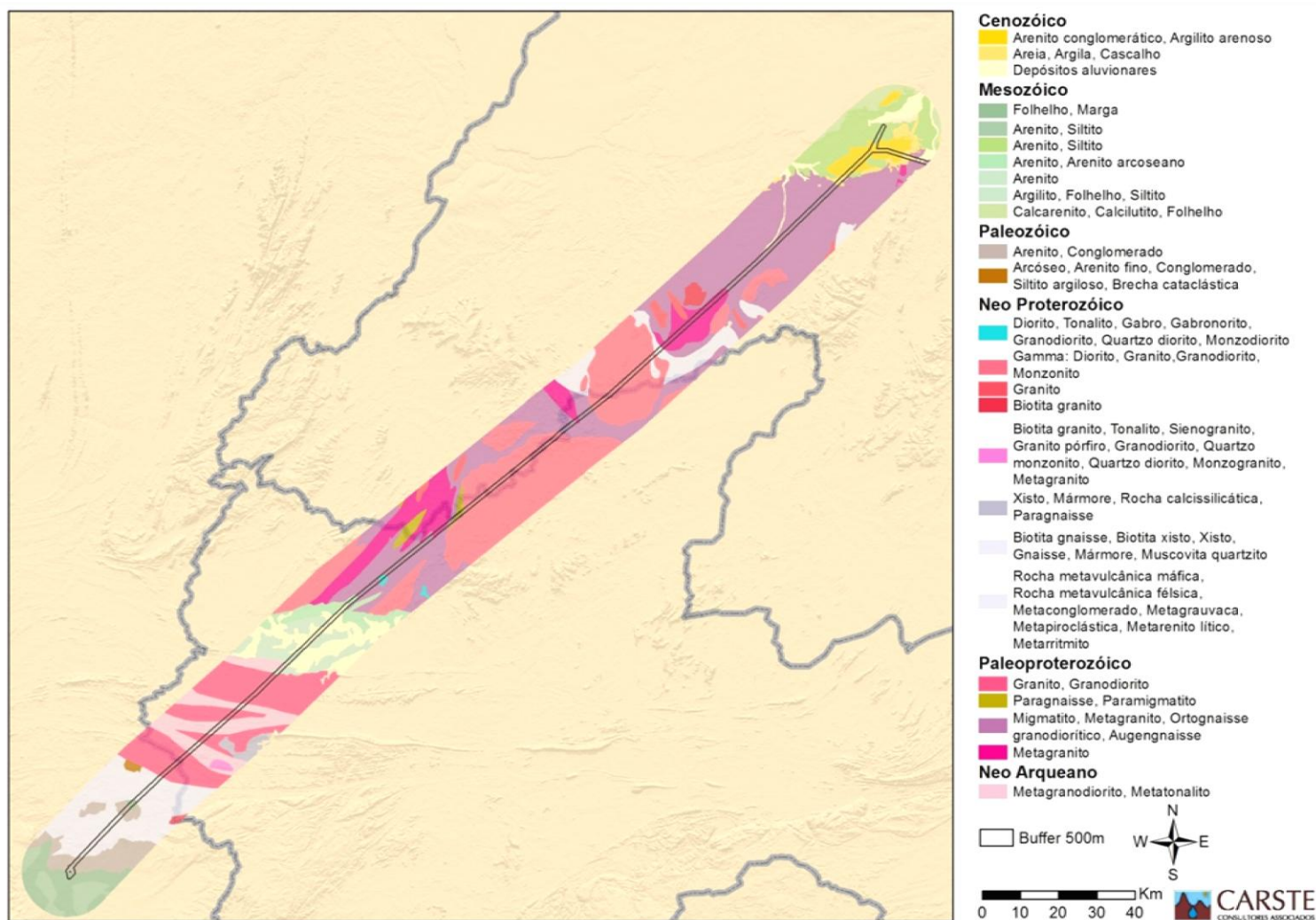


Figura 7.2-103 - Geologia da área do Projeto da Linha de Transmissão denominada LT 500 kV Milagres II - Açu III, Seccionamentos e Subestações Associadas.

As principais feições estruturais observadas na região da Folha Sousa são as zonas de cisalhamento transcorrentes dextrais de Malta, Portalegre, Jaguaribe e Orós, consensualmente atribuídas na literatura como associadas à deformação transcorrente brasiliana. Também são observadas estruturas de cisalhamento extensionais que provocam a subsidência e criação de bacias mesozoicas na região (CPRM, 2008).

#### *i. Ceará*

No Ceará, o Complexo Cristalino Arqueano é composto, sobretudo, por gnaisses, micaxistos e quartzitos, além de intrusões ígneas, apresentando-se descoberto na quase totalidade da superfície do estado. Esse extenso afloramento articula-se, ao sul, com séries idênticas às do Piauí, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. Formações geológicas mais modernas, em estratos de espessura variável de alguns centímetros a cerca de mil metros, apenas cobrem o embasamento em trechos limitados, como na comprida e estreita faixa litorânea.

A Série do Ceará (SOBRINHO, 1941), de idade proterozóica, é composta por calcários laminados, filitos, hidromicaxistos, quartzitos biotíticos e micaxistos, com diferentes graus de metamorfismo.

#### *ii. Paraíba*

O estado da Paraíba tem aproximadamente 89% de sua área estabelecida sobre rochas pré-cambrianas, sendo complementado por bacias sedimentares fanerozóicas, rochas vulcânicas cretáceas, coberturas plataformais paleógenas/neógenas e formações superficiais quaternárias.

Na área pré-cambriana, encontram-se exposições da denominada Província Borborema. Os terrenos pré-cambrianos são divididos em domínios Transversal, Rio Grande do Norte, Cearense, Externo e Médio Coreaú, separados entre si por lineamentos crustais brasileiros, que podem ou não representar suturas. Os três primeiros domínios citados são identificados na Paraíba.

#### *iii. Rio Grande do Norte*

O substrato Pré-Cambriano do estado do Rio Grande do Norte compreende três domínios tectonoestruturais: (i) o Domínio Jaguaribeano, à oeste; (ii) o Domínio Rio Piranhas-Seridó, parte central e (iii) o Domínio São José do Campestre, à leste. Estes são



limitados por duas importantes zonas de cisalhamento brasileiras: à oeste, a zona de cisalhamento Portalegre e, à leste, a zona de cisalhamento Picuí-João Câmara.

O Rio Grande do Norte foi palco de expressivo plutonismo brasileiro de idade ediacarana, cujo episódio principal ocorreu no intervalo de 580-570 Ma. No Cretáceo Inferior ocorreu a sedimentação das bacias Potiguar, Gangorra, Rafael Fernandes e Cel. João Pessoa, a partir da formação de grabens relacionados à abertura do Atlântico Sul. O embasamento cristalino e os sedimentos cretáceos são recobertos em parte por diversas unidades siliciclásticas do Paleógeno/Neógeno, tais como o Grupo Barreiras, as formações Serra do Martins, Potengi e Tibau e pelos sedimentos inconsolidados do Neógeno.

#### b) Geomorfologia regional

Na região nordeste do Brasil, o relevo documenta importantes episódios de evolução morfotectônica e paleoclimática. Organizado em torno de paleosuperfícies, a área apresenta diversos compartimentos geomorfológicos derivados de importantes eventos tectônicos, como o Ciclo Brasileiro e a separação América do Sul/África. Estes compartimentos encontram-se no contato com maciços cristalinos alinhados segundo diferentes zonas de cisalhamento e lineamentos estruturais que orientam a drenagem e a dissecação, bem como bacias mesozóicas afetadas por soerguimento; e compõem o complexo sistema morfoestrutural nordestino, que começou a ser interpretado a partir da década de 1960 como composto por sucessivos níveis de paleosuperfícies escalonadas. Mas, o nordeste exibe um vasto acervo de estruturas deformacionais cenozóicas, sobretudo nas áreas sedimentares, por vezes orientando a ação externa.

Organizado em torno do Planalto da Borborema, a configuração do relevo faz deste um importante dispersor da drenagem (AB' SABER, 1969), onde uma densa rede de drenagem é responsável pela intensa dissecação. Entre as áreas elevadas formam-se zonas aplainadas onde os processos denudacionais suplantaram os agradacionais, formando vastas superfícies erosivas – a chamada “depressão sertaneja” (AB' SABER, 1969).

As unidades de relevo presentes na região de estudo são apresentadas no Apêndice 7.7, Mapa Geomorfológico.

### c) Clima e vegetação

O Nordeste do Brasil é uma província fitogeográfica das caatingas, onde dominam temperaturas médias anuais muito elevadas e constantes (AB'SABER, 1999). A posição do semiárido próxima à linha do Equador contribui para singularizar o nordeste árido e semiárido na gama de regiões desérticas ou subdesérticas. Outra originalidade consiste na presença de uma rede hidrográfica hierarquizada e aberta sobre o oceano, notadamente dos dois emissários principais que são o Rio São Francisco e o Rio Parnaíba. A presença de maciços/chapadas ultrapassando os 1.000 metros de altitude (Chapada da Borborema) permite alimentar, durante 5 a 7 meses, muitos cursos d'água, cujo débito é suficiente para assegurar uma drenagem exorréica (PASSOS, 2004).

O trabalho de Nimer (1989) evidenciou a importância do gradiente que opõe o litoral atlântico – que recebe mais de 1.500 mm por ano e não conhece senão uma curta estação seca – e o interior onde, mais frequentemente, a pluviometria desce a menos de 750 mm e o número de meses secos é superior a seis. A aridez culmina no interior do estado da Paraíba e, ainda, no limite dos estados da Bahia e de Pernambuco (menos de 500 mm por ano e mais de nove meses secos). Ao norte, nos estados do Piauí e Ceará, o máximo de chuvas está mais concentrado no outono (de março a maio) e o mínimo é mais invernal (maio a julho) com uma originalidade: estação seca de fim de primavera e de verão lembrando o regime mediterrâneo (VULQUIN, 1979).

A caatinga é a formação vegetal que melhor caracteriza o Nordeste semiárido. Contudo, ela apresenta uma grande diversidade de formas na estrutura, composição florística, altura e densidade das árvores. É notada nesta uma vegetação típica de regiões semiáridas com perda de folhagem pela vegetação durante a estação seca. Anteriormente acreditava-se que a caatinga seria o resultado da degradação de formações vegetais mais exuberantes, como a Mata Atlântica ou a Floresta Amazônica. Essa crença sempre levou à falsa ideia de que o bioma seria homogêneo, com biota pobre em espécies e em endemismos (SILVA, 2003).

#### 7.2.9.2.2 Espeleologia regional

O estado do Ceará, segundo informações do Cadastro Nacional de Cavernas (CNC) do CECAV, tem 44 cavernas catalogadas oficialmente, o que corresponde a um número

---

pequeno, considerando seu potencial ainda pouco explorado<sup>13</sup>. Ainda não existe um devido inventário do patrimônio espeleológico do território cearense, mesmo diante do seu significativo potencial espeleológico.

No estado do Paraíba, foram catalogadas pelo CNC apenas 4 cavernas, nomeadas Caverna da Onça, Caverna do Índio, Caverna do Marés e Caverna de Santa Catarina. Estas foram listadas segundo a ordem decrescente de sua extensão e profundidade. Este estado apresenta, atualmente, apenas 0,1% do total de cavernas cadastradas no Brasil.

No Rio Grande do Norte, de acordo com o banco de dados organizado pela Base Regional do CECAV (Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas), foram registradas 563 cavidades: 469 cavernas, 54 abrigos, 36 abismos e 4 dolinas, colocando-o como o segundo estado nordestino com maior número de cavidades conhecidas (Figura 7.2-104). As cavidades do Rio Grande do Norte estão distribuídas em cinco bacias hidrográficas. O destaque está na bacia do rio Apodí – Mossoró onde estão inseridas 283 cavernas, 50,27% das ocorrências do estado. Já na bacia do rio Piranhas - Açú encontram-se localizadas 22 cavidades, 3,01% do total, entre elas a única caverna em arenito do Estado, a Gruta dos Pingos, no município de Açú. O Núcleo Regional do CECAV tem em sua mapoteca 149 mapas topográficos de cavernas do Estado, ou seja, 26,47% das ocorrências de cavidades do Estado estão topografadas.

---

<sup>13</sup> No estado do Ceará, assim como na Paraíba, não há dados mais detalhados sobre as cavidades catalogadas, como os existentes para o estado do Rio Grande do Norte.

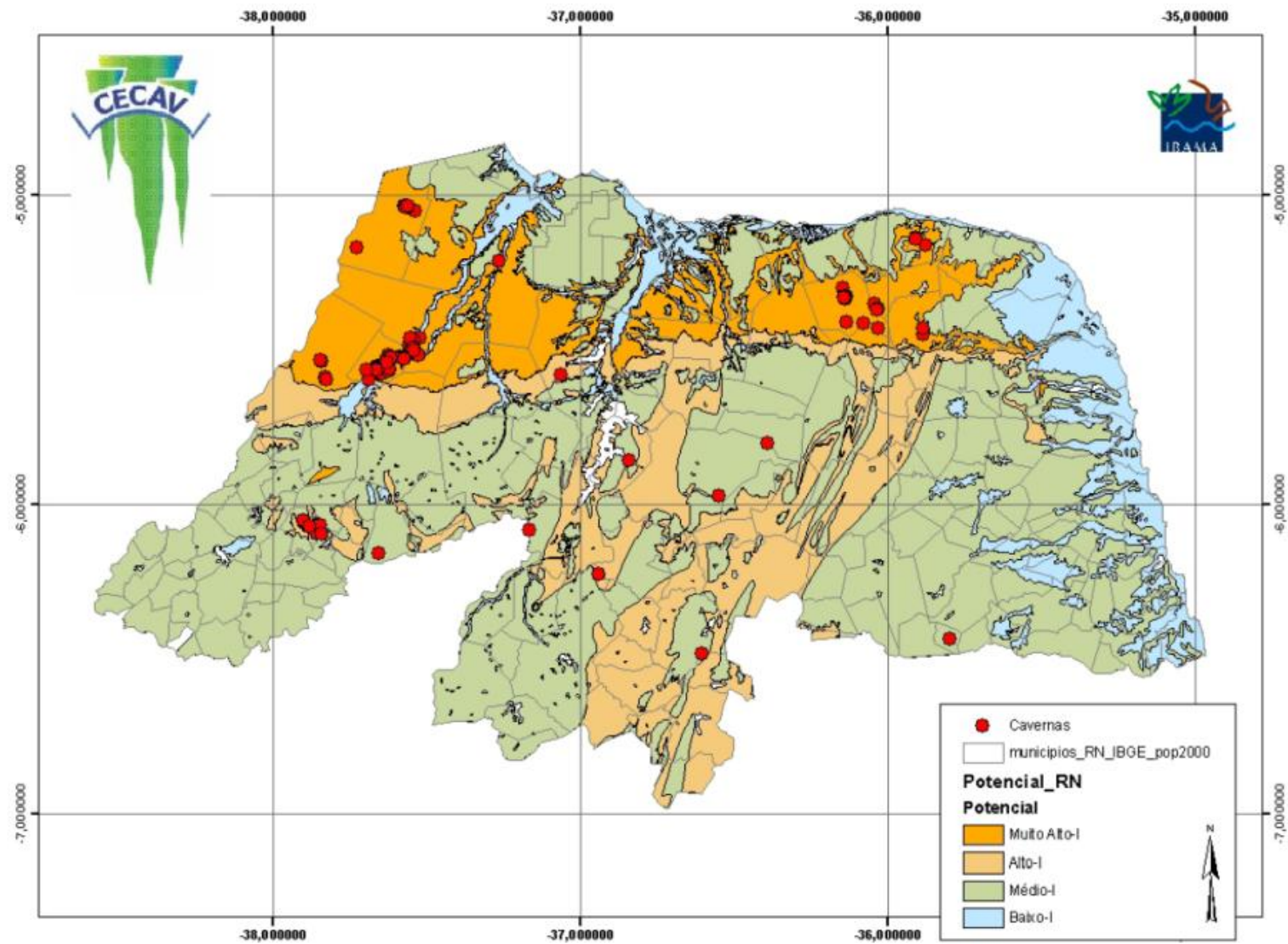


Figura 7.2-104 - Potencialidade espeleológica do RN (Fonte: CECAV, 2007).

### 7.2.9.2.3 Potencial espeleogenético

A análise do potencial espeleológico consiste em um procedimento de grande importância nos trabalhos de prospecção, uma vez que permite a identificação de 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 maior acurácia, de modo a garantir um levantamento mais seguro. A análise do potencial espeleológico na área do projeto foi realizada antes do início dos trabalhos de campo e se baseou no reconhecimento de indicadores geológicos e geomorfológicos favoráveis à existência de cavernas, tais como estruturas geológicas, afloramentos rochosos e talvegues. A identificação desses elementos associada às características litológicas da área permitiu a elaboração do mapa de potencial espeleológico para área de influência direta e indireta do empreendimento.

Limitado pela disponibilidade de bases cartográficas, 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, 2008).

Além disso, foram consideradas as feições geomorfológicas com maior influência no potencial espeleogenético, como afloramentos rochosos, paredões, maciços residuais, zonas de abatimento, dentre outros, as quais corresponderam às áreas privilegiadas no caminhamento espeleológico, sendo alvo de maior atenção. O mesmo aconteceu ao longo de cursos fluviais, cujas bordas e leitos rochosos são áreas propícias à ocorrência de cavernas. Já áreas com espessas coberturas pedológicas, áreas pantanosas e/ou alagadas, apresentam menor probabilidade de ocorrência de feições espeleológicas, sendo menor a acurácia empregada na busca por cavernas.

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, tendo o potencial extremamente reduzido.

A definição das classes de potencial espeleológico baseou-se no trabalho desenvolvido por Jansen et al. (2012) intitulado: "Mapa de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil, na escala 1:2.500.000". Neste trabalho, os autores estabeleceram graus de potencialidade de ocorrência de cavernas a partir da classificação litológica. Para cada

classe de potencial espeleológico foram agrupados os tipos de rocha, considerando seus aspectos e frequência de ocorrência de cavidades (

Quadro 7.2-7).

Quadro 7.2-7 - Potencialidade de Ocorrência de Cavernas Baseada na Litologia.

Litologia	Grau de potencialidade
Rocha Carbonática (Calcário, Calcarenito, Calcirrudito, Dolomito e Carbonato), Evaporito e Formação Ferrífera (Itabirito e Jaspilito).	Muito alto
Calcrete, Calcilutito, Mármore e Marga.	Alto
Arenito, Calcixisto, Carbonatito, Conglomerado, Filito, Folhelho, Fosforito, Grauvaca, Micaxisto, Milonito, Ortoquartzito, Pelito, Quartzito, Ritmito, Rocha Calcilicática, Siltito e Xisto.	Médio
Adamelito, Andesito, Anfíbolito, Anatexito, Anortosito, Aplito, Ardósia, Argilito, Arcoseo, Basalto (Piroxênio Augítico, Labradorita, Anortita e Olivina), Brecha, Calcedonito, Charnockito, Cloritito, Cromitito, Dacito, Diamicitito, Diorito, Diabasio, Diamicitito, Dunito, Enderbitito, Fenito, Fonolito, Foyaito, Gabro, Glimmerito, Gnaise, 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, Sedimento Detrito Laterítico, Serpentinito, Sienito, Silexito, Tilito, Tonalito, Traquito, Troctolito, Trondhjemito, Tufito, Ultramafito e Websterito.	Baixo
Aluvião, Areia, Argila, Cascalho, Lamito, Linhito, Demais Sedimentos, Turfa e Tufo foram consideradas de improvável ocorrência de cavidades naturais.	Ocorrência improvável

Fonte: Jansen *et al.* (2012)

Como base geológica para a delimitação das classes de potencial espeleológico, utilizou-se a mapa geológico do Brasil ao Milionésimo, Folha Jaguaribe (SB-24), que abarca toda a área de trabalho e não contrapõe o descrito na Folha Sousa, utilizada como base para a descrição da área de estudo e para enriquecimento das informações, uma vez que apresenta escala mais apropriada ao estudo local. A partir desses dados, adotou-se uma posição conservadora no sentido de priorizar áreas com maiores potenciais espeleológicos. O resultado da análise de potencial espeleológico encontra-se no mapa a seguir (Figura 7.2-105), apresentado também no Apêndice 7.15. Devido à extensão do empreendimento, optou-se por segmentar o traçado da LT em quatro áreas numeradas em ordem crescente de 1 a 4, de sul a norte.

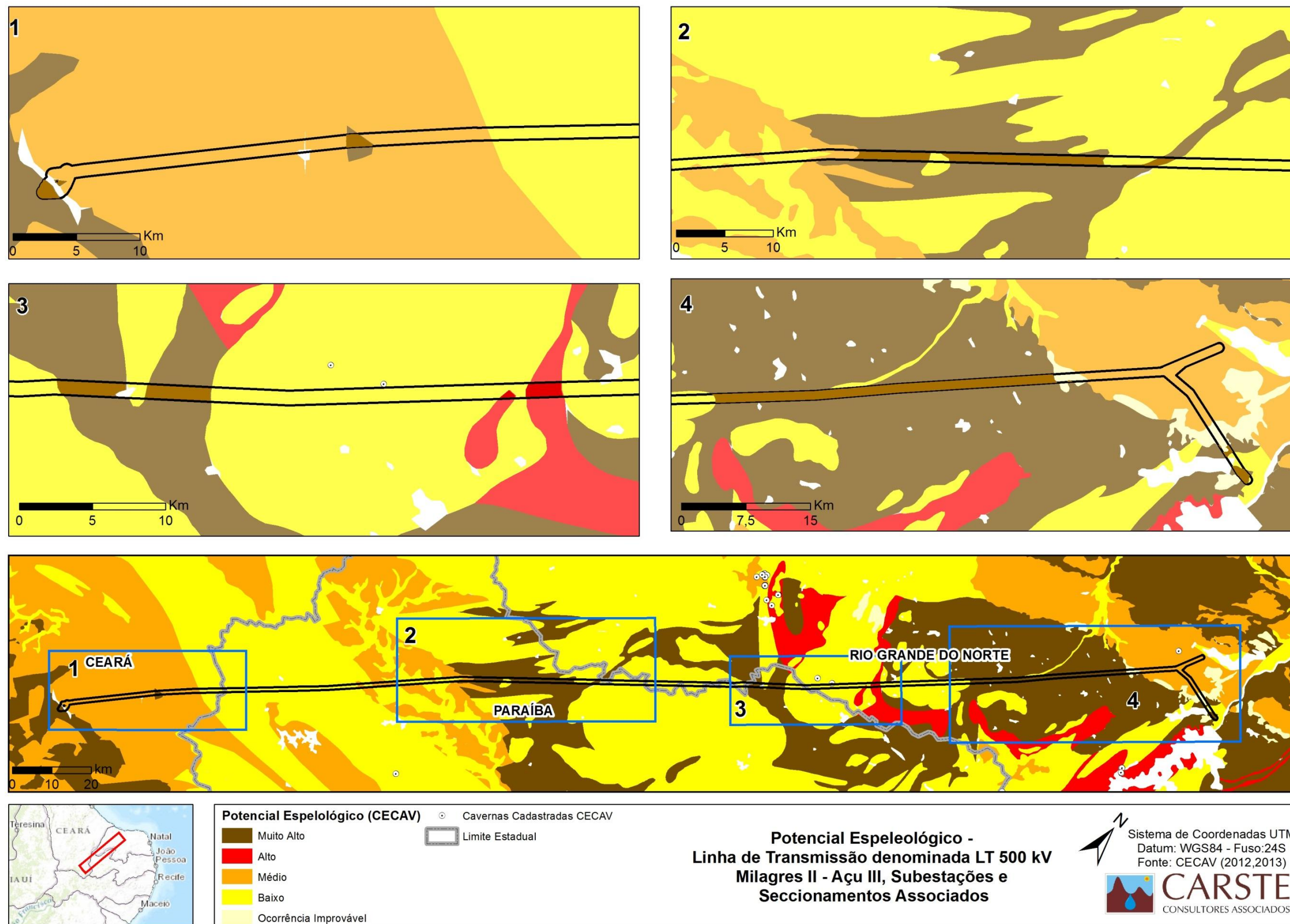


Figura 7.2-105 - Potencial espeleológico da área do Projeto da Linha de Transmissão denominada LT 500 kV Milagres II - Açú III, Seccionamentos e Subestações e Associadas. A análise do mapa de potencial espeleológico indica que áreas onde a potencialidade é considerada muito alta, ocorrem na forma de manchas menores principalmente nas extremidades nordeste e centro da área de estudo. Estas manchas estão concentradas principalmente no estado do Rio Grande do Norte, sendo algumas localizadas no estado da Paraíba, próximas a divisa com o Rio Grande do Norte.





As áreas de potencial espeleológico muito alto correspondem às regiões onde, segundo a Folha Jaguaribe, afloram litotipos do Complexo Caicó – Ortognaisses, rocha pouco propícia à formação de cavidades. Contudo, dados da CECAV/ICMBio alertam para a presença de cavernas em terrenos graníticos, presentes principalmente nos grandes plútons identificados na região (Figura 7.2-106).



Figura 7.2-106 - Corpos plutônicos graníticos observados na região: no plano de fundo das fotos A, B, C e D notam-se feições com maior potencial espeleológico que, entretanto, não estão nas áreas de influência do empreendimento LT 500 kV Milagres II - Açú III, Seccionamentos e Subestações Associadas.

#### 7.2.9.2.4 Resultados

##### a) Prospecção espeleológica

As duas campanhas de caminhamento na área de influência da LT foram realizadas entre os dias 5 a 24 de abril (1ª Campanha) e 5 a 24 de maio (2ª Campanha), ambos no ano de 2013. Foram percorridos 514,81 quilômetros entre trilhas e estradas, distribuídos em uma área de aproximadamente 8.041 hectares (Figura 7.2-107, Figura 7.2-108, Figura 7.2-109 e Figura 7.2-110).



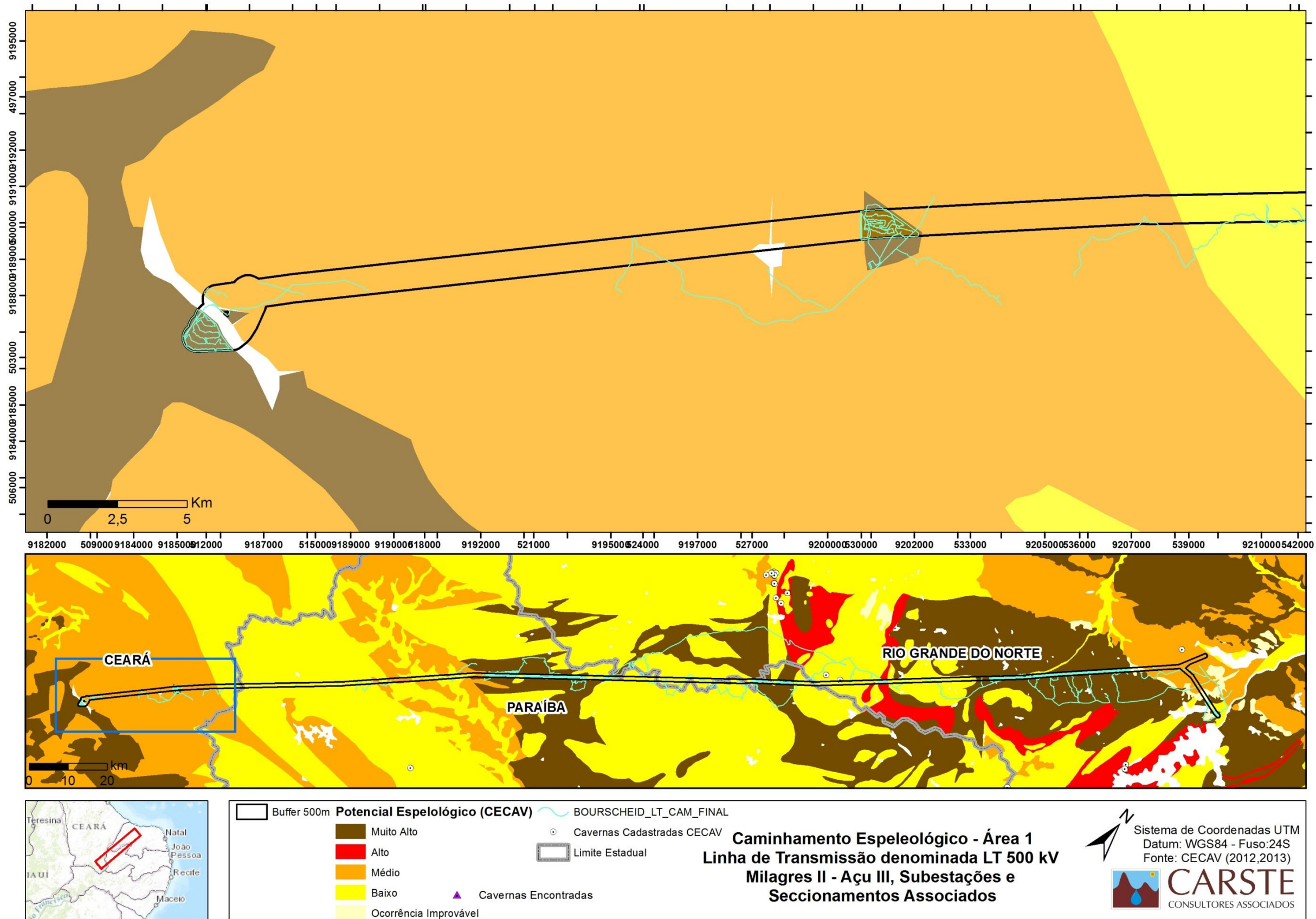


Figura 7.2-107 - Linhas de caminhamento espeleológico da área 1 da área de influência da LT e localização de cavidades no entorno da área.

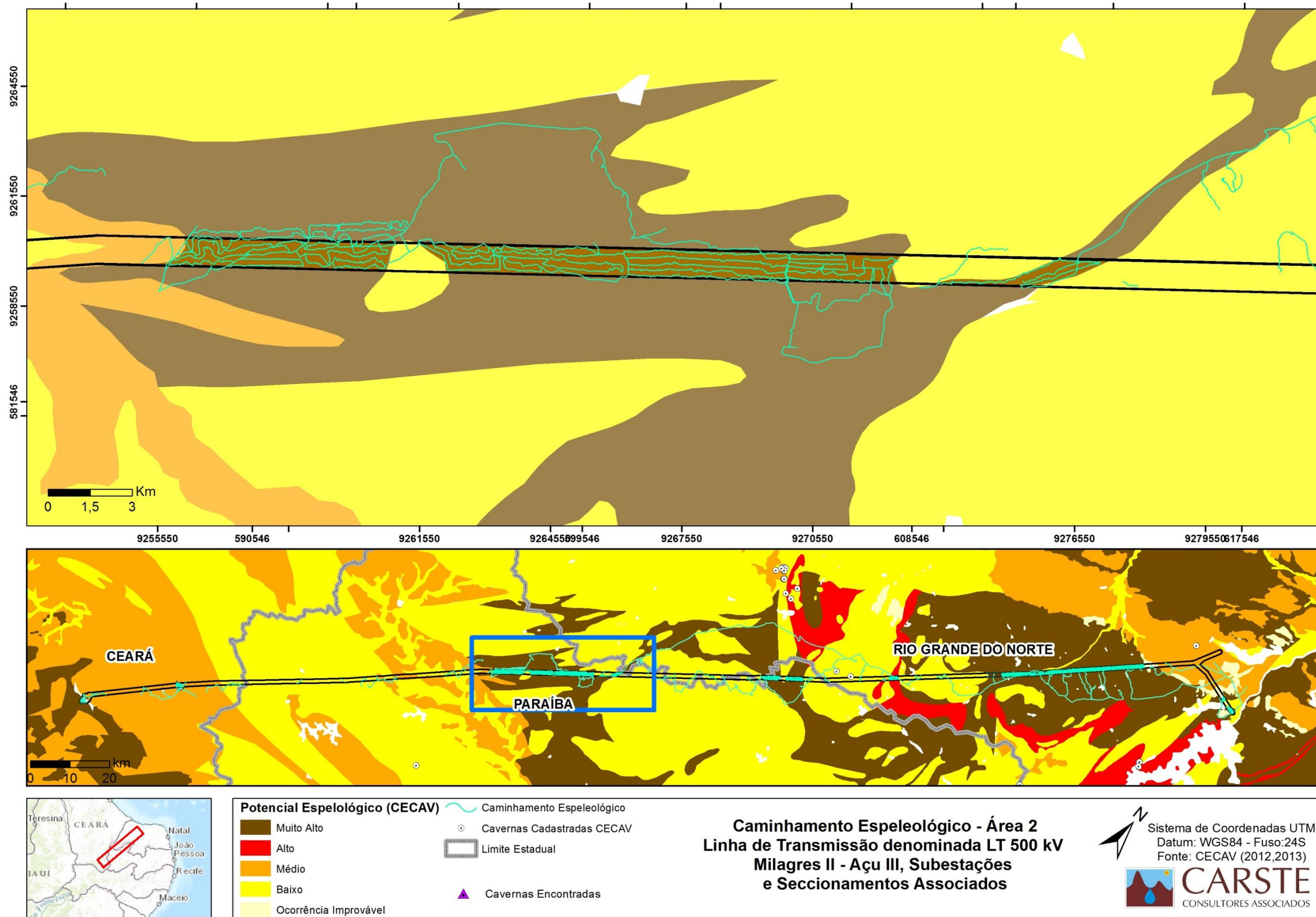
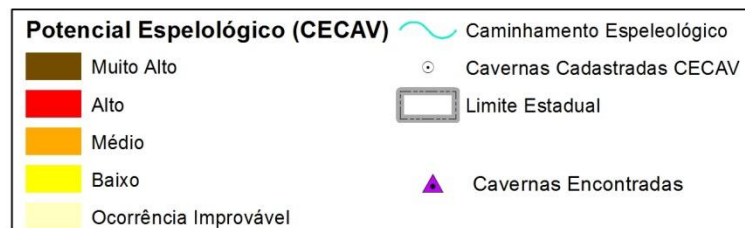
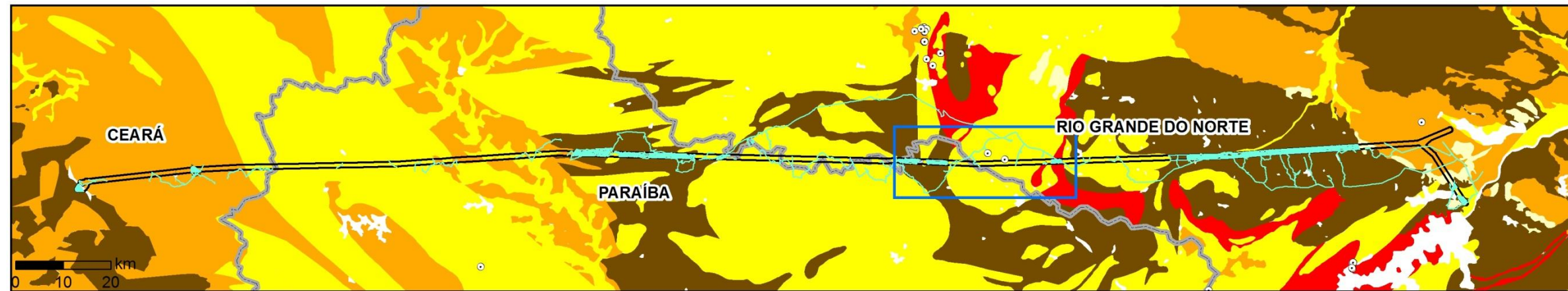
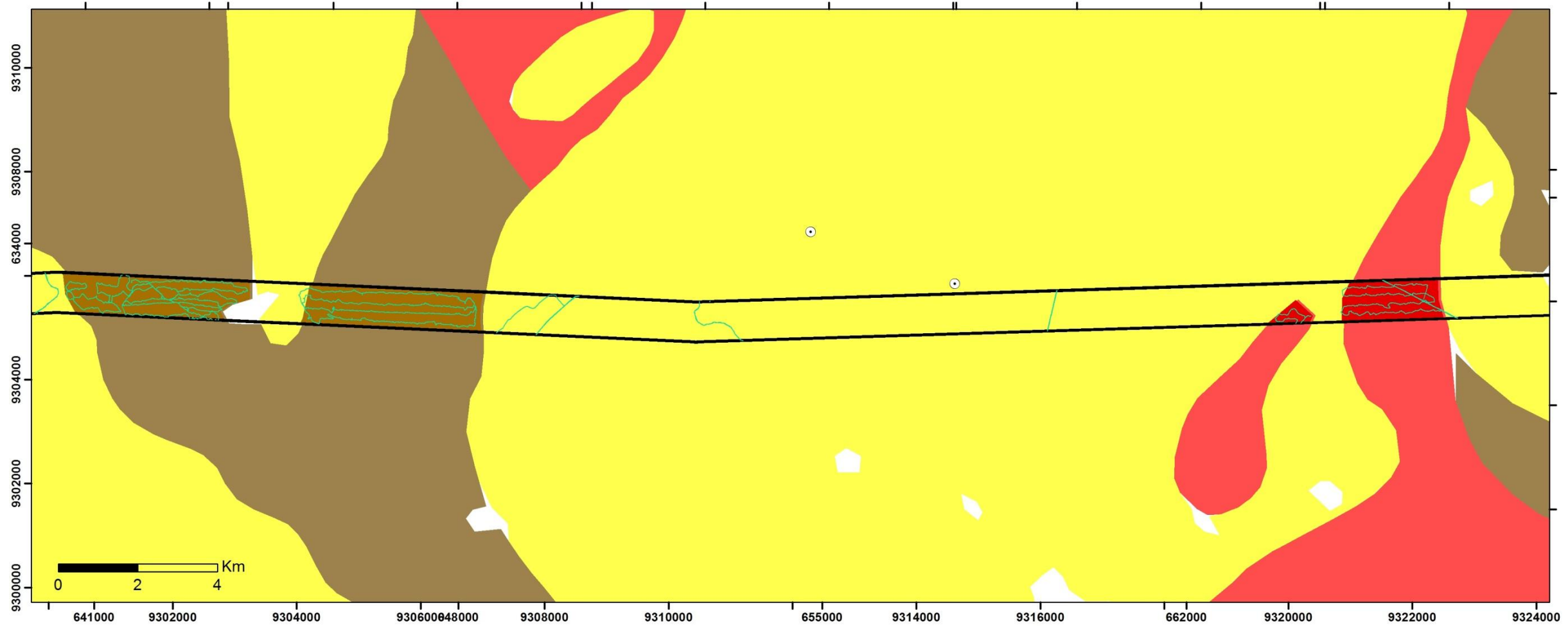


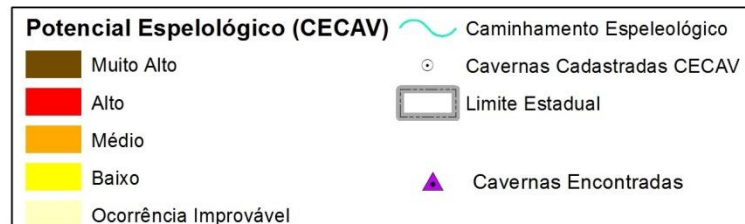
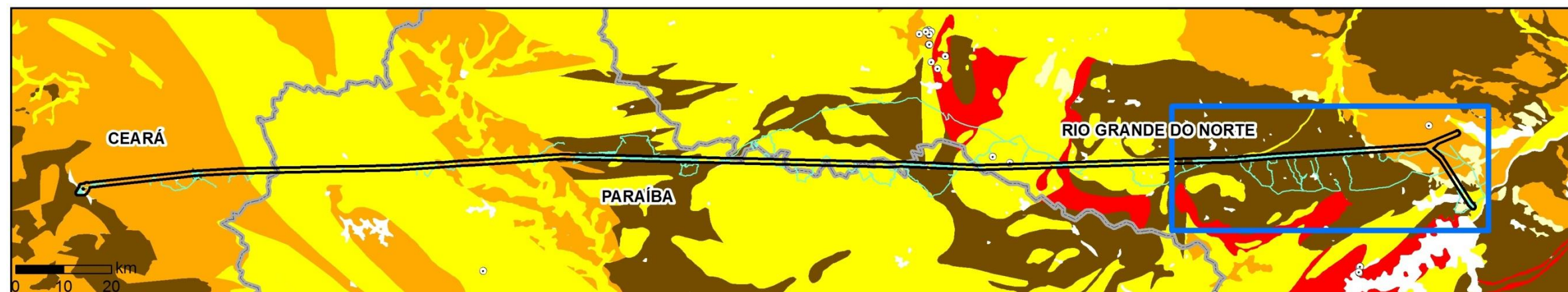
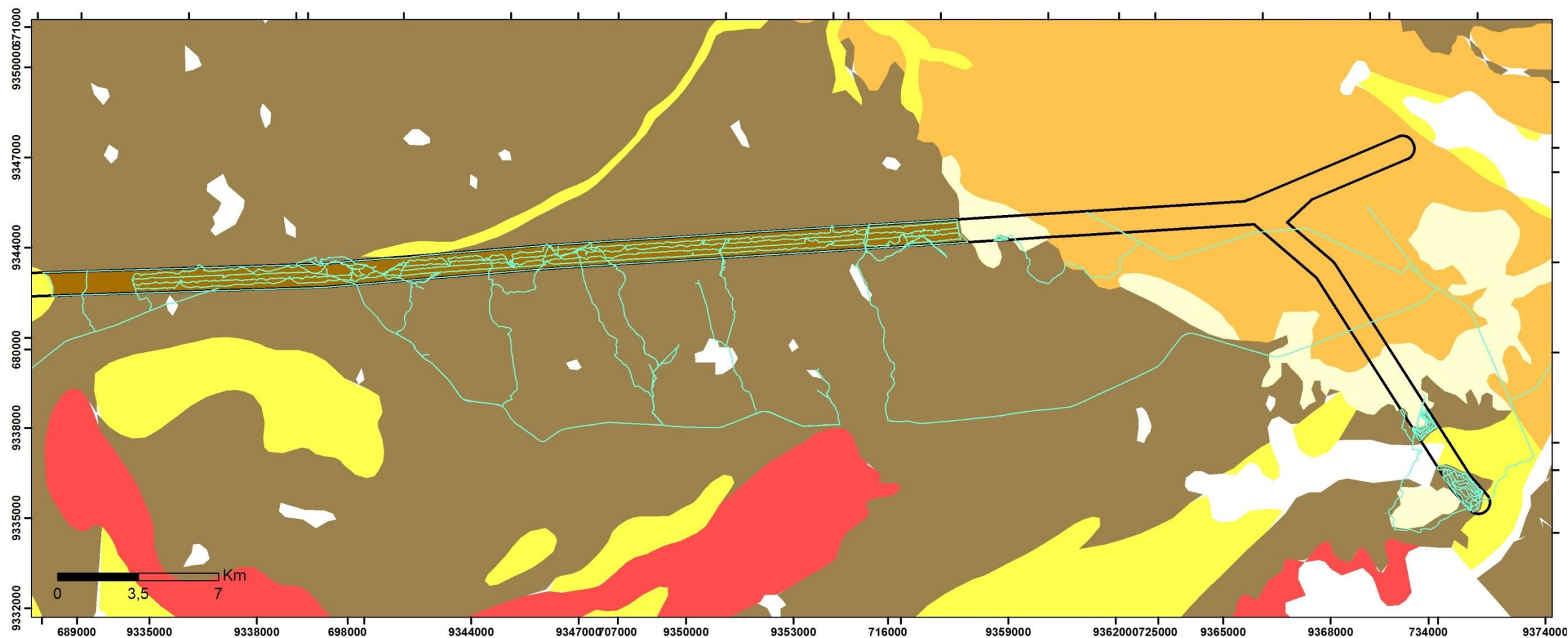
Figura 7.2-108 - Linhas de caminhamento espeleológico da área 2 da área de influência da LT e localização de cavidades no entorno da área.



**Caminhamento Espeleológico - Área 3**  
**Linha de Transmissão denominada LT 500 kV**  
**Milagres II - Açú III, Subestações**  
**e Seccionamentos Associados**

Sistema de Coordenadas UTM  
Datum: WGS84 - Fuso:24S  
Fonte: CECAV (2012,2013)  
**CARSTE**  
CONSULTORES ASSOCIADOS

Figura 7.2-109 - Linhas de caminhada espeleológica da área 3 da área de influência da LT e localização de cavidades no entorno da área.



**Caminhamento Espeleológico - Área 4**  
**Linha de Transmissão denominada LT 500 kV**  
**Milagres II - Açú III, Subestações e**  
**Seccionamentos Associados**

Sistema de Coordenadas UTM  
Datum: WGS84 - Fuso:24S  
Fonte: CECAV (2012,2013)  
**CARSTE**  
CONSULTORES ASSOCIADOS

Figura 7.2-110 - Linhas de caminhada espeleológica da área 4 da área de influência da LT e localização de cavidades no entorno da área.

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 ou muito alto potencial à ocorrência de cavidades, a geomorfologia e a cobertura pedológica foram fatores limitantes, desfavorecendo a presença de feições cavernícolas.



Figura 7.2-111 - Campanhas de prospecção identificaram muitas áreas com baixo potencial para ocorrência de cavernas ou ocorrência improvável: (A) e (B) apresentam alterações antrópicas com edificações e plantações e, em (C) e (D) notam-se grandes áreas aplainadas com cobertura pedológica e escassa cobertura vegetal, facilitando a visão na prospecção de cavidades.



Figura 7.2-112 - Equipes de prospecção espeleológica identificam áreas com ocorrência improvável de cavidades ou baixo potencial: regiões alagadas sem afloramento de rocha no entorno.

Nota-se a existência de uma lacuna no caminhamento na porção sul da área 4 devido a conflitos sociais locais, em que os proprietários de terras da região impedem a entrada das equipes, restringindo o acesso e inviabilizando o levantamento espeleológico. Entretanto, houve o cuidado de contornar toda a área, procurando pontos mais elevados da paisagem que possibilitassem avistar este pequeno trecho. Não foram observadas características que diferem esta área do restante percorrido assim, estendendo-se o resultado obtido nas demais porções para esta área.

A equipe de prospecção não encontrou nenhuma caverna nas áreas prospectadas, classificadas como de alto potencial espeleológico, inseridas na área de influência determinada para o projeto com buffer de 500 metros. Nas áreas de alto potencial espeleológico, identificadas com litologia com alta ou muito alta probabilidade para ocorrência de cavidades, houve maior atenção na busca por feições espeleológicas onde havia afloramento de rocha (Figura 7.2-113 e Figura 7.2-114). Entretanto, nenhuma cavidade foi identificada.





Figura 7.2-113 - Áreas com potencial alto para ocorrência de cavernas identificadas na primeira campanha de prospecção: litologia aflorante requer busca mais cuidadosa por feições espeleológicas.



Figura 7.2-114 - Rocha aflorante em diversas porções da paisagem identificadas na segunda campanha de prospecção: feições espeleológicas podem ser mais facilmente encontradas nestas áreas.

## b) Cavidades identificadas

Através da informação obtida por abordagem dos moradores locais, cinco cavernas foram registradas, contudo estas se localizam fora da área de influência direta do projeto, a aproximadamente 3,25 km de distância do traçado do empreendimento: Gruta do Diabo, Gruta do Dragão, Gruta do Menino, Gruta do Morcego e Gruta Olho D'água. As coordenadas e dimensões aproximadas (projeção horizontal e desnível) são apresentadas na Tabela 7.2-15. As fichas de campo constam no Apêndice 7.16.

Tabela 7.2-15 - Cavernas encontradas na área de influência indireta do empreendimento.

Caverna	UTM E	UTM N	Altitude (m)	Projeção horizontal estimada (m)	Desnível estimado (m)
Gruta do Diabo	609118	9289448	612	18	-
Gruta do Dragão	609145	9289439	619	-	-
Gruta do Menino	609163	9289430	582	9	4
Gruta do Morcego	609144	9289409	588	40	10
Gruta Olho D'água	648808	9319957	335	-	-

As cinco cavidades identificadas encontram-se na porção central do segmento SW-NE do projeto: as Grutas Diabo, Dragão, Menino e Morcego localizam-se na Serra da Barriguda, próximos a cidade de Alexandria-RN, na divisa entre os estados de Rio Grande do Norte e Paraíba (Figura 7.2-114). A Serra da Barriguda é um corpo granítico que resiste diferencialmente ao intemperismo atuante na região. Já a Gruta Olho D'água localiza-se próximo a cidade de Patu-RN, também inserida em um corpo intrusivo. Esse litotipo é classificado, segundo o mapa de potencial espeleológico do CECAV/ICMbio, como de baixo potencial, contudo há corpos intrusivos que ocupam uma pequena porção da área que merecem importância.

Informações iniciais sobre estas cavidades foram coletadas. As descrições que se seguem foram elaboradas por auxiliares de espeleologia e, somente estudos mais aprofundados e realizados por técnicos da área podem confirmar ou descartar tais dados primários.

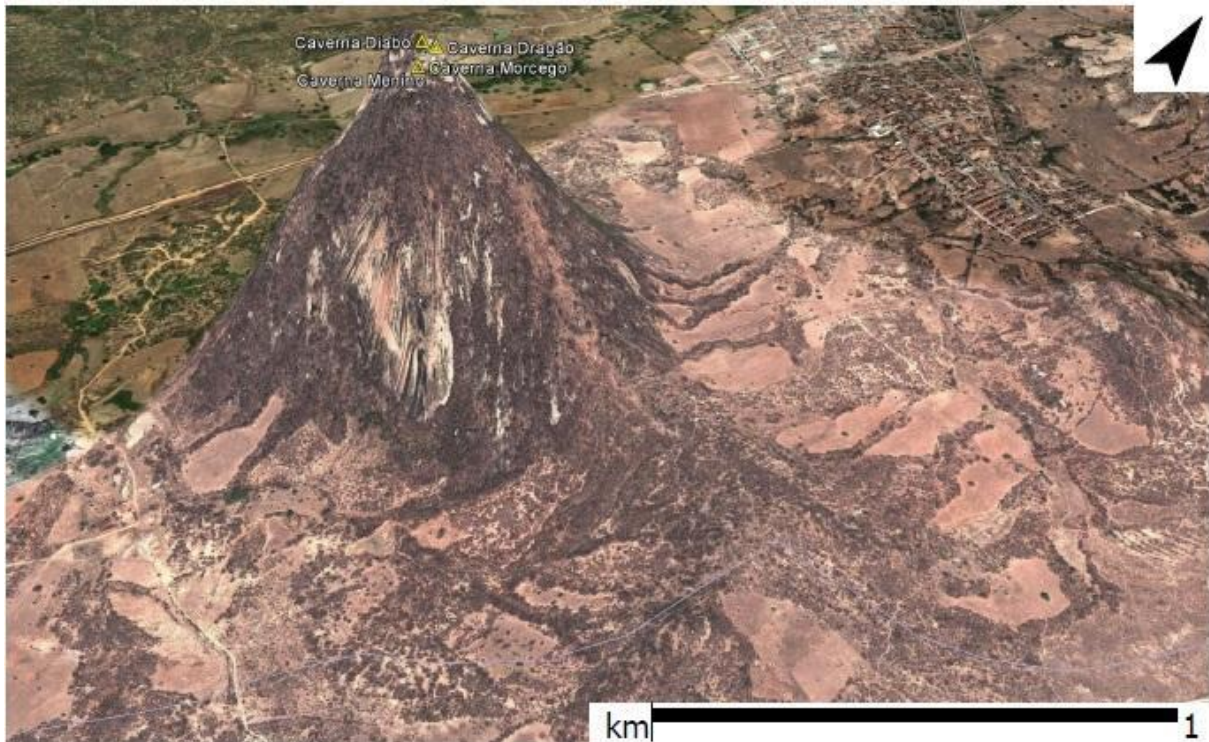


Figura 7.2-115 - Serra da Barriguda, localizada no município de Alexandria-RN, abriga quatro cavidades identificadas fora da área de influência direta do empreendimento (Fonte: Google Earth, 2013).

*i. Gruta do Diabo*

A caverna Gruta do Diabo está inserida na alta vertente da Serra da Barriguda (Figura 7.2-116), cuja elevação é de aproximadamente 612 m. Nessa cavidade foi observado gotejamento. Há presença de folhiço, fezes e guano.

Quanto aos espeleotemas, a equipe encontrou crosta branca e coralóides. A caverna apresenta projeção horizontal de aproximadamente 18 metros (Figura 7.2-116).



Figura 7.2-116 - Entrada e desenvolvimento da caverna Gruta do Diabo.

A caverna não possui zona afótica, contudo foi notada a presença de morcegos. Há uma claraboia que contribui com a iluminação natural em trechos da caverna. As paredes e o teto são irregulares, porém bem arredondados.

Quanto ao estado de conservação da caverna, esta apresenta algumas pichações.

### *ii. Caverna Gruta do Dragão*

A Caverna Gruta do Dragão está localizada também na alta vertente da Serra da Barriguda. Não foram realizadas observações preliminares nesta cavidade, uma vez que se trata de um abismo (Figura 7.2-117).



Figura 7.2-117 - Entrada da caverna Gruta do Dragão.

### *iii. Caverna Gruta do Menino*

A Gruta do Menino está localizada no topo da Serra da Barriguda. Nesta caverna, foi possível a obtenção de dados espeleométricos na qual a projeção horizontal foi mensurada em, aproximadamente, 9 metros, e o desnível, 4 metros.

A cavidade mostrava-se seca durante a visita. Notou-se a presença de guano e de espeleotemas (Figura 7.2-118). Quanto ao estado de conservação, a caverna apresenta algumas pichações, provavelmente feitas por moradores locais que comumente visitam a área.



Figura 7.2-118 - À esquerda, entrada da Gruta do Menino e, à direita, coralóides no interior da feição.

#### iv. *Gruta do Morcego*

A Gruta do Morcego, localizada também na alta vertente da Serra da Barriguda, está inserida no interior do que parece ser uma calha de drenagem. Seu desenvolvimento linear foi estimado em aproximadamente 40 metros, com desnível de 10 metros. A caverna encontrava-se seca no momento da visita. Havia presença de morcegos, fezes e guano. A caverna não apresenta zona afótica, apenas zona de penumbra clara e escura (Figura 7.2-119).



Figura 7.2-119 - Entrada e interior da Caverna Gruta do Morcego.

#### v. *Gruta Olho D'água*

A Gruta Olho D'água encontra-se mais isolada, a nordeste das demais descritas nesse relatório, próximo a cidade de Patu-RN (Figura 7.2-120). Esta se insere na baixa vertente de um corpo granítico e, pela quantidade de matacões soltos, pode-se inferir que a sua gênese está ligada ao abatimento de blocos (Figura 7.2-121).

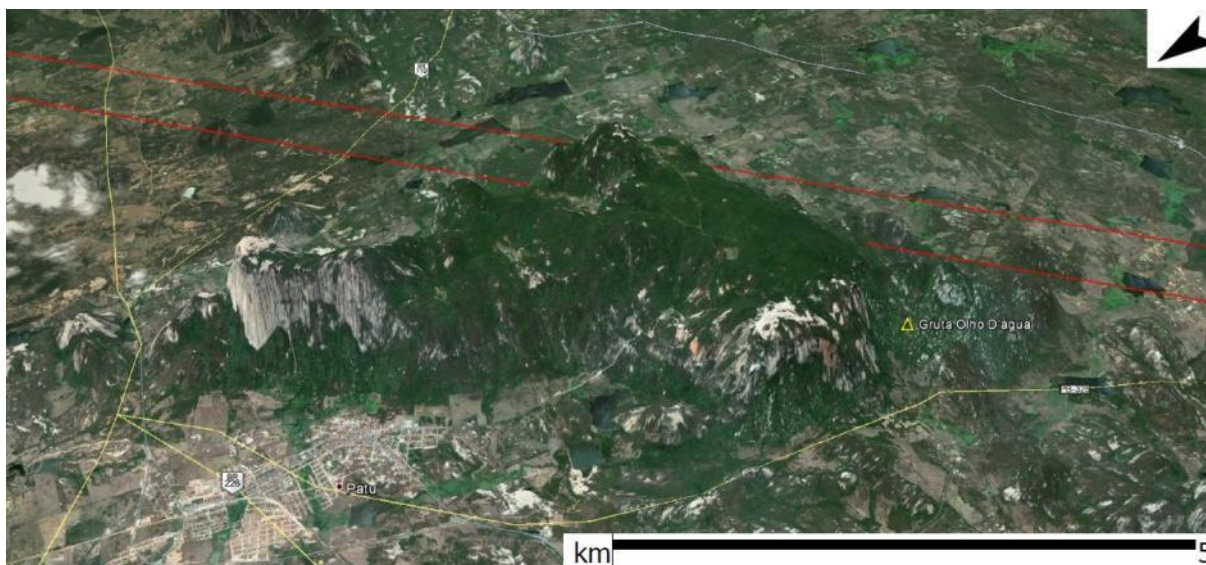


Figura 7.2-120 - Localização da Caverna Olho D'água no município de Patu - RN. Notar traçado em vermelho ao fundo que corresponde à área do Projeto. Fonte: Google Earth, 2013.



Figura 7.2-121 - Entrada e interior da Caverna Olho D'água.

### 7.2.9.3 Conclusões

Os trabalhos de prospecção espeleológica transcorreram conforme o planejado. Como resultado, apresentou-se mapa com as linhas de caminhamento estabelecidas em áreas com alto ou muito alto potencial espeleológico.

O mapa de potencial espeleológico foi construído tendo como base a litologia, sendo desconsiderados outros fatores que interferem nesta variável devido à carência de dados da região. Desta forma, o potencial espeleológico elaborado superestimou o verdadeiro potencial da área, que se apresenta muito baixo, exceto em área esparsas e pequenas onde afloram rochas graníticas. As escalas dos mapas geológicos para análise do potencial certamente são responsáveis pela superestimação do potencial da área.

Durante o caminhamento espeleológico, nenhuma cavidade foi encontrada na área de

influência direta de estudo. Entretanto, através da abordagem aos moradores locais soube-se da existência de cavernas em corpos plutônicos expostos na área de influência indireta do empreendimento. Foram identificadas cinco grutas inseridas fora da AID do projeto e, que por este motivo, não devem sofrer nenhum impacto ambiental decorrente da implantação e operação da linha de transmissão.

### 7.2.10 Recursos Minerais

As áreas dos estados do Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte, atravessadas pela LT 500 kV Milagres II – Açú III, Seccionamentos e Subestações Associadas, possuem variados recursos minerais em quantidades apreciáveis. Essa afirmativa se baseia não só na relação dos processos minerários, como também na riqueza mineral fartamente documentada na literatura.

Costa e Coriolano no trabalho “De Os Recursos Minerais do Ceará”<sup>14</sup>, afirmam, à guisa de conclusão, que o Ceará é um estado que possui recursos minerais suficientes em brita, areia, argila, rochas ornamentais, calcário, magnesita, diatomito, dolomita, mármore e sal marinho, sendo carente em cobre, ferro, ouro e manganês.

No estado da Paraíba, dados divulgados pelo Departamento de Produção Mineral (DNPM)<sup>15</sup> mostram que, dos R\$ 270,8 milhões arrecadados com a produção mineral da Paraíba no ano de 2007, por exemplo, 75% referiram-se aos minerais não-metálicos – minerais industriais e de uso na construção civil que envolvem água mineral, areia (industrial, comum, plástica e refratária), bentonita, calcário, caulim, cianita e outros refratários, feldspato, leucita e nefelina sienito, mica, quartzo, rochas britadas e cascalho, rochas ornamentais e saibro. Os 25% restantes, referentes às substâncias metálicas, foram representados por minerais de titânio (ilmenita e rutilo) e zircônio (zirconita). Ainda segundo o estudo citado, dentre os minerais não-metálicos, que corresponderam a R\$ 203,26 milhões em arrecadação, cinco deles responderam por 84,14% do valor da produção desta classe: bentonita, água mineral, brita, calcário e rochas ornamentais. A bentonita liderou o valor da produção geral com R\$ 76,67 milhões.

No Rio Grande do Norte, Angelim *et al.* (2007) informam que entre os minerais potenciais e em exploração no estado, destacam-se as águas minerais, as gemas (água

<sup>14</sup> Disponível em <[www.propgpq.uece.br/semana.../V.../pesexa48.htm](http://www.propgpq.uece.br/semana.../V.../pesexa48.htm)>

<sup>15</sup> Disponíveis em <[www.geofisicabrasil.com/Noticias/204-Clipping](http://www.geofisicabrasil.com/Noticias/204-Clipping)>

marinha, ametista, esmeralda, turmalina, quartzo róseo, etc.); metais nobres (ouro); os metais ferrosos (ferro, molibdênio e tungstênio/scheelita); os metais não ferrosos e sedimentais (berilo, tantalita-colubita, lítio/ambligonita e espodumênio, etc.); os materiais de uso na construção civil (areia, argila, cascalho, pedra britada, rocha ornamental e pedra de cantaria); as rochas e minerais industriais (amianto, barita, caulim, datomita, feldspato, gipsita, mica, quartzo, rochas carbonáticas, sal marinho, etc.); e o recursos minerais energéticos (tório, urânio, petróleo, gás natural e turfa).

Na área especificamente atravessada pela LT (AID), no estado do Rio Grande do Norte, no mapa de recursos minerais da CPRM<sup>16</sup> mostra, como esperado, uma redução na quantidade destes recursos, quando comparados com todo o estado, e apontam a presença dos seguintes: argila, mármore, talco, scheelita, rochas ornamentais, ametista, barita, areia, cobre, coríndon, água marinha, feldspato, e esmeralda.

#### 7.2.10.1 Metodologia

Foi realizada consulta ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) sobre as áreas requeridas na AI (10/05/2013) e AID (03/06/2013) do empreendimento. Os dados foram acessados através do Sistema SIGMINE do DNPM.

#### 7.2.10.2 Resultados

A ocorrência dos recursos minerais de interesse econômico na AID do empreendimento é mostrada no Mapa de Títulos Minerários (Apêndice 7.17). Esses recursos minerais são constituídos principalmente por minérios de ferro, minério de cobre, granito, argila, minério de berilo, areia, calcário, charnoquito e saibro.

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.

<sup>16</sup> <[www.cprm.gov.br/.../mapa\\_recmin\\_rio\\_grande\\_norte](http://www.cprm.gov.br/.../mapa_recmin_rio_grande_norte)>, Nesi e Angelim (2006).



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 DNPM. Disponibilidade são casos especiais que podem significar ou não direitos adquiridos.

A lista dos processos de áreas requeridas junto ao DNPM na AID está na Tabela 7.2-16. Ela mostra que há 45 processos de direito minerário. Desses, 2 estão em fase de concessão de lavra, 6 em fase de licenciamento, 3 em fase de requerimento de lavra, 9 em fase de autorização de pesquisa, 4 em fase de disponibilidade, 1 em fase de requerimento de licenciamento e 20 em fase de requerimento de pesquisa.

Quanto à substância mineral, a lista apresenta 14 processos para minério de ferro, 12 para minério de cobre, 5 para granito, 4 para argila, 3 para minério de berilo, 2 para areia, 1 para calcário, 1 charnoquito e 1 para saibro. Há dois processos em que a substância mineral não está cadastrada.

A lista dos processos de áreas requeridas junto ao DNPM na AII está apresentada no Apêndice 7.18. Ela mostra que há 396 processos de direito minerário. Desses, 8 estão em fase de concessão de lavra, 26 em fase de licenciamento, 19 em fase de requerimento de lavra, 161 em fase de autorização de pesquisa, 18 em fase de disponibilidade, 15 em fase de requerimento de licenciamento e 149 em fase de requerimento de pesquisa.

Quanto à substância mineral, a lista apresenta 120 processos para minério de cobre, 76 para minério de ferro, 49 para calcário, 31 para granito, 24 para areia, 21 para argila, 15 para fosfato, 8 para saibro, 7 para quartzito, 5 para mármore, 4 para minério de berilo, 4 para água mineral, 3 para gnaiss, 2 (cada) para arenito, charnoquito, minério de manganês, minério de tântalo, minério de magnésio, barita, dolomita, diorito, gabro, 1 (cada) para cassiterita, minério de ouro, minério de titânio, minério de tungstênio e galena. Há seis processos em que a substância mineral não está cadastrada.

Durante os trabalhos de campo foram encontradas na AII, AID e até mesmo fora destas, algumas áreas com atividade mineral em pleno funcionamento. As coordenadas dos pontos podem ser encontradas na Tabela 7.2-14 (apresentada no Capítulo 7.2.8 - Pedologia). Nos pontos ATE 06 (Figura 7.2-122), ATE 10 (Figura 7.2-123 e Figura 7.2-124), ATE 36 (Figura 7.2-125), ATE 71 (Figura 7.2-126) ocorrem ou ocorreu extração de materiais.



Figura 7.2-122 - Extração de Material de Rochas no ponto ATE 06 (Fonte: Bourscheid, abril/2013).



Figura 7.2-123 - Área de extração de Brita no ponto ATE 10 (Fonte: Bourscheid, abril/2013).



Figura 7.2-124 - Entrada da Área de extração de Brita no Ponto ATE 10 (Fonte: Bourscheid, abril/2013).

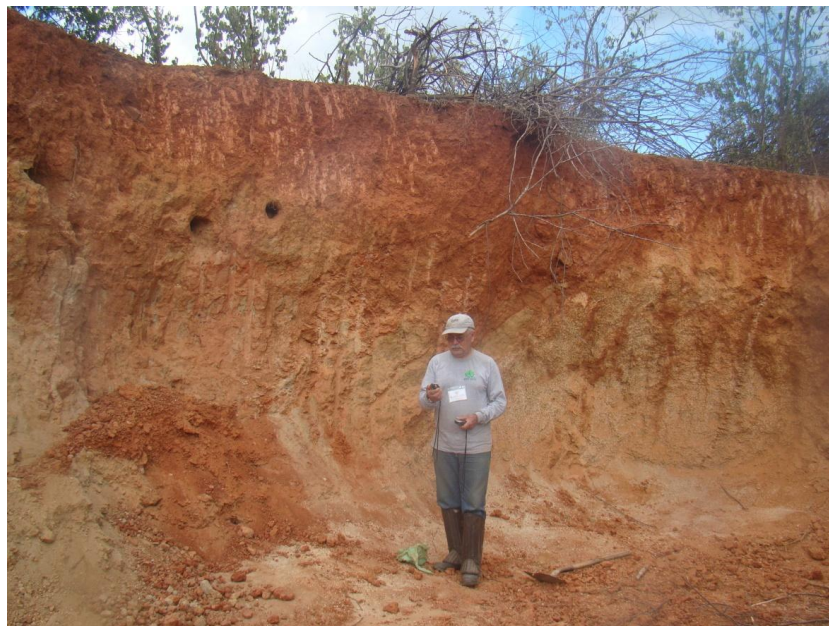


Figura 7.2-125 - Área de extração de Aterro no Ponto ATE 36 (Fonte: Bourscheid, abril/2013).



Figura 7.2-126 - Área de Extração de Aterro no Ponto ATE 71 (Fonte: Bourscheid, abril/2013).

Tabela 7.2-16 - Lista das áreas requeridas junto DNPM na AID.

Número	Área Ha	Fase	Nome do Requerente	Substância
848263	610,73	Autorização de Pesquisa	Mhag Serviços e Mineração S.a.	Minério de Ferro
848264	446,06	Autorização de Pesquisa	Mhag Serviços e Mineração S.a.	Minério de Ferro
848043	18,00	Requerimento de Lavra	Cbe Companhia Brasileira de Equipamento	Minério de Ferro
848023	147,50	Requerimento de Lavra	S T Rochas Brasileiras Ltda	Charnoquito
848030	17,86	Licenciamento	João Wallace da Silva Me	Argila
848375	491,61	Autorização de Pesquisa	Manoel Francisco José Neto	Granito
848146	343,30	Requerimento de Lavra	Mineração Boa Vista Ltda	Granito Ornamental
848544	1410,20	Requerimento de Pesquisa	Vicenza Mineração e Participações S A.	Minério de Cobre
848343	963,08	Autorização de Pesquisa	Brom e Pinheiro Mineração, Investimento e Participações Ltda	Calcário
848548	1498,60	Requerimento de Pesquisa	Rio Tinto Desenvolvimentos Mineraiis Ltda	Minério de Ferro
300773	0,01	Disponibilidade	Dado não Cadastrado	Dado não Cadastrado
300648	22,93	Disponibilidade	Dado não Cadastrado	Dado não Cadastrado
848169	22,78	Concessão de Lavra	Cbe Companhia Brasileira de Equipamento	Minério de Ferro

Número	Área Ha	Fase	Nome do Requerente	Substância
848523	1577,60	Disponibilidade	Mhag Serviços e Mineração S.a.	Minério de Ferro
800723	1641,11	Requerimento de Pesquisa	Vicenza Mineração e Participações S A.	Minério de Cobre
800738	1631,26	Requerimento de Pesquisa	Vicenza Mineração e Participações S A.	Minério de Cobre
800708	1575,86	Requerimento de Pesquisa	Vicenza Mineração e Participações S A.	Minério de Cobre
800439	1999,99	Requerimento de Pesquisa	Terrativa Minerai S.A.	Minério de Cobre
800678	1500,14	Requerimento de Pesquisa	Vicenza Mineração e Participações S A.	Minério de Cobre
800421	1746,13	Requerimento de Pesquisa	Vicenza Mineração e Participações S A.	Minério de Cobre
800423	1816,00	Requerimento de Pesquisa	Vicenza Mineração e Participações S A.	Minério de Cobre
800824	1995,73	Requerimento de Pesquisa	Terrativa Minerai S.A.	Minério de Cobre
800814	1855,33	Requerimento de Pesquisa	Terrativa Minerai S.A.	Minério de Cobre
800817	1969,30	Requerimento de Pesquisa	Terrativa Minerai S.A.	Minério de Cobre
800816	1982,80	Requerimento de Pesquisa	Terrativa Minerai S.A.	Minério de Cobre
846464	1600,00	Autorização de Pesquisa	Eufrásio Alves Pamplona	Minério de Ferro
846497	17,96	Licenciamento	João Rodrigues Coura	Areia
846157	30,12	Licenciamento	Jose Ivandro Araujo de Sa	Areia
846137	13,48	Licenciamento	Apolônio Gouveia Rolim	Saibro
846351	1271,35	Requerimento de Pesquisa	Grupo Nicholson, Tanaka e Bartels Investimentos e Participações Ltda	Minério de Ferro
846433	1264,71	Requerimento de Pesquisa	Terrativa Minerai S.A.	Minério de Ferro
846436	1880,20	Requerimento de Pesquisa	Terrativa Minerai S.A.	Minério de Ferro
846437	1848,45	Requerimento de Pesquisa	Terrativa Minerai S.A.	Minério de Ferro
848240	380,37	Autorização de Pesquisa	Maria Auxiliadora Pinto Lopes	Berilo
848008	227,00	Requerimento de Pesquisa	Mineração Limeira Comércio, Exportação e Importação Ltda	Berílio
848239	227,00	Disponibilidade	Maria Auxiliadora Pinto Lopes	Berílio
848169	13,20	Concessão de Lavra	Cbe Companhia Brasileira de Equipamento	Minério de Ferro

Número	Área Ha	Fase	Nome do Requerente	Substância
848059	999,97	Autorização de Pesquisa	Deoclides Farias Galvão	Granito
848301	999,97	Autorização de Pesquisa	Deoclides Farias Galvão	Granito
846457	994,03	Requerimento de Pesquisa	Vulcano Export Calcários Ltda. Me	Granito
800133	3,00	Licenciamento	Ind-stria de Telhas e Tijolos Santana e Almeida Ltda	Argila
846403	1995,71	Autorização de Pesquisa	Grupo Nicholson, Tanaka e Bartels Investimentos e Participações Ltda	Minério de Ferro
800936	2,90	Requerimento de Licenciamento	Cerâmica Kariri Ltda	Argila
800294	6,68	Licenciamento	Ind-stria de Telhas e Tijolos Santana e Almeida Ltda	Argila
800832	1947,50	Requerimento de Pesquisa	Terrativa Minerais S.A.	Minério de Ferro

### 7.2.10.3 Conclusões

Considerando as fases dos 45 processos minerários na área de influência direta (AID) do empreendimento pode-se concluir que: a) 8 deles, em razão de concessão de lavra ou licenciamento, já geraram direito adquirido aos titulares e, portanto, se houver interferência, haverá necessidade de indenização; b) outros 3, em razão de requerimento de lavra, também podem gerar, no caso de interferência, algum tipo de indenização; c) para os demais, as possíveis interferências, não deverão gerar direito à indenização.



## **Anexo 7.1**

**Certificados de Calibração de Medidor e  
Calibrador de Nível Sonoro**







## **Anexo 7.2**

**Anuência do Laboratório de Paleontologia  
do Departamento de Geologia da  
Universidade Federal de Pernambuco**





## Anexo 7.3

Cr terios adotados para a classifica o de solos adaptados e extra idos de EMBRAPA (2006)





## **Apêndice 7.1**

### **Mapa das Áreas de Influência**





## Apêndice 7.2

### Mapa de Isoietas







## Apêndice 7.3

### Resultados das Medições de Ruídos





## **Apêndice 7.4**

### **Mapa Hidrográfico**





## Apêndice 7.5

### Mapa Geológico





## Apêndice 7.6

Descrição dos Pontos de Observação em  
Campo de Geologia







## **Apêndice 7.7**

### **Mapa Geomorfológico**





## **Apêndice 7.8**

### **Mapa de Declividades**





## **Apêndice 7.9**

### **Mapa Altimétrico**





## Apêndice 7.10

### Mapa de Susceptibilidade à Erosão







## Apêndice 7.11

### Mapa Geotécnico/Vulnerabilidades





## Apêndice 7.12

### Mapa Paleontológico





## **Apêndice 7.13**

### **Mapa Pedológico**





## **Apêndice 7.14**

**Descrição dos nove perfis de solos coletados**







## Apêndice 7.15

Mapa de Classes de Potencialidade  
Espeleológica





## **Apêndice 7.16**

**Fichas de Campo – Levantamento Espeleológico**

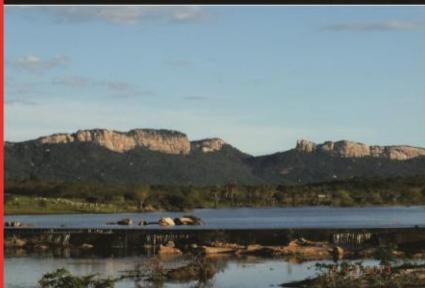




## **Apêndice 7.17**

### **Mapa de Títulos Minerários**





## Apêndice 7.18

Lista das áreas requeridas junto ao DNPM na  
All