

RELATÓRIO FINAL

RELATÓRIO SOCIOAMBIENTAL DO
COMPLEXO TERMOELÉTRICO
PORTO DE SERGIPE I
Volume II - Diagnóstico Meio
Físico

Preparado para
CELSE

Outubro de 2017



CH2M Hill do Brasil Engenharia Ltda.
Rua do Rócio, 351, 1º andar
Vila Olímpia – CEP: 04552-000
São Paulo, Brasil



Coordenador da Equipe



Técnico Responsável



CONTEÚDO

7	Diagnóstico Ambiental	7.1-1
7.1	Diagnóstico do Meio Físico	7.1-1
7.1.1	Clima e Condições Meteorológicas	7.1-1
7.1.1.1	Caracterização Climática Local	7.1-3
7.1.2	Geologia Regional e Local.....	7.1-12
7.1.2.1	Geologia local.....	7.1-21
7.1.2.2	Sedimentos de Fundo	7.1-29
7.1.2.3	Transporte Litorâneo	7.1-33
7.1.3	Paleontologia.....	7.1-38
7.1.4	Pedologia	7.1-38
7.1.4.1	Pedologia Local	7.1-43
7.1.5	Geomorfologia.....	7.1-44
7.1.5.1	Caracterização Geomorfológica Regional.....	7.1-44
7.1.5.2	Caracterização Geomorfológica Local	7.1-54
7.1.6	Espeleologia.....	7.1-64
7.1.7	Fragilidade e Vulnerabilidade Ambiental	7.1-67
7.1.8	Recursos Minerais	7.1-79
7.1.8.1	Ocorrência Mineral Regional	7.1-80
7.1.8.2	Situação Legal	7.1-81
7.1.9	Recursos Atmosféricos	7.1-93
7.1.9.1	Baseline Qualidade do Ar.....	7.1-95
7.1.9.2	Modelagem de Dispersão Atmosférica da UTE	7.1-99
7.1.9.3	Modelagem de Dispersão Atmosférica da FSRU	7.1-105
7.1.9.4	Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa.....	7.1-108
7.1.10	Ruídos	7.1-113
7.1.10.1	Base referencial de conforto acústico	7.1-113
7.1.10.2	Baseline de nível de pressão sonora.....	7.1-114
7.1.10.3	Estudo de Propagação Sonora	7.1-122
7.1.11	Recursos Hídricos	7.1-129
7.1.11.1	Aspectos Legais.....	7.1-129
7.1.11.2	Hidrologia e Hidrogeologia	7.1-129
7.1.11.3	Qualidade de Água.....	7.1-157
7.1.11.4	Oceanografia e Hidrodinâmica Costeira	7.1-159
7.1.11.5	Modelagem da Pluma de Efluentes.....	7.1-161
7.1.11.6	Modelagem de Dispersão de Sedimentos	7.1-167
7.1.11.7	Modelagem de Pluma de Água Fria e de Água Quente da FSRU	7.1-169
7.1.11.8	Modelagem de Dispersão de Óleo	7.1-170

FIGURAS

FIGURA 7.1-1:	CLIMA NO ESTADO DE SERGIPE	7.1-2
FIGURA 7.1-2:	CARACTERIZAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO NO ESTADO DE SERGIPE.	7.1-3
FIGURA 7.1-3:	LOCALIZAÇÃO DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA ARACAJU EM RELAÇÃO AO EMPREENDIMENTO.....	7.1-4
FIGURA 7.1-4:	ROSA DOS VENTOS PARA OS MESES DE JANEIRO, FEVEREIRO E MARÇO (ESQUERDA) E ABRIL, MAIO E JUNHO (DIREITA), PARA O AEROPORTO DE ARACAJÚ ENTRE 1996 E 2016	7.1-10

FIGURA 7.1-5: ROSA DOS VENTOS PARA OS MESES DE JULHO, AGOSTO E SETEMBRO (ESQUERDA) E OUTUBRO, NOVEMBRO E DEZEMBRO (DIREITA), PARA O AEROPORTO DE ARACAJÚ ENTRE 1996 E 2016.....	7.1-11
FIGURA 7.1-6: BACIAS SEDIMENTARES BRASILEIRAS.....	7.1-12
FIGURA 7.1-7: MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA BACIA SERGIPE-ALAGOAS.....	7.1-13
FIGURA 7.1-8: COLUNA ESTRATIGRÁFICA DA SUB-BACIA SERGIPE.....	7.1-15
FIGURA 7.1-9: PERFIL ESTRATIGRÁFICO DA SUB-BACIA SERGIPE.....	7.1-16
FIGURA 7.1-10: EVOLUÇÃO PALEOGEOGRÁFICA ESQUEMÁTICA DA COSTA SERGIPANA.....	7.1-18
FIGURA 7.1-11: MOSAICO DE ESTRUTURAS DAS ZONAS COSTEIRA E MARINHA DA BACIA SEDIMENTAR SERGIPE-ALAGOAS.....	7.1-20
FIGURA 7.1-12: MAPA DE GEOLOGIA LOCAL.....	7.1-23
FIGURA 7.1-13: LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE SONDAGENS.....	7.1-27
FIGURA 7.1-14: MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DE FÁCIAS NA BACIA SEDIMENTAR SERGIPE-ALAGOAS.....	7.1-29
FIGURA 7.1-15: MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DE SEDIMENTOS PARA CARACTERIZAÇÃO.....	7.1-30
FIGURA 7.1-16: MAPA FACIOLÓGICO DA ÁREA OFFSHORE.....	7.1-31
FIGURA 7.1-17: BARRA DO RIO PIRAMBU.....	7.1-35
FIGURA 7.1-18: FOTOS HISTÓRICAS DO TOMBULO FORMADO JUNTO AO TMIB.....	7.1-37
FIGURA 7.1-19: MAPA PEDOLÓGICO DA ÁREA DE ESTUDO.....	7.1-39
FIGURA 7.1-20: MAPA GEOMORFOLÓGICO DA ÁREA DE ESTUDO DO EMPREENDIMENTO.....	7.1-47
FIGURA 7.1-21: PRINCIPAIS CÂNIONS MODERNOS NA MARGEM CONTINENTAL DA BACIA SERGIPE-ALAGOAS E CONJUNTO DE CÂNIONS QUE SE INICIAM NO TALUDE SUPERIOR/MÉDIO.....	7.1-53
FIGURA 7.1-22: LOCALIZAÇÃO DA PONTA DO CANYON JAPARATUBA E PEDRA DE GUAJIRU, EM RELAÇÃO AO EMPREENDIMENTO.....	7.1-54
FIGURA 7.1-23: CROQUI DAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS NO ENTORNO DA UTE PORTO DE SERGIPE I.....	7.1-55
FIGURA 7.1-24: MAPA HPSIOMÉTRICO DA ÁREA DO TRAÇADO DA LT.....	7.1-57
FIGURA 7.1-25: MAPA CLINOGRÁFICO DA ÁREA DO TRAÇADO DA LT.....	7.1-59
FIGURA 7.1-26: MOSAICO DE DADOS DE IMAGEAMENTO INTERPRETADO.....	7.1-64
FIGURA 7.1-27: MAPA ESPELEOLÓGICO.....	7.1-65
FIGURA 7.1-28: MAPA DE FRAGILIDADE AMBIENTAL.....	7.1-69
FIGURA 7.1-29: MAPA DE JAZIMENTOS MINERAIS DO ESTADO DE SERGIPE.....	7.1-81
FIGURA 7.1-30: PROCESSOS MINERÁRIOS INTERCEPTADOS PELA AII DO COMPLEXO TERMOELÉTRICO PORTO DE SERGIPE I.....	7.1-83
FIGURA 7.1-31: ÁREAS INTERCEPTADAS PELA LT E UTECOMPLEXO TERMOELÉTRICO PORTO DE SERGIPE I.....	7.1-89
FIGURA 7.1-32: LOCALIZAÇÃO DAS PRINCIPAIS ESTRUTURAS DO TERMINAL MARÍTIMO INÁCIO BARBOSA (TMIB) E DIREÇÃO DOS VENTOS.....	7.1-93
FIGURA 7.1-33: IMAGEM AÉREA DO PÁTIO DE ESTOCAGEM DE COQUE.....	7.1-94
FIGURA 7.1-34: RESULTADOS DE MONITORAMENTO DE BASELINE DE OZÔNIO.....	7.1-98
FIGURA 7.1-35: ÁREAS DE INFLUÊNCIA DE “DOWN WASH” DOS AEROGERADORES NAS CHAMINÉS DA UTE.....	7.1-101
FIGURA 7.1-36: ISOLINHAS DE MÁXIMA CONCETRAÇÃO ANUAL DE NO ₂	7.1-107
FIGURA 7.1-37: ISOLINHAS DE MÁXIMA CONCETRAÇÃO DE CO EM 8 HORAS.....	7.1-108
FIGURA 7.1-38: LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS RUÍDO.....	7.1-117
FIGURA 7.1-39: SITUAÇÃO ACÚSTICA ATUAL NO PERÍODO DIURNO.....	7.1-120
FIGURA 7.1-40: SITUAÇÃO ACÚSTICA ATUAL NO PERÍODO NOTURNO.....	7.1-120

FIGURA 7.1-41: SITUAÇÃO DE CUTOUT DOS AEROGERADORES E OPERAÇÃO DA UTE PORTO DE SERGIPE I – PERÍODO DIURNO	7.1-125
FIGURA 7.1-42: SITUAÇÃO DE CUTOUT DOS AEROGERADORES E OPERAÇÃO DA UTE PORTO DE SERGIPE I – PERÍODO NOTURNO	7.1-126
FIGURA 7.1-43: BACIAS HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DE SERGIPE	7.1-130
FIGURA 7.1-44. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	7.1-133
FIGURA 7.1-45: MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS CADASTRADOS JUNTO À ANA EM BARRA DOS COQUEIROS	7.1-137
FIGURA 7.1-46: MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS CADASTRADOS JUNTO À ANA EM BARRA DOS COQUEIROS	7.1-137
FIGURA 7.1-47: MAPA DE DOMÍNIOS HIDROGEOLÓGICOS DA ÁREA DE ESTUDO	7.1-147
FIGURA 7.1-48: LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS DE MONITORAMENTO INSTALADOS NA ADA (PONTOS VERMELHO) E PONTOS DE COLETA D'ÁGUA (EM VERDE)	7.1-151
FIGURA 7.1-49: IMAGEM ILUSTRANDO O DIVISOR DO NÍVEL FREÁTICO NA ÁREA DO EMPREENDIMENTO E OS FLUXOS SUBTERRÂNEOS PREFERENCIAIS.....	7.1-153
FIGURA 7.1-50: PROCESSOS ENVOLVIDOS NA MODELAGEM NUMÉRICA DA DILUIÇÃO DE EFLUENTES DE EMISSÁRIOS SUBMARINOS.....	7.1-161
FIGURA 7.1-51: REPRESENTAÇÃO TRIDIMENSIONAL DO INSTANTE COM MAIOR DIÂMETRO AO FINAL DO CAMPO PRÓXIMO OBTIDO EM PERÍODO DE SECA (ESQUERDA) E CHUVOSO (DIREITA). AS CORES REPRESENTAM A SALINIDADE DO JATO	7.1-165
FIGURA 7.1-52: SALINIDADE MÁXIMA MODELADA NA COLUNA D'ÁGUA, NO CAMPO DISTANTE, AO LONGO DOS 3 MESES DE SIMULAÇÃO PARA O PERÍODO SECO E CHUVOSO.....	7.1-166
FIGURA 7.1-53: TRAJETÓRIA HORIZONTAL (VISTA EM PLANTA) DA PLUMA NO CAMPO PRÓXIMO DO LANÇAMENTO DO EFLUENTE DA PLUMA FRIA A PARTIR DO FSRU, NOS PERÍODOS DE VERÃO E INVERNO.....	7.1-170
FIGURA 7.1-54: CONTORNOS DE PROBABILIDADE DE ÓLEO NA SUPERFÍCIE DA ÁGUA, DURANTE O VERÃO (NOVEMBRO A JANEIRO), COM DERRAME DE 260,0 M ³ (INSTANTÂNEO), APÓS 72 HORAS DE SIMULAÇÃO.....	7.1-174

FOTOS

FOTO 7.1-1: ÁREA DO EMPREENDIMENTO, CUJA CAMADA SUPERFICIAL FOI REMOVIDA, EM TORNO DE 60 CM, E RECOLOCADO NOCA CAMADA ARENO-ARGILOSA COM RECOMPACTAÇÃO	7.1-28
FOTO 7.1-2: SEDIMENTO MARINHO DE TEXTURA ARENOSA QUE OCORRE EM TODA A ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DA UTE	7.1-28
FOTO 7.1-3: PAISAGEM NO DOMÍNIO DOS TABULEIROS COSTEIROS	7.1-61
FOTO 7.1-4: ÁREA DA PRAIA EM BARRA DOS COQUEIROS	7.1-62
FOTO 7.1-5: DUNAS COM VEGETAÇÃO DE RESTINGA ARBUSTIVA.....	7.1-62
FOTO 7.1-6: CORDÕES LITORÂNEOS PÓS ZONA COSTEIRA.....	7.1-63
FOTO 7.1-7: SILOS DE CIMENTO DA VOTORANTIM PRÓXIMO A PRAIA JATOBÁ.....	7.1-94
FOTO 7.1-8: AGV MP10, AGV MP2,5 E TRIGÁS	7.1-95
FOTO 7.1-9: RIO POMONGA	7.1-150
FOTO 7.1-10: EXEMPLO DA ATIVIDADE DE AQUICULTURA ÀS MARGENS DO RIO POMONGA	7.1-151

GRÁFICOS

GRÁFICO 7.1-1: PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL	7.1-5
GRÁFICO 7.1-2: PRECIPITAÇÃO MENSAL ACUMULADA PARA O PERÍODO DE 1995 A 2016.	7.1-5

GRÁFICO 7.1-3: MÉDIAS ANUAIS DAS TEMPERATURAS MÁXIMAS	7.1-6
GRÁFICO 7.1-4: MÉDIAS MENSAS DA TEMPERATURA MÁXIMA PARA O PERÍODO DE 1995 A 2016	7.1-6
GRÁFICO 7.1-5: MÉDIA ANUAL DAS TEMPERATURAS MÍNIMAS DE MENSAS.....	7.1-7
GRÁFICO 7.1-6: MÉDIAS MENSAS DA TEMPERATURA MÍNIMAS PARA O PERÍODO DE 1995 A 2016	7.1-7
GRÁFICO 7.1-7: MÉDIA ANUAL DAS TEMPERATURAS	7.1-8
GRÁFICO 7.1-8: TEMPERATURA MÉDIA MENSAL	7.1-8
GRÁFICO 7.1-9: MÉDIAS MENSAS DA UMIDADE RELATIVA DO AR PARA O PERÍODO DE 1994 A 2012 NA ESTAÇÃO ARACAJU	7.1-9
GRÁFICO 7.1-10: BENS MINERAIS REQUERIDOS NA AII DO EMPREENDIMENTO	7.1-85
GRÁFICO 7.1-11: FASES DE REQUERIMENTO DOS PROCESSOS PRESENTES NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO	7.1-85
GRÁFICO 7.1-12: FASE DO REQUERIMENTO DOS DIFERENTES BENS MINERAIS REQUERIDOS NAS ÁREAS INTERCEPTADAS	7.1-90
GRÁFICO 7.1-13: BENS MINERAIS REQUERIDOS NAS ÁREAS INTERCEPTADAS DA LT E UTE DO COMPLEXO PORTO DE SERGIPE I..	7.1-91
GRÁFICO 7.1-14: SITUAÇÃO DA BACIA DO RIO SERGIPE.....	7.1-140
GRÁFICO 7.1-15: SITUAÇÃO DA BACIA DO RIO VAZA BARRIS	7.1-141

QUADROS

QUADRO 7.1-1: CLASSIFICAÇÃO DE DECLIVIDADE.	7.1-55
QUADRO 7.1-2: TÍTULOS MINERÁRIOS ORDENADOS POR “STATUS” JUNTO AO DNPM NAS ÁREAS INTERCEPTADAS DO EMPREENDIMENTO	7.1-86
QUADRO 7.1-3: PONTOS DE AMOSTRAGEM DE RUÍDO PARA ESTUDO BASELINE E JUSTIFICATIVA	7.1-115
QUADRO 7.1-4: LEGISLAÇÃO DO ESTADO DE SERGIPE SOBRE RECURSOS HÍDRICOS	7.1-129
QUADRO 7.1-5: RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS POR SUB-BACIA HIDROGRÁFICA	7.1-130
QUADRO 7.1-6: BALANÇOS HÍDRICOS POR MUNICÍPIO.....	7.1-141
QUADRO 7.1-7: DISPONIBILIDADE HÍDRICA POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO NA BACIA DO RIO SERGIPE	7.1-143
QUADRO 7.1-8: QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA DA BACIA DO RIO SERGIPE SEGUNDO OS PRINCIPAIS USOS	7.1-143
QUADRO 7.1-9: DISPONIBILIDADE HÍDRICA POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO.....	7.1-155
QUADRO 7.1-10: QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA DA BACIA DO RIO VAZA BARRIS SEGUNDO OS PRINCIPAIS USOS.....	7.1-156
QUADRO 7.1-11: CENÁRIOS DE MODELAGEM CONSIDERADOS REPRESENTANDO OS PIORES CENÁRIOS REAIS POSSÍVEIS PARA ÉPOCA CHUVOSA E SECA	7.1-164

TABELAS

TABELA 7.1-1: MÉDIAS MENSAS DA VELOCIDADE DOS VENTOS EM ARACAJU NO PERÍODO DE 2011 A 2014	7.1-9
TABELA 7.1-2: CARACTERÍSTICAS DAS SONDAGENS DE RECONHECIMENTO.	7.1-27
TABELA 7.1-3: CARACTERÍSTICAS DAS SONDAGENS DE RECONHECIMENTO.	7.1-31
TABELA 7.1-4: RESULTADOS DA CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS SEDIMENTOS DA PORÇÃO OFFSHORE.....	7.1-32
TABELA 7.1-5: PARÂMETROS MONITORADOS E SEUS RESPECTIVOS EQUIPAMENTOS E METODOLOGIAS.....	7.1-95
TABELA 7.1-6: PADRÕES DE QUALIDADE DO AR – RESOLUÇÃO CONAMA 03/2009	7.1-96
TABELA 7.1-7: LIMITES DE QUALIDADE DO AR – EHS GUIDELINES – IFC	7.1-96
TABELA 7.1-8: RESULTADOS DOS ESTUDOS BASELINE DA QUALIDADE DO AR.....	7.1-97

TABELA 7.1-9: VALORES MÁXIMOS DE EMISSÃO PARA POLUENTES ATMOSFÉRICOS	7.1-100
TABELA 7.1-10: CONTRIBUIÇÕES MÁXIMAS DE POLUENTES NA ÁREA DE INFLUÊNCIA – UTE PORTO SERGIPE I.....	7.1-102
TABELA 7.1-11: CONTRIBUIÇÕES MÁXIMAS DE POLUENTES NAS ÁREAS URBANAS – UTE PORTO SERGIPE I	7.1-104
TABELA 7.1-12: PARÂMETROS DAS FONTES FIXAS DE EMISSÃO DO FSRU	7.1-105
TABELA 7.1-13: TAXAS DE EMISSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS DO SISTEMA DE MOTORES E DA GCU	7.1-106
TABELA 7.1-14: EMISSÕES DO SISTEMA DE MOTORES WARSTILA 8L50DF DE ACORDO COM A CARGA DE OPERAÇÃO	7.1-106
TABELA 7.1-15 RESULTADOS DA MODELAGEM DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA DA FSRU.....	7.1-107
TABELA 7.1-16: COMPOSIÇÃO DO GÁS NATURAL	7.1-109
TABELA 7.1-17: CARACTERÍSTICAS DO GÁS NATURAL	7.1-109
TABELA 7.1-18: RENDIMENTO PREVISTO REFERIDO AO PCI DO COMBUSTÍVEL, NA UTE PORTO DE SERGIPE I	7.1-109
TABELA 7.1-19: TOTAL DAS EMISSÕES DE ESCOPO 1 E 2	7.1-111
TABELA 7.1-20: TOTAL DAS EMISSÕES DE ESCOPO 1 E 2 E BOG	7.1-113
TABELA 7.1-21: NÍVEL DE CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO – NCA PARA AMBIENTES EXTERNOS, EM dB(A), CONFORME NBR 10.151 DA ABNT	7.1-114
TABELA 7.1-22: NÍVEL DE RUÍDO SEGUNDO O TIPO DE RECEPTOR, EM dB(A), CONFORME GENERAL EHS GUIDELINES DO IFC. 7.1-114	7.1-114
TABELA 7.1-23: RESULTADOS DE RUÍDO DAS MEDIÇÕES BASELINE dB(A)	7.1-119
TABELA 7.1-24: COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DO ESTUDO BASELINE DE RUÍDO COM NBR 10.151/2000	7.1-121
TABELA 7.1-25: COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DO ESTUDO BASELINE COM IFC	7.1-121
TABELA 7.1-26: NOVOS VALORES DE REFERÊNCIA PARA O MONITORAMENTO DE RUÍDO dB(A).....	7.1-122
TABELA 7.1-27: POTÊNCIA SONORA TOTAL DOS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NA SIMULAÇÃO	7.1-124
TABELA 7.1-28: SUMÁRIO DOS RESULTADOS DA MODELAGEM DE RUÍDO	7.1-127
TABELA 7.1-29: COMPARAÇÃO RESULTADOS MODELAGEM COM VALORES LEGAIS BRASILEIROS.....	7.1-128
TABELA 7.1-30 COMPARAÇÃO RESULTADOS MODELAGEM COM VALORES LEGAIS BRASILEIROS.....	7.1-128
TABELA 7.1-31: DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUBTERRÂNEA POR BACIA.....	7.1-135
TABELA 7.1-32: DISPONIBILIDADE E DEMANDAS POR BACIA E RESPECTIVO SALDO (2010)	7.1-135
TABELA 7.1-33: POÇOS CADASTRADOS JUNTO À ANA EM BARRA DOS COQUEIROS.....	7.1-138
TABELA 7.1-34: DEMANDA HÍDRICA POR BACIA (L/s).....	7.1-139
TABELA 7.1-35: BALANÇO HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DE SERGIPE – L/s	7.1-139
TABELA 7.1-36: USO DE SOLO DA BACIA DO RIO SERGIPE.....	7.1-142
TABELA 7.1-37: DEMANDAS DE ÁGUA DAS UNIDADES DE PLANEJAMENTO (BACIA DO RIO SERGIPE)	7.1-144
TABELA 7.1-38: ASPECTOS QUANTITATIVOS DAS ÁGUA SUBTERRÂNEA DA BACIA DO RIO SERGIPE	7.1-149
TABELA 7.1-39: DETALHES DA INSTALAÇÃO DO POÇO DE MONITORAMENTO	7.1-152
TABELA 7.1-40: PRINCIPAIS INFORMAÇÕES E CARGA HIDRÁULICA DOS POÇOS DE MONITORAMENTO INSTALADOS NA ADA.	7.1-152
TABELA 7.1-41: CRITÉRIOS DE ESTABILIZAÇÃO DE PARÂMETROS HIDROGEOQUÍMICOS.....	7.1-154
TABELA 7.1-42: USO DA TERRA NA BACIA DE VAZA BARRIS.....	7.1-154
TABELA 7.1-43: DEMANDAS DE ÁGUA DAS UNIDADES DE PLANEJAMENTO (BACIA DO RIO VAZA BARRIS).....	7.1-156
TABELA 7.1-44: ASPECTOS QUANTITATIVOS DAS ÁGUA SUBTERRÂNEA DA BACIA DO RIO VAZA BARRIS.....	7.1-157
TABELA 7.1-45: PONTOS DE COLETA DE ÁGUA E SEDIMENTO.....	7.1-158

TABELA 7.1-46: MEDIÇÕES IN SITU	7.1-158
TABELA 7.1-47: AMPLITUDE E FASE DAS CONSTANTES HARMÔNICAS IMPORTAS NAS BORDAS ABERTAS DA GRADE EXTERNA A FASE RELATIVA A GREENWICH.....	7.1-160
TABELA 7.1-48: ESTATÍSTICAS BÁSICAS DAS PROPRIEDADES HIDRODINÂMICAS OBTIDAS NAS SIMULAÇÕES	7.1-164
TABELA 7.1-49: RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES DE CAMPO PRÓXIMO DOS EFLUENTES	7.1-169
TABELA 7.1-50: RESUMO DOS RESULTADOS MAIS CRÍTICOS DAS SIMULAÇÕES PROBABILÍSTICAS PARA O CENÁRIO DE DERRAME DE 8 M ³ DE ÓLEO.....	7.1-171
TABELA 7.1-51: RESUMO DOS RESULTADOS MAIS CRÍTICOS DAS SIMULAÇÕES PROBABILÍSTICAS PARA O CENÁRIO DE DERRAME DE 200 M ³ DE ÓLEO.....	7.1-172
TABELA 7.1-52: RESUMO DOS RESULTADOS MAIS CRÍTICOS DAS SIMULAÇÕES PROBABILÍSTICAS PARA O CENÁRIO DE DERRAME DE 260 M ³ DE ÓLEO	7.1-172
TABELA 7.1-53: MÉDIA DA DISTRIBUIÇÃO DE MASSA PARA OS CENÁRIOS PROBABILÍSTICOS.....	7.1-175

7 Diagnóstico Ambiental

O diagnóstico ambiental da área de estudo consiste na descrição e análise dos meios físico, biótico e socioeconômico, visando retratar a qualidade os recursos ambientais e suas interações, antes das alterações decorrentes do empreendimento em análise.

Tais estudos têm por objetivo subsidiar a identificação e avaliação dos impactos positivos e/ou negativos que o empreendimento poderá vir a causar nos diversos meios, em função das atividades inerentes à implantação e operação do Complexo Termelétrico Porto de Sergipe I.

7.1 Diagnóstico do Meio Físico

Os aspectos do meio físico referentes à região onde será implantado o empreendimento foram baseados em estudos regionais, programas governamentais e visitas a campo por equipe multidisciplinar dedicada.

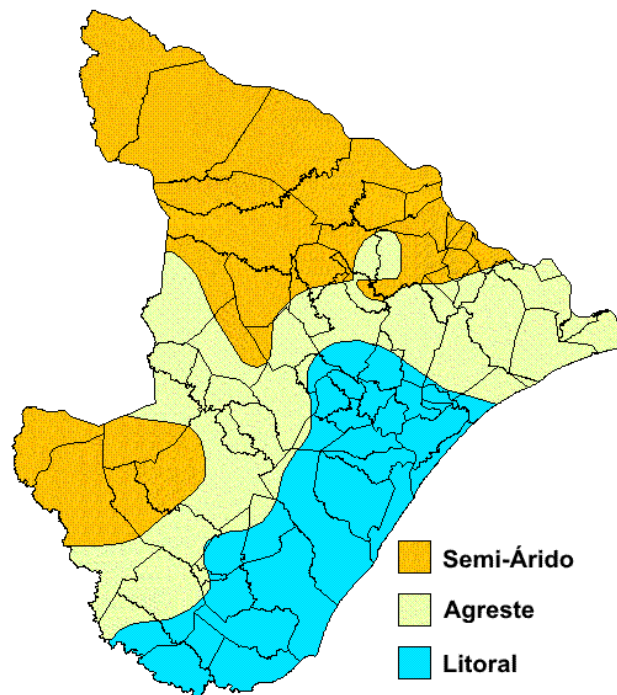
Neste capítulo serão apresentadas as características atuais do clima e condições meteorológicas, aspectos fisiográficos e de arcabouço geológico e dados oceanográficos.

7.1.1 Clima e Condições Meteorológicas

O clima da região Nordeste brasileira é diretamente influenciado pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), de baixa pressão atmosférica, com chuvas originadas da convergência dos ventos alísios dos dois hemisférios e a consequente formação de massa de nuvens que resultam nas precipitações. Quando posicionada mais ao norte, geralmente entre os meses de agosto a outubro, os ventos alísios de sudeste são intensos; ao migrar em direção ao Equador há uma progressiva diminuição de intensidade desses ventos, reduzindo consequentemente a chuva entre os meses de março e abril. Esta movimentação da Zona de Convergência Intertropical influencia ainda a circulação oceânica e das correntes costeiras (Fontes & Correia).

Sergipe está situado na faixa tropical da região Nordeste e tem como um dos principais problemas climáticos a irregularidade espacial da precipitação pluviométrica, sendo acentuada no Litoral e decrescente para oeste (Sertão Semi-árido). Este regime pluviométrico é ligado às condições atmosféricas e sistemas sinóticos que atuam no Leste do Nordeste do Brasil (NEB) e possuem uma característica particular, diferente dos demais NEB. Sergipe, devido a sua posição geográfica, possui característica de transição entre os regimes pluviométricos do norte (máximo de fevereiro a maio) e do sul do NEB (dezembro a fevereiro) (SEMARH). A Figura 7.1-1 a seguir apresenta a caracterização do clima no estado de Sergipe:

Tipos Climáticos do Estado de Sergipe



Fonte: SEMARH, 2017

Figura 7.1-1: Clima no Estado de Sergipe

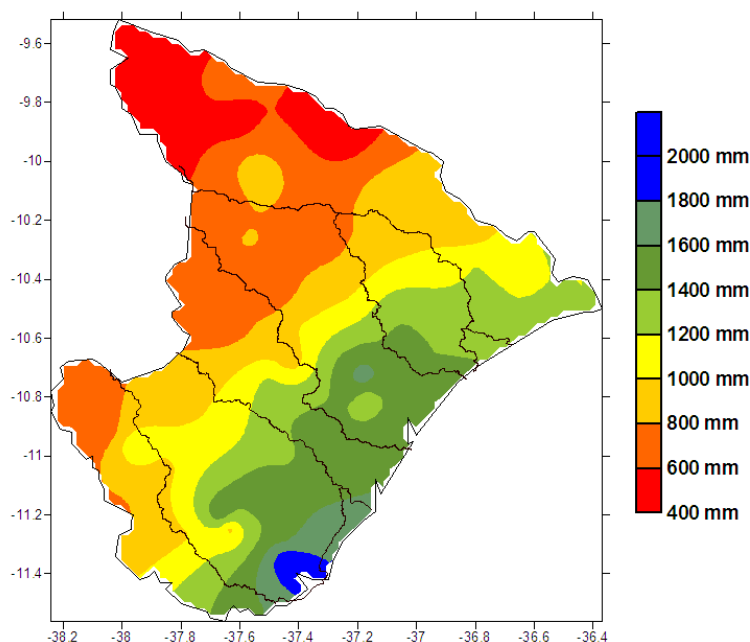
Este estado é ainda influenciado, além de pela ZCIT, pelo anticiclone semifixo do Atlântico Sul que dá origem às massas de ar Tropical Atlântica (mTa) e Equatorial Atlântica (mEa). A massa de ar Tropical Atlântica atinge o estado gerando os alísios de SE enquanto a massa Equatorial Atlântica origina os ventos NE, denominados de alísios de retorno (Fontes & Correia)

Destaca-se ainda que a presença de inversão térmica em níveis superiores na região (efeito de subsidência anticiclônica) mantém o clima estável, com precipitações reduzidas. A interação desta característica com a Frente Polar Atlântica (FPA) e correntes Perturbadas do Leste (Ondas de Leste) são responsáveis por um regime pluviométrico caracterizado por chuvas mais abundantes nas estações outono e inverno. Em Aracaju por exemplo, aproximadamente 65% da precipitação média anual (1400mm) acontece entre abril e julho (Fontes & Correia).

Verifica-se assim que o nível de umidade do Estado de Sergipe é problemático devido à distribuição anual da precipitação e não em decorrência da quantidade. Ressalta-se ainda a variação na distribuição espacial, visto que a maior incidência de chuva acontece no litoral, enquanto o sertão enfrenta longos períodos de seca (Araújo, 2010).

Segundo a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Sergipe (Semarh), o litoral leste do Estado possui médias de precipitação que podem superar 1600 mm/ano, enquanto no sertão semi-árido podem não chegar nem a 400 mm/ano. A Semarh informa ainda que o período chuvoso compreende os meses de abril a agosto, tendo uma concentração de volume no mês de maio. A Figura 7.1-2 a seguir apresenta a distribuição da precipitação anual do estado de Sergipe:

CLIMATOLOGIA DA PRECIPITAÇÃO ANUAL PARA O ESTADO DE SERGIPE



Fonte: SEMAHR, 2017

Figura 7.1-2: Caracterização da Precipitação no Estado de Sergipe.

Conforme descrito no Estudo Ambiental Complementar do Complexo Termelétrico Porto de Sergipe I (CH2M, 2017) baseado no Estudo de Impacto Ambiental (GENIVAL NUNES, 2016), o estado de Sergipe possui clima do tipo tropical úmido com estação seca (Aw), segundo a classificação de Köppen (1928). Em Aracaju, o período de maior precipitação acontece no outono/inverno, enquanto no verão o tempo é seco. (MULTIAGRO, 2010 *apud* GENIVAL NUNES, 2016).

Em 2010 foi observado que nos últimos 8 anos o fenômeno La Niña tem exercido influência na região através da melhor distribuição das chuvas ao longo do ano (Araújo, 2010).

A umidade relativa do ar está diretamente relacionada à temperatura da região. Aracaju apresenta condições térmica quase homogênea, com a umidade relativa do ar não ultrapassando a média anual de 86% e não baixando a menos de 73,5% (Araújo, 2010).

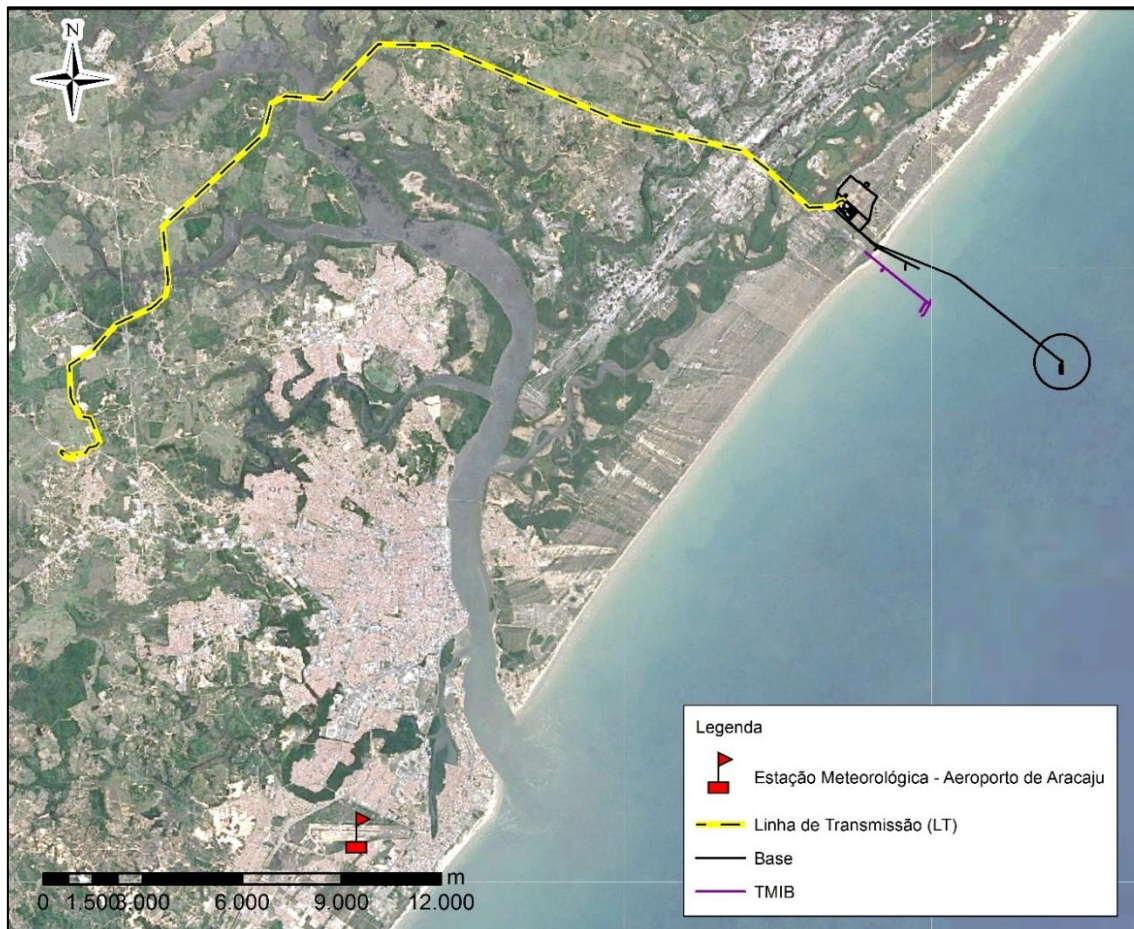
Eventos pluviais extremos e os desastres climáticos naturais são atualmente um problema para a sociedade devido aos prejuízos que causam. Em Sergipe, nas cidades como Aracaju, são observados alagamentos em decorrência do aumento de áreas impermeáveis nas bacias de drenagem urbana, contaminação das águas com lixo produzido pela sociedade e obstrução da drenagem, ocupação urbana desordenada sem a implantação do sistema de macrodrenagem, em conjunto com eventos pluviais extremos com alta intensidade num curto intervalo de tempo (Carvalho, et al. 2016). A climatologia de 1961 a 1990 de Aracaju indica o mês de maio como principal período para ocorrência de chuvas extremas em 24 horas (INMET, 2016).

Muitos dos eventos extremos da região são afetados pelo movimento ascendente, presença do sistema frontal, influência da ZCIT e alto nível de umidade (Carvalho, et al. 2016).

7.1.1.1 Caracterização Climática Local

Para a caracterização do clima local foi utilizada a estação meteorológica mais próxima à área de estudo, a Estação Aracaju - código 83096 - monitorada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A seguir são apresentados dados de precipitação, temperatura, umidade relativa do ar, evaporação e direção dos ventos, para o período, em geral, de 1961 a 2012.

A Figura 7.1-3 apresenta a localização da estação utilizada para este estudo em relação à área do Empreendimento.



Fonte: INMET, Google Earth, 2017

Figura 7.1-3: Localização da Estação Meteorológica Aracaju em Relação ao Empreendimento

Os dados e gráficos apresentados a seguir foram retirados do Estudo de Impacto Ambiental (GENIVAL NUNES, 2016), elaborado para obtenção da Licença Prévia do Completo Termelétrico.

- **Precipitação**

Com base nos dados disponibilizados pela Estação Meteorológica de Aracaju de um período de 22 anos (1995 a 2016), foram calculadas as precipitações totais mensais e anuais. O Gráfico 7.1-1 a seguir apresenta os resultados obtidos.

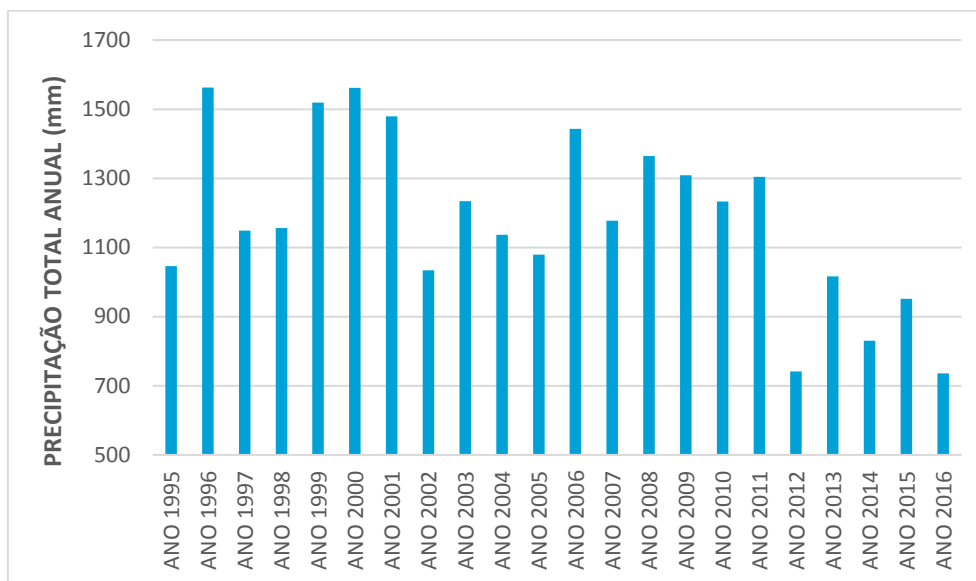


Gráfico 7.1-1: Precipitação Média Anual

Conforme descrito anteriormente, as Ondas de Leste estão diretamente relacionadas com os ventos alísios de sudeste; a intensificação dos alísios, que ocorre no inverno, propicia uma estação chuvosa para a região de Sergipe, enquanto no verão, o tempo é seco. O Gráfico 7.1-2 apresenta o resultado da média da precipitação acumulada de cada mês, do mesmo período.

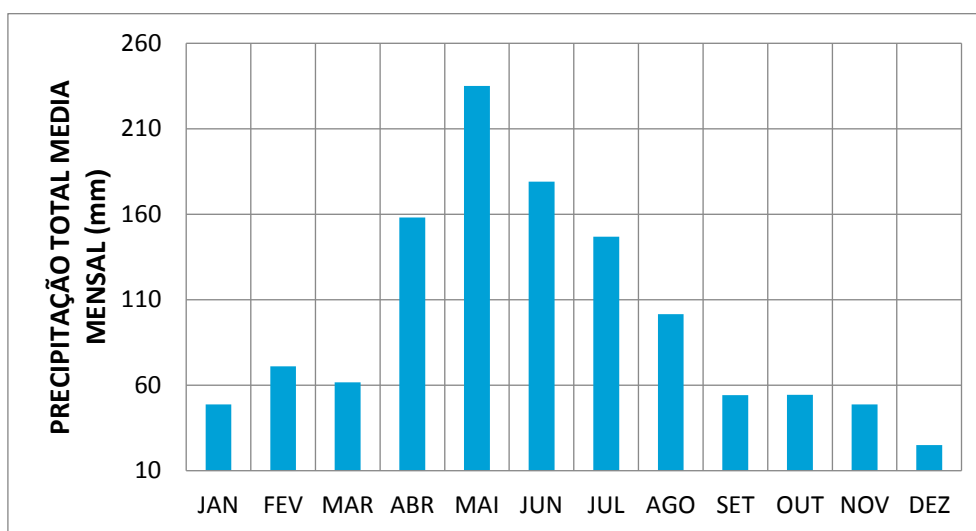


Gráfico 7.1-2: Precipitação Mensal Acumulada para o período de 1995 a 2016.

Verifica-se no gráfico que nos meses de abril a julho ocorrem os maiores índices pluviométricos, entre 150 e 240 mm mensais, enquanto as menores médias são observadas nos meses de novembro a janeiro, não excedendo 50 mm. Dezembro tende a ser o mês mais seco.

Os anos mais secos foram os de 2012 e 2016, com cerca de 740 mm anuais, e os anos mais chuvosos foram 2000 e 1996, com cerca de 1660 mm no ano, um pouco acima do dobro dos anos secos.

• **Temperatura**

O mesmo procedimento foi realizado para a análise das temperaturas da região. Foram levantados os dados da temperatura máxima diária, temperatura mínima diária e temperaturas médias anuais e mensais do período de 1995 e 2016. Do banco de dados analisado notou-se que a temperatura máxima diária observada no local foi de 35,3°C no mês de abril de 2010 e que a temperatura mínima observada em 22 anos foi de 15,9°C no mês de dezembro de 2002, uma variação máxima de 19,4°C.

A temperatura média é de 26,0°C variando de 27,3°C a 24,3°C (diferença de 3,0°C). O Gráfico 7.1-3 apresenta a temperatura máxima média anual.

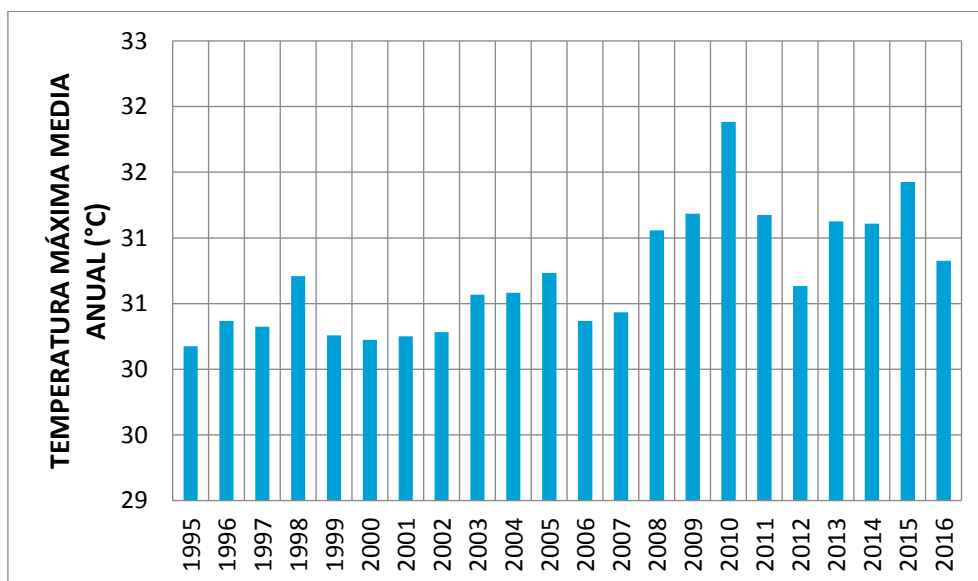


Gráfico 7.1-3: Médias Anuais das Temperaturas Máximas

O gráfico apresentado retrata a média das temperaturas máximas de cada mês em um determinado ano, verifica-se que há tendência de aumento das médias ao longo do tempo. Enquanto 1995 foi o ano com menor média de temperatura máxima, 2010 apresentou o maior valor deste período. O Gráfico 7.1-4 a seguir apresenta a média das temperaturas máximas mensais destes 22 anos.

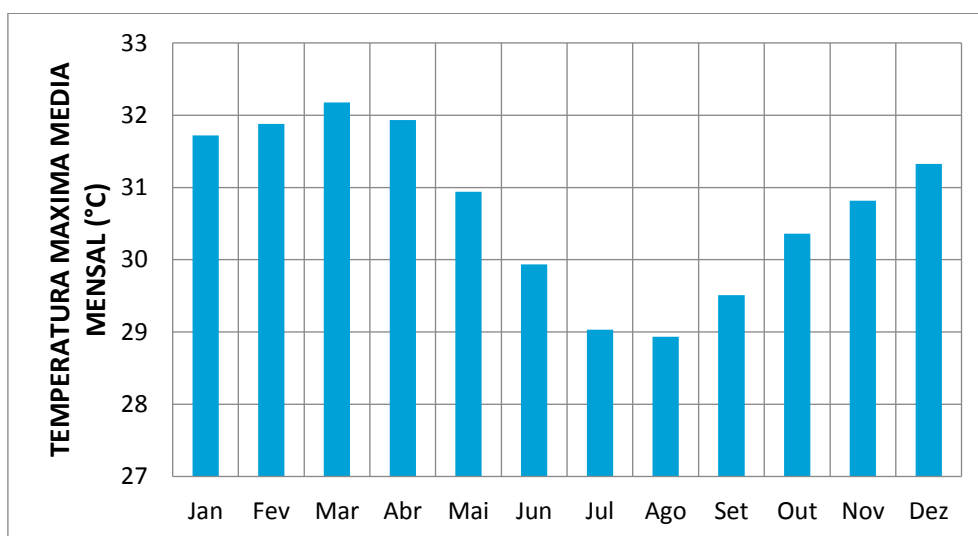


Gráfico 7.1-4: Médias mensais da temperatura máxima para o período de 1995 a 2016

De acordo com o Gráfico 7.1-4 a temperatura média máxima oscilou entre 31,3°C e 31,9°C durante os meses de verão (dezembro a fevereiro), de 32,2°C a 30,9°C no outono, 29,9°C a 28,9°C no inverno e 29,5°C a 30,8°C ao longo da primavera. Verifica-se que Abril é o mês com maior temperatura máxima diária. Verifica-se que Março a maior média de temperaturas máximas neste período analisado, enquanto agosto é o mês com a menor média de temperaturas máximas; ressalta-se entretanto que essa diferença é de apenas 3,3°C. O Gráfico 7.1-5 analisou a média das temperaturas mínimas anuais.

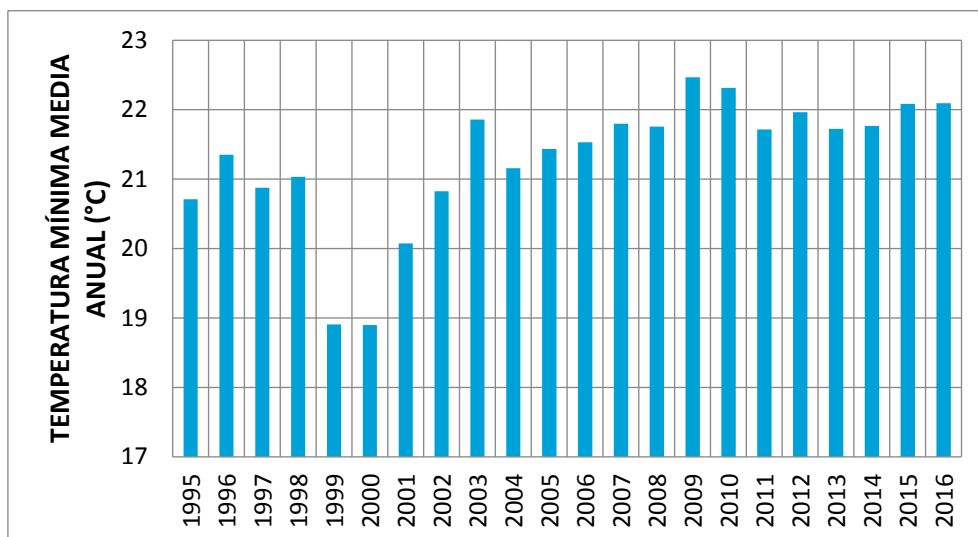


Gráfico 7.1-5: Média Anual das Temperaturas Mínimas de mensais

Verifica-se que 2000 foi o ano cuja média de temperatura mínima apresentou o menor valor (18,9°C), enquanto 2009 apresentou a maior média (22,5°C). De forma análoga à média das temperaturas máximas, este gráfico motra uma tendência de aumento da média destas temperaturas ao longo do tempo. O Gráfico 7.1-6 apresenta a média das temperaturas mínimas do período.

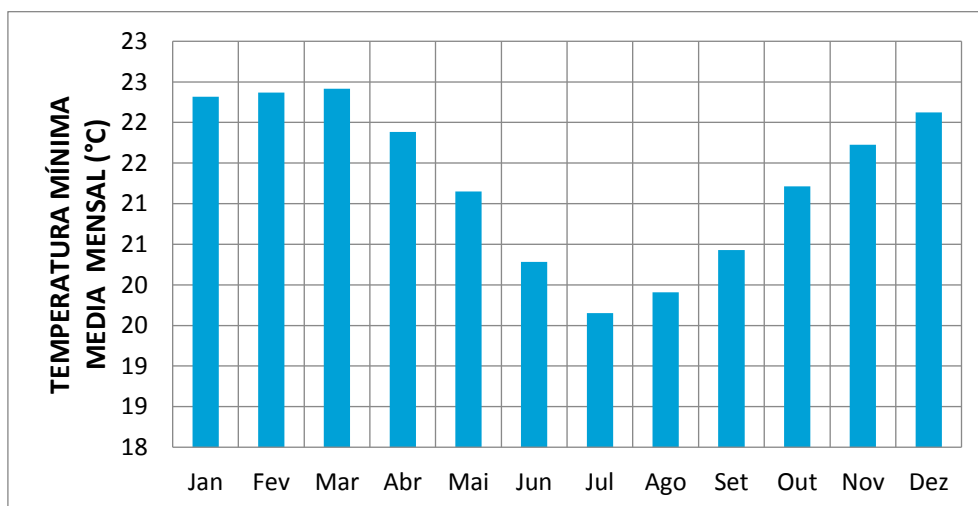


Gráfico 7.1-6: Médias mensais da temperatura mínimas para o período de 1995 a 2016

O gráfico de temperaturas médias mínimas apresenta padrão semelhante ao gráfico de temperaturas médias máximas, os valores no verão oscilaram entre 22,1°C e 22,4°C, enquanto no outono a oscilação foi de 22,4°C a 21,1°C, no inverno de 20,2°C a 19,6°C, e na primavera de 20,4°C a 21,7°C. A variação entre as médias das temperaturas mínimas é ainda menor que a variação das temperaturas máximas 2,3°C. O Gráfico 7.1-7 apresenta a média anual das temperaturas.

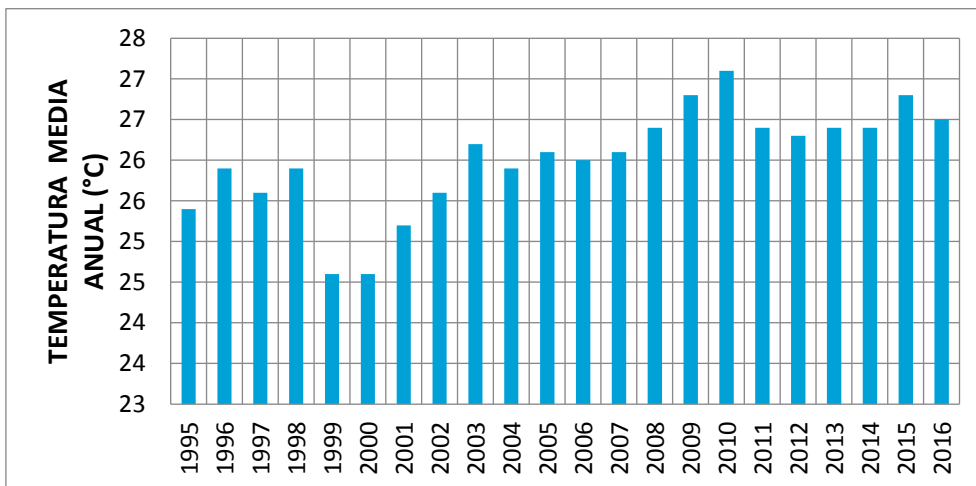


Gráfico 7.1-7: Média Anual das Temperaturas

Observa-se no gráfico apresentado que 2010 (27,1°C) foi o ano com maiores temperaturas enquanto 1999 e 2000 foram os anos com as menores médias (24,6°C). O Gráfico 7.1-8 apresenta o gráfico com as temperaturas médias mensais:

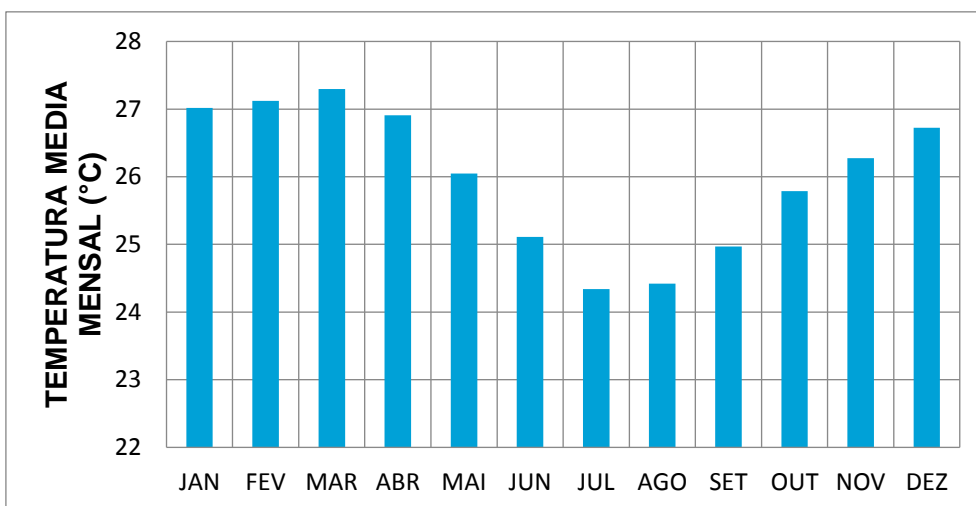


Gráfico 7.1-8: Temperatura média mensal

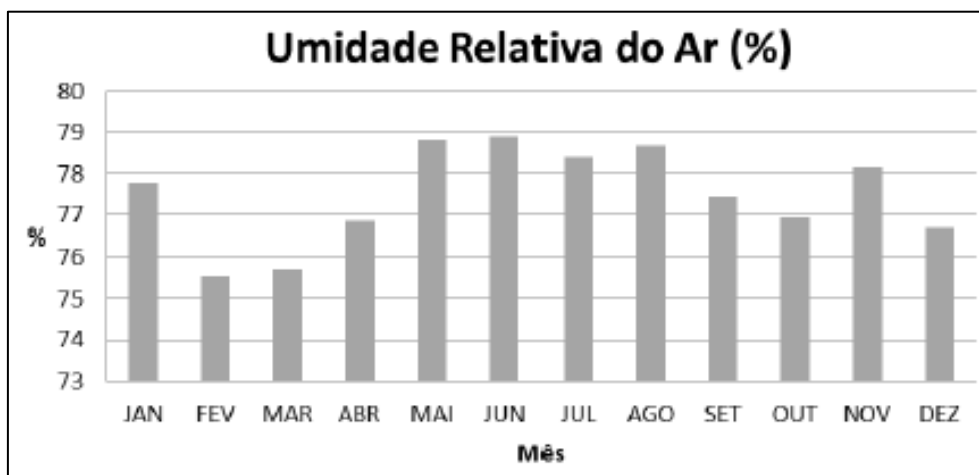
Verifica-se que março é o mês com maior média de temperatura (27,3°C) enquanto julho possui a menor média (24,3°C).

Por meio da análise de todos os gráficos, é possível concluir que tem havido um aumento de temperatura ao longo dos anos e que as temperaturas mensais dentro de um mesmo ano sofrem pouca variação.

- **Umidade Relativa do Ar**

A umidade relativa do ar é verificada por meio da pressão de vapor de água na atmosfera e a saturação da pressão de vapor na mesma temperatura. Expressado em porcentagem, tal indicador climático pode apresentar variações significativas de comportamento ao longo de um dia em função de fatores como insolação, nebulosidade, direção e velocidade dos ventos e precipitação pluviométrica. De modo geral, a umidade relativa do ar tende a aumentar à noite e madrugada, passando a diminuir gradualmente, à medida que o dia transcorre, após o nascer do sol (VAREJÃO-SILVA, 2006)

O Gráfico 7.1-9 apresenta as médias mensais de umidade relativa do ar na estação Aracaju para o período de 1994 a 2012.



Fonte: INMET *apud* GENIVAL NUNES, 2016

Gráfico 7.1-9: Médias mensais da umidade relativa do ar para o período de 1994 a 2012 na estação Aracaju

Nota-se valores de 75,6% a 77,8% para o verão (dezembro a fevereiro); 75,7% a 78,9% para outono (março a maio); 78,4% a 78,9% durante o inverno (junho a agosto); e de 76,9% a 78,1% para a primavera.

Verifica-se que não há grandes oscilações de um mês para outro referente a este parâmetro, sendo de até 4% a variação durante o ano. Isso deve-se ao fato de que a região recebe maior contribuição de umidade do ar de origem marinha, devido à sua proximidade ao litoral.

- **Velocidade e Direção dos Ventos**

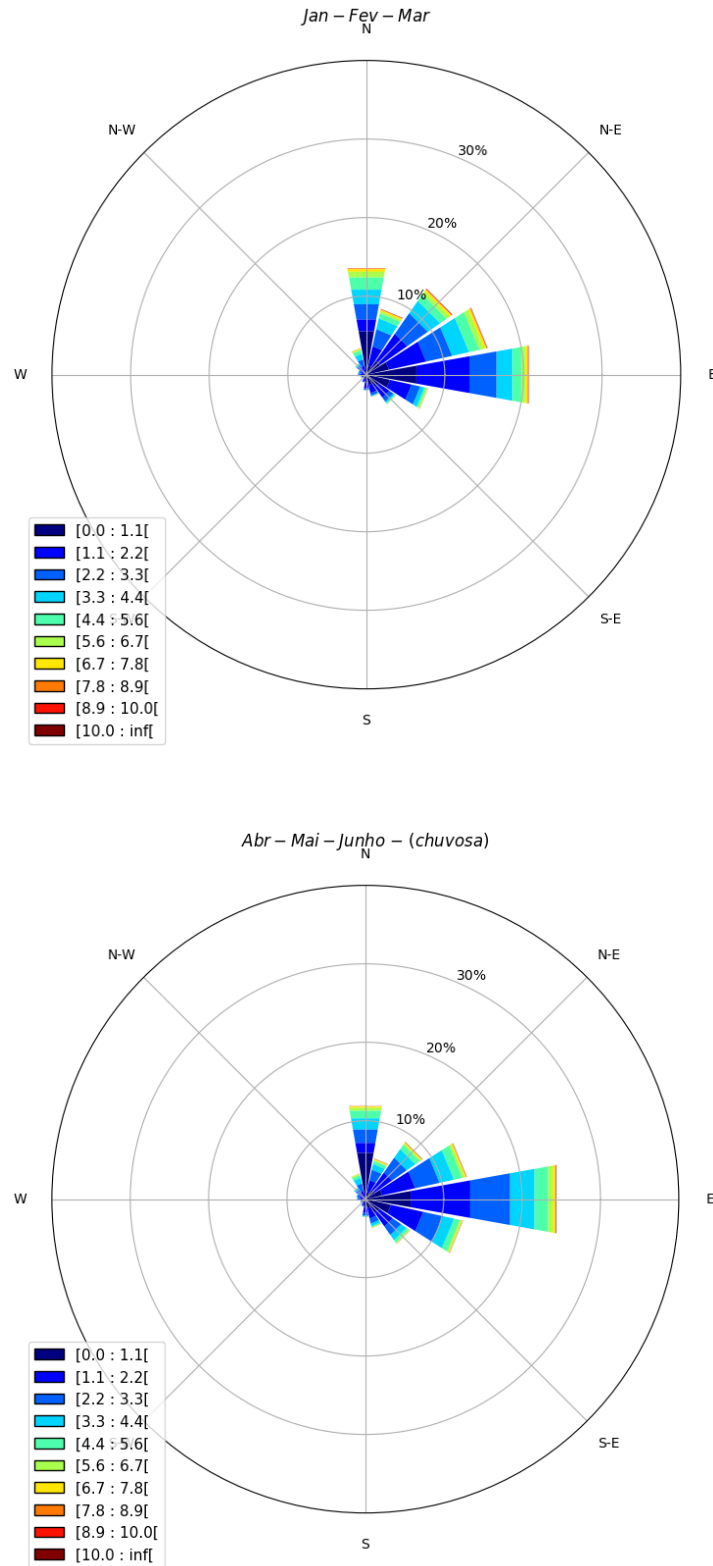
A Tabela 7.1-1 apresenta as médias mensais da velocidade dos ventos com base nos dados da estação meteorológica do Aeroporto Santa Maria (SBJP 83095), adquiridas por meio da firma Trinity Consultants, Inc, para o período de 2011 a 2014. De acordo com este quadro, a velocidade média para o período foi de 4,65 m/s, sendo os menores valores de velocidade dos ventos no mês de junho.

Tabela 7.1-1: Médias Mensais da Velocidade dos Ventos em Aracaju no período de 2011 a 2014

Anos	Médias Mensais da Velocidade dos Ventos na Estação 83095 em m/s											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2011	4,64	4,60	4,09	4,12	4,19	3,80	4,55	4,28	5,28	4,90	5,04	4,76
2012	5,20	5,22	4,85	4,27	4,02	3,97	4,43	5,13	4,75	4,83	5,46	5,08
2013	5,22	5,01	4,86	4,39	4,74	3,49	5,55	4,31	5,05	5,51	5,20	5,00
2014	4,78	4,51	4,43	4,55	4,72	4,28	4,65	4,87	5,22	5,61	4,82	4,87

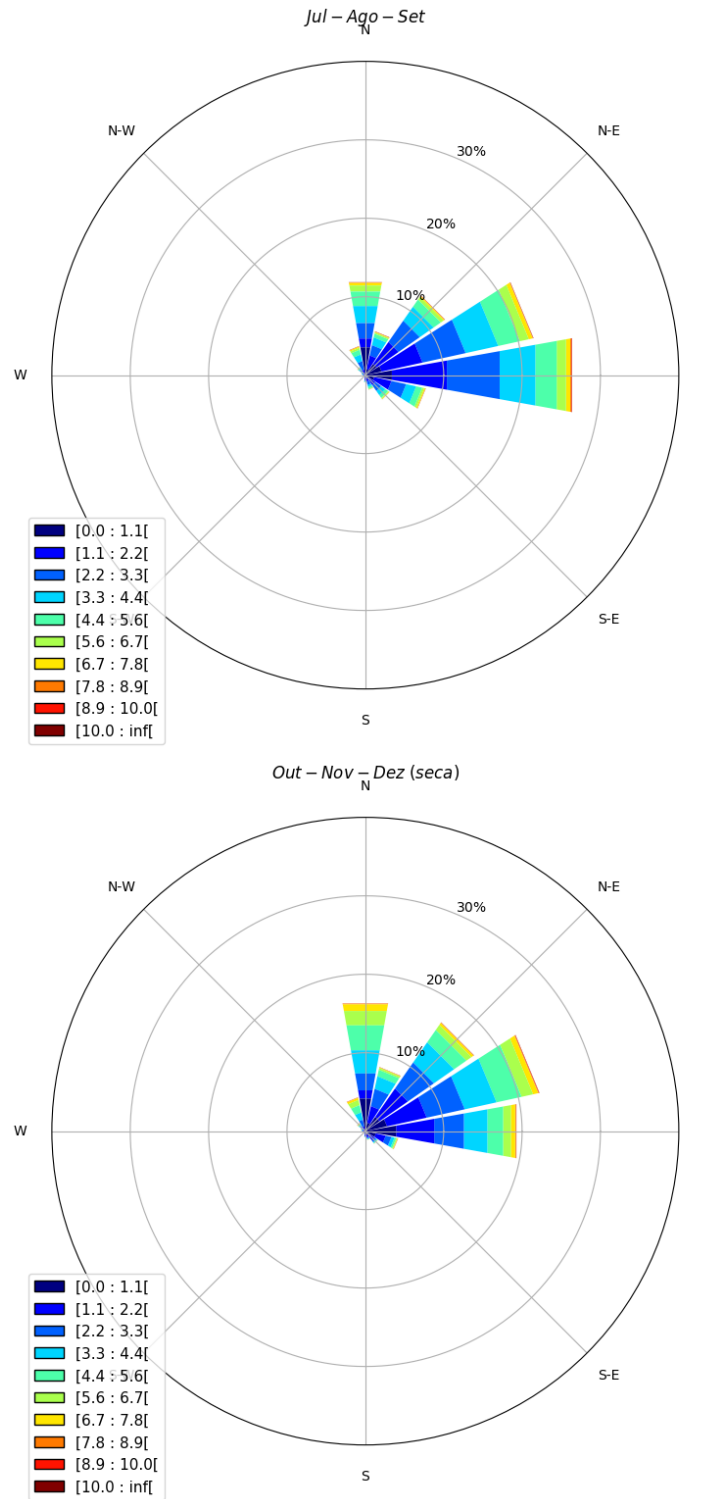
Fonte: Genival Nunes Consultoria, 2015

As rosas dos ventos para os períodos de transição e estações seca e chuvosas estão dispostas na Figura 7.1-4 e na Figura 7.1-5. Nestas figuras é possível notar que na época chuvosa os ventos provenientes de leste são os mais frequentes, com influências de sudoeste e nordeste significativas. Já para a época de seca, os ventos de nordeste são os mais frequentes, com pouca frequência de ocorrência dos ventos do quadrante sudoeste. Nota-se também que no período de seca os ventos possuem maiores intensidades que no período chuvoso.



Fonte: Metar.

Figura 7.1-4: Rosa dos ventos para os meses de janeiro, fevereiro e março (esquerda) e abril, maio e junho (direita), para o aeroporto de Aracaju entre 1996 e 2016



Fonte: Metar.

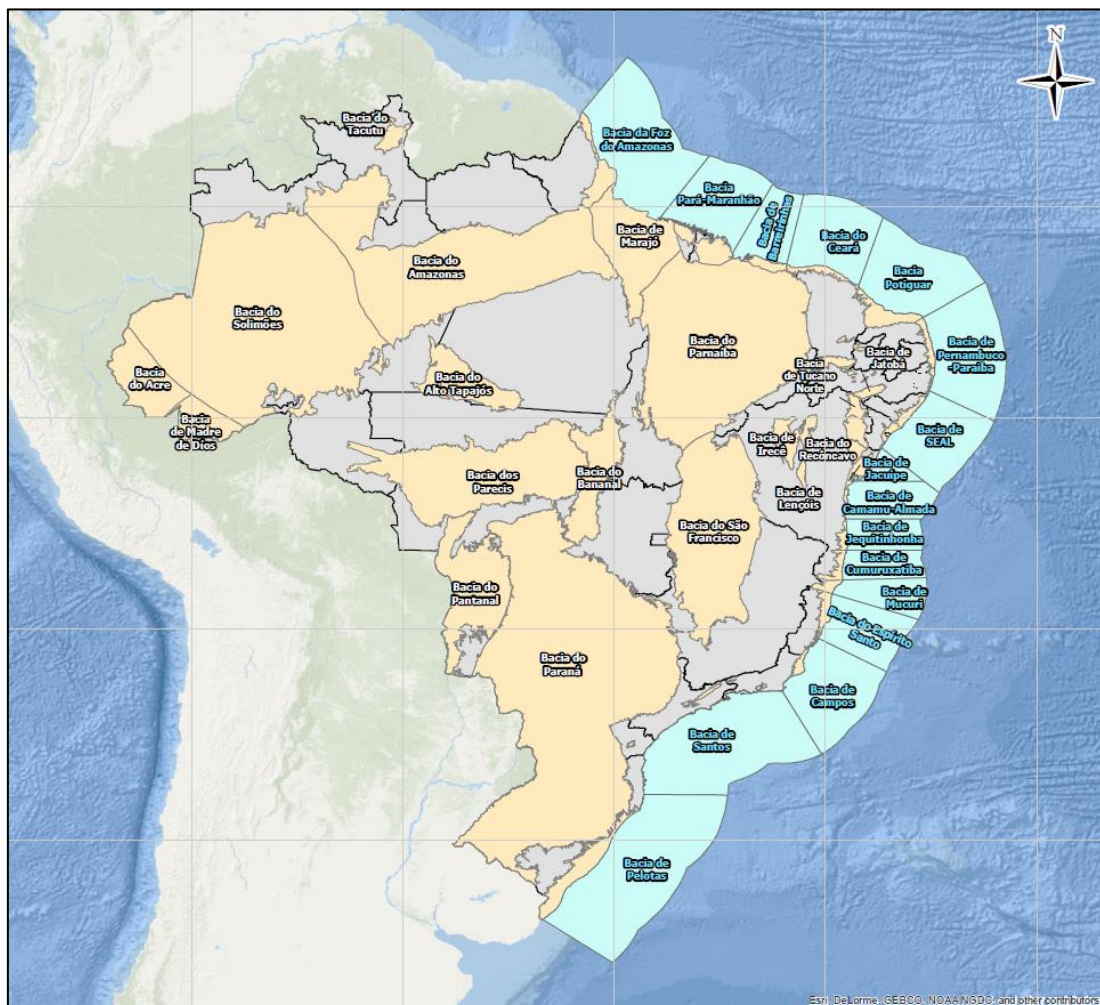
Figura 7.1-5: Rosa dos ventos para os meses de julho, agosto e setembro (esquerda) e outubro, novembro e dezembro (direita), para o aeroporto de Aracajú entre 1996 e 2016

7.1.2 Geologia Regional e Local

A fim de caracterizar os processos e as dinâmicas referentes ao contexto geológico da região do Empreendimento foi realizada revisão bibliográfica com base em mapeamentos geológicos oficiais, publicados pela CPRM, assim como diversos trabalhos científicos publicados em anais de congresso e revistas científicas.

A evolução tectono-estratigráfica das bacias sedimentares da margem leste-sudeste está relacionada à ruptura do Gondwana, que levou à abertura e desenvolvimento do Oceano Atlântico Sul, iniciada no Mesozóico. Este evento iniciou-se nos extremos norte e sul da América do Sul e envolveu a produção de sistemas de riftes associados à separação entre as placas Sul-Americana e Africana (MOHRIAK, 2003).

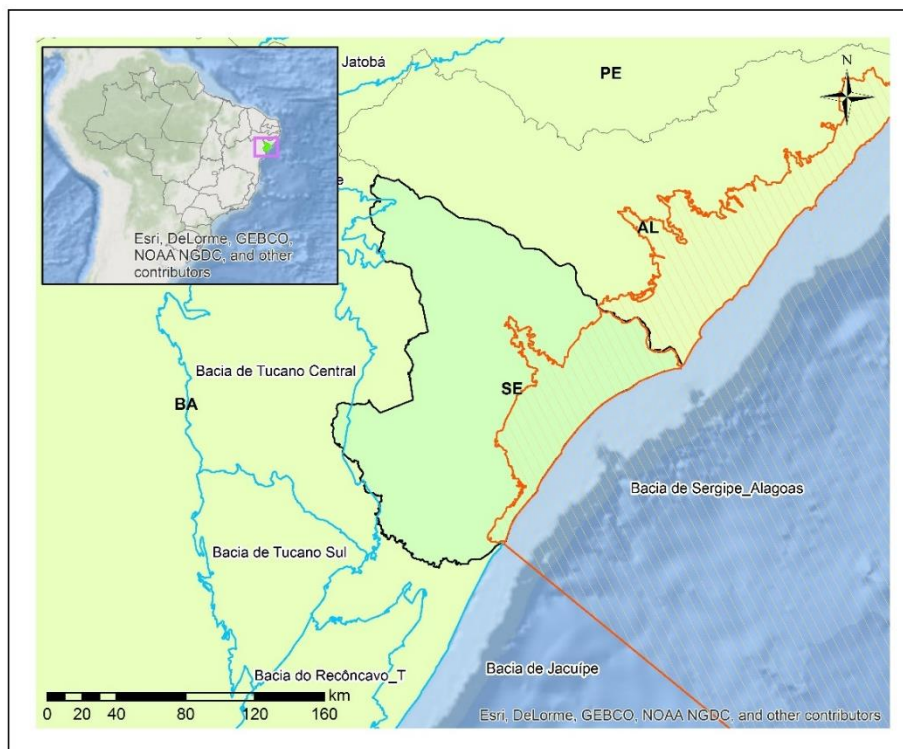
Ainda segundo o autor, estes riftes, instalados ao longo da margem continental, evoluíram até formar as bacias sedimentares da margem passiva que formam um conjunto de bacias sedimentares que se estende desde o limite com a Guiana, ao norte, até o limite com as águas territoriais do Uruguai, ao sul, como ilustra a Figura 7.1-6.



Fonte: MOHRIAK, 2003.

Figura 7.1-6: Bacias Sedimentares brasileiras

A área em estudo, localizada na Baía Sergipe-Alagoas, encontra-se na zona costeira do município de Barra dos Coqueiros, Região Metropolitana de Aracaju, atravessando ainda outros 3 municípios, todos pertencentes à mesma bacia sedimentar, como ilustra a Figura 7.1-7.



Fonte: CH2M, 2017.

Figura 7.1-7: Mapa de localização da Bacia Sergipe-Alagoas

Esta bacia localiza-se na margem leste brasileira, tendo como limite nordeste o Alto de Maragogi, o qual marca o limite desta com a Bacia de Pernambuco-Paraíba, e a sudoeste faz fronteira com a Bacia de Jacuípe, cujo limite é indiviso (Campos Neto *et al.*, 2007) e alcança a cota batimétrica 2.000 m (Feijó, 1994). A porção emersa esta bacia adentra o continente e é delimitada pela faixa de dobramentos Borborema.

Segundo BARREIRO *et al.* (2003) esta bacia possui cerca de 13.000 km² de faixa emersa, englobando o litoral dos estados de Sergipe e Alagoas, e 32.760 km² submersa na porção marinha adjacente a estes Estados. Feijó (1994) sugeriu sua individualização em duas bacias, Sergipe e Alagoas, tendo como limite o Alto de Japoatã-Penedo, limite entre estes Estados. No entanto, esta divisão não adentra a porção de talude, restrita à porção emersa e de águas rasas, não sendo adotada por outros autores.

Para o presente estudo será avaliada tanto a porção emersa desta bacia, nos municípios de Barra dos Coqueiros, Santo Amaro das Brotas, Laranjeiras e Nossa Senhora do Socorro (municípios por onde passa o empreendimento), quanto o recorte da porção submersa até a cota batimétrica 25.

Segundo BIZZI *et al* (2003) a Bacia de Sergipe-Alagoas foi formada a partir da evolução de um rifte assimétrico resultante de processos extensivos que deram origem ao Atlântico Sul durante o Juro-Cretáceo. Seu registro contém a mais completa sucessão estratigráfica entre as bacias de margem continental brasileira, sendo reconhecidos os estágios de sinéclise, pré-rifte, rifte e margem passiva (drifte).

Na fase inicial, durante o estágio de sinéclise em ambiente intracratônico, foram depositadas sobre o embasamento pré-Cambriano a Seqüência Carbonífera representada pela Formação Batinga e, posteriormente, a Seqüência Permiana, que corresponde à Formação Aracaré (Feijó, 1994). Essas seqüências representam o registro sedimentar de sinéclises paleozóicas que cobriam extensas áreas do continente Gondwana (Feijó, 1994; Santos *et al*, 2001).

Na fase de estabilidade tectônica, do estágio pré-rifte, depositou-se a Seqüência Juro-Cretácea, representada pelos folhelhos vermelhos lacustres da Formação Bananeiras e os arenitos

fluviodeltáticos da Formação Candeeiro (Santos *et al*, 2001). Posteriormente, sistemas fluviais entrelaçados com retrabalhamento eólico colmataram esse lago e depositaram os arenitos da Formação Serraria.

A fase rifte corresponde ao estágio de subsidência mecânica da bacia, quando foram depositadas, em ambiente continental e marinho restrito, as rochas do Grupo Coruripe (Feijó, 1994). Para Campos Neto *et al*. (2007) o início da fase rifte ocorreu no início do Andar Rio da Serra (aproximadamente 142 Ma) ao instalar-se o lago da Formação Feliz Deserto. Quanto ao término do rifteamento, os autores admitem que ocorreu no Eoalagoas (aproximadamente 116 Ma), quando o tectonismo foi bastante intenso e delimitou-se a linha de charneira. Posteriormente, uma discordância expressiva ocorreu em toda bacia, sendo observada nas bacias a sul, até a bacia de Santos (DIAS, 2005), indicando tectonismo de grande expressão e marca o início da separação continental, passando de ambiente continental e marinho restrito, para francamente marinho a marinho transgressivo.

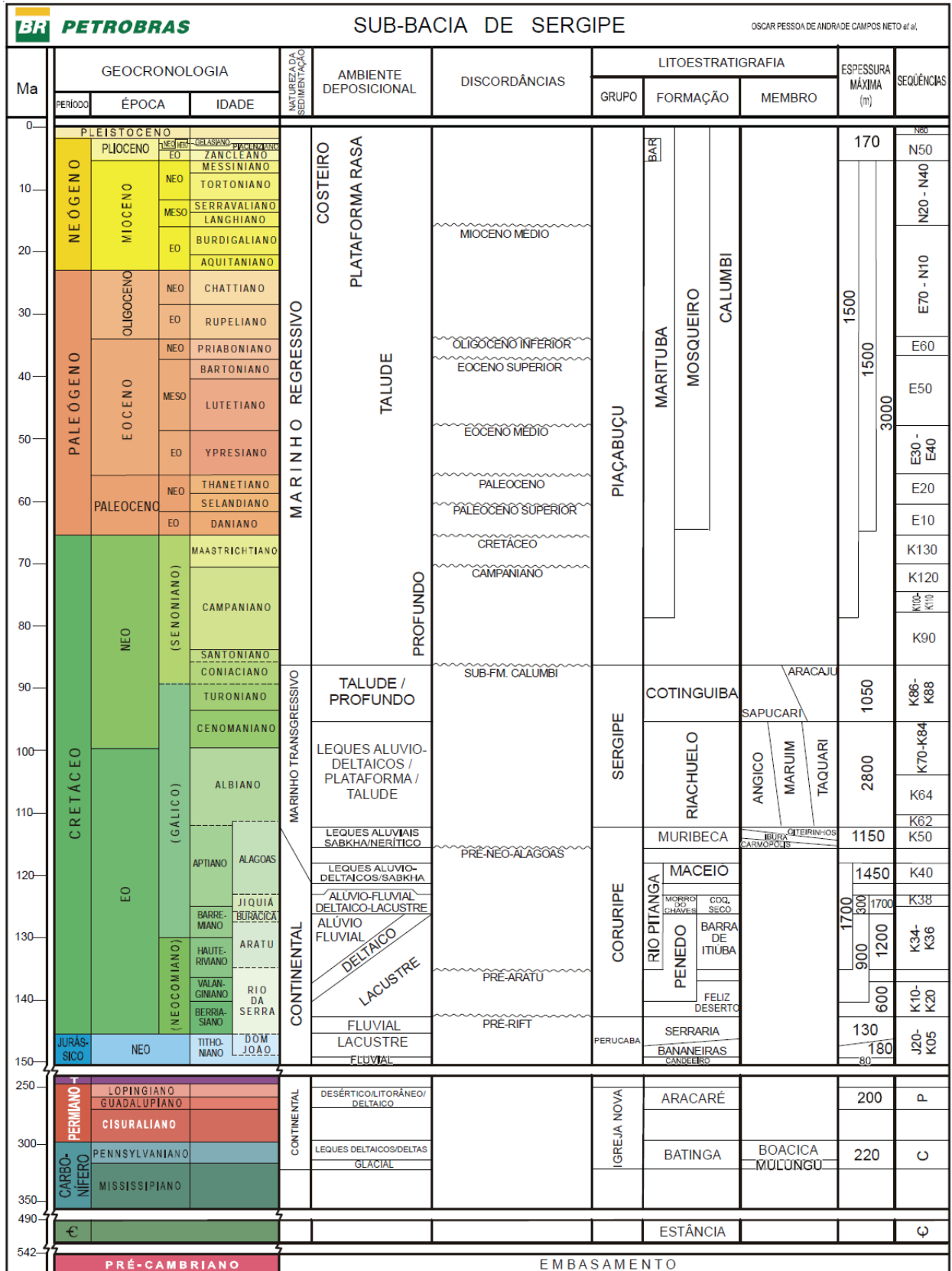
Na idade Neo-Alagoas, com o início da subsidência térmica após o rifteamento, a bacia sofreu basculamento para sudeste e ocorreu a primeira grande incursão marinha (Santos *et al*, 2001; Campos Neto *et al*, 2007), que proporcionou a deposição dos sedimentos da Formação Muribeca. Nessa época, a sedimentação foi retomada na porção emersa da Sub-bacia de Sergipe, enquanto que na Sub-bacia de Alagoas a deposição continuou restrita ao bloco baixo da Charneira e à área nordeste (Feijó, 1994).

Com a instalação de ambiente marinho já sem atuação tectônica, foi instalado ambiente deposicional de margem passiva, quando se iniciou a deposição da Supersequência de fase drifte. Nesse estágio de subsidência térmica da bacia foram depositadas inicialmente em condições marinhas restritas e, posteriormente, em mar aberto, as rochas dos Grupos Sergipe, de ambiente marinho transgressivo, e Piaçabuçu, já em ambiente marinho regressivo (Santos *et al*, 2001) iniciado no final do Coniciniense (Feijó, 1994), quando houve significativo rebaixamento do nível do mar (denominado discordância sub-formação Calumbi).

Segundo Feijó (1994), Santos *et al*. (2001) e Campos Neto *et al* (2007), este evento regressivo foi seguido por transgressão marinha e início da deposição dos folhelhos da Formação Calumbi. O máximo dessa transgressão foi no Eocampaniano. Subseqüentemente, aumentou o aporte sedimentar e o padrão de empilhamento passou a ser progradante. Nas porções proximais foram depositadas as areias costeiras e plataformas da Formação Marituba, enquanto nas partes distais persistia a sedimentação da Formação Calumbi com folhelhos e eventuais intercalações de arenito (Campos Netos *et al*, 2007).

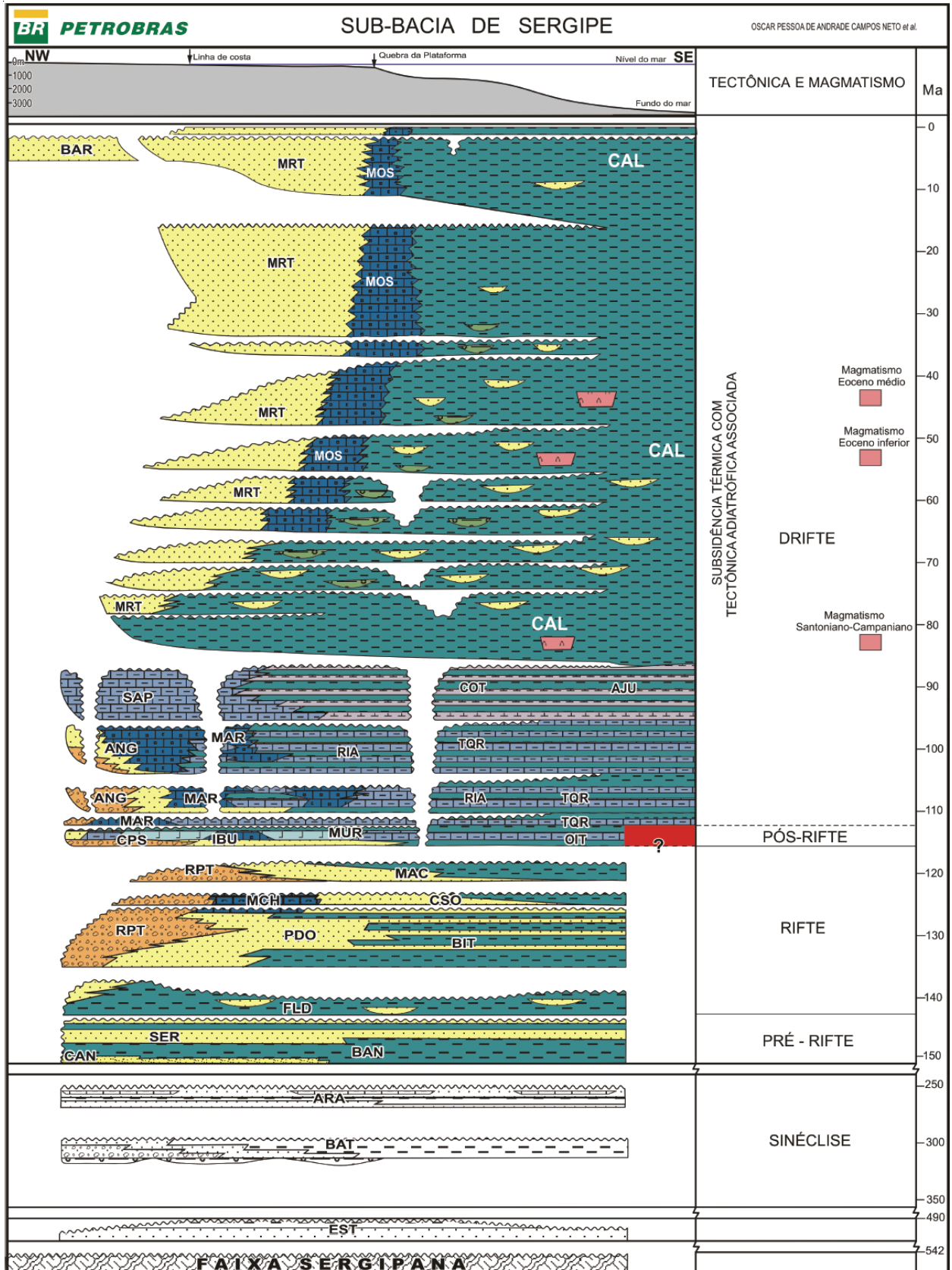
Com o avanço da sedimentação progradante, a plataforma continental se estendeu, aumentando a área deposicional da Formação proximal, Fm. Marituba (Santos *et al*, 2001). Segundo os autores, no início do Terciário deu-se início à deposição da Formação Mosqueiro, na borda da plataforma continental, entre os arenitos silicilásticos da Fm. Marituba e os folhelhos com arenitos turbidíticos de ambiente de fundo marinho (batial/abissal, segundo Feijó, 1994) da Fm. Calumbi, estes em desenvolvimento no fundo marinho até o presente (HAESER, 2015).

Já no Plioceno, após eventos de variação do nível do mar e, conseqüente alteração entre progradação e transgressão destas formações, ocorreu evento regressivo expressivo, quando foram depositados os sedimentos costeiros do Grupo Barreiras, constitui importante cobertura sedimentar terrígena continental e marinha (ARAI, 2006) e se estendem desde a região amazônica, por toda região costeira norte e nordeste, até o estado do Rio de Janeiro (Nunes *et al*, 2011). Abaixo são apresentadas a coluna estratigráfica (Figura 7.1-8) e o perfil estratigráfico (Figura 7.1-9) da sub-bacia Sergipe, definida por Campos Neto *et al* (2007), baseada nas cartas estratigráficas de Feijó (1994).



Fonte: Campos Neto et al., 2007.

Figura 7.1-8: Coluna estratigráfica da sub-bacia Sergipe

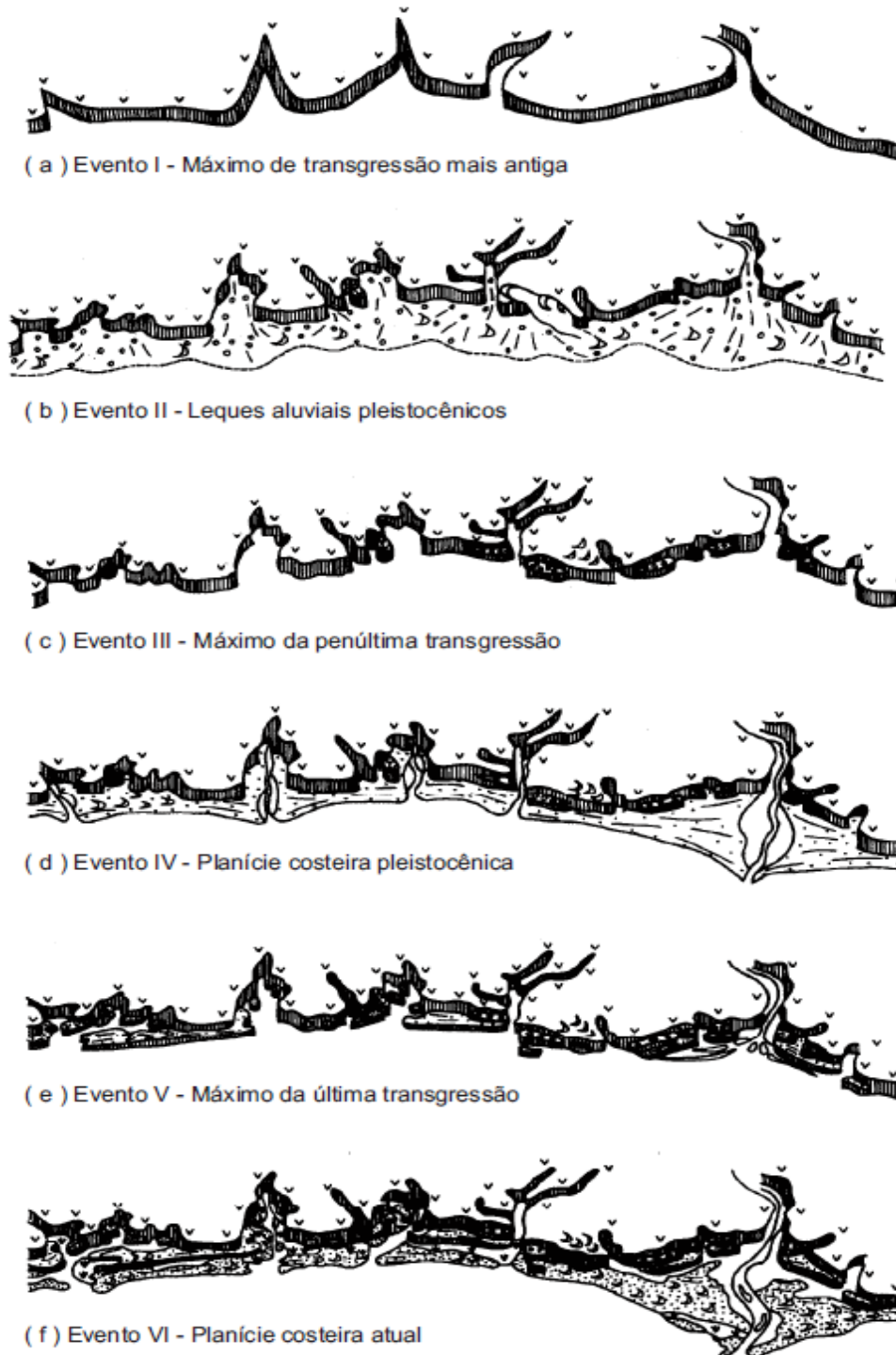


Fonte: Campos Neto *et al.*, 2007.

Figura 7.1-9: Perfil estratigráfico da sub-bacia Sergipe

As transgressões e regressões marinhas ocorridas no entre o Terciário e Quaternário foram responsáveis pela configuração geográfica da região costeira desta bacia, onde se situa o empreendimento e suas áreas de influência. Bittencourt *et al.* (1983) dividiram esta evolução em seis estágios evolutivos, os quais foram responsáveis pela formação desde o tabuleiro costeiro do Grupo Barreiras, na borda N-NW da área de estudo considerada, até as planícies costeiras, constituídas por diversas colmatações de terraços marinhos e sedimentação recente na faixa marítima, recobrando os sedimentos da Bacia Sergipe-Alagoas. São eles (Bittencourt *et al.*, 1983):

- Evento I (Figura 7.1-10a) – Os sedimentos do Grupo Barreiras (Tb) foram erodidos pelo mar durante a Transgressão Mais Antiga, resultando falésias que recuaram até quando o evento atingiu o seu máximo. Concomitantemente, os baixos cursos dos rios da região foram afogados, formando estuários.
- Evento II (Figura 7.1-10b) – Uma regressão subsequente à transgressão mais antiga, com clima semi-árido e chuvas esparsas e violentas, favoreceu a geração de depósitos arenosos com leques aluviais coalescentes (QPI) no sopé das falésias esculpidas nos sedimentos do Grupo Barreiras durante o evento anterior. Nessa época, os ventos retrabalharam a superfície desses depósitos formando campos de dunas (QPe2) com sedimentos oriundos da planície costeira sobre a falésia do Grupo Barreiras.
- Evento III (Figura 7.1-10c) – Corresponde ao máximo da penúltima transgressão (120.000 anos AP), ao longo da qual o mar erodiu os depósitos de leques aluviais coalescentes (QPI), restando apenas alguns testemunhos isolados, encostados no sopé do Grupo Barreiras. Nessa época, à exceção dos locais onde restaram esses testemunhos, o mar retrabalhou as falésias esculpidas pela Transgressão Mais Antiga, e, mais uma vez, os baixos cursos dos rios da região foram afogados, transformando-se em estuários.
- Evento IV (Figura 7.1-10d) – Durante a regressão subsequente à penúltima transgressão foram depositados os terraços marinhos pleistocênicos (QP_a) a partir das falésias do Grupo Barreiras e dos testemunhos dos leques aluviais coalescentes (QPI), com instalação simultânea de uma rede de drenagem em sua superfície. Provavelmente, nessa mesma época, formou-se uma zona de progradação associada à foz do rio São Francisco, à semelhança dos dias atuais. Durante a deposição dos terraços marinhos pleistocênicos, parte da sua superfície foi retrabalhada pelos ventos, construindo localmente campos de dunas (QPe1).
- Evento V (Figura 7.1-10e) – Durante a última transgressão, cuja idade máxima foi em torno de 5.100 anos AP, os terraços marinhos pleistocênicos (QP_a) foram em parte erodidos pelo mar, e as falésias do Grupo Barreiras, em alguns locais, mais uma vez retrabalhadas. Esse evento corresponde ao máximo da última transgressão, quando os rios da região foram pela última vez afogados e formaram-se corpos lagunares na região, a partir do afogamento da parte inferior dos vales entalhados no Grupo Barreiras e da rede de drenagem instalada nos terraços marinhos pleistocênicos durante a regressão subsequente à penúltima transgressão, ou ainda, mediante a formação de ilhas-barreiras que represaram o corpo lagunar de encontro aos restos dos terraços marinhos pleistocênicos.
- Evento VI (Figura 7.1-10f) – Durante a regressão subsequente à última transgressão, o modelado da costa adquiriu formas finais. Foram edificados os terraços marinhos holocênicos (QH_t), dispostos externamente aos terraços marinhos pleistocênicos (QP_a), as lagunas perderam sua comunicação com o mar, foram colmatadas e evoluíram para pântanos, onde se formaram depósitos de turfa. Os sedimentos fluviais desenvolveram-se nas partes superiores dos vales entalhados no Grupo Barreiras e na zona de progradação associada à foz do rio São Francisco. Também desenvolveu-se, ao longo do litoral, uma terceira geração de dunas (QH_{e2}/QH_{e1}) ainda móveis, e com grande desenvolvimento nas proximidades da foz do rio São Francisco.



Esquema da evolução paleogeográfica da costa do Estado de Sergipe. (1 – Falésias do Grupo Barreiras; 2 – Leques aluviais coalescentes/testemunhos dos leques aluviais coalescentes; 3 – Campo de dunas; 4 – Terraços marinhos pleistocênicos; 5 – Depósitos fluviolagunares; 6 – Terraços marinhos holocênicos; 7 – Mangues).

Fonte: adaptado de Bittencourt *et al* (1983, apud Santos *et al*, 2001).

Figura 7.1-10: Evolução paleogeográfica esquemática da costa sergipana

Na porção emersa a arcabouço geológico regional é composto pelos Grupos Sergipe e Piaçabuçu da Supersequência Drifte (Margem Passiva). Segundo (Campos Neto *et al.*, 2007), esta Supersequência é composta por dois pacotes, um transgressivo, predominantemente carbonático (Grupo Sergipe), seguido de um regressivo, predominantemente siliciclástico (Grupo Piaçabuçu).

A seção carbonática, de idade entre o Albiano e o Turoniano, é representada por calcarenitos e calcilutitos oolíticos e pisolíticos, que gradualmente, em direção ao continente, dão lugar para arenitos, com granulação grossa, podendo passar à fácies pelíticas em direção ao oceano. A seção inferior da sequência é composta pelas Formações Riachuelo e Cotinguiba, que compreendem o Grupo Sergipe. Tendo sido depositada, provavelmente, em um evento transgressivo, concomitante à expansão do Atlântico Sul, em condições marinhas restritas, que deram origem a plataformas carbonáticas (Koutsoukos *et al.*, 1991).

Segundo os autores, a Formação Riachuelo tem idade albiana e é representada por um complexo clástico-carbonático resultado da primeira sedimentação essencialmente marinha nessas bacias, sendo mais desenvolvida na Bacia de Sergipe. É subdividida nos membros: Angico, composto por arenito fino a conglomerático; Taquari, constituído por calcilutito e folhelhos intercalados sucessivamente, e Maruim, representado por calcarenito e calcirrudito oncolítico e oolítico, incluindo, também, recifes algálicos isolados e carbonatos de alta energia dolomitizados.

Já a Formação Cotinguiba, de idade entre o Cenomaniano ao Eoconiaciano, é composta por carbonatos com interestratificações clásticas. O ambiente deposicional associado é o de talude e bacia oceânica, sendo subdividida entre os membros: Aracaju, composto por argilito, folhelho e marga; e Sapucari, composto, essencialmente, por calcilutito maciço ou estratificado. Este último é identificado ao longo do traçado da Linha de Transmissão do empreendimento.

Segundo Feijó (1194) e Koutsoukos *et al.* (1991), o Grupo Piaçabuçu compõe a porção superior da Supersequência Drifte, sendo subdividido entre as Formações Marituba, Mosqueiro e Calumbi. Este Grupo é majoritariamente siliciclástico, com padrão de empilhamento progracional, registrando a sedimentação de leques costeiros, plataforma carbonática, de talude e bacia oceânicos.

Para os autores, o limite entre as seções inferior e superior é dado por uma discordância regional de caráter erosional. A Formação Calumbi, com idade entre o Santoniano e o Holoceno, é constituída por argilito e folhelho, com intercalações de arenito fino a grosso. O ambiente deposicional foi de talude e bacia oceânica, sendo os arenitos associados a correntes de turbidez. A Formação Mosqueiro tem idade entre o Paleoceno e Holoceno. É formada por calcarenito bioclástico, composto por foraminíferos e moluscos. O ambiente deposicional foi o de plataforma carbonática. A Formação Marituba apresenta idade entre o Campaniano e o Holoceno, sendo composta por arenito médio a grosso. O ambiente deposicional foi o de leques costeiros. A Formação Barreiras, de idade Miocênica, ocorre na forma de tabuleiros na porção onshore da bacia. É formada por arenitos, conglomerados, siltitos e argilitos, depositados em ambientes predominantemente continentais.

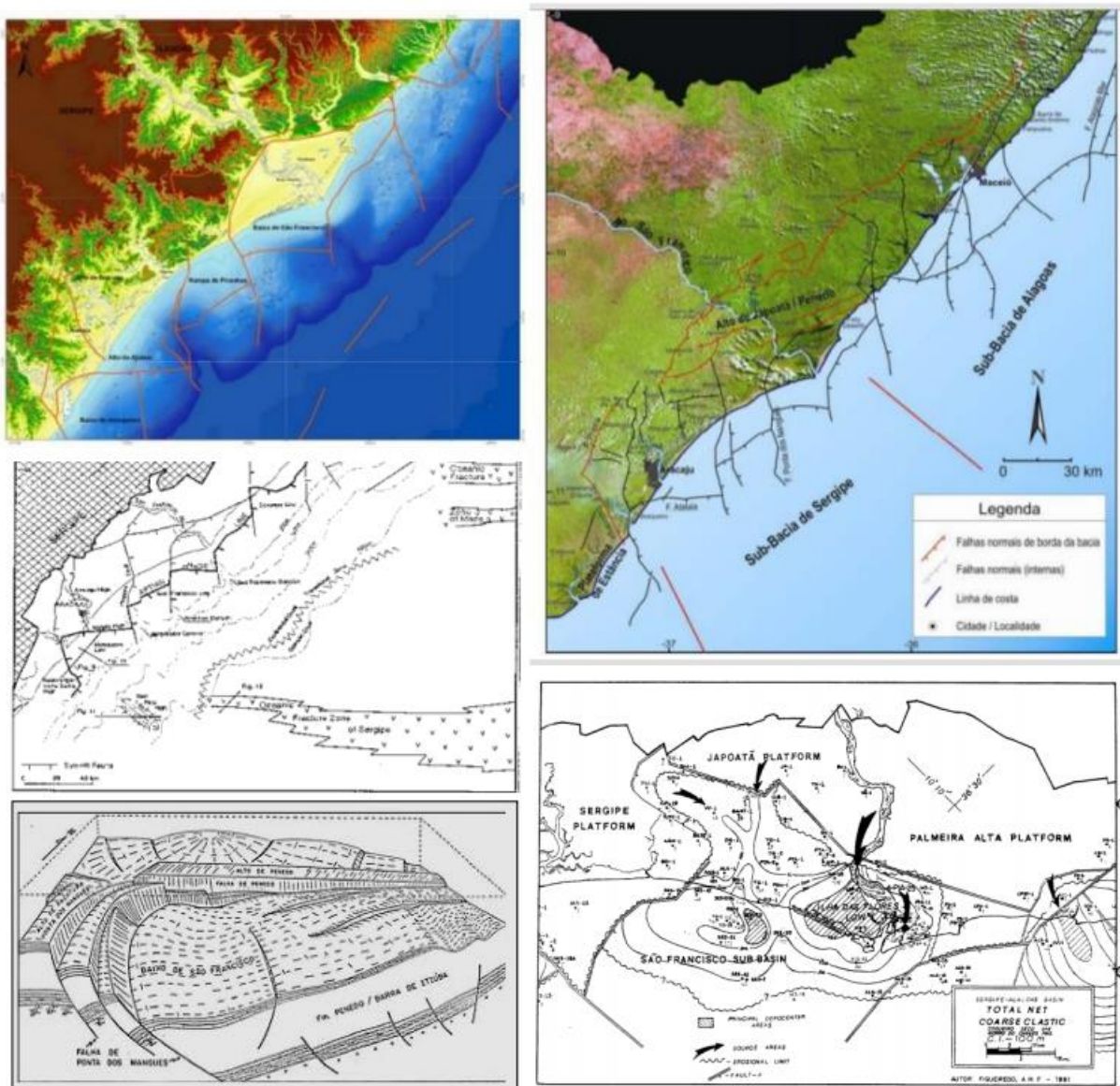
Na porção submersa da bacia, na região da plataforma continental, são descritas formações superficiais holocênicas, cuja área fonte principal seriam as encostas do Grupo Barreiras, como descreveu Bittencourt *et al.* (1983, apud Santos *et al.*, 2001). Nas porções proximais, considerando a área de estudo, os sedimentos são divididos entre Lamas Fluviais não Retrabalhadas e Areias Quartzosas Retrabalhadas.

A fácies de lamas fluviais não retrabalhadas correspondem a depósitos de origem fluvial e sugerem nível do mar mais baixo que o atual, constituídas por silte quartzoso e argilas continentais dos tipos caulinita e illita, depositadas em ambiente de baixa energia da zona costeira (Santos *et al.*, 2001). Podem estar associadas a areias, compostas predominantemente por grãos de quartzo angulares a subangulares e, secundariamente, por grãos de feldspato, plaquetas de mica etc. (Melo *et al.*, 1975, apud Santos *et al.*, 2001).

A fácies de areias quartzosas retrabalhadas está distribuída em uma faixa definida e aproximadamente paralela ao litoral do Estado de Sergipe. São caracterizadas por sedimentos marinhos, médios a grossos, constituídos predominantemente por grãos de quartzo subarredondados a subangulares (Santos *et al*, 2001).

Na porção marinha o Empreendimento estará assentado na plataforma continental, cujas características equivalem àquelas conhecidas para a margem continental leste brasileira. Na literatura são descritas nas bacias marginais e oceânicas feições estruturais como falhas normais, linhas de flexuras ou de charneira e estruturas transversais (lineamentos e zonas de fraturas oceânicas). No entanto, para a área de estudo tais feições não são identificadas.

A Figura 7.1-11 apresenta o mosaico de lineamentos existentes na Bacia Sedimentar Sergipe-Alagoas. Dentre os lineamentos, o mais próximo da área de estudo é a Falha de Atalaia, a sul da foz do rio Sergipe, fora da área dos 10 km que adentra o Oceano Atlântico na porção do município de Barra dos Coqueiros.



Fonte: Fontes, 2015.

Figura 7.1-11: Mosaico de estruturas das zonas costeira e marinha da Bacia Sedimentar Sergipe-Alagoas

Na Figura 7.1-11 são apresentados, da esquerda para direita: (a) Principais feições estruturais da bacia Sergipe-Alagoas; (b) Arcabouço estrutural da Bacia Sergipe-Alagoas: compartimentos tectônicos definidos por Falkenhein *et al.* (1986) e Van der Ven *et al.* (1989) sobre imagem de satélite Landsat 7 ETM+ (2000); (c) Detalhe do mapa estrutural da bacia sedimentar Sergipe-Alagoas de Rancan *et al.*, 2009; (d) Bloco diagrama estrutural do bloco baixo São Francisco. Fonte: Vieira e Oliveira, 1991; (e) Detalhe do mapa de feições estruturais da bacia sedimentar na região do São Francisco.

Coutinho (2004) define que a sedimentação da plataforma continental de Sergipe reflete a geologia da parte emersa adjacente, drenagem e arcabouço estrutural, sendo as principais fontes de sedimentos para os depósitos sedimentares: o material trazido em suspensão pelos rios, os antigos depósitos subaéreos de areias e a produção *in situ* dos organismos bioclásticos, com as algas coralíneas, sendo as principais constituintes dos depósitos carbonáticos da Formação Calumbi.

Esta Formação [Calumbi] representa a formação basal do Grupo Piaçabuçu, constituído por argilito e folhelho, cinzentos a esverdeados, com intercalações de arenitos finos a grossos.

7.1.2.1 Geologia local

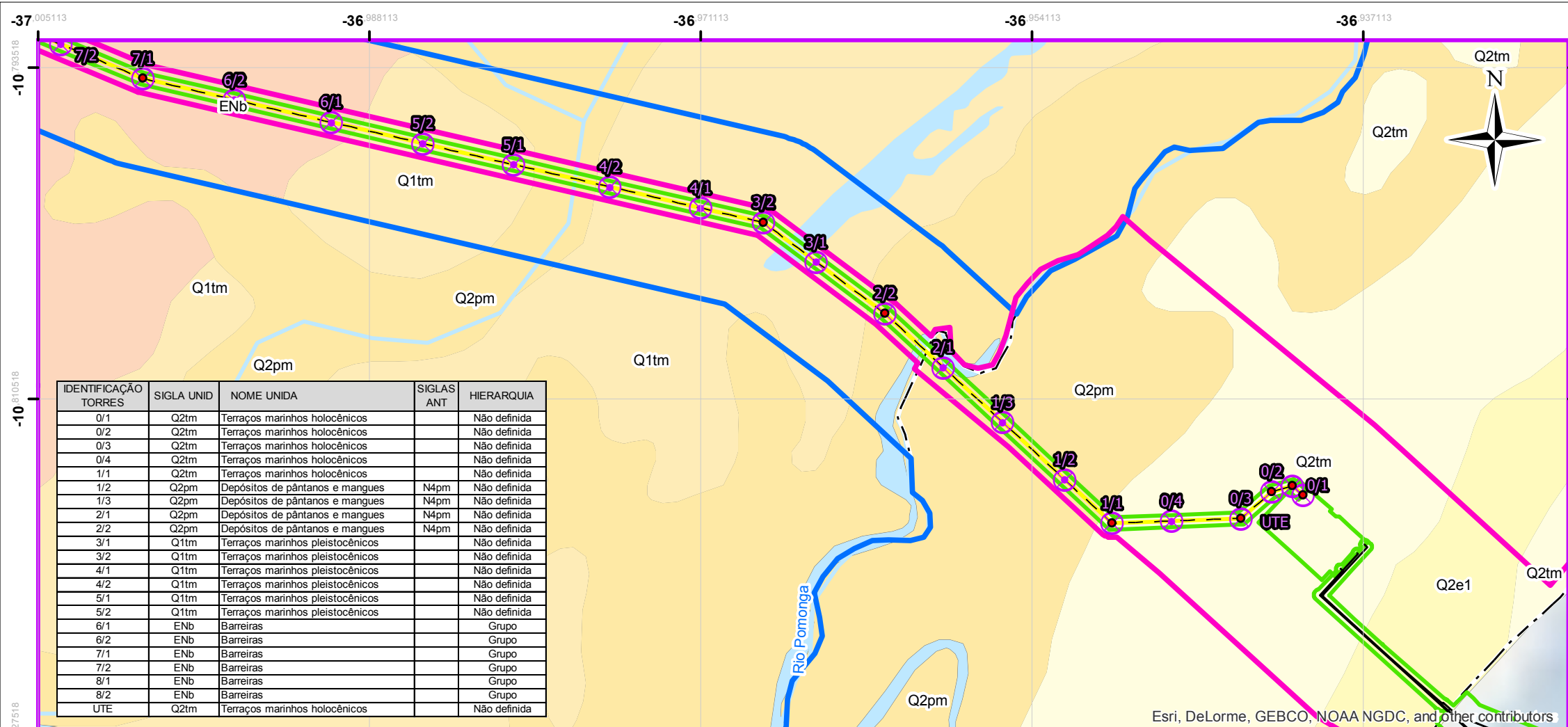
Localmente, considerando a área em estudo, o pacote sedimentar compreendido na porção terrestre refere-se aos sedimentos quaternários compartimentados segundo descreve Bittencourt *et al.* (1983, apud Santos *et al.*, 2001), com afloramentos restritos de sedimentos da sub-bacia de Sergipe, Grupos Sergipe e Piaçabuçu ao norte de Aracaju, Laranjeiras e Nossa Senhora do Socorro.

São descritos os depósitos recentes (Cenozóicos) associados a morfologia recente constituída por terraços marinhos, constituídos por cordões arenosos paralelos à costa do município de Barra dos Coqueiros, formado devido a variação do nível do mar. Estes depósitos podem ser divididos em dois momentos deposicionais: Holocênico e Pleistocênico. Os cordões Holocênicos são aqueles mais recentes, dispostos ao longo da linha da costa, enquanto os Pleistocênicos encontram-se dispostos próximo ao canal de drenagem do rio Pomonga. Associado às margens dos rios, nas regiões inferiores dos vales entalhados no Grupo Barreiras e regiões baixas, ocorrem depósitos de mangues.

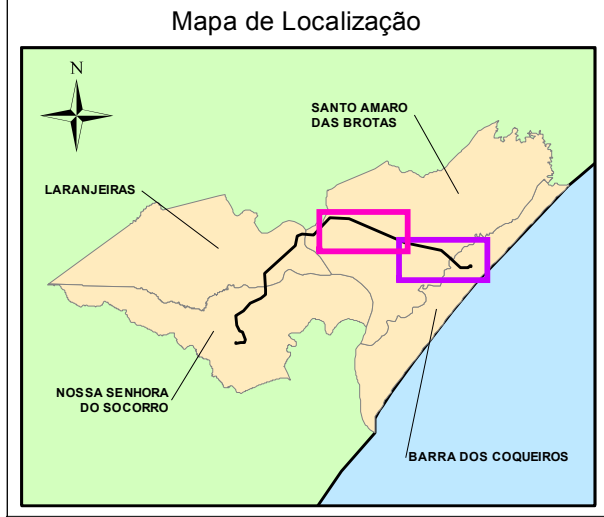
No município de Nossa Senhora do Socorro e porção norte de Santo Amaro das Brotas são descritos carbonatos fossilíferos da Formação Contiguiba, Membro Sapucari (membro superior desta Formação). Esta formação pertence ao Grupo Sergipe e está associada à segunda fase de transgressão, ocorrida no Turoniano Inferior, em ambiente nerítico (RADAMBRASIL, 1983).

Ao norte de Pirambu e ao longo do município de Santo Amaro das Brotas são observados os terraços do Grupo Barreiras. São observados ainda depósitos recentes, associados a terraços marinhos pleistocênicos e holocênicos e pântanos/mangues. Na porção marinha, estão presentes os sedimentos arenosos e lamosos holocênicos, os quais recobrem os sedimentos arenosos da Formação Marituba.

O mapa da Figura 7.1-12 apresenta a compartimentação geológica da área em estudo.

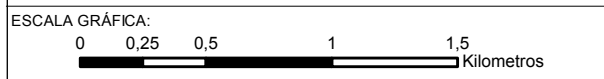


IDENTIFICAÇÃO TORRES	SIGLA UNID	NOME UNIDA	SIGLAS ANT	HIERARQUIA
0/1	Q2tm	Terraços marinhos holocênicos		Não definida
0/2	Q2tm	Terraços marinhos holocênicos		Não definida
0/3	Q2tm	Terraços marinhos holocênicos		Não definida
0/4	Q2tm	Terraços marinhos holocênicos		Não definida
1/1	Q2tm	Terraços marinhos holocênicos		Não definida
1/2	Q2pm	Depósitos de pântanos e mangues	N4pm	Não definida
1/3	Q2pm	Depósitos de pântanos e mangues	N4pm	Não definida
2/1	Q2pm	Depósitos de pântanos e mangues	N4pm	Não definida
2/2	Q2pm	Depósitos de pântanos e mangues	N4pm	Não definida
3/1	Q1tm	Terraços marinhos pleistocênicos		Não definida
3/2	Q1tm	Terraços marinhos pleistocênicos		Não definida
4/1	Q1tm	Terraços marinhos pleistocênicos		Não definida
4/2	Q1tm	Terraços marinhos pleistocênicos		Não definida
5/1	Q1tm	Terraços marinhos pleistocênicos		Não definida
5/2	Q1tm	Terraços marinhos pleistocênicos		Não definida
6/1	ENb	Barreiras		Grupo
6/2	ENb	Barreiras		Grupo
7/1	ENb	Barreiras		Grupo
7/2	ENb	Barreiras		Grupo
8/1	ENb	Barreiras		Grupo
8/2	ENb	Barreiras		Grupo
UTE	Q2tm	Terraços marinhos holocênicos		Não definida



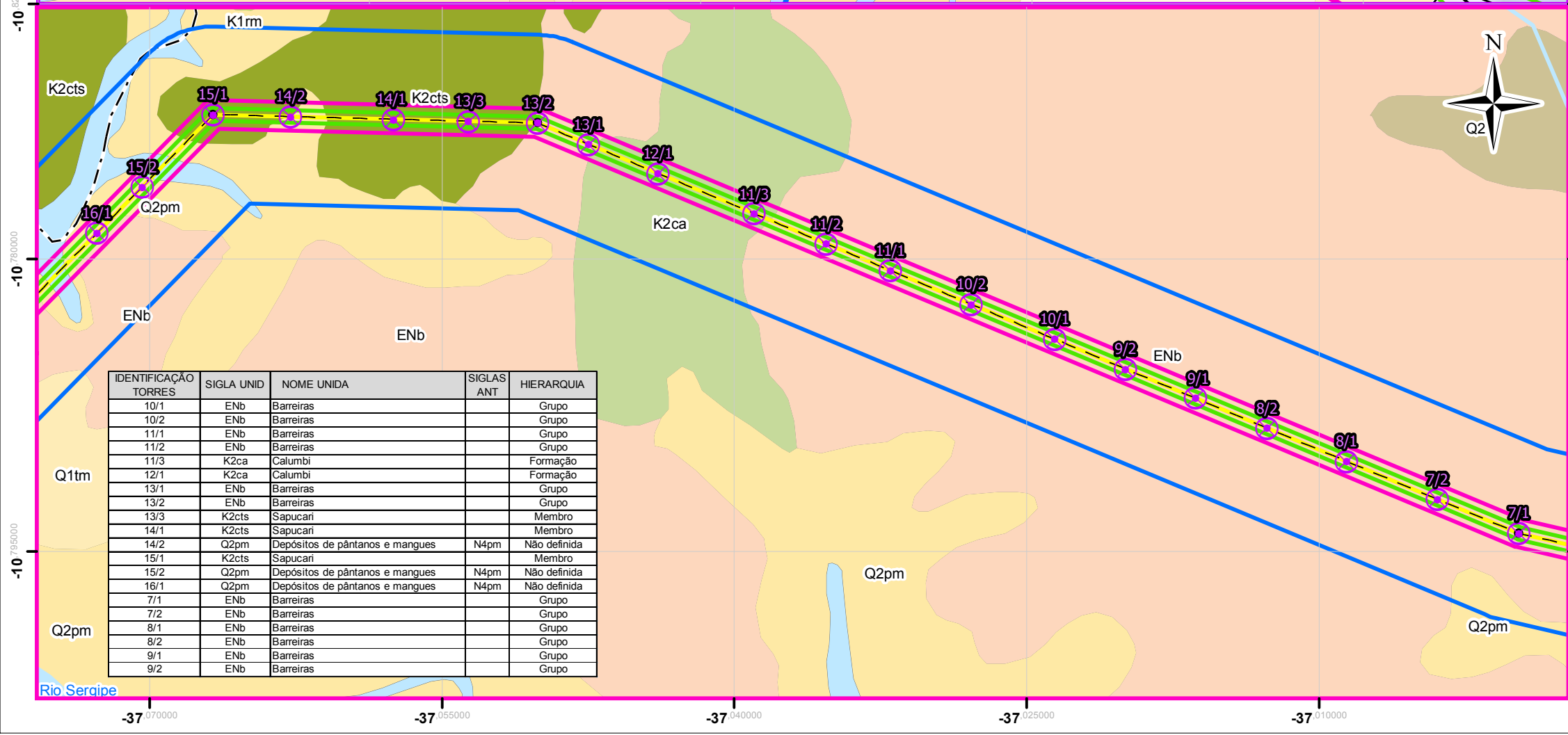
- LEGENDA:**
- Vértice da LT
 - ⊗ Torre da LT
 - Traçado da LT
 - Dutos
 - - - Limite Municipal
 - Massa de Água
 - Corpo de água
 - Área Diretamente Afetada - ADA (70m)
 - Área de Influência Indireta - AII (160m) Meio Físico e Biótico
 - Área de Influência Indireta - AII (1.000m) Meio Físico e Biótico

- Litologia**
- Q1tm Terraços Marinhos Pleistocênicos
 - Q2a Camada Depósitos Aluvionares
 - Q2fl Depósitos Flúvios-Lagunares
 - Q2pm Depósitos de Pântanos e Mangues
 - Q2tm Terraços Marinhos Holocênicos
 - ENb Grupo Barreiras
 - K1m Membro Maruin
 - K2ca Formação Calumbi
 - K2cts Membro Sapucari



NOTAS:
 Sistema de Coordenadas Geográficas: SIRGAS 2000 Graus Decimais

REFERÊNCIA:
 Empreendimento: CELSE, 2016 (DE-232-01-002_B)
 Brasil / Municípios: IBGE, 2015
 Massa de Água: ANA, 2012
 Geologia: CPRM, 2014

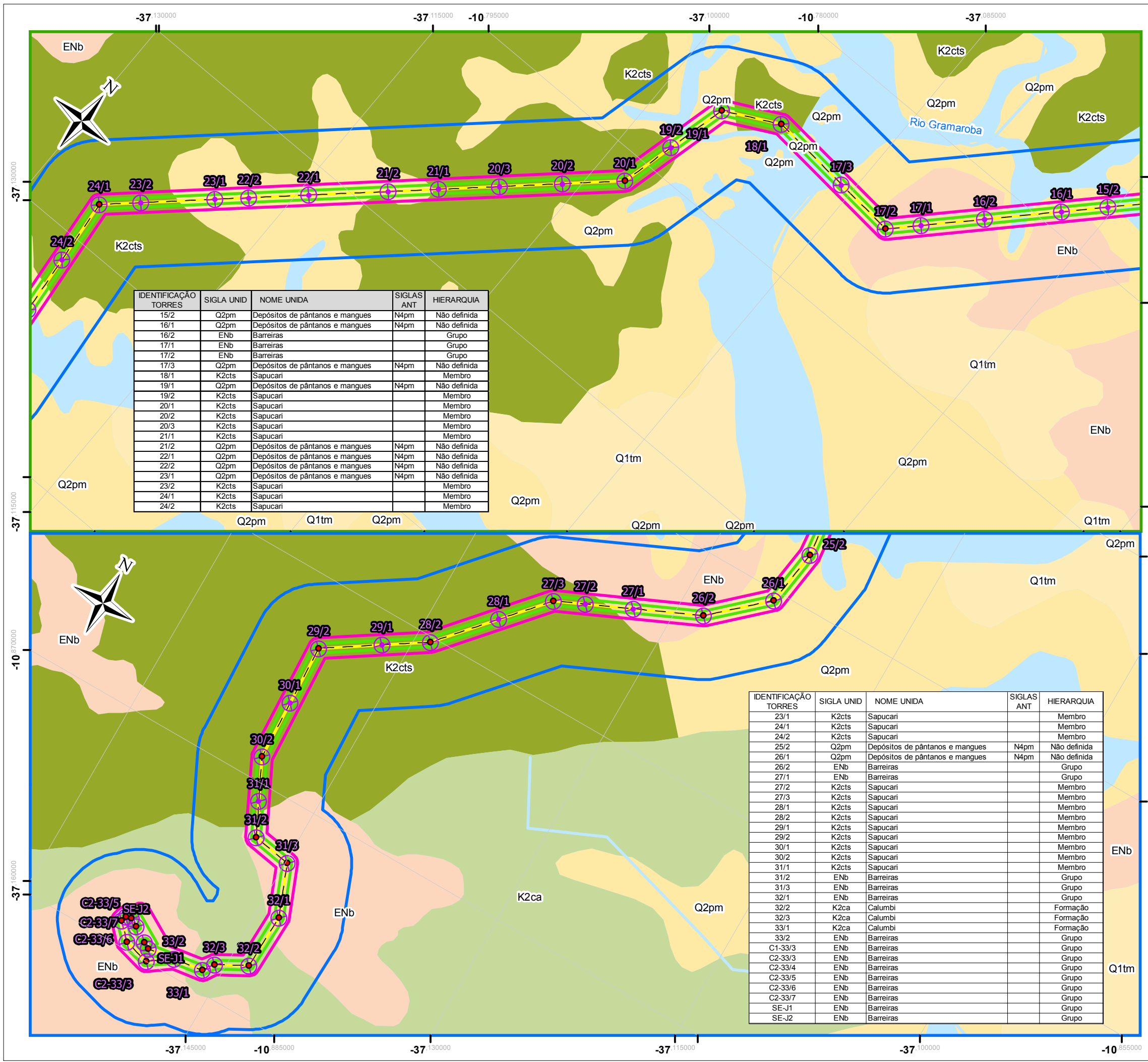


IDENTIFICAÇÃO TORRES	SIGLA UNID	NOME UNIDA	SIGLAS ANT	HIERARQUIA
10/1	ENb	Barreiras		Grupo
10/2	ENb	Barreiras		Grupo
11/1	ENb	Barreiras		Grupo
11/2	ENb	Barreiras		Grupo
11/3	K2ca	Calumbi		Formação
12/1	K2ca	Calumbi		Formação
13/1	ENb	Barreiras		Grupo
13/2	ENb	Barreiras		Grupo
13/3	K2cts	Sapucari		Membro
14/1	K2cts	Sapucari		Membro
14/2	Q2pm	Depósitos de pântanos e mangues	N4pm	Não definida
15/1	K2cts	Sapucari		Membro
15/2	Q2pm	Depósitos de pântanos e mangues	N4pm	Não definida
16/1	Q2pm	Depósitos de pântanos e mangues	N4pm	Não definida
7/1	ENb	Barreiras		Grupo
7/2	ENb	Barreiras		Grupo
8/1	ENb	Barreiras		Grupo
8/2	ENb	Barreiras		Grupo
9/1	ENb	Barreiras		Grupo
9/2	ENb	Barreiras		Grupo

TÍTULO:
 Geologia LT 1 / 2

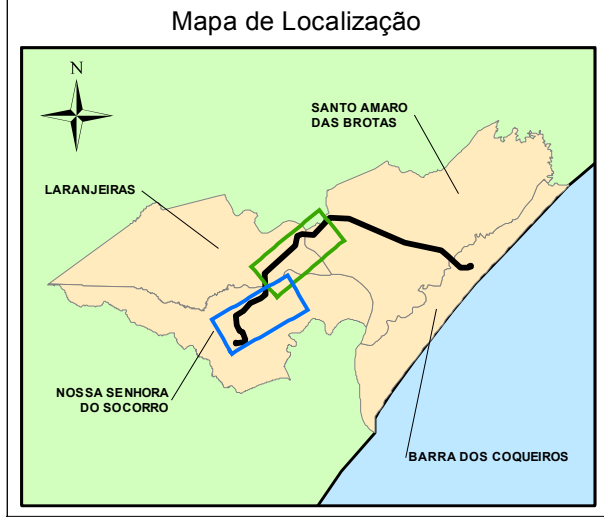
PROJETO: Relatório Socioambiental do Complexo Termoeletrico Porto de Sergipe I

ESCALA:	DATA:	PROJ.:	VERIF.:	APROV.:	REV.:
1:30.000	10/09/2017	RU	MS	VN	RA0



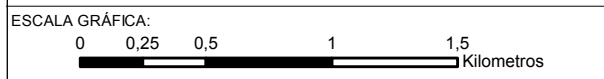
IDENTIFICAÇÃO TORRES	SIGLA UNID	NOME UNIDA	SIGLAS ANT	HIERARQUIA
15/2	Q2pm	Depósitos de pântanos e mangues	N4pm	Não definida
16/1	Q2pm	Depósitos de pântanos e mangues	N4pm	Não definida
16/2	ENb	Barreiras		Grupo
17/1	ENb	Barreiras		Grupo
17/2	ENb	Barreiras		Grupo
17/3	Q2pm	Depósitos de pântanos e mangues	N4pm	Não definida
18/1	K2cts	Sapucari		Membro
19/1	Q2pm	Depósitos de pântanos e mangues	N4pm	Não definida
19/2	K2cts	Sapucari		Membro
20/1	K2cts	Sapucari		Membro
20/2	K2cts	Sapucari		Membro
20/3	K2cts	Sapucari		Membro
21/1	K2cts	Sapucari		Membro
21/2	Q2pm	Depósitos de pântanos e mangues	N4pm	Não definida
22/1	Q2pm	Depósitos de pântanos e mangues	N4pm	Não definida
22/2	Q2pm	Depósitos de pântanos e mangues	N4pm	Não definida
23/1	Q2pm	Depósitos de pântanos e mangues	N4pm	Não definida
23/2	K2cts	Sapucari		Membro
24/1	K2cts	Sapucari		Membro
24/2	K2cts	Sapucari		Membro

IDENTIFICAÇÃO TORRES	SIGLA UNID	NOME UNIDA	SIGLAS ANT	HIERARQUIA
23/1	K2cts	Sapucari		Membro
24/1	K2cts	Sapucari		Membro
24/2	K2cts	Sapucari		Membro
25/2	Q2pm	Depósitos de pântanos e mangues	N4pm	Não definida
26/1	Q2pm	Depósitos de pântanos e mangues	N4pm	Não definida
26/2	ENb	Barreiras		Grupo
27/1	ENb	Barreiras		Grupo
27/2	K2cts	Sapucari		Membro
27/3	K2cts	Sapucari		Membro
28/1	K2cts	Sapucari		Membro
28/2	K2cts	Sapucari		Membro
29/1	K2cts	Sapucari		Membro
29/2	K2cts	Sapucari		Membro
30/1	K2cts	Sapucari		Membro
30/2	K2cts	Sapucari		Membro
31/1	K2cts	Sapucari		Membro
31/2	ENb	Barreiras		Grupo
31/3	ENb	Barreiras		Grupo
32/1	ENb	Barreiras		Grupo
32/2	K2ca	Calumbi		Formação
32/3	K2ca	Calumbi		Formação
33/1	K2ca	Calumbi		Formação
33/2	ENb	Barreiras		Grupo
C1-33/3	ENb	Barreiras		Grupo
C2-33/3	ENb	Barreiras		Grupo
C2-33/4	ENb	Barreiras		Grupo
C2-33/5	ENb	Barreiras		Grupo
C2-33/6	ENb	Barreiras		Grupo
C2-33/7	ENb	Barreiras		Grupo
SE-J1	ENb	Barreiras		Grupo
SE-J2	ENb	Barreiras		Grupo



- LEGENDA:
- Vértice da LT
 - ⊗ Torre da LT
 - Traçado da LT
 - ▭ Área Diretamente Afetada - ADA
 - ▭ Área de Influência Indireta - AID (160m) Meio Físico e Biótico
 - ▭ Área de Influência Indireta - AII (1.000m) Meio Físico e Biótico
 - Corpo de água

- Litologia
- Q1tm Terraços Marinhos Pleistocênicos
 - Q2pm Depósitos de Pântanos e Mangues
 - ENb Grupo Barreiras
 - K2ca Formação Calumbi
 - K2cts Membro Sapucari



NOTAS:
 Sistema de Coordenadas Geográficas: SIRGAS 2000
 Graus Decimais

REFERÊNCIA:
 Empreendimento: CELSE, 2016 (DE-232-01-002_B)
 Brasil / Municípios: IBGE, 2015
 Massa de Água: ANA, 2012
 Geologia: CPRM, 2014



TÍTULO:
Geologia LT 2 / 2

PROJETO:
 Relatório Socioambiental do Complexo Termoeletrico Porto de Sergipe I

ESCALA:	DATA:	PROJ.:	VERIF.:	APROV.:	REV.:
1:30.000	10/09/2017	RU	MS	VN	RA0

Em fevereiro d 2017 foram executadas quatro sondagens de reconhecimento ambiental na área onde se pretende instalar a UTE Porto Sergipe I, distribuídos conforme ilustra a Figura 7.1-13, a seguir.

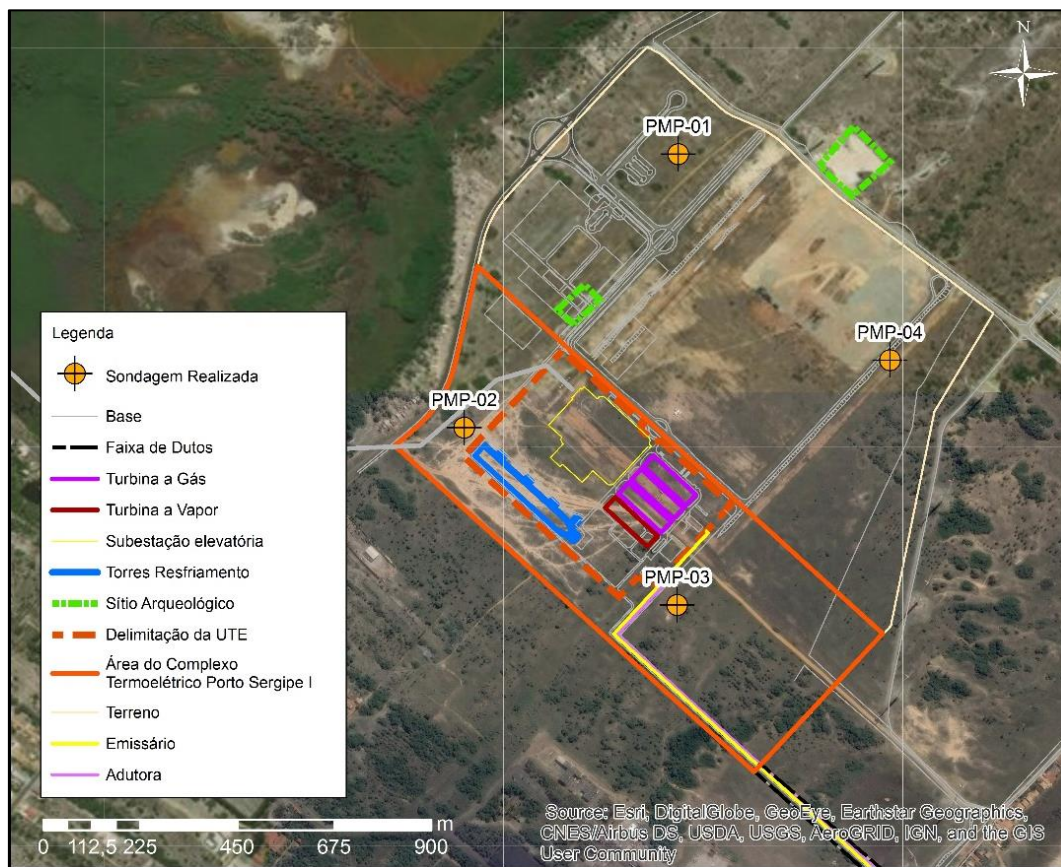


Figura 7.1-13: Localização dos pontos de sondagens

As sondagens foram perfuradas com auxílio de trado manual do tipo concha de 4”, padrão para execução de sondagens definidos pela ABNT NBR 15492/2007 – “Sondagem de Reconhecimento para fins de Qualidade Ambiental”, que estabelece os requisitos para execução de sondagens para reconhecimento de solos e rochas para fins ambientais. Os perfis litológicos das sondagens são apresentados no **Anexo 7.1-1**.

A Tabela 7.1-2 sumariza os dados de dos furos de sondagens.

Tabela 7.1-2: Características das sondagens de reconhecimento.

Sondagem	Profundidade do NA nas sondagens (m)	Profundidade total (m)	Coordenadas (UTM)	
			Sul	Leste
PMP-01	6,5	4,7	725.447,1069	8.804.206,587
PMP-02	6,0	4,8	724.954,2631	8.803.578,060
PMP-03	3,0	8,9	725.437,6339	8.803.164,898
PMP-04	3,75	7,0	725.926,7946	8.803.727,247

Observação: (UTM) Universal Transversa de Mercator; (NA) Nível d’água.

Fonte: CH2M, 2017.

De acordo com os perfis, o ponto PMP-03 foi o mais profundo, chegando a 8,9 metros e está localizado mais a sul, próximo às dunas, e o mais raso chegou a 4,7 metros, à norte da área, ou seja, mais próximo a área de mangue.

Nas áreas onde houve uma terraplenagem prévia, identificou-se uma camada de aterro de aproximadamente 20 cm de profundidade, composto por solo areno-argiloso, coloração amarelo-avermelhada e apresenta superfície de contato irregular com a Camada 2 (Foto 7.1-1).



Fonte: CH2M, 2017

Foto 7.1-1: Área do Empreendimento, cuja camada superficial foi removida, em torno de 60 cm, e recolocado noca camada areno-argilosa com recompactação

Subjacente à camada de aterro, ocorrem os sedimentos arenosos propriamente, compostos por uma matriz de areia fina à média e grãos angulares e seixos centimétricos, com coloração amarela a branca e espessura superior a 6 metros (profundidade máxima da sondagem). Estima-se que esta camada seja correlata à superfície de deposição marinha descrita na literatura (Foto 7.1-2).

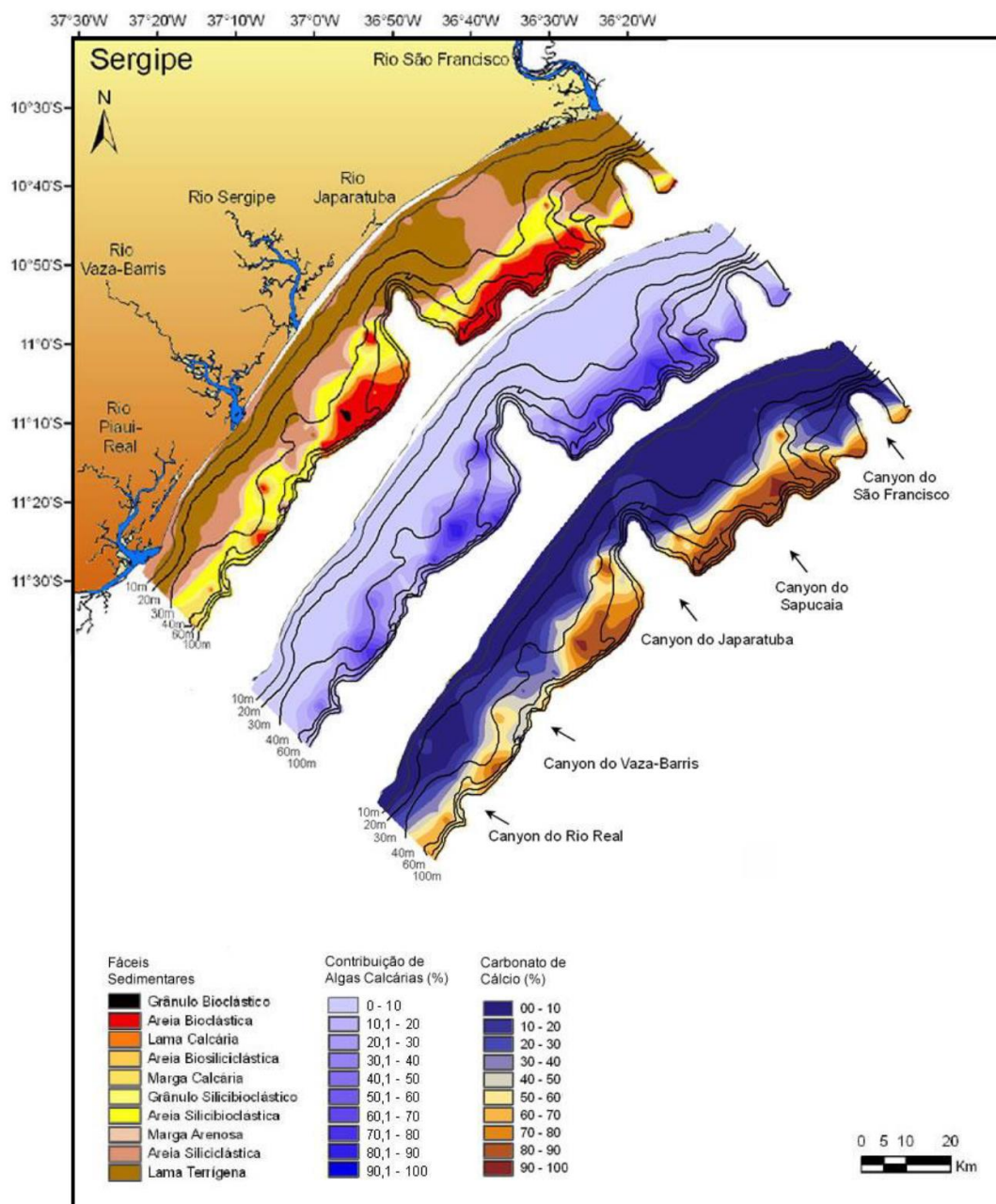


Fonte: CH2M, 2017.

Foto 7.1-2: Sedimento marinho de textura arenosa que ocorre em toda a área de implantação da UTE

7.1.2.2 Sedimentos de Fundo

Guimarães (2010) identificou sobre a margem continental de Sergipe, 10 fácies sedimentares que se distribuem de forma aproximadamente paralela à linha de costa formando 3 domínios: um siliciclástico, que inclui desde areia com grânulos a lamas terrígenas e de maior relevância na plataforma interna, no início da plataforma externa e também no entorno da cabeceira dos canyons do São Francisco e Japarutuba; um misto, que envolve uma região silico-bioclástica, cujos sedimentos variam de grânulo à marga arenosa, e outra, bio-siliciclástica, cujos sedimentos variam de areia a marga calcária, situada já na plataforma externa, numa faixa descontínua, devido a presença do canyon do Japarutuba; e um bioclástico, envolvendo desde grânulo até lama calcária, que se concentra na porção externa e central da área de estudo e nas laterais do canyon do Japarutuba (Figura 7.1-14).



Fonte: Lemos Jr, 2011.

Figura 7.1-14: Mapa de distribuição de fácies na bacia sedimentar Sergipe-Alagoas

Em termos locais, não existem muitas informações disponíveis sobre os sedimentos de fundo. Alguns estudos e coletas foram feitas na década de 1980 por ocasião do projeto do Terminal Inácio Barbosa (Porto da Barra dos Coqueiros) de difícil localização.

Na ocasião verificou-se que junto à costa, em profundidades inferiores a 10 m, os sedimentos eram constituídos por uma grande fração de areia bastante fina com uma fração de argilas e siltes muito pequena. A maiores profundidades, continuavam as areia finas mas as frações de argila e silte em alguns locais aumentavam em relação às porcentagens de areia, resultando num material de fundo lodoso. Sondagens realizadas na ocasião mostraram que existem em profundidade lentes de areia intercaladas com lentes de argila marinha, formação típica deste tipo de praias do litoral brasileiro.

Para complementar o diagnóstico, foram coletadas amostras de fundo marinho em quatro pontos, como mostra a Figura 7.1-15 abaixo seguir.

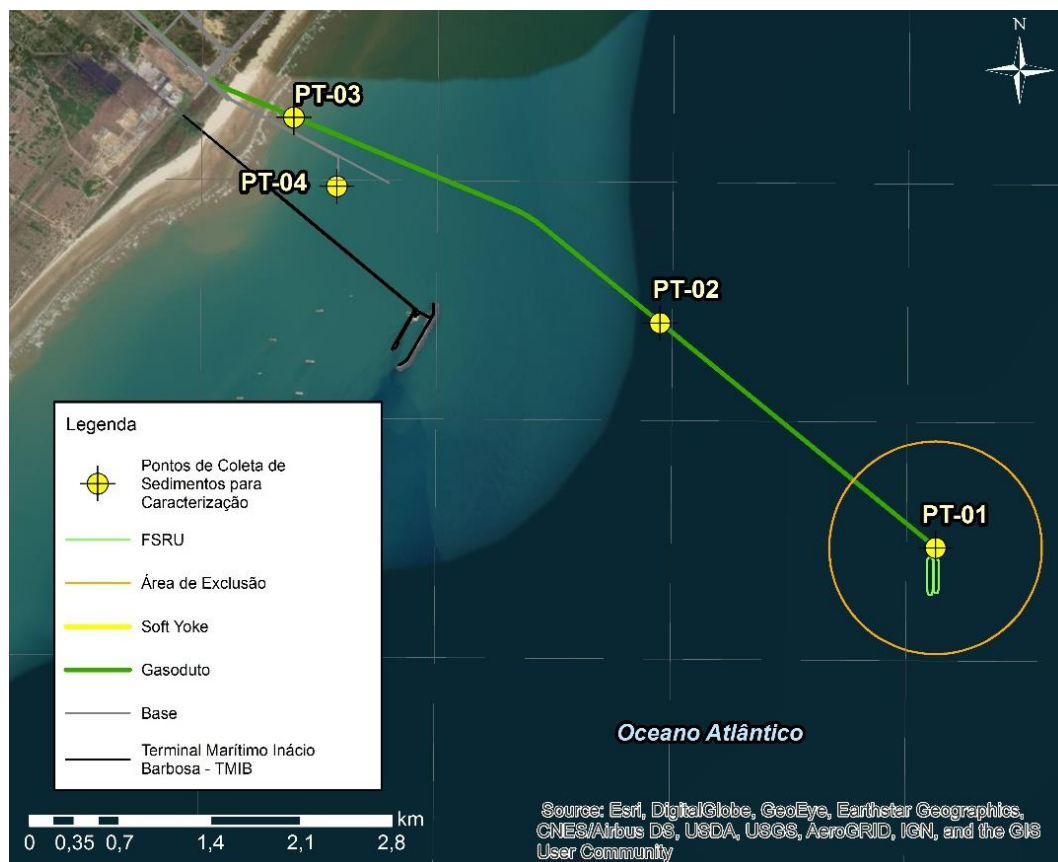


Figura 7.1-15: Mapa de localização dos pontos de coleta de sedimentos para caracterização

Os sedimentos foram coletados com amostrador tipo draga *Van Veen* e encaminhados para análises laboratoriais para caracterização quanto sua composição físico-química, além de determinação granulométrica. Os procedimentos metodológicos, bem como resultados analíticos e análise sobre os mesmos, serão apresentados no item 7.1.11.3. A Tabela 7.1-2 apresenta sinteticamente os dados dos pontos de coleta de sedimento, bem como os resultados da classificação granulométrica para cada um deles.

Tabela 7.1-3: Características das sondagens de reconhecimento.

Ponto	Local de referência	Tipo de sedimento (classificação granulométrica)	Coordenadas (UTM)	
			Sul	Leste
PT-01	Soft-Yoke	Franco Argilo Siltosa	731.609,38	8.798.831,35
PT-02	Entre praia e soft-yoke	Franco Siltosa	729.479,27	8.800.570,00
PT-03	Próximo à praia	Areia	726.649,00	8.802.160,40
PT-04	Emissário	Areia	726.980,57	8.801.627,01

Como se observa, nas amostras PT-03 e PT-04 foram observadas granulometrias mais grosseiras, com predominância de areais, típicas de ambientes com maior energia. Sua proximidade com a linha de costa justifica esta predominância. Já para as amostras PT-01 e PT-02 o predomínio é das frações mais finas, com a amostra PT-02 com teor mais elevado da fração silte, em relação a argila no ponto de coleta PT-01 (localizado a cerca de 6,5 km da linha de costa), indicando uma zona de transição de ambiente deposicional. A amostra PT-01, classificada como franco argilo siltosa, indica ambiente de baixa energia. Os resultados observados são concordantes com os mapeamentos realizados pela CPRM, que indicam areias quartzênicas nas faixas próximas às linhas de costa, e lama a partir da cota batimétrica de 5 metros.

A configuração faciológica em torno da área de implantação dos dutos é apresentada na Figura 7.1-16, a seguir.

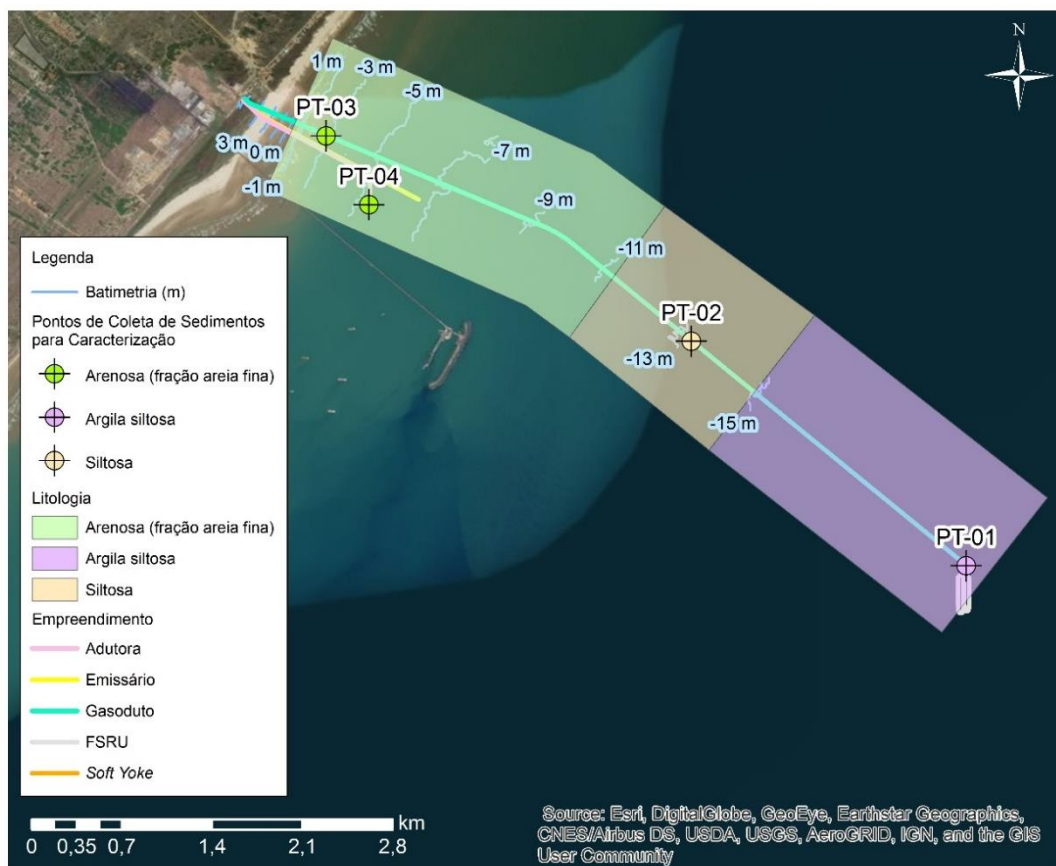


Figura 7.1-16: Mapa faciológico da área offshore

Qualidade do Sedimento

As amostras de sedimentos foram coletadas nos pontos de instalação do *Soft-Yoke*, no ponto médio por onde passará o gasoduto entre o *Soft-Yoke* e a praia, em um ponto de instalação do gasoduto próximo à praia, e no ponto de saída do emissário. A Figura 7.1-15 apresentada anteriormente mostra os pontos de amostragem de sedimento.

A amostragem foi realizada utilizando uma draga *Van Veen*. A draga é lançada verticalmente sobre o fundo, penetrando no sedimento devido à força resultante da ação da gravidade; quando puxada para cima a draga fecha, carregando consigo o sedimento do local desejado. O sedimento é então transferido aos devidos recipientes e encaminhados ao laboratório para análise.

Todo o procedimento foi realizado de acordo com o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras desenvolvidos pela Agência Nacional de Águas e as amostras classificadas de acordo com a Resolução CONAMA nº 454 de 2012 artigo 10º que diz textualmente:

Após a caracterização química do material a ser dragado, proceder-se-á sua classificação química, para fins de avaliar as condições de sua disposição observando os seguintes critérios: (...)

II – Para avaliação das alternativas de disposição em águas sob jurisdição nacional, os resultados da caracterização química devem ser comparados com os valores orientadores previstos na Tabela III do Anexo desta Resolução e classificados em dois níveis:

- a. Nível 1 – limiar abaixo do qual há menor probabilidade de efeitos adversos à biota;
- b. Nível 2 – limiar acima do qual há maior probabilidade de efeitos adversos à biota.

Os resultados da caracterização física do sedimento amostrado são apresentados na Tabela 7.1-4 a seguir:

Tabela 7.1-4: Resultados da Caracterização Física dos Sedimentos da Porção Offshore

Granulometria	Unidade	PT-01	PT-02	PT-03	PT-04
Argila	%	32,2	18,7	1,1	0,8
Silte	%	67,4	70,3	12,3	13,6
Areia muito fina	%	0,4	11	85,2	84,4
Areia fina	%	< 0,3	< 0,3	1,4	1,2
Areia média	%	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Areia grossa	%	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Areia muito grossa	%	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Areia Total	%	0,4	11	86,6	85,6
Classificacao Textural USDA/1975	-	Franco Argilo Siltosa	Franco Siltosa	Areia	Areia

Verifica-se que a região se caracteriza por sedimento arenoso mais próximo à praia e conforme se afasta da costa o material torna-se mais fino, sendo caracterizado na região onde será instalado o *soft-yoke* por sedimento franco argilo siltoso.

A caracterização química por sua vez determina as concentrações das substâncias poluentes contidas na fração total das amostras. Ressalta-se que embora esta seja uma caracterização de um sedimento que não será dragado e sim permanecerá estático no fundo do mar, adotou-se como referencial a

classificação normativa estabelecida para material dragado para disposição em água sob jurisdição nacional. Os resultados completos podem ser observados no Anexo 7.1-2.

Os resultados analíticos indicam a presença de metais e semi-metais nas amostras de sedimento, com exceção de cádmio e mercúrio; entretanto, a presença de concentrações acima do valor de referência CONAMA nº 454 foi superada apenas para os seguintes compostos:

- Arsênio [19 mg/kg BS – CONAMA nº 454, Nível 1] no ponto PT-01 com concentração de 23,7 mg/kg BS.
- Níquel [20,9 mg/kg BS – CONAMA nº 454, Nível 1] nos pontos PT-01 e PT-02 apresentando concentrações de 29,4 mg/kg BS e 23,3 mg/kg BS, respectivamente.

Geralmente associa-se a presença de arsênio no oceano como proveniente da agricultura e da indústria, podendo ser absorvido pela vida aquática da região; entretanto, ressalta-se que o composto foi encontrado em apenas um dos pontos amostrados e apresenta concentração próxima ao valor orientador.

O níquel por sua vez é um elemento químico relativamente abundante na Terra, sendo encontrado em plantas, animais e no solo. Os resultados da caracterização química indicam a presença deste elemento acima do valor orientador, mas na mesma ordem de grandeza deste.

Foi ainda realizada a análise de carbono orgânico total, nitrogênio Kjeldahl total e fósforo total das amostras. Os resultados obtidos indicam concentrações abaixo de seus respectivos valores orientadores.

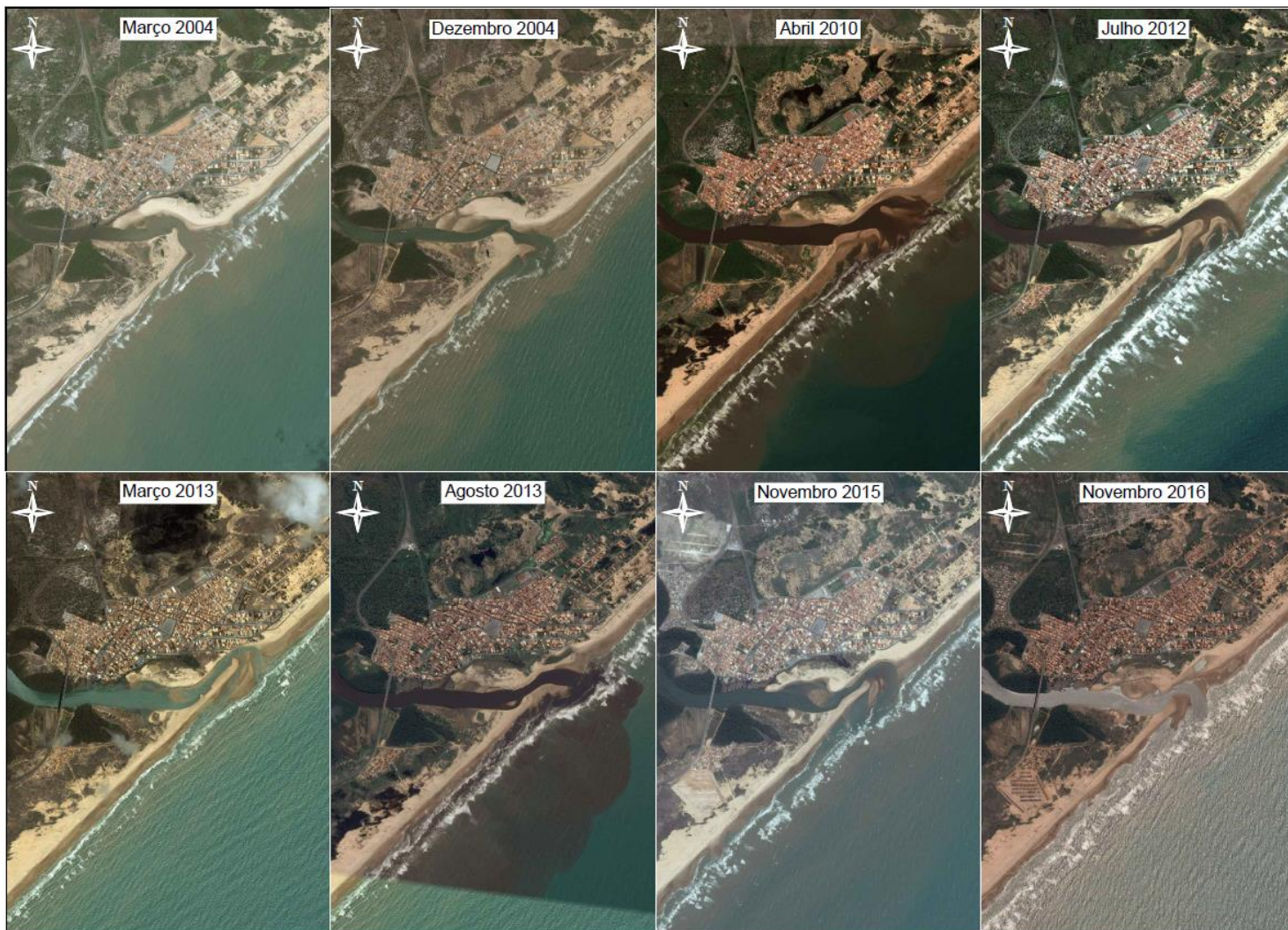
Visto que se trata de um estudo de caracterização da região para futuras comparações, sem adição de nenhum material dragado, não se verificou a necessidade de caracterização ecotoxicológica.

A realização da filmagem, cujo resultado completo é apresentado no Anexo 7.1-3, reforça a caracterização aqui descrita.

7.1.2.3 Transporte Litorâneo

Um estudo do transporte de sedimentos junto à faixa de praia foi elaborado para a implantação do TMIB, o qual concluiu que a praia forma uma unidade morfológica independente e que o transporte de sedimentos se dá pela incidência oblíqua das ondas na praia, que transporta as areias ora no sentido de sul para norte e ora no sentido inverso, criando um equilíbrio dinâmico estável.

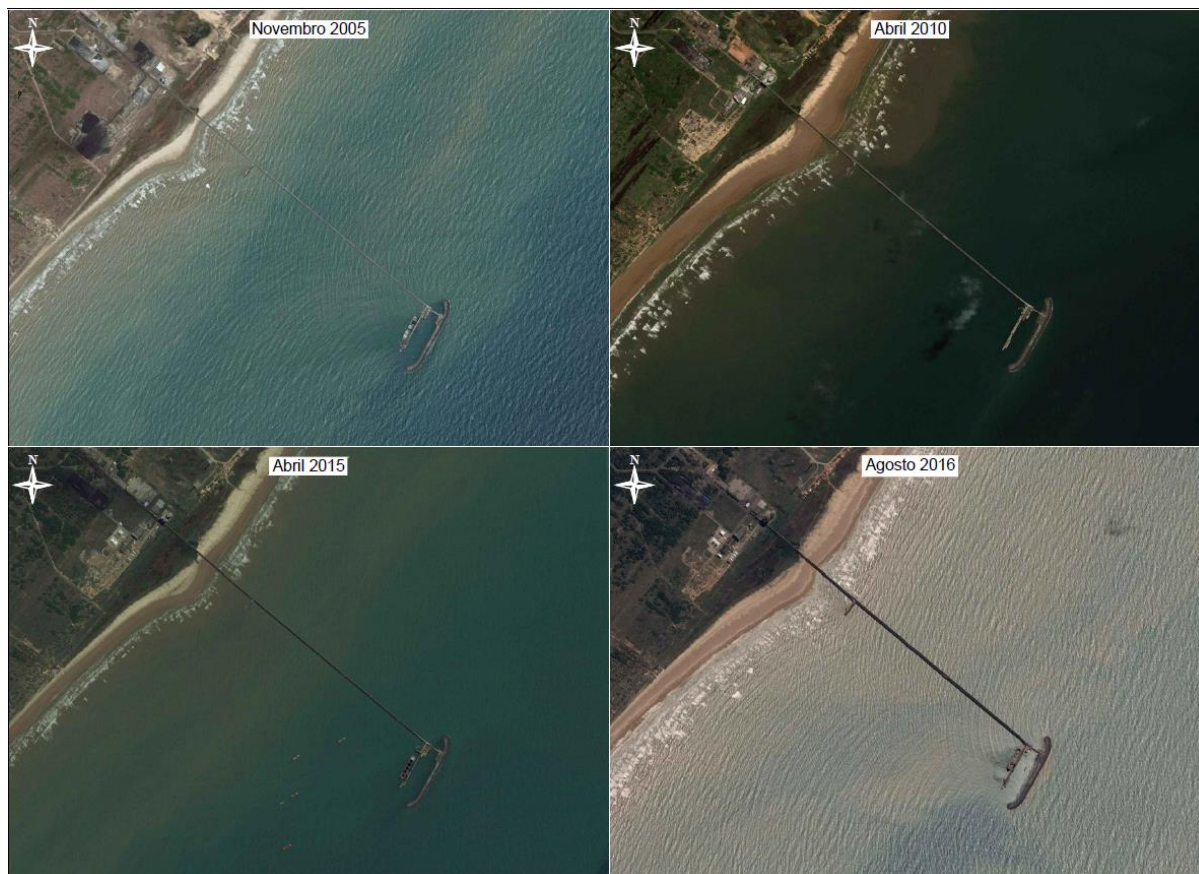
Este fenômeno se nota analisando-se a evolução da barra do rio Pirambu, 12 Km ao Norte da área em estudo. A barra é muito instável evoluindo após várias tempestades para NE e em seguida regredindo no sentido contrário (SW). Muitas vezes este processo é muito acelerado mudando a conformação da barra em alguns meses e mesmo dias de acordo com as tempestades mais ou menos intensas. A sequência de fotos satelitais apresentadas a seguir demonstra e atesta o fenômeno descrito.



Fonte: Google Earth®

Figura 7.1-17: Barra do Rio Pirambu

Com a construção do Terminal destacado se nota nas fotos satelitais a formação de um pequeno tómbulo junto ao enraizamento da ponte de acesso. Apesar de durante o projeto do quebra mar (na década de 80) terem sido tomados cuidados de afastar o quebra mar o suficiente da costa para que o efeito da difração das ondas nas extremidades do molhe acabasse antes das ondas atingirem a praia uma certa deformação foi criada. Fotos satelitais mostram que o equilíbrio deste tómbulo formado é bastante estável, mudando muito pouco de forma no tempo. Talvez estas mudanças se devam muito mais devido ao cais de serviço construído muito perto da costa, cuja difração perturba mais diretamente e localmente o transporte de sólido, por estar muito próximo da zona de arrebentação. Esta estabilidade pode ser vista na sequência de fotos satelitais apresentadas a seguir (Figura 7.1-18: Fotos Históricas do Tombulo Formado junto ao TMIB).



Fonte: Google Earth®

Figura 7.1-18: Fotos Históricas do Tombulo Formado junto ao TMIB

Conclui-se que esta praia forma uma unidade morfológica independente, provavelmente contida ao Sul pela foz do Rio Sergipe. Os sedimentos vindos do rio São Francisco provavelmente não atingem esta região da praia. Os efeitos da diminuição do aporte de sedimentos do rio São Francisco com a construção das barragens em seu curso foi muito sentido na foz, mas não podem ser percebidos nesta área da praia da Barra dos Coqueiros. Não se notam, no tempo, regressões importantes na linha de costa pela falta de alimentação e o equilíbrio continua a ser mantido ao longo dos anos.

Informações obtidas junto aos pescadores que frequentam a área, principalmente dos que adentram e demandam a barra do rio Pirambu quase que diariamente, indicam que a barra varia ao longo do ano. Para saída e entrada é frequente que em alguns períodos do ano tenham que se deslocar para norte antes de saírem para mar aberto. Já em outros períodos se forma um canal de saída para sul. O que atesta o fenômeno cíclico do transporte de sedimentos litorâneos e seu equilíbrio dinâmico.

As conformações das batimetrias mostram que não existe a formação de bancos rasos na área de arrebentação, o que indica não existir um transporte sólido importante transversal à praia, responsável pelo basculamento de seu perfil. Na praia não se notam os “florões” causados pelas correntes de retorno (“rip currents”) devidos à incidência normal das ondas. Também não se notam na linha do jundu o degrau característico do basculamento da praia entre o verão e o inverno. Esta característica de um perfil bastante plano deve ter levado, em era geológica passada, a não formação dos corais típicos do Nordeste brasileiro que se desenvolveram sobre os bancos rasos da arrebentação, ao contrário das formações coralígenas típicas dos atóis.

A eventual colocação de um obstáculo perpendicular à praia ocasionaria um desequilíbrio momentâneo, com o engordamento da praia de cada um dos lados, conforme a direção do transporte sólido. Os dois lados irão engordar até que as profundidades permitam novamente o trânsito de sedimentos, atingindo-se um novo equilíbrio dinâmico no local com uma nova conformação da praia.

7.1.3 Paleontologia

Conforme as formações litoestratigráficas apontadas no estudo geológico, foram identificadas áreas de potencial fóssilífero na AID do empreendimento, mais especificamente na AID associada à Linha de Transmissão, entre as torres 11/3 a 13/1 e 31/2 a 33/7.

A formação sobre a qual se encontra as torres citadas é descrita como argilito e folhelho, cinzentos a esverdeados, com intercalações de arenitos finos a grossos da Formação Calumbi, Grupo Piçabuçu (Schaller, 1969).

Os primeiros relatos de fósseis na Formação Calumbi foram registros de moluscos (Maury, 1937), foraminíferos (Koutsoukos, 1989), e amonóides (Bengtson et al., 1996).

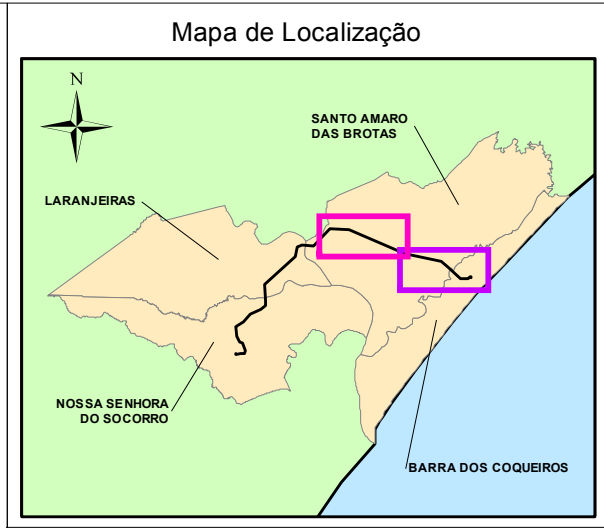
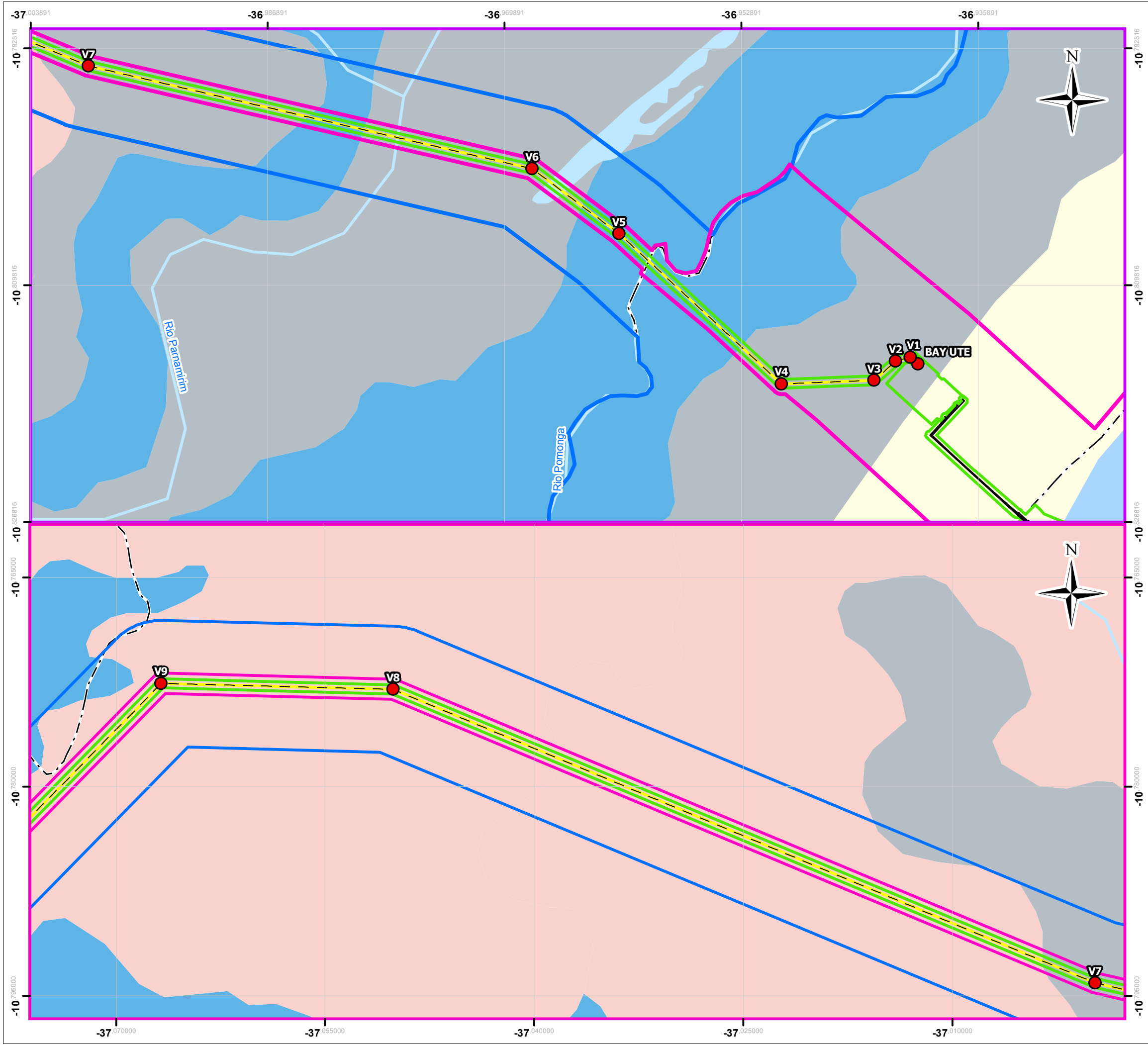
Em relação à macrofauna, foram identificando gastrópodes, peixes e amonóides (Souza-Lima, 2001). Hessel (2005) identificou Biválvios, entre os quais se sobressaem as conchas fortemente dobradas em zigue-zague do gênero *Lopha*, e cefalópodos, sendo mais conhecido o gênero *Pachydiscus*.

Segundo os estudos mais recentes de Souza-Lima (2002), os afloramentos dessa formação são pouco expostos, entretanto ricos em macrofósseis como por exemplo amonóides e moluscos diversos encontrados no afloramento situado às margens do rio do Sal, próximo ao bairro Calumbi, portanto fora da área de influência do empreendimento.

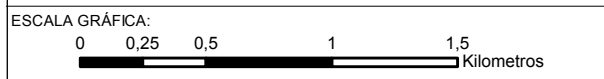
7.1.4 Pedologia

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) define os solos como uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contém matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas (EMBRAPA, 2006).

Com base no mapeamento realizado pelo IBGE, projeto RADAMBRASIL, o município de Barra dos Coqueiros apresenta os tipos de solos: Espodossolos, Neossolos Quartzarênicos (areias quartzosas marinhas) e Solos Indiscriminados de Mangue (Gleissolos) associados com solos aluviais distróficos. Na área de estudo ocorrem ainda associações de Argissolos, na região dos tabuleiros do Grupo Barreiras. A Figura 7.1-19 apresenta o mapa da distribuição de solos.



- LEGENDA:**
- Vértice da LT
 - Traçado da LT
- Layer**
- Dutos
 - Área Diretamente Afetada - ADA
 - Área de Influência Indireta - AID (160m) Meio Físico e Biótico
 - Área de Influência Indireta - AII (1.000m) Meio Físico e Biótico
 - Limite Municipal
 - Massa de Água
 - Corpo de água
- Pedologia**
- ARGISSOLOS**
- PVAAd - Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico
- ESPODOSSOLOS**
- ESKo - Espodosolo Ferrihumilúvico Órtico
- GLEISSOLOS**
- GZn - Gleissolo Sálco Sódico
- NEOSSOLOS**
- RQo - Neossolo Quartzarênico Órtico
- Corpos d' água continental



NOTAS:
 Sistema de Coordenadas Geográficas: SIRGAS 2000
 Graus Decimais

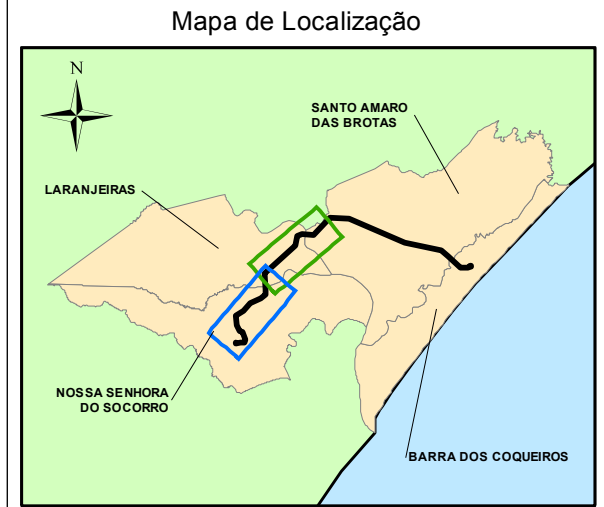
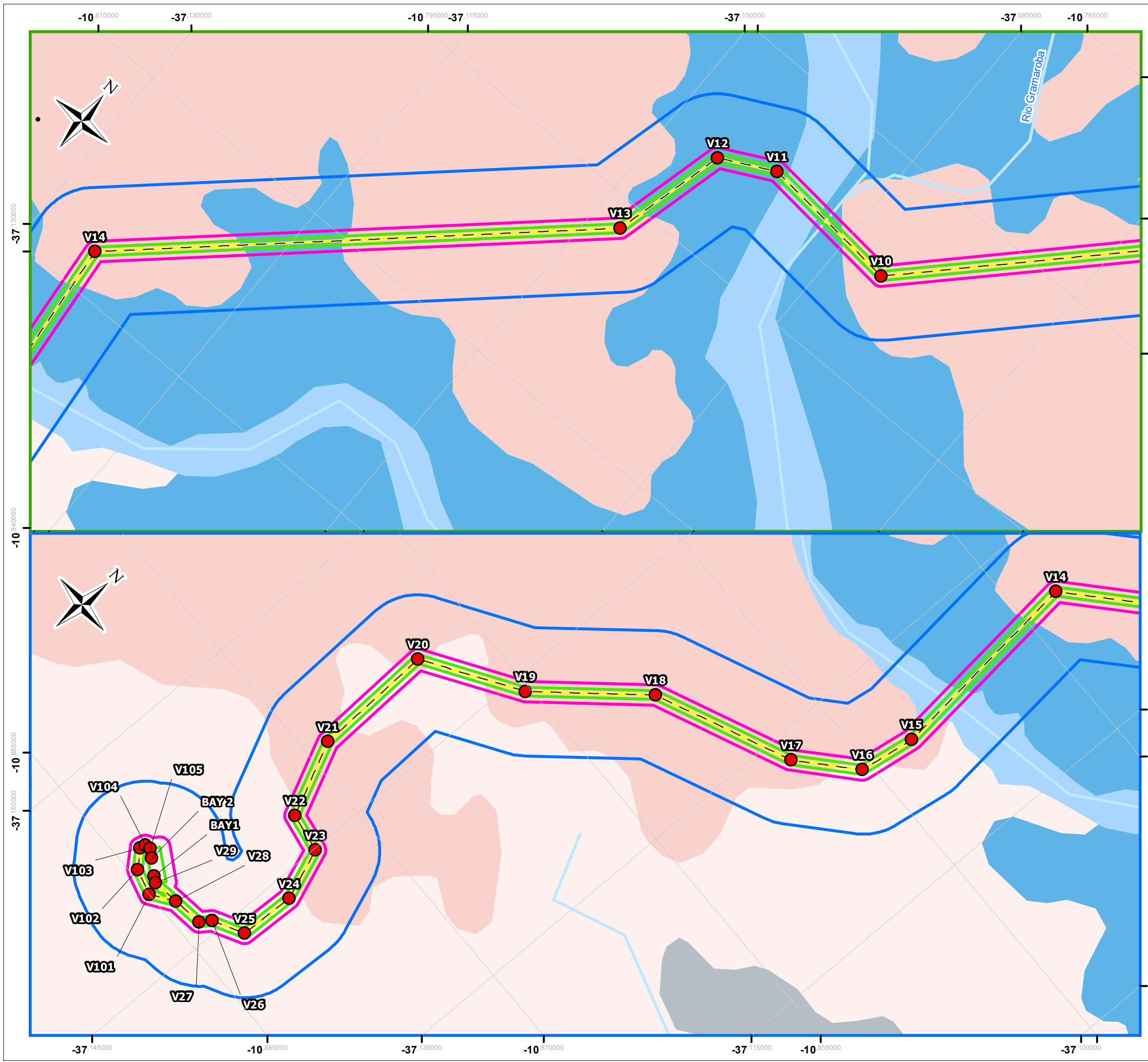
REFERÊNCIA:
 Empreendimento: CELSE, 2016
 Brasil / Municípios: IBGE, 2015
 Massa de Água: ANA, 2012
 Pedologia: IBGE (Projeto RADAMBRASIL), 1983



TÍTULO:
 Pedologia LT 1 / 2

PROJETO: Relatório Socioambiental do Complexo Termoeletrico Porto de Sergipe I

ESCALA: 1:30.000	DATA: 10/09/2017	PROJ.: RU	VERIF.: MS	APROV.: VN	REV.: RA0
----------------------------	----------------------------	---------------------	----------------------	----------------------	---------------------



LEGENDA:

- Vértice da LT
- Traçado da LT
- Área Diretamente Afetada - ADA (70m)
- Área de Influência Indireta - AID (160m) Meio Físico e Biótico
- Área de Influência Indireta - AIi (1.000m) Meio Físico e Biótico
- Corpo de água
- Perfil

Pedologia

ARGISSOLOS

- PAd - Argissolo Amarelo Distrófico
- PVAd - Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico

GLEISSOLOS

- GZn - Gleissolo Sálco Sódico
- Corpos d' água continental



NOTAS:
 Sistema de Coordenadas Geográficas: SIRGAS 2000
 Graus Decimais

REFERÊNCIA:
 Empreendimento: CELSE, 2016
 Brasil / Municípios: IBGE, 2015
 Massa de Água: ANA, 2012
 Pedologia: IBGE (Projeto RADAMBRASIL), 1983



TÍTULO:
 Pedologia LT 2 / 2

PROJETO: Relatório Socioambiental do Complexo Termoelétrico Porto de Sergipe I

ESCALA:	DATA:	PROJ.:	VERIF.:	APROV.:	REV.:
1:30.000	10/09/2017	RU	MS	VN	RA0

Segundo a classificação da EMBRAPA, tais solos se caracterizam por:

- **Argissolos**

Caracterizam-se por solos com acúmulo de argila em profundidade devido à mobilização e perda de argila da parte mais superficial do solo (EMBRAPA, 2006). Apresentam frequentemente, mas não exclusivamente, baixa atividade da argila (CTC), podendo ser alíticos (altos teores de alumínio), distróficos (baixa saturação de bases) ou eutróficos (alta saturação de bases), sendo normalmente ácidos. Ocorrem em diferentes condições climáticas e de material de origem. Sua ocorrência está relacionada, em sua grande maioria, a paisagens de relevos mais acidentados e dissecados, com superfícies menos suaves.

- **Espodossolos**

São solos característicos pela presença de material mineral com gênese associada à desagregação de litotipos areno-quartzosos, com influência de alta taxa de umidade, nas regiões de clima tropical e subtropical. Esse tipo de solo abrange todas as áreas de influência do Empreendimento e tem algumas características que o diferenciam de outros solos, a saber: pequena fertilidade e moderada a elevada acidez (EMBRAPA, 2006). De modo geral, os espodossolos exibem textura arenosa ocupando regiões de baixo gradiente topográfico ou suavemente ondulados.

- **Solos Indiscriminados de Mangue (antigos Gleissolos)**

Este tipo de solo está associado aos Neossolos Flúvicos ou solos aluviais, que são derivados de sedimentos aluviais com horizonte A assente sobre horizonte C constituído de camadas estratificadas. São pouco evoluídos, desenvolvidos de camadas de sedimentos aluviais recentes sem relações pedogenéticas entre os extratos. Em geral, as camadas apresentam espessura e granulometria bastante diversificadas, tanto no sentido vertical quanto horizontal dos perfis de solo, devido à heterogeneidade de deposição do material originário. Todavia, existe situação pouco nítida, sobretudo quando as camadas são muito espessas (EMBRAPA, 2006).

Os Solos Indiscriminados de Mangue, como sugere a classificação, são aqueles associados aos manguezais instalados ao longo dos cursos d'água da área em estudo.

- **Neossolos Quartzarênicos**

Esse tipo de solo refere-se à antiga nomenclatura das Areias Quartzosas, e se localiza no limite sul da All do empreendimento em toda sua extensão referente às áreas costeiras e de dunas. Em geral, são solos originados de depósitos arenosos, apresentando textura areia ou areia franca ao longo de pelo menos 2 m de profundidade. Esses solos são constituídos essencialmente de grãos de quartzo, sendo, por conseguinte, praticamente destituídos de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo (EMBRAPA, 2006).

Como se observa na Figura 7.1-19 as areias do Neossolo Quartzarênicos são as mais abundantes na área, associadas à faixa de costa de Barra de Coqueiros e Pirambu, onde adentra o município até a base dos tabuleiros do Grupo Barreiras. Na antepraia de Barra dos Coqueiros, são observadas areias mais maduras que a classe anterior, sendo mal drenados e associados às antigas zonas de costa.

7.1.4.1 Pedologia Local

Verifica-se que na área da UTE, apesar do tipo de solo ser muito friável e susceptível a processos erosivos e carreamentos, o gradiente hidráulico é insignificante devido ao terreno ser plano e a declividade praticamente nula, o que reduz significativamente a probabilidade de ocorrência de processo erosivo.

Ademais, devido à sua textura arenosa, a permeabilidade é alta, ou seja, a areia retém pouca água, pois seu grande espaço poroso permite a drenagem livre das águas nos solos, o que reduz significativamente a geração de fluxos superficiais e carreamentos de solos.

Na área de dunas, onde será instalada a faixa de dutos, é observado superficialmente o mesmo tipo de solo que na área onde se realizaram as sondagens investigativas, ou seja, solo arenoso, friável e com baixa capacidade de agregação de partículas, sendo descritos grãos mais arredondados (sub-angulares a arredondados) devido ao maior retrabalho na zona de deposição eólica. Nesta porção do território é observada uma maior declividade e altitude, embora de baixa amplitude. Este terreno possui sua estabilidade intrinsecamente relacionada à cobertura vegetal, vegetação de restinga, cujas raízes dão estabilidade ao terreno.

Já ao longo do traçado da LT, dada sua extensão, são interceptados diferentes tipos de solo. Nos pontos em que o traçado cruza os cursos d'água, são descritos Solos Indiscriminados de Mangue associados a Espodosolos nas proximidades do rio Pomonga. Nos demais terrenos, a área é composta por diferentes associações de Argissolos, sendo caracterizada por textura arenosa média e média argilosa no município de Santo Amaro das Brotas e Laranjeiras, neste último com predomínio da textura média argilosa. Na chegada ao bay de conexão o solo, segundo dados da EMBRAPA, possui associação de horizonte plíntico e não plíntico.

De acordo com as informações apresentadas verifica-se que na área de estudo ocorrem compartimentações em termos de susceptibilidade à erosão. Na área costeira, os solos são friáveis, porém o gradiente hidráulico é insignificante devido ao terreno ser plano, o que reduz significativamente a probabilidade de ocorrência de processo erosivo. Em áreas de ocorrências dos Argissolos, ou seja, em relevos ondulados e com declividades acima de 20%, a suscetibilidade a processos erosivos é maior, mais especificamente entre as torres 7/1 e 17/3, 20/1 e 21/2, 23/1 e 24/1, 25/2 e 33/5. Além disso, os Argissolos tendem a ser mais suscetíveis aos processos erosivos devido à relação textural presente nestes solos, que implica diferenças de infiltração dos horizontes superficiais e subsuperficiais. No entanto, os de texturas mais leves ou textura média e de menor relação textural são mais porosos, possuindo boa permeabilidade, sendo, portanto, menos suscetíveis à erosão.

Já em áreas de Espodosolos, apesar de serem constituídos por materiais arenoquartzosos, se dão normalmente em relevo plano a suave ondulado associados a locais de umidade elevada, em áreas de baciamentos e depressões, sob os mais diversos tipos de vegetação. Neste sentido a probabilidade de processos erosivos é menor, área onde estão alocadas a SE Jardim e trechos entre as Torres 0/1 à 7/2, 17/3 à 19/2, 24/2 e 25/1.

7.1.5 Geomorfologia

O contexto geomorfológico da área de estudo revela uma paisagem resultante da interação climática e composição do substrato no decorrer do tempo geológico, que representam diferentes ciclos de atuação de processos morfogênicos comandados pelas mudanças climáticas do Quaternário e pelas oscilações do nível relativo do mar.

Para compreensão dos aspectos evolutivos da área foram consideradas as repercussões das condições paleoclimáticas atuantes durante o Quaternário e as oscilações do nível relativo do mar na costa, notadamente as evidências deposicionais estudadas por Bittencourt et al. (1983), em que se destaca que a evolução geomorfológica da costa em estudo foi fortemente condicionada pelos eventos geológicos e mudanças climáticas ocorridas, principalmente, durante o Quaternário.

7.1.5.1 Caracterização Geomorfológica Regional

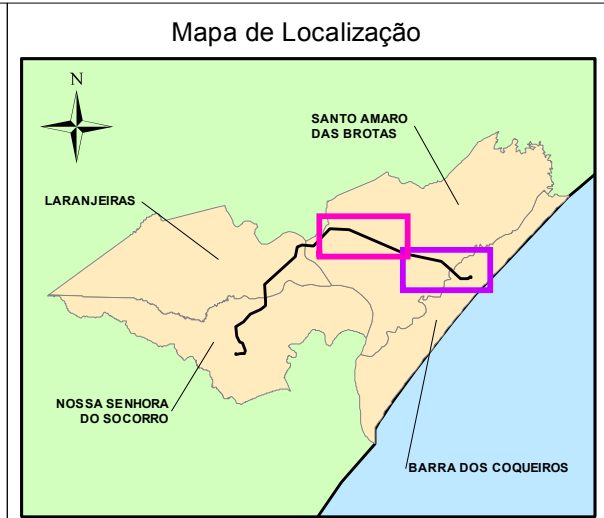
De acordo com Polette (1997), há o predomínio de paisagens geologicamente novas na zona costeira, datadas do Holoceno, e devido a esses ambientes de formação geológica recente e de grande

variabilidade natural, a zona costeira apresenta ecossistemas em geral fisicamente inconsolidados e ecologicamente imaturos e complexos.

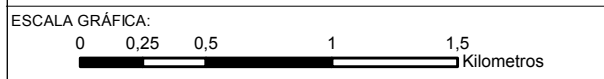
A zona costeira do estado de Sergipe possui uma linha de costa com extensão de 163 km entre os rios São Francisco, ao norte, e o Piauí/Real, ao sul, apresentando diversidade de aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Segundo a classificação de Ab'Saber (2001), a zona costeira do estado de Sergipe pertence ao Litoral Leste brasileiro, estando incluído no contexto da unidade geotectônica Bacia Sedimentar Sergipe-Alagoas e na feição estrutural rasa denominada Plataforma de Estância.

Especificamente o município de Barra dos Coqueiros está situado em uma ilha barreira ou ainda em um estuário de planície costeira, uma vez que a malha dos rios Sergipe, a oeste e Pomonga e a foz do rio Japarutuba, a norte o separa da "porção continental," com grande número de canais de maré e um manguezal exuberante, formado por terraços marinhos holocênicos e por cordões litorâneos, ou seja, sedimentos Quaternários de intensa fragilidade ambiental, mostrando a exigência de estudos no âmbito de proteção desta área.

Conforme se observa no mapa geomorfológico (IBGE, 2015), Figura 7.1-20, o empreendimento interceptará duas Unidades Geomorfológicas: as Planícies Litorâneas e os Tabuleiros Costeiros do Brasil Centro-Oriental. O segmento litorâneo sergipano compreende três setores: a) planície costeira; e b) interface marinha; que correspondem a divisões transversais à linha de costa, onde cada setor apresenta suas formas de relevo. A interface marinha aqui se refere à porção proximal da plataforma continental. A zona dos Taluleiros apresenta relevos dissecados em colinas e interflúvios tabulares.



- LEGENDA:**
- Vértice da LT
 - Traçado da LT
 - Dutos
 - Área Diretamente Afetada - ADA
 - Área de Influência Indireta - AID (160m) Meio Físico e Biótico
 - Área de Influência Indireta - AII (1.000m) Meio Físico e Biótico
 - Limite Municipal
 - Massa de Água
 - Corpo de água
 - cristas de praia
- Domínios Morfoestruturais**
- Depósitos Sedimentares Quaternários
 - Planícies Litorâneas
 - Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas
 - Tabuleiros Costeiros do Brasil Centro-Oriental



NOTAS:
 Sistema de Coordenadas Geográficas: SIRGAS 2000
 Graus Decimais

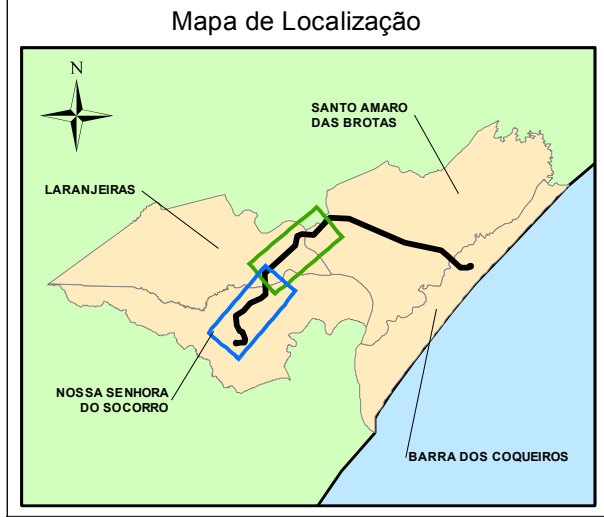
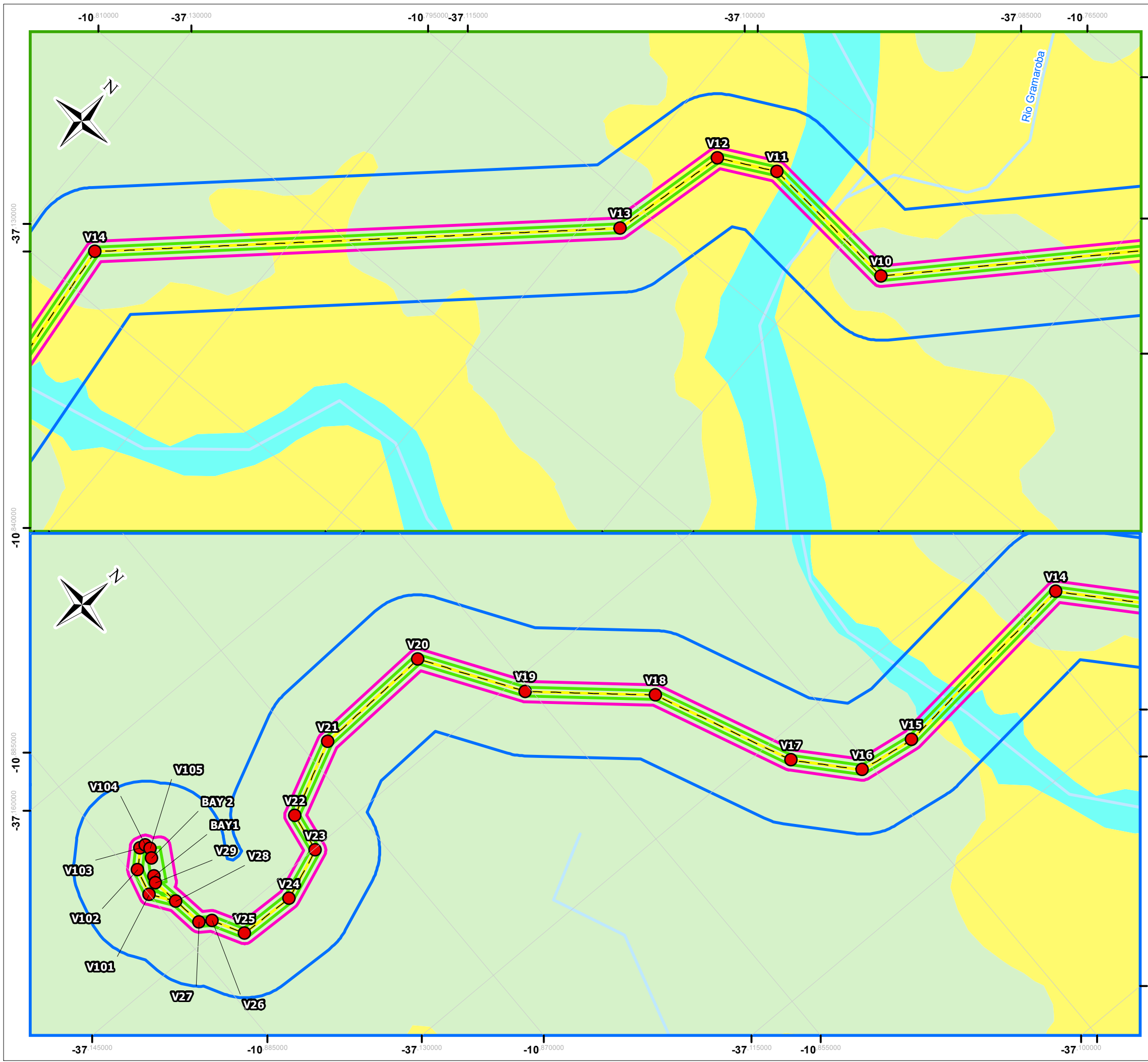
REFERÊNCIA:
 Empreendimento: CELSE, 2016
 Brasil / Municípios: IBGE, 2015
 Massa de Água: ANA, 2012
 Geomorfologia: IBGE (Projeto RADAMBRASIL), 1983



TÍTULO:
Geomorfologia LT 1 / 2

PROJETO: **Relatório Socioambiental do Complexo Termoeletrico Porto de Sergipe I**

ESCALA:	DATA:	PROJ.:	VERIF.:	APROV.:	REV.:
1:30.000	10/09/2017	RU	MS	VN	RA0



LEGENDA:

- Vértice da LT
- Traçado da LT
- Área Diretamente Afetada - ADA
- Área de Influência Indireta - AID (160m) Meio Físico e Biótico
- Área de Influência Indireta - AII (1.000m) Meio Físico e Biótico
- Corpo de água

Dominios Morfoestruturais

- Depósitos Sedimentares Quaternários
- Planícies Litorâneas
- Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas
- Tabuleiros Costeiros do Brasil Centro-Oriental

Massa d'água

- Corpo d'água continental



NOTAS:
 Sistema de Coordenadas Geográficas: SIRGAS 2000
 Graus Decimais

REFERÊNCIA:
 Empreendimento: CELSE, 2016
 Brasil / Municípios: IBGE, 2015
 Massa de Água: ANA, 2012
 Geomorfologia: IBGE (Projeto RADAMBRASIL), 1983

ch2mSM

TÍTULO:
 Geomorfologia LT 2 / 2

PROJETO:
 Relatório Socioambiental do Complexo Termoeletrico Porto de Sergipe I

ESCALA:	DATA:	PROJ.:	VERIF.:	APROV.:	REV.:
1:30.000	10/09/2017	RU	MS	VN	RA0

- **Tabuleiros Costeiros**

Segundo Carvalho e Fontes (2006), a interface continental está constituída, basicamente, pelos depósitos continentais do Grupo Barreiras e, de forma secundária, por rochas sedimentares mesozóicas da Bacia Sedimentar e do Complexo Cristalino do pré-Cambriano.

Esta interface de relevo plano a ondulado com declive regional na direção leste, corresponde ao domínio geomorfológico dos tabuleiros costeiros, modelados nos sedimentos do Grupo Barreiras que se superpõem ao embasamento cristalino e aos sedimentos mesozóicos da Bacia Sedimentar SE-AL.

Os tabuleiros apresentam um nível mais conservado, referente à superfície tabular, que apresenta altitudes cimeiras de 100 a 200 metros, onde mais incisivos são os efeitos da erosão linear pelos rios e riachos que drenam esta unidade geomorfológica.

Na área de estudo este padrão é descrito nas porções leste-nordeste de Pirambu e faixas restritas a norte de Aracaju. Na área de implantação da Linha de Transmissão este padrão é verificado mais especificamente nos trechos entre as torres 7/1 à 14/2, 16/1 à 17/2, 20/1 à 21/2, 22/2 à 24/1 e 25/2 à SE CHESF.

- **Planície Costeira**

Este setor desenvolveu-se a leste dos tabuleiros costeiros, esculpido no Grupo Barreiras, onde a planície costeira que integra a zona costeira do estado de Sergipe segue o modelo clássico das costas que avançam em direção ao oceano, em decorrência do acréscimo de sedimentos mais novos, em que cada crista de praia representa depósito individualizado associado a uma antiga linha de praia (Dominguez *et al*, 1992).

Este segmento litorâneo ocupa uma faixa descontínua, assimétrica e alongada no sentido NE-SE ao longo do litoral e tem maior expressão areal na dependência do recuo dos tabuleiros costeiros.

Os domínios ambientais são: terraços marinhos, dunas costeiras e estuários. Eles refletem as influências dos processos de origem marinha, eólica e fluviomarina em decorrência das condições ambientais variáveis durante o Quaternário. Esta superfície arenosa expande-se lateralmente, chegando a alcançar os vales dos rios Japarutuba, Sergipe, Vaza Barris e Piauí, sendo ocupada por coqueirais produtivos (Carvalho e Fontes, 2006).

Na área de estudo estes elementos podem ser identificados como um conjunto de cordões arenosos paralelos à linha de costa, formados devido à variação do nível do mar durante os últimos eventos de transgressão marinha, conforme descreve Bittencourt *et al* (1983). Este pacote sedimentar de origem marinha encontra-se disposto na área de estudo, entre os estuários do rio Sergipe e o rio Japarutuba, bem como a leste do rio Pomonga.

Além disto, neste setor ocorrem porções protegidas sob influência da maré, a exemplo da planície de inundação do rio Pomonga, onde são encontrados manguezais em franco desenvolvimento, com substrato constituído predominantemente de materiais argilo-siltosos, ricos em matéria orgânica.

Na faixa de antepraia ocorre o sistema dunar, assentado sobre a unidade Terraços Marinhos. Baseado em observações de imagem de satélite e verificações *in situ*, foi possível identificar dois sistemas de dunas: o primeiro sistema encontra-se paralelo à borda noroeste da rodovia estadual SE-100, sentido Terminal Portuário Inácio Barbosa - Município de Pirambu; e o segundo conjunto é associado à margem nordeste da zona costeira.

Na área de estudo ocorrem ainda as zonas de estuário dos rios Japarutuba e Sergipe, que se localizam nas extremidades do município de Barra dos Coqueiros, e no que tange a LT, mais especificamente nos trechos entre as torres 0/1 à 6/2, 15/1 a 15/2, 17/3 a 19/2, 22/1 a 22/2, 24/2 a 25/2. O estuário se configura por ser um ambiente de transição entre um rio e o mar, sofrendo influência das marés e abarcando importante montante sedimentar fluvial, alimentando o sistema sedimentológico marinho.

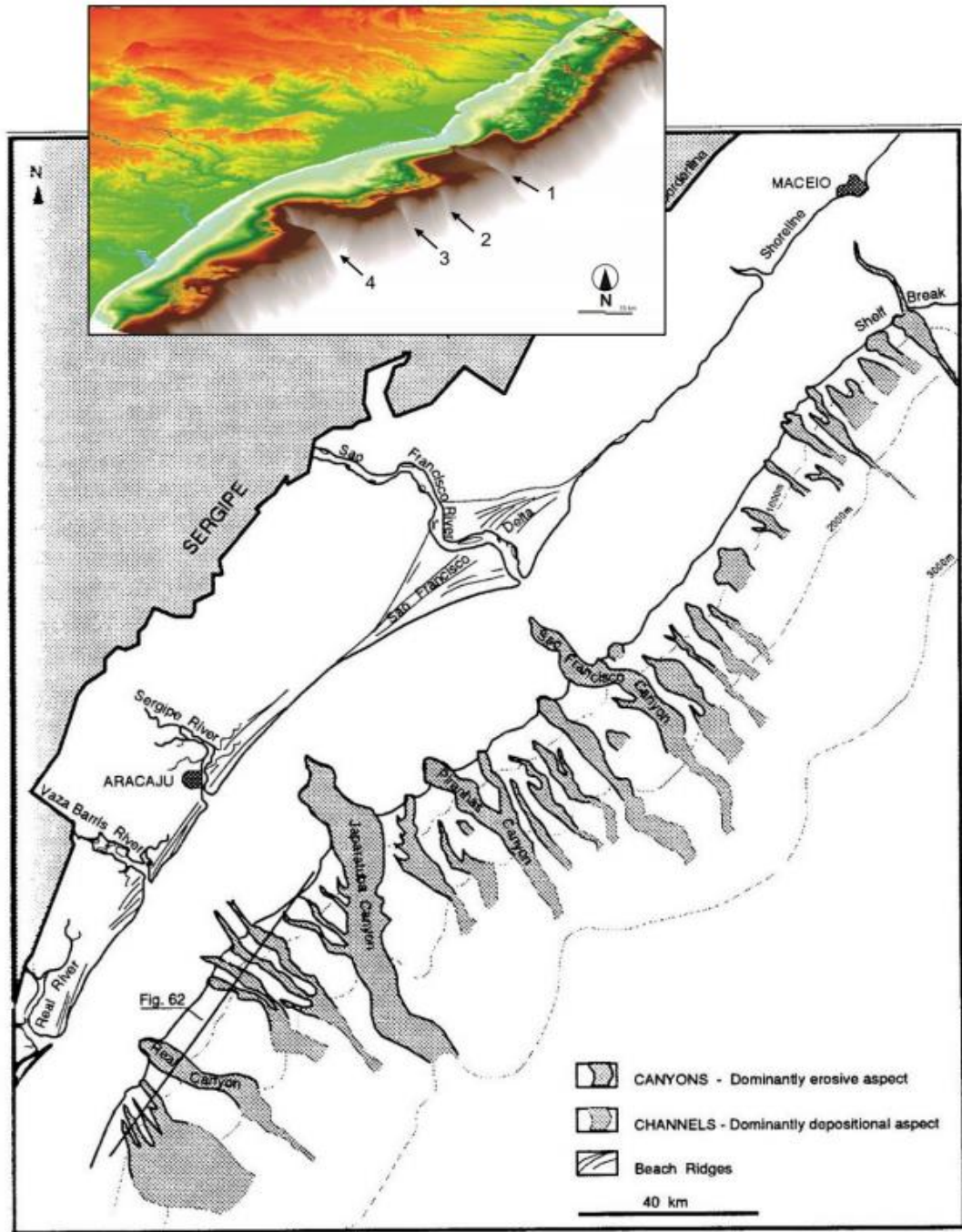
- **Planície Marinha**

Este setor representa a zona de transição entre os continentes e as bacias oceânicas e, do ponto de vista geológico, fazem parte do continente, embora situem-se abaixo do nível do mar. Neles, os processos morfodinâmicos atuam na linha de costa e são representados por ações naturais físicas, basicamente gerados pela ação das ondas, correntes costeiras e marés, que exercem influência na modelagem costeira, seja através da ação destrutiva (erosão) em determinados locais ou da ação construtiva em outros (deposição), como observado na orla marítima do estado (Carvalho e Fontes, 2006).

Esta planície é comportada na Plataforma Continental, que nos estados de Sergipe e Alagoas, porção marinha da bacia sedimentar Sergipe-Alagoas, é caracterizada por contextos geomorfológicos distintos entre a porção alagoana e sergipana. Segundo os estudos do Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva - REVIZEE Score Nordeste (ZEE/NE), realizados ao longo da costa nordeste brasileira, a plataforma continental da Região Nordeste, no trecho entre Pontal do Calcanhar e Salvador, se estreita gradativamente.

Segundo os autores, entre o Cabo Calcanhar (RN) e Belmonte (BA), a plataforma é caracterizada por ocorrências bioconstrucionais. A plataforma continental apresenta largura máxima de 42 km e profundidade de até 60 m, reduzidas devido, principalmente, à baixa taxa de erosão continental, pequena zona de sedimentação marinha, além de processos erosivos marinhos ineficientes durante o Pleistoceno, e a permanência no sentido da Corrente do Brasil (Coutinho, 1995). Em sua maior parte apresenta menos de 40 m de profundidade, e na borda, a mudança de gradiente gira em torno de 80 m (Coutinho, 1995). Do rio São Francisco para sul, a morfologia de fundo da plataforma é regular, com baixos índices de declividade. O Talude Continental, zona periférica da plataforma continental, é caracterizado pelas feições morfológicas denominadas platôs, sendo relativamente íngreme e com extensão da quebra da plataforma até o sopé continental. Esta província fisiográfica, na área de estudo, ocorre entrecortada por cânions que aproximam o piso oceânico da costa, sendo importantes vertedouros de correntes frias, ricas em matéria orgânica e que imputam importantes remobilização sedimentológica nos platôs.

A largura média da plataforma sergipana apresenta grandes variações, aproximadamente entre 12 e 35 km, devido à presença dos cânions do São Francisco, Sapucaia, Japarutuba, Vaza Barris e Real, com largura média de 27 km. A profundidade média de quebra da plataforma é de 41 m, possuindo em geral uma baixa declividade (1:1000) (Lemos Jr., 2011). Segundo Fontes (2015), as maiores larguras são encontradas no setor norte de Alagoas (38 km de largura) onde predominam os sedimentos carbonáticos e, as menores, no extremo sul de Sergipe (20 km de largura) e em frente aos cânions submarinos do São Francisco e Japarutuba, como ilustra a Figura 7.1-21.



Fonte: Fontes 2015, modificado de Cainelli, 1992.

Figura 7.1-21: Principais cânions modernos na margem continental da Bacia Sergipe-Alagoas e conjunto de cânions que se iniciam no talude superior/médio

No detalhe da Figura 7.1-21, é apresentado o modelo digital de terreno com os cânions submarinos (1) São Francisco, (2) Piranhas, (3) Sapucaia, e (4) Japarutuba. Na boca deste último encontra-se associado um platô arenoso com componente calcárea, designada Pedra de Grajiru (ou Pedra de Guajeru ou ainda Platô de Gajiru). A área de estudo encontra-se a cerca de 5 km de distância do início do canion Japarutuba, Figura 7.1-22.

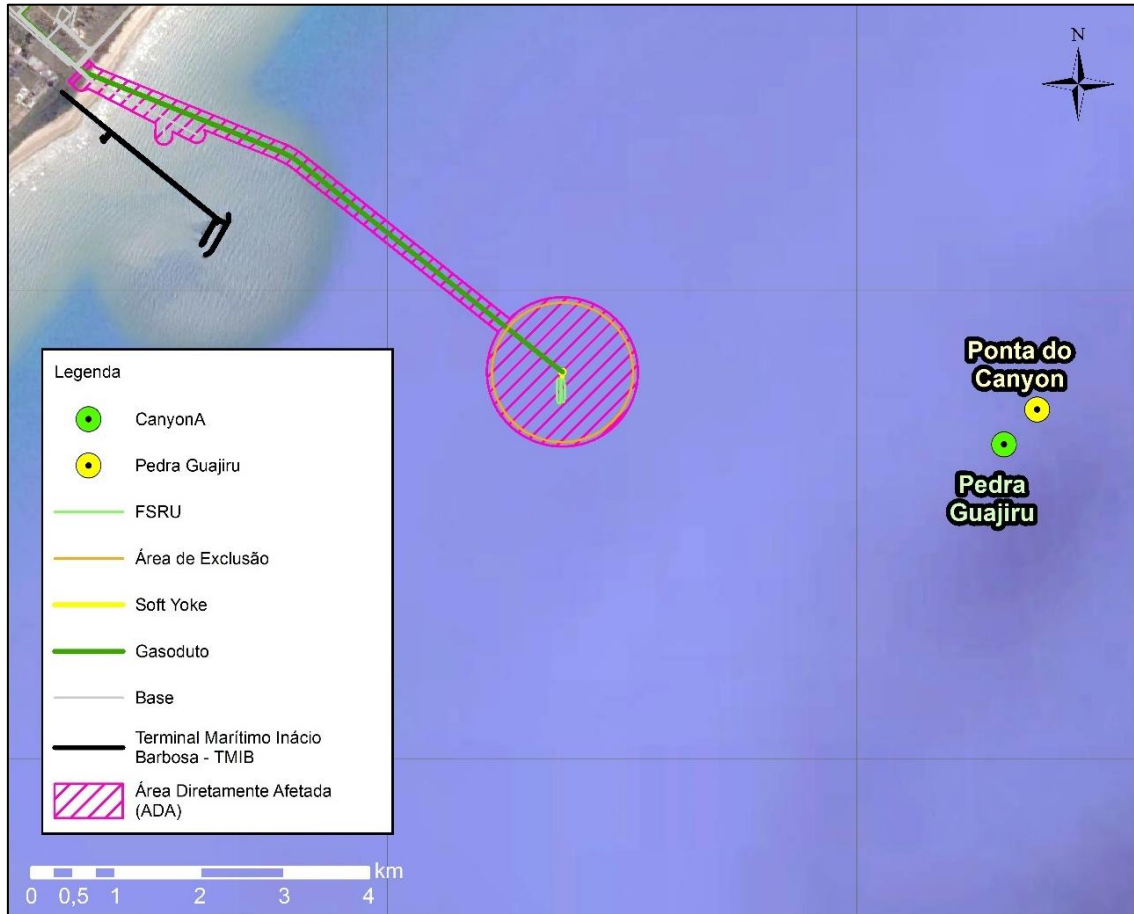


Figura 7.1-22: Localização da ponta do canyon Japarutuba e Pedra de Guajiru, em relação ao empreendimento

Conforme descreve Cainelli (1992), o canion Japarutuba está ligado ao sistema fluvial atual, ou seja, ligado à foz do Rio Japarutuba, o que o configura como um canion maduro. Não há, no entanto, concordância sobre este tema na literatura, sendo descritas incompatibilidade entre o tamanho da bacia de drenagem e o volume de água do rio Japarutuba com o cânion homônimo.

Conforme mencionado, a boca do canion situa-se a cerca de 10 km da linha de costa, na altura da Praia do Jatobá, e possui largura aproximada de 21 km na borda da plataforma (Caienelli, 1192). Perfis longitudinais de ecossonda e sísmica rasa realizados no canion Japarutuba durante a execução do Projeto Águas Rasas - Geologia (Projeto "Caracterização Geológica da Plataforma Continental e da Influência dos Aportes Fluviais na Região Norte do Estado de Sergipe e Sul do estado de Alagoas", realizado pelo Laboratório Georioemar/UFS – Universidade Federal de Sergipe, em parceria com a PETROBRAS) mostram a morfologia próxima à sua cabeceira. Os refletores sísmicos evidenciam sucessivas fases recentes de progradação da plataforma/talude, com preenchimento parcial das cabeceiras do cânion.

7.1.5.2 Caracterização Geomorfológica Local

Na porção terrestre do empreendimento a área onde se pretende instalar a UTE Porto de Sergipe I é classificada como plana (declividades abaixo de 3%) a suave ondulado, cujas declividades chegam até 8% na zona entre dunas; já as áreas interceptadas pelo traçado da LT vão desde plana, em seu início, em Barra dos Coqueiros e, a medida que que o traçado vai avançando para o interior do continente, o relevo se torna suave ondulado a ondulado, sendo observados pontos forte ondulado a montanhoso, principalmente associado aos tabuleiros. A classificação do relevo segue a proposta da EMBRAPA (1979), Quadro 7.1-1.

Quadro 7.1-1: Classificação de declividade.

Classificação do relevo	Limites percentuais (%)
Plano	0 – 3
Suave Ondulado	3 – 8
Ondulado	8 – 20
Forte Ondulado	20 – 45
Montanhoso	45 – 75
Escarpado	>75

Fonte: EMBRAPA, 1979.

Com base nestas informações, na análise regional e em visitória de campo, foi elaborado um croqui com as divisões das unidades geomorfológicas em nível local, considerando o entorno da UTE Porto de Sergipe I. A Figura 7.1-23 apresenta essas unidades.

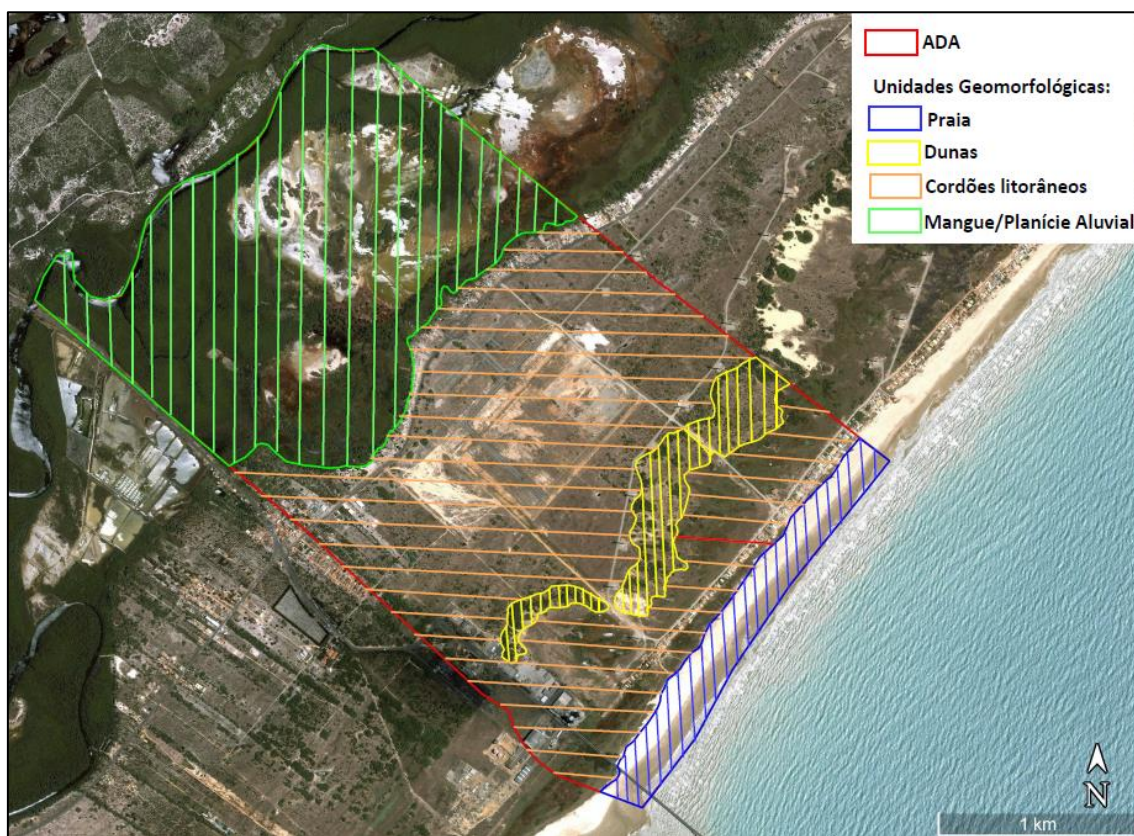
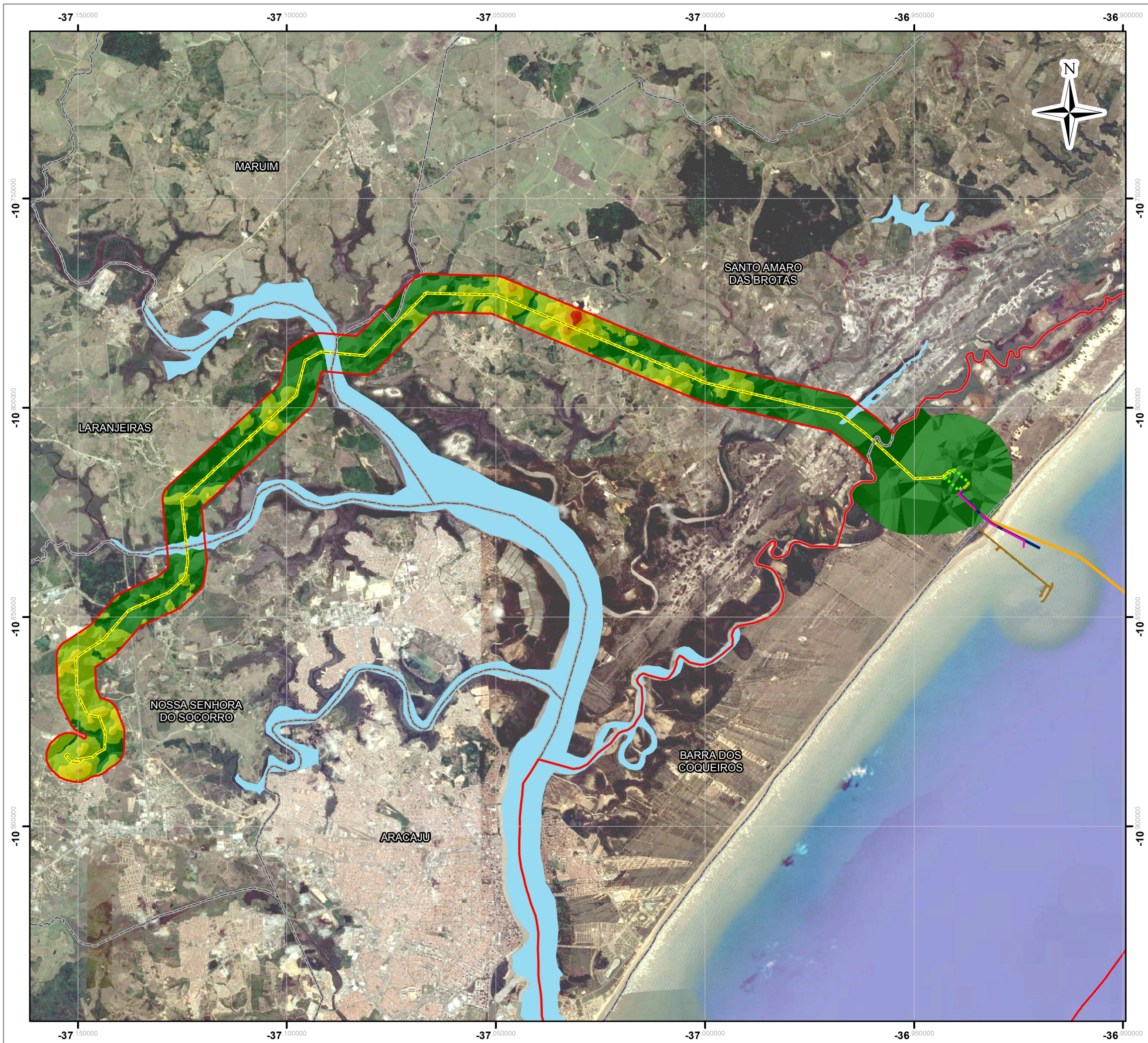


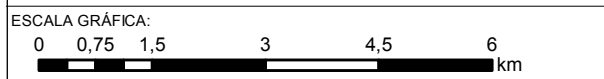
Figura 7.1-23: Croqui das unidades geomorfológicas no entorno da UTE Porto de Sergipe I

De acordo com a Figura 7.1-23, a porção terrestre da área de entorno do Complexo Termoeletrico Porto de Sergipe I apresenta quatro unidades geomorfológicas, inseridas nos setores de planícies costeira e marinha. São estas unidades: a praia, dunas, cordões litorâneos e as áreas de mangue/planície aluvial.

Para o traçado da LT foram gerados os mapas hipsométrico (Figura 7.1-24) e clinográfico (Figura 7.1-25). Para a elaboração do mapa hipsométrico foram utilizados como base o modelo digital de elevação da Shuttle Radar Topography Mission. Já para o mapa clinográfico, os intervalos de declive foram baseados na classificação proposta pela EMBRAPA (1979).



- LEGENDA:**
- Área de Interferência Indireta - AII (Físico e Biótico)
 - Traçado da LT
 - Limite Municipal
 - Massa-d'água
 - Terminal Marítimo Inácio Barbosa - TMIB
- Classes hipsométricas**
- De 0 a 20
 - De 20 a 40
 - De 40 a 60
 - De 60 a 80
 - Acima de 80
- Empreendimento**
- Adutora
 - Emissário
 - Gasoduto
 - Delimitação da UTE



NOTAS:
 Sistema de Coordenadas Geográficas: SIRGAS 2000
 Graus Decimais

REFERÊNCIA:
 IBGE, 2015
 ANA, 2012
 Celse, 2017

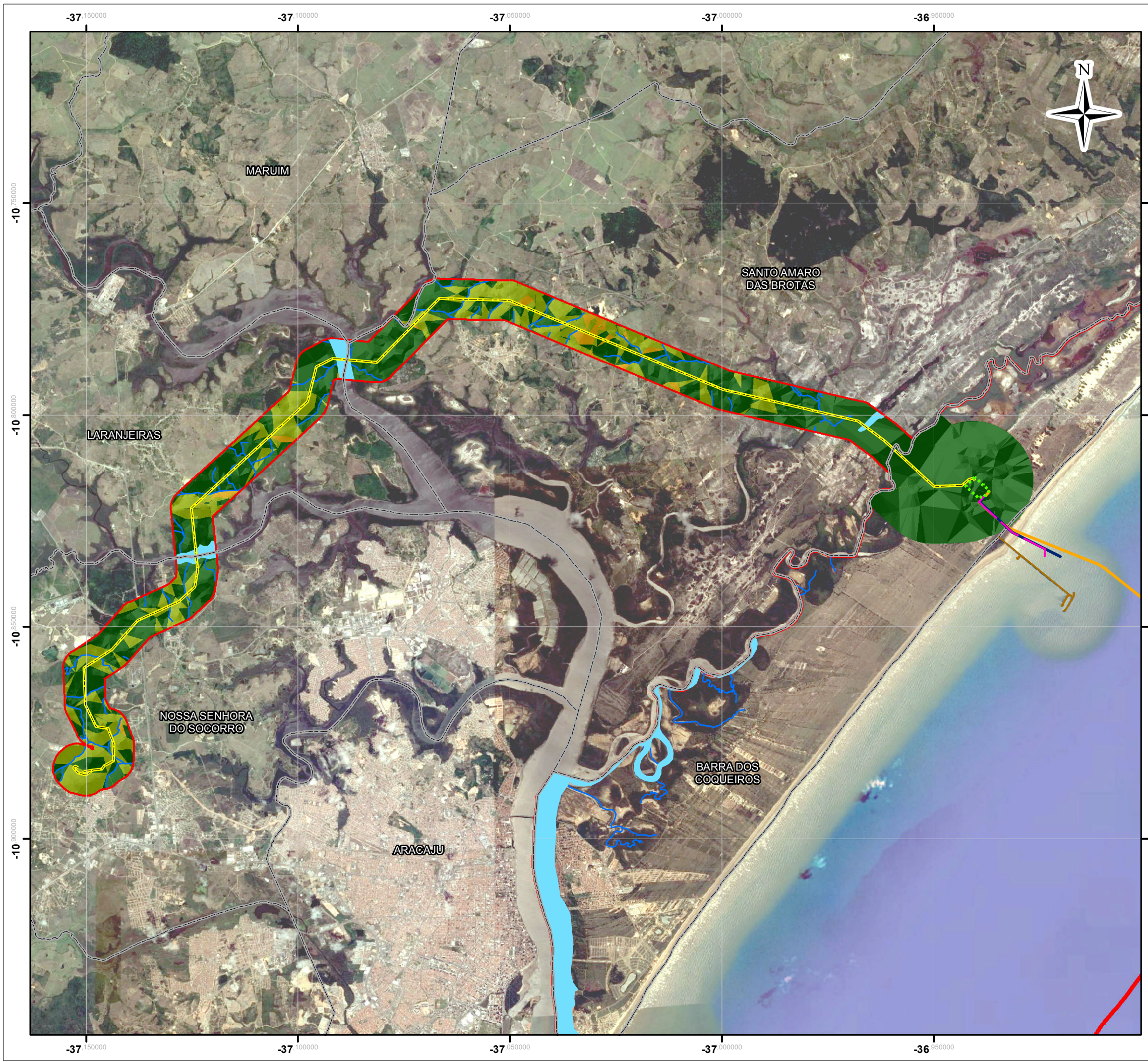


TÍTULO:
 Mapa Hipsométrico

PROJETO: Relatório Socioambiental do Complexo Termoeletrico Porto de Sergipe I

ESCALA:	DATA:	PROJ.:	VERIF.:	APROV.:	REV.:
1:100.000	08/09/2017	rutima	MS	AG	RA0

Figura 7.1-24 - Mapa Hipsométrico LT_REV1



LEGENDA:

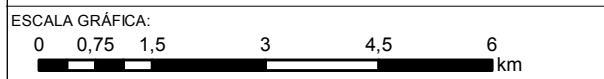
- Área de Interferência Indireta - AII
- Traçado da LT
- Limite Municipal
- Corpo-d'Água
- Rede Hidrográfica
- Terminal Marítimo Inácio Barbosa - TMIB

Faixa de declividade (°)

- 0 - 3°
- 3 - 8°
- 8 - 20°
- 20 - 45°

Empreendimento

- Adutora
- Emissário
- Gasoduto
- Delimitação da UTE



NOTAS:
 Sistema de Coordenadas Geográficas: SIRGAS 2000
 Graus Decimais

REFERÊNCIA:
 IBGE, 2015
 ANA, 2012
 Celse, 2017

ch2mSM

TÍTULO:
Mapa Clinográfico

PROJETO: **Relatório Socioambiental do Complexo Termoelétrico Porto de Sergipe I**

ESCALA:	DATA:	PROJ.:	VERIF.:	APROV.:	REV.:
1:100.000	08/09/2017	rutima	MS	AG	RA0

Figura 7.1-25 - Mapa Clinográfico LT_REV1

Como se observa, no decorrer do traçado da LT a altitude varia de 10 a 80 metros acima do nível do mar. Na zona costeira a altitude fica entre 5 e 10 metros, sendo mais elevado na zona dos tabuleiros, onde a altitude pode chegar a até 100 metros, correspondente a relevo de colinas, em grande parte sustentados pelas formações mesozóicas. Já a declividade da área do traçado, nota-se que próximo a zona costeira, o relevo é plano com declividade praticamente nula/zero. A medida em que o traçado vai avançando para o interior do continente, o relevo se torna suave ondulado a ondulado, predominando declives de até 20%. Em pontos isolados onde há presença de colinas/morros, o declive fica mais acentuado, variando de 40 a 75%.

Nos seguimentos da LT são observados relevos mais acidentados, associados aos tabuleiros. Na sequência são descritos os diferentes modelados observados nas áreas do Complexo Termoeletrico Porto de Sergipe I.

- **Tabuleiros Costeiros**

Nessa Unidade geomorfológica, sobressai-se um relevo dissecado predominantemente em colinas de topos convexos e, eventualmente, aguçados com cristas que denunciam a presença de rochas mais resistentes da bacia sedimentar, e interflúvios tabulares, pertencente a superfície dos rios Cotinguiba-Sergipe e Piauí/Real. Nas baixas colinas do tabuleiro dissecado, o solo é em geral de textura argilosa (Vertissolo) que tem a propriedade de se expandir, quando úmido, e se contrair, quando seco, fato que tem sérias implicações na utilização agrícola. Sua distribuição está intimamente relacionada à presença de material de origem derivada de calcário e sedimentos argilosos, ricos em cálcio e magnésio, da bacia sedimentar (FONTES, 2007).

Os interflúvios tabulares sobre os quais se forma a superfície superior dos tabuleiros são separados entre si por vales fluviais mais estreitos, prevalecendo os largos, de fundo plano nas proximidades do litoral, contendo geralmente, planícies aluviais onde ocorre o Neossolo Flúvico (solo aluvial), de elevado potencial para desenvolvimento agrícola, com limitação pelo excesso de água em determinado período do ano.



Foto 7.1-3: Paisagem no domínio dos Tabuleiros Costeiros

- **Praia**

A unidade da praia se configura por uma forma alongada, em contato com o mar em toda a extensão. É constituída basicamente por areia média de coloração branca, tendo forte influência das marés. A altitude muito baixa, estando praticamente no mesmo nível do mar, e apresenta uma largura de aproximadamente 200 metros em toda sua extensão (Foto 7.1-4).



Foto 7.1-4: Área da praia em Barra dos Coqueiros

A praia do Jatobá é do tipo dissipativa, tendo sido observada a progradação atual na interfície das estruturas do TMIB, refletindo na diminuição de sedimentos a jusante e consequente instabilidade, de pequeno porte, da praia de Atalaia Nova. No entanto, esta praia está também sob influência da alteração do padrão de sedimentação em decorrência da instalação do Pontal de Atalaia, estrutura instalada na margem esquerda do estuário do rio Sergipe. Na área onde se pretende instalar os dutos (gasoduto, emissário e adutora) não se observou alteração estrutural em andamento.

- **Dunas**

As dunas se localizam na antepraia, em uma faixa alongada segundo S-NE, próximo às torres eólicas. Em alguns locais apresentam vegetação de restinga fixadoras e possuem uma altitude que varia de 5 a 10 metros acima do nível do mar (Foto 7.1-5).



Foto 7.1-5: Dunas com vegetação de restinga arbustiva

As dunas costeiras ativas e as dunas embrionárias são resultantes da atuação dos processos eólicos sobre os sedimentos dos terraços marinhos holocênicos. O primeiro conjunto é formado por dunas do tipo barcana, parcialmente vegetadas. O segundo é formado por dunas de baixa altitude, mais próximas à linha de costa, com cobertura vegetal rarefeita, que faz contato com o campo de deflação eólica – área situada entre os dois conjuntos dunares. A deflação eólica neste ambiente é, parcialmente, alterada pela implantação da rodovia SE-100. Na praia do Jatobá, a instalação do porto favoreceu “grande acúmulo de sedimentos na zona de sombra do quebra-mar [...]” em razão de alterações na propagação das ondas, enquanto à sotamar o déficit de sedimentos favorece o desenvolvimento da erosão (OLIVEIRA, 2003 *apud* Alves et al., 2011).

- **Cordões Litorâneos**

Ao longo da faixa costeira é observado o modelado dos cordões litorâneos alinhados paralelamente, entre os quais se formam lagoas temporárias, no período chuvoso. Esta unidade pode atingir altitudes mais elevadas, até 10 metros (Foto 7.1-6).



Foto 7.1-6: Cordões litorâneos pós zona costeira.

Os cordões litorâneos são remanescentes de antigas cristas de praia, parcialmente retrabalhados pela ação eólica ou semifixados pela vegetação herbácea-arbustiva de restinga. As formações superficiais arenosas possibilitam o cultivo do coco-da-baía e frutíferas nativas, no entanto, a especulação imobiliária tem contribuído para o aterramento das lagoas e terraplenagem dos cordões (Carvalho, 2006).

- **Mangues/Planícies Aluviais**

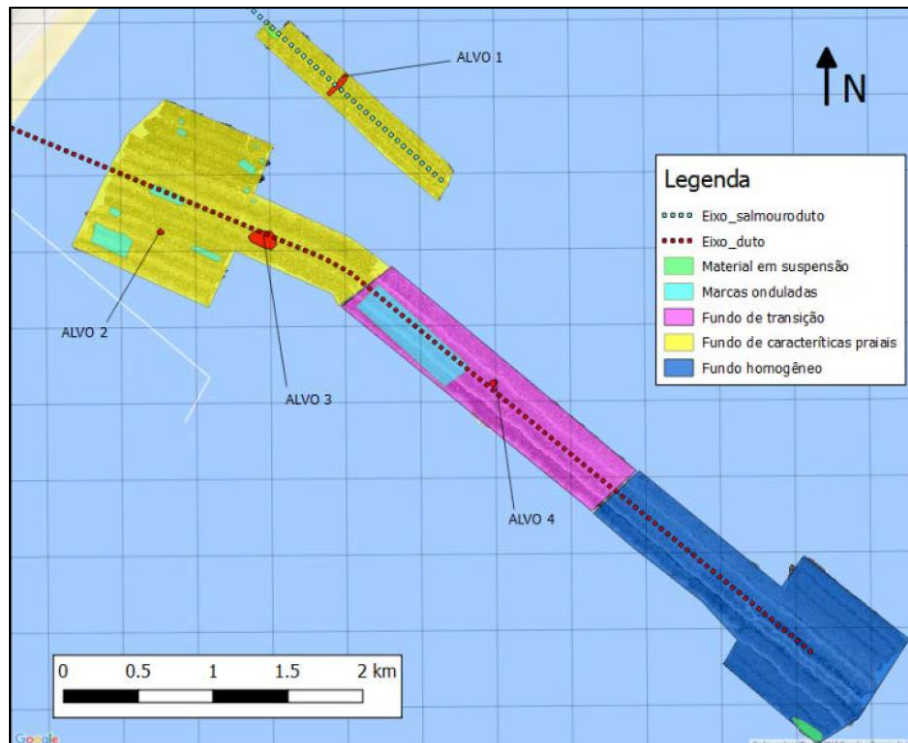
A área de mangue está localizada às margens do rio Pomonga, sendo ambiente associado ao seu regime. O manguezal se estende, em largura, até as margens do rio Pomonga e em extensão até os estuários dos rios Sergipe e Japarutuba.

O mangue se caracteriza por um ecossistema costeiro de transição entre os ambientes terrestre e marinho, se configurando como uma zona úmida, normalmente associado às margens de baías, enseadas, desembocaduras de rios, lagoas, etc., onde haja o encontro de águas pluviais com a água do mar, ou seja, sob a influência das marés.

- **Modelado do fundo marinho**

Na porção marinha, o empreendimento estará assentado em um fundo marinho plano, levemente inclinado para leste, cuja denominação fisiográfica é plataforma continental com declividade média de 0,5 grau.

Segundo o levantamento batimétrico e sísmico realizado em 2017 pela Belov Obras Portuárias, o terreno pode ser compartimentado entre (i) fundo com características de praia, a saber: fundo arenoso com marcas de ondulação proeminente e evidências de areia retrabalhada; (ii) fundo homogêneo, caracterizado por leito plano e características mais lamosas; e (iii) fundo de transição, referente a um ambiente com mistura de sedimentos e marcas de fundo, sendo predominantemente plano, mas com marcas mais amplas de ondulação a forte ondulada na faixa mais próxima à linha de costa; como ilustra a Figura 7.1-26.



Fonte: Belov, 2017.

Figura 7.1-26: Mosaico de dados de imageamento interpretado.

Toda a área compreendida pela área de estudo pertence à unidade fisiográfica Plataforma Continental. No entanto, cabe destacar que em seu limite (aos 10 km de distância) há a embocadura do cânion Japarutuba, com quebra abrupta de talude onde localiza-se a Pedra do Grageru, a 30 m de profundidade, a sudoeste da foz do rio Japarutuba.

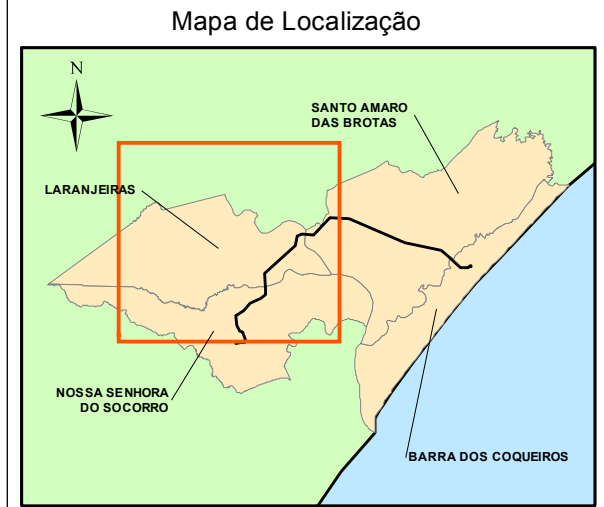
Esta Pedra [do Grageru] fica submersa no ápice deste cânion, inserido em uma zona submersa de sedimentação lamosa, a 30 m de profundidade e se eleva a 5 m de fundo, tendo 50 m de largura e 3 km de comprimento. Essa feição é formada por arenitos na base, sobrepostos por corais.

7.1.6 Espeleologia

Segundo definição do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio, espeleologia é o estudo das cavernas, de sua gênese e evolução, do meio físico que elas representam, de seu povoamento biológico atual ou passado, bem como dos meios ou técnicas que são próprias ao seu estudo.

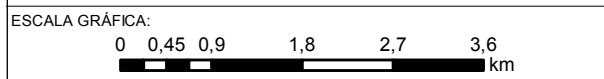
Com base no mapeamento realizado pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas – CECAV / ICMBio, dos municípios atravessados pela Linha de Transmissão 500 kV, dois deles apresentam ao todo 24 formações cársticas, sendo 17 em Laranjeiras e 7 em Nossa Senhora do Socorro, todas fora das áreas de influência consideradas.

A formação de cavidade mais próxima da Linha de Transmissão 500 kV é a Gruta Pedra Furada II (Gruta da Mussuca) que se encontra no município Laranjeiras, a aproximadamente 01 km da torre 22/2, como ilustra a Figura 7.1-27.



- LEGENDA:**
- Traçado da LT
 - ADA
 - AID Físico e Biótico
 - AII Físico e Biótico
 - Cavidades Naturais Subterrâneas

- Litologia**
- ENb Grupo Barreiras
 - K1ra Membro Riachuelo - Angico
 - K1rm Membro Maruin
 - K1rt Membro Taquari
 - K2ca Formação Calumbi
 - K2cta Membro Aracaju
 - K2cts Membro Sapucari
 - Q1tm Terraços Marinheiros Pleistocênicos
 - Q2a Camada Depósitos Aluvionares
 - Q2pm Depósitos de Pântanos e Mangues
 - Q2tm Terraços Marinheiros Holocênicos



NOTAS:
 Sistema de Coordenadas Geográficas: SIRGAS 2000
 Graus Decimais

REFERÊNCIA: Google Earth Pro, 2015
 IBGE, 2015
 ANA, 2012
 ICMBio (CECAV), 2017
 CPRM, 2014

ch2mSM

TÍTULO:
 Espeleológico

PROJETO:
 Estudo Integrado de Impacto Ambiental

ESCALA: 1:75.000	DATA: 04/09/2017	PROJ.: rutima	VERIF.: JS	APROV.: VN	REV.: RA0
---------------------	---------------------	------------------	---------------	---------------	--------------

Espeleologia

Embora a Linha de Transmissão não intercepte, nem abranja em suas áreas de influência consideradas, nenhuma das formações acima citadas, observa-se que em sua maioria as cavidades encontram-se alocadas nos calcilitos do Membro Sapucari, membro inferior da Formação Cotinguiba (Grupo Sergipe). Considerando que o traçado da LT atravessará áreas de ocorrência de calcilitos do Membro Sapucari, de forma irregular entre as torres 13/2 e 31/2, deve-se atentar ao potencial de dissolução associado a tais áreas, uma vez que são formadas por rochas carbonáticas e, portanto, favoráveis ao desenvolvimento de cavidades e dolinas.

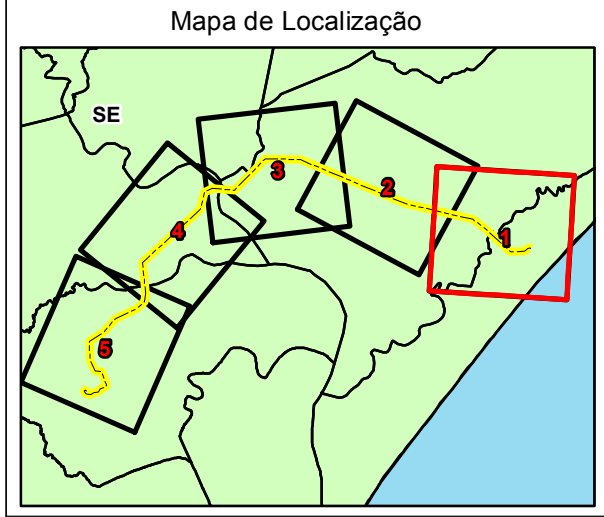
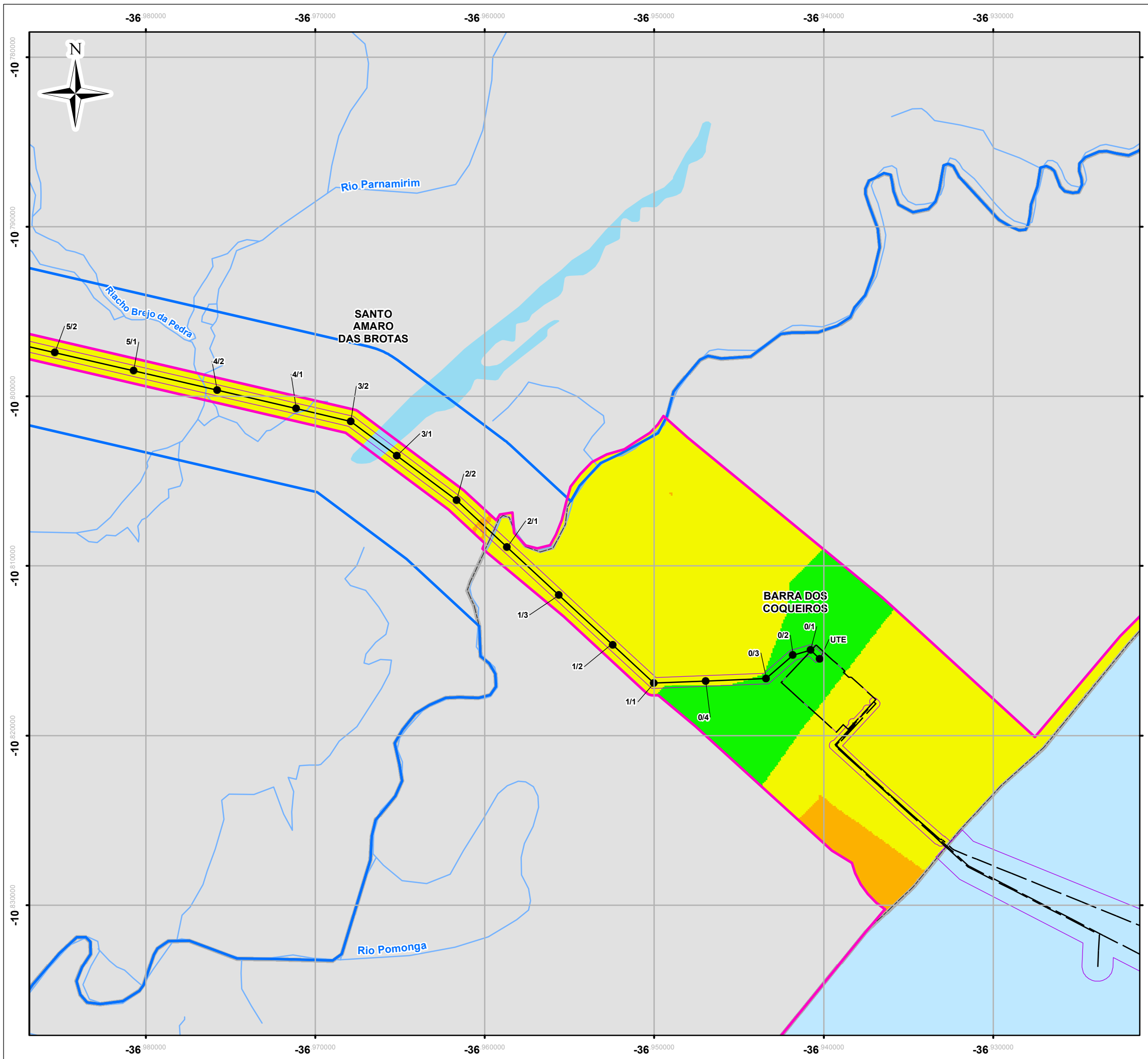
7.1.7 Fragilidade e Vulnerabilidade Ambiental

O mapa de fragilidade ambiental tem como função básica o subsídio ao planejamento estratégico ambiental. Com o uso de linguagem cartográfica temática é capaz de constituir importante ferramenta para tomada de decisão. Este mapa foi produzido com base nas metodologias descritas em Ross (1997) e Spörl e Ross (2004). Nestes trabalhos foram descritos métodos para a constituição de um índice capaz de expressar sinteticamente a correlação entre diversos fatores ambientais preponderantes para a manutenção do equilíbrio dinâmico de um dado ambiente em estado natural ou de repouso. Esse índice é denominado Índice de Fragilidade Ambiental.

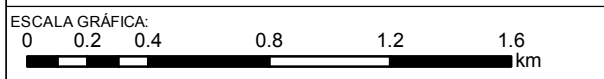
Primeiramente, como apontam os referidos trabalhos e demais estudos sobre o tema, há que se elencar uma série de variáveis geomorfométricas, de recobrimento da superfície, de capacidade de absorção de água, de suporte subsuperficial, entre outras, as quais expressem tais fatores ambientais. É importante referir que as variáveis podem e devem ser manejadas conforme o objetivo do estudo, a região estudada, escala de trabalho e profundidade de análise. Para os objetivos desse estudo foram utilizadas as seguintes variáveis: índice de declividade, pedologia, pluviometria e uso da terra.

A estas variáveis foram agregados valores e realizada interpolação em ambiente SIG de forma a categorizar suas fragilidades e combiná-las de forma ponderada, resultando em um mapa que sintetiza a relação entre diferentes aspectos.

O Índice de Fragilidade Ambiental, resultante desse processo, foi expresso em cinco categorias qualitativas que expressam uma gradação na suscetibilidade à perda do equilíbrio natural das áreas estudadas mediante uma intervenção antrópica (*layer* de uso e ocupação do solo). As categorias clássicas utilizadas em Cartas de Fragilidade Ambiental são: fragilidade muito alta, fragilidade alta, fragilidade média, fragilidade baixa, fragilidade muito baixa. Na área estudada foram encontradas apenas as classes de baixa a muito alta, conforme apresentado no Mapa de Fragilidade Ambiental na Figura 7.1-28.



- LEGENDA:**
- Torre
 - Linha de Transmissão (LT)
 - Rede hidrográfica
 - ▭ Limite municipal
 - Empreendimento
- Áreas de Influência**
- ▭ Área Diretamente Afetada - ADA
 - ▭ Área de Influência Indireta - AID
 - ▭ Área de Influência Indireta - AII
- Fragilidade Ambiental**
- ▭ Baixa
 - ▭ Média
 - ▭ Alta



NOTAS:
 Sistema de Coordenadas Geográficas: SIRGAS 2000
 Graus Decimais

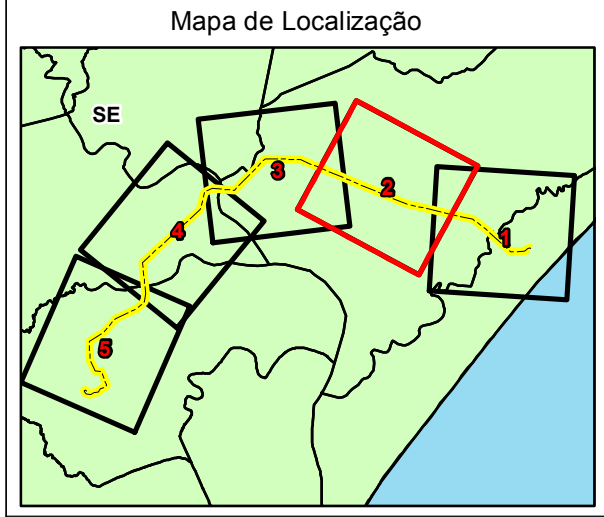
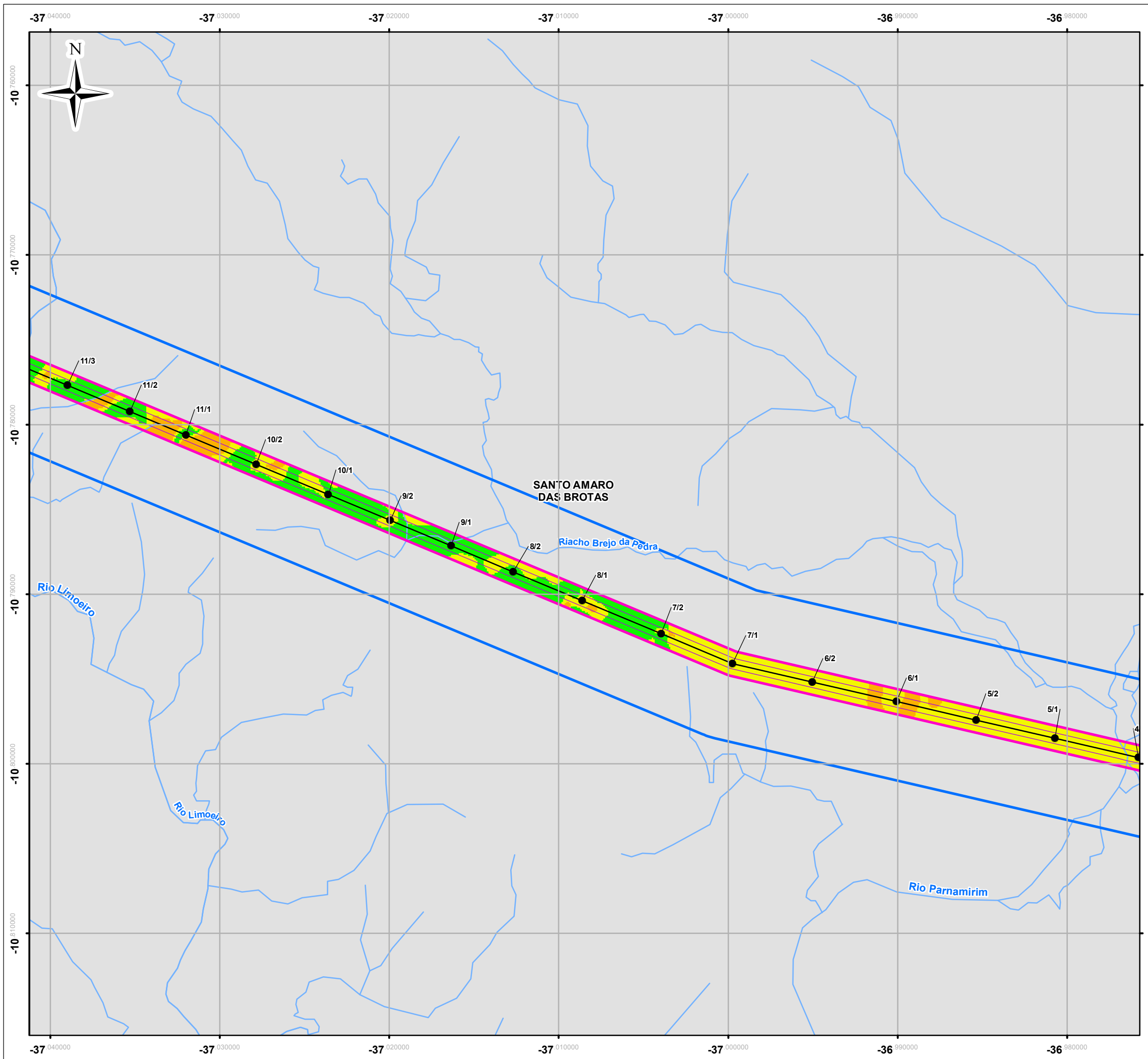
REFERÊNCIA:
 IBGE, 2015 Atlas Digital de Sergipe, 2017
 ANA, 2012 CPRM, 2005
 Celse, 2017



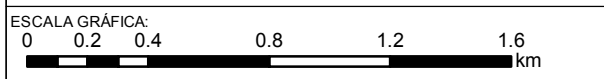
TÍTULO:
 Fragilidade Ambiental

PROJETO:
 Estudo Integrado de Impacto Ambiental

ESCALA:	DATA:	PROJ.:	VERIF.:	APROV.:	REV.:
1:25,000	9/6/2017	rutima	JS	VN	RA0



- LEGENDA:**
- Torre
 - Linha de Transmissão (LT)
 - Rede hidrográfica
 - ▭ Limite municipal
 - Áreas de Influência**
 - ▭ Área Diretamente Afetada - ADA
 - ▭ Área de Influência Indireta - AID
 - ▭ Área de Influência Indireta - AII
 - Fragilidade Ambiental**
 - Baixa
 - Média
 - Alta
 - Muito Alta



NOTAS:
 Sistema de Coordenadas Geográficas: SIRGAS 2000
 Graus Decimais

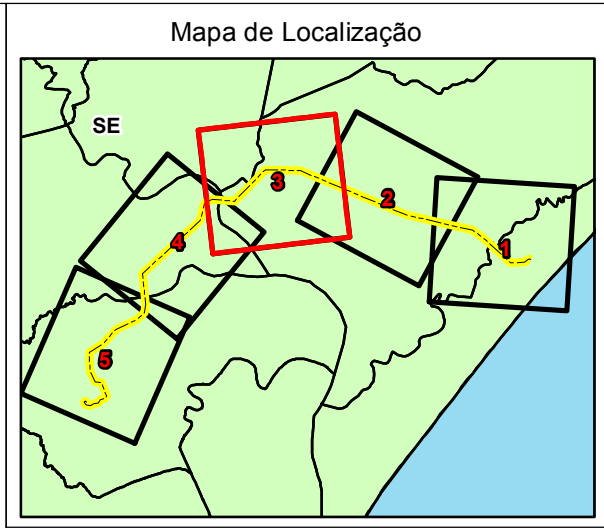
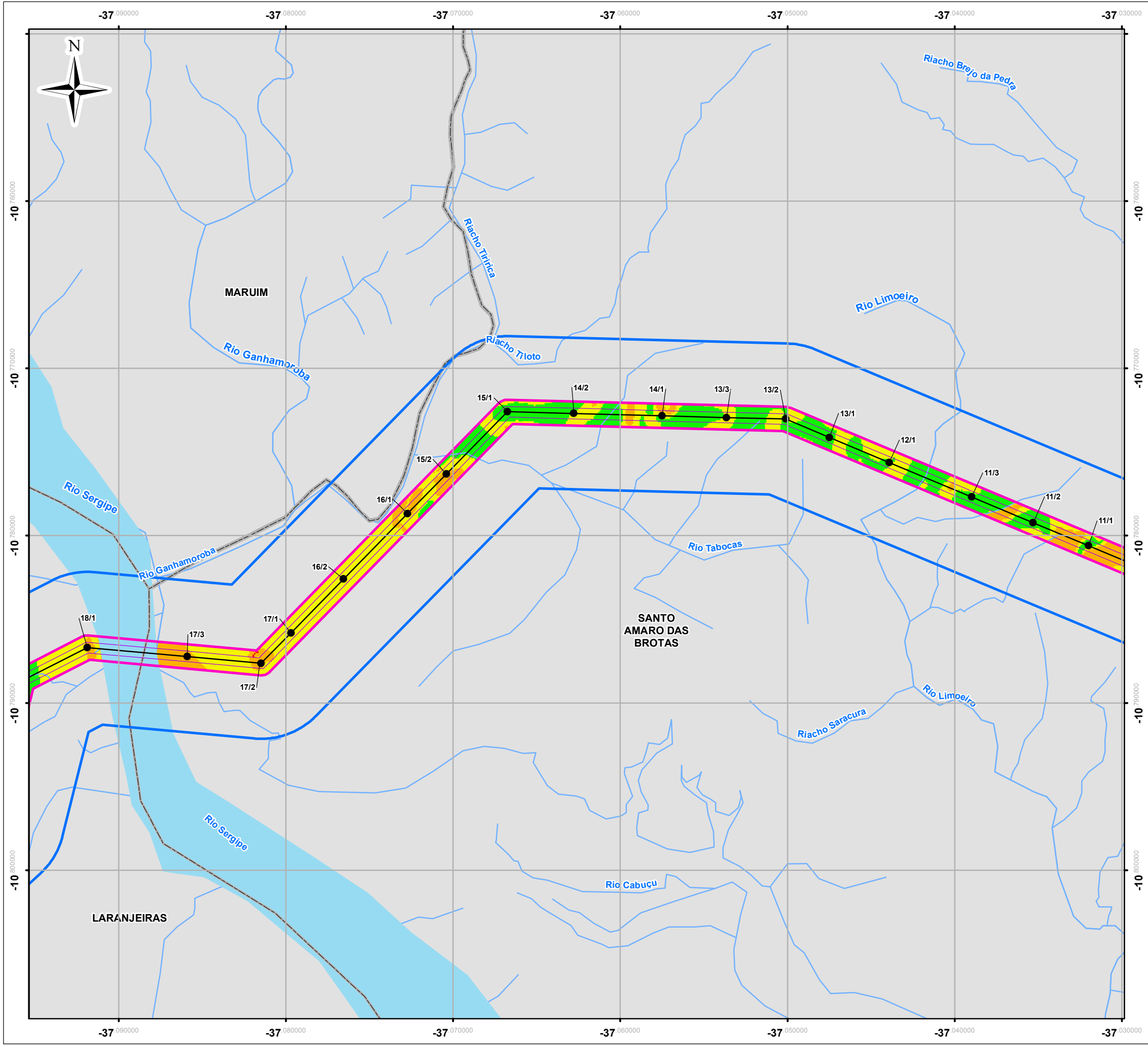
REFERÊNCIA:
 IBGE, 2015 Atlas Digital de Sergipe, 2017
 ANA, 2012 CPRM, 2005
 Celse, 2017



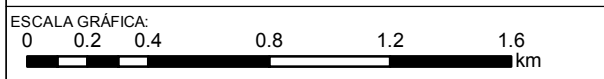
TÍTULO:
Fragilidade Ambiental

PROJETO:
 Estudo Integrado de Impacto Ambiental

ESCALA: 1:25,000	DATA: 9/6/2017	PROJ.: rutima	VERIF.: JS	APROV.: VN	REV.: RA0
---------------------	-------------------	------------------	---------------	---------------	--------------



- LEGENDA:**
- Torre
 - Linha de Transmissão (LT)
 - Rede hidrográfica
 - ▭ Limite municipal
 - Áreas de Influência**
 - ▭ Área Diretamente Afetada - ADA
 - ▭ Área de Influência Indireta - AID
 - ▭ Área de Influência Indireta - AII
 - Fragilidade Ambiental**
 - Baixa
 - Média
 - Alta
 - Muito Alta



NOTAS:
 Sistema de Coordenadas Geográficas: SIRGAS 2000
 Graus Decimais

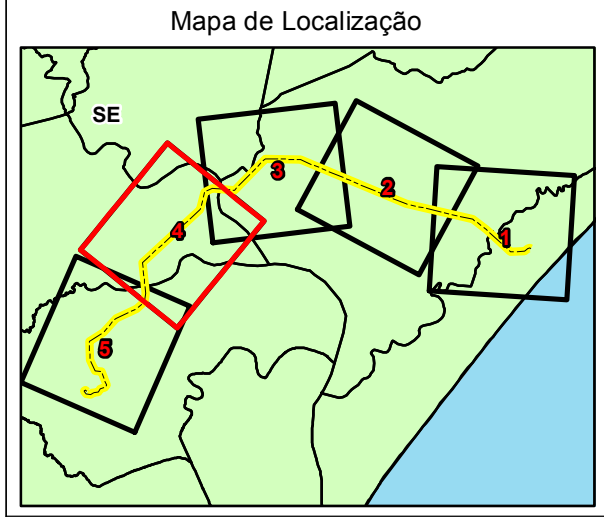
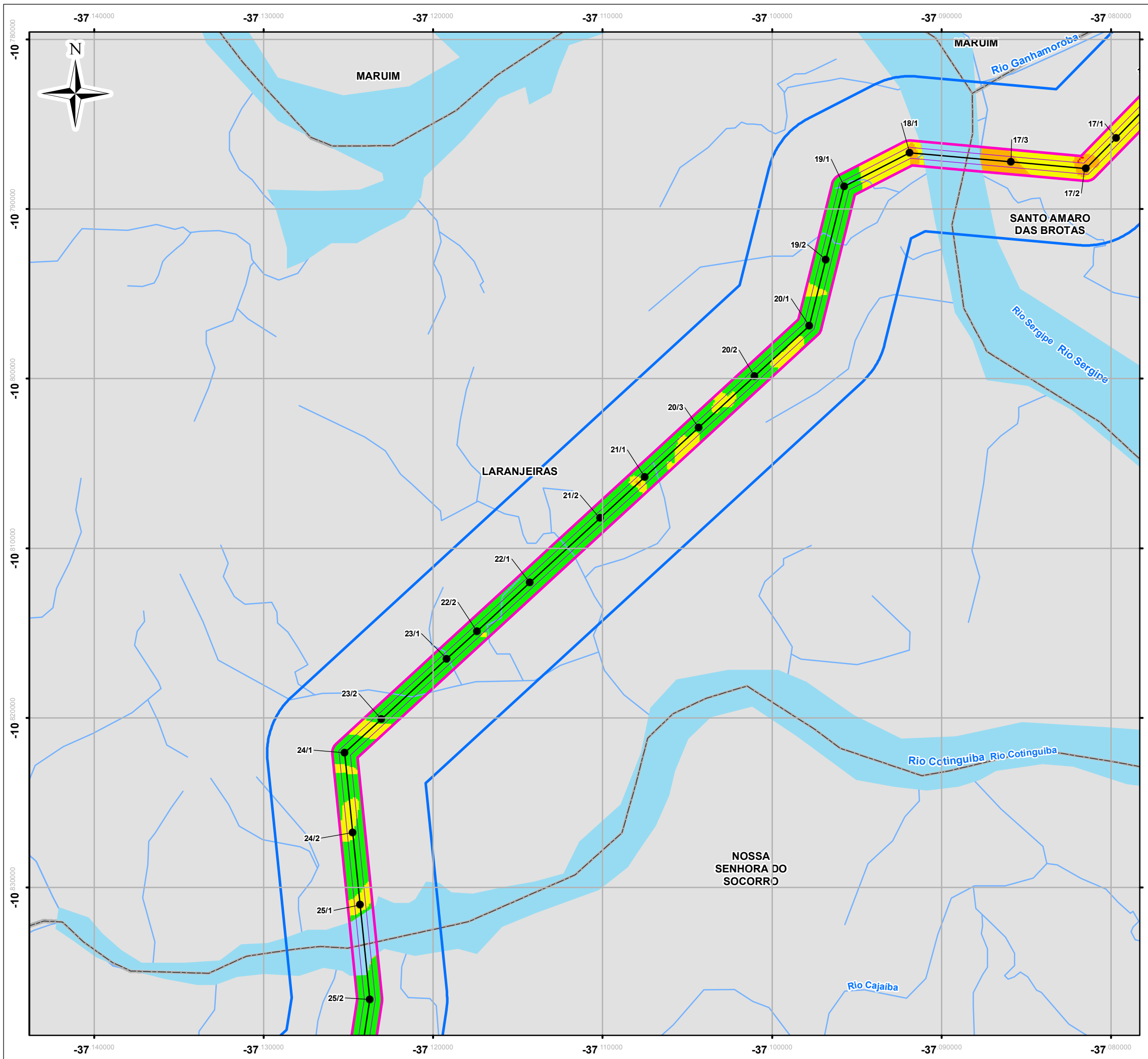
REFERÊNCIA:
 IBGE, 2015 Atlas Digital de Sergipe, 2017
 ANA, 2012 CPRM, 2005
 Celse, 2017



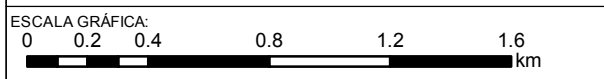
TÍTULO:
Fragilidade Ambiental

PROJETO:
 Estudo Integrado de Impacto Ambiental

ESCALA:	DATA:	PROJ.:	VERIF.:	APROV.:	REV.:
1:25,000	9/6/2017	rutima	JS	VN	RA0



- LEGENDA:**
- Torre
 - Linha de Transmissão (LT)
 - Rede hidrográfica
 - ▭ Limite municipal
 - Áreas de Influência**
 - ▭ Área Diretamente Afetada - ADA
 - ▭ Área de Influência Indireta - AID
 - ▭ Área de Influência Indireta - AII
 - Fragilidade Ambiental**
 - ▭ Baixa
 - ▭ Média
 - ▭ Alta
 - ▭ Muito Alta



NOTAS:
 Sistema de Coordenadas Geográficas: SIRGAS 2000
 Graus Decimais

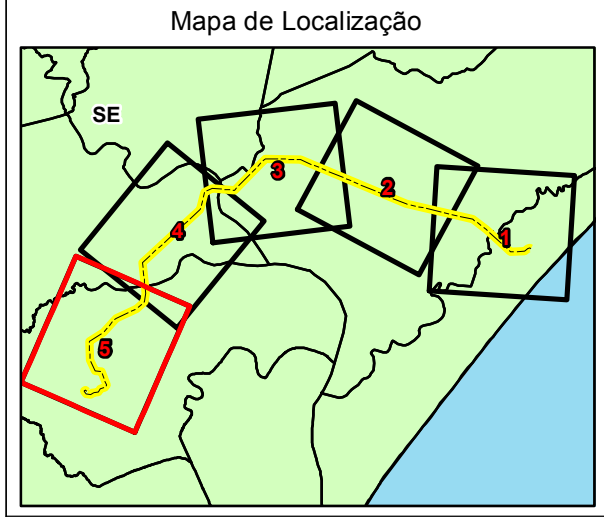
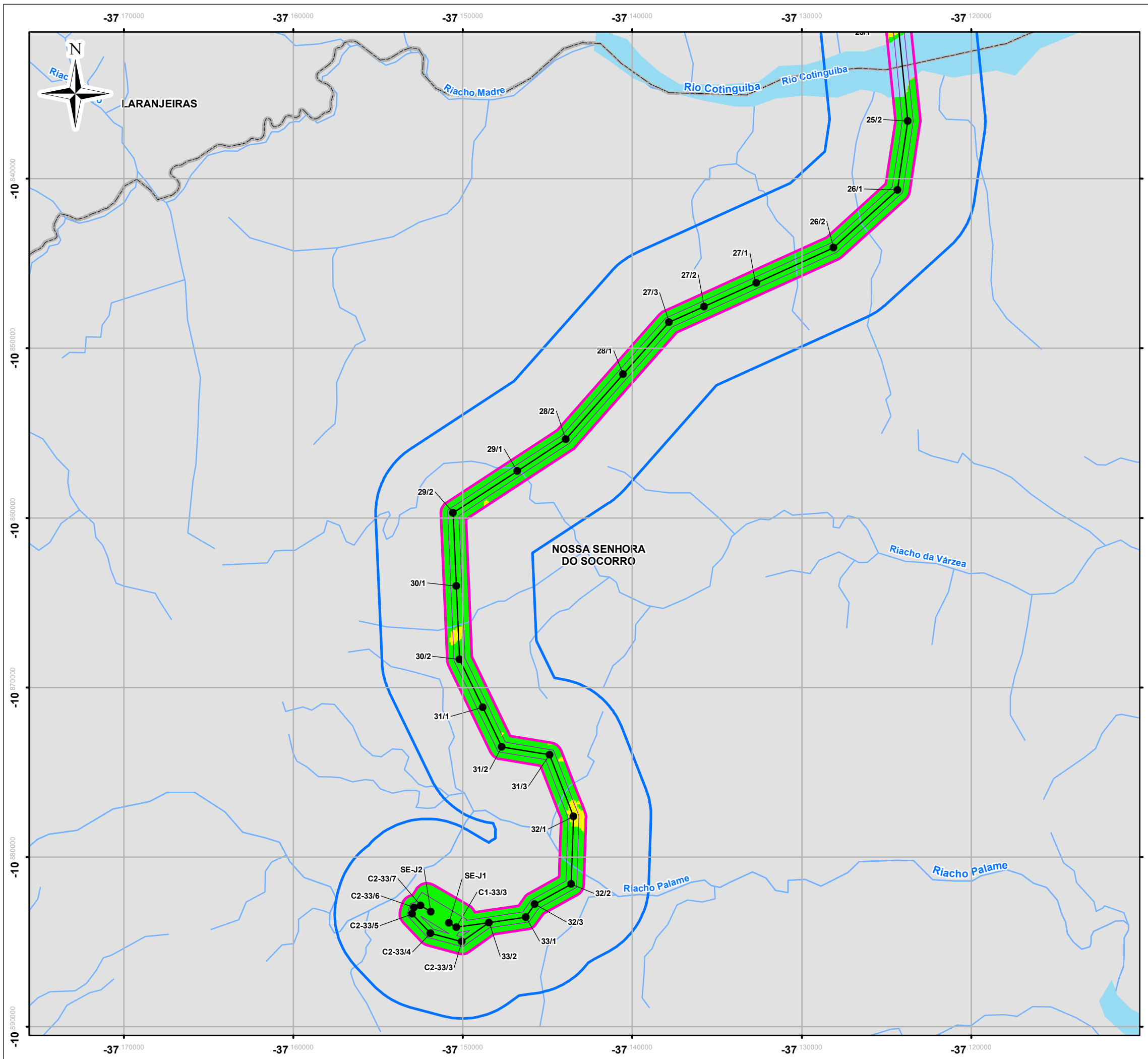
REFERÊNCIA:
 IBGE, 2015 Atlas Digital de Sergipe, 2017
 ANA, 2012 CPRM, 2005
 Celse, 2017



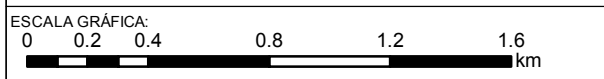
TÍTULO:
Fragilidade Ambiental

PROJETO:
 Estudo Integrado de Impacto Ambiental

ESCALA: 1:25,000	DATA: 9/6/2017	PROJ.: rutima	VERIF.: JS	APROV.: VN	REV.: RA0
---------------------	-------------------	------------------	---------------	---------------	--------------



- LEGENDA:**
- Torre
 - Linha de Transmissão (LT)
 - Rede hidrográfica
 - ▭ Limite municipal
 - Áreas de Influência**
 - ▭ Área Diretamente Afetada - ADA
 - ▭ Área de Influência Indireta - AID
 - ▭ Área de Influência Indireta - AII
 - Fragilidade Ambiental**
 - ▭ Baixa
 - ▭ Média
 - ▭ Alta



NOTAS:
 Sistema de Coordenadas Geográficas: SIRGAS 2000
 Graus Decimais

REFERÊNCIA:
 IBGE, 2015 Atlas Digital de Sergipe, 2017
 ANA, 2012 CPRM, 2005
 Celse, 2017



TÍTULO:
Fragilidade Ambiental

PROJETO:
 Estudo Integrado de Impacto Ambiental

ESCALA:	DATA:	PROJ.:	VERIF.:	APROV.:	REV.:
1:25,000	9/6/2017	rutima	JS	VN	RA0

O índice foi calculado para a Área de Influência (AID) do Meio Físico e Biótico e é adequado para análises até uma escala de 1:25.000, como foi apresentado.

As áreas de baixa fragilidade associam-se aos fragmentos bem preservados de vegetação, quando associados a áreas de relevo mais acidentados, ou a áreas planas, quando já antropizado (com cobertura de pastos, por exemplo). Na região costeira, esta classe associa-se às áreas planas do relevo onde prevalece coberto por vegetação. No mapa, essas áreas são majoritariamente localizadas na área da LT, entre as torres 19/1 e 33/7, e meia porção da área da UTE Porto de Sergipe I.

As áreas de média fragilidade estão representadas nas áreas de declividades menores que 20%, onde também são observados substratos rochosos cristalino (quando comparados ao mapa geológico (Figura 7.1-12), solos de comportamento laterítico e cobertura vegetal. Na zona costeira, a classe de fragilidade média associa-se a áreas de mata de restinga, enquanto que na zona mais interna, de relevo de morros, associa-se a manchas de vegetação em formações florestais (Floresta Estacional Semidecidual). No mapa, essas áreas ocupam majoritariamente a AID da UTE e os trechos do traçado da LT entre as torres 1/1 e 7/1, 16/1 e 17/1.

As áreas de alta fragilidade distribuem-se em função da fragilidade associada a classe de solo, presença de vegetação de gramíneas e manguezais. Na zona costeira, embora muito discretas, estas classes estão associadas aos sedimentos arenosos expostos na zona de praia. Essas áreas estão majoritariamente localizadas na área da LT, entre as torres 10/2 e 11/1, 15/2 e 16/1, 17/2 e 18/1, e em um trecho na área da praia, próxima ao traçado dos dutos.

As classes de fragilidade muito alta distribuem-se pontualmente e aparecem em áreas muito restritas da AID, mais especificamente próximas às torres 17/3 e 17/1.

No que se refere a vulnerabilidade ambiental da AID do empreendimento, embora na maior parte do traçado da LT as áreas sejam de baixa fragilidade, entre os trechos das torres 13/2 e 31/1, foi identificada a ocorrência de calcilutitos da Formação Cotinguiba, que apresenta alto potencial de dissolução, sendo favoráveis ao desenvolvimento de cavidades e dolinas, que cobertos por uma camada de espessura significativa de material inconsolidado ou pouco consolidado, como solos ou sedimentos, configura-se como carste coberto, que apresenta uma suscetibilidade natural ao desenvolvimento de processos de subsidência e colapso do terreno em superfície, o que pode implicar em riscos geotécnicos para a implantação do empreendimento, devendo ser consideradas áreas de atenção durante as fases de prospecção para definição do projeto executivo de engenharia individual das torres.

7.1.8 Recursos Minerais

Neste capítulo serão apresentados e discutidos os jazimentos minerais e sua situação legal em relação à área do empreendimento. Estes serão abordados de acordo com seu ponto de vista factual, ou seja, o que é conhecido em termos de indícios, ocorrências, depósitos, jazidas, garimpos e minas. Será apresentada a quantificação dos títulos minerários relacionando-os com as principais substâncias requeridas.

Na região em análise, há 49 áreas em que algum tipo de requisição para atividade de mineração foi solicitada ou concedida. São muitos os depósitos úteis para o setor de construção civil, sendo os bens minerais de maior recorrência a argila e os sais de potássio, empregados na indústria.

Para a identificação e mapeamento da situação minerária local foi realizado um levantamento das áreas que constam no sistema do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) como áreas em que algum tipo de requisição para atividade de mineração foi solicitado ou concedido. Esse levantamento foi feito para os municípios de Barra dos Coqueiros, Pirambu, Santo Amaro das Brotas, Laranjeiras, Nossa Senhora do Socorro e Aracaju, de forma a ser verificada qual a situação da região

em relação à mineração e principalmente se ocorrem intersecções entre áreas concedidas para atividade de mineração e o empreendimento, bem como suas áreas de influência.

Os dados obtidos permitiram a elaboração de gráficos e figuras nos quais se basearam a identificação e interpretação do comportamento mineral no estado de Sergipe, mais especificamente na área do empreendimento.

7.1.8.1 Ocorrência Mineral Regional

Segundo a o Serviço Geológico do Brasil – CPRM, o Estado de Sergipe abrange diversas potencialidades do ponto de vista de recursos minerais. A Bacia Sergipe-Alagoas situa-se na margem continental do nordeste brasileiro, cobrindo cerca de 35.000 km² dos quais dois terços estão em sua porção marítima.

A bacia é uma província mineral importante com destaque para a presença de depósitos de sais e evaporitos (salgema, potássio, petróleo, gás natural, calcário e outros).

As substâncias minerais não metálicas produzidas no Estado de Sergipe pertencem às seguintes classes: matérias-primas para a indústria química (sal-gema e sal marinho); fertilizantes inorgânicos (sais de potássio); materiais de construção e cerâmicos (pedra de construção e enrocamento, pedra britada, areia e saibro, argila para cerâmica estrutural e de revestimento, calcário para cimento, cal, gesso, corretivo de solos e rochas ornamentais); águas; e hidrocarbonetos (petróleo e gás natural).

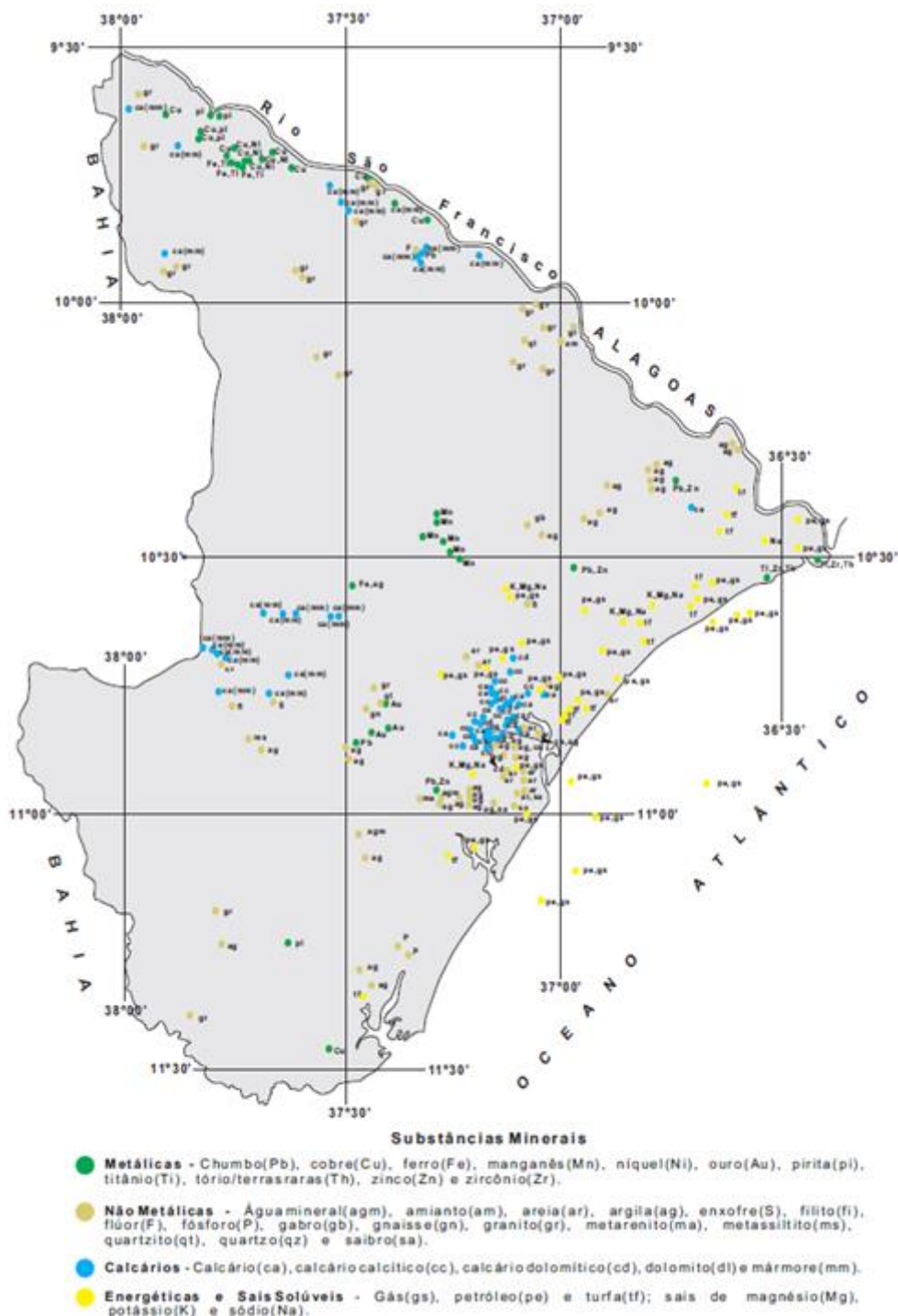
Em relação às substâncias metálicas, não há referência de que qualquer substância dessa classe tenha contribuído para a produção mineral de Sergipe, segundo dados da CPRM. No entanto, um prospecto em desenvolvimento pela CPRM tem perspectivas de que depósitos de cobre associado a níquel, possam ser economicamente viáveis no estado. Outro depósito de cobre, não associado a níquel e já pesquisado, mostrou-se subeconômico, tendo em vista que, além de pequeno, os teores são baixos.

No levantamento de geodiversidade do Estado de Sergipe realizado pela CPRM, a área possui alto potencial para bens de emprego na área civil, principalmente em decorrência da exploração de dos minérios não metálicos.

Em relação às substâncias não metálicas, nesta categoria destacam-se os materiais para construção que incluem os agregados: areia, saibro e brita; argila, filito e materiais para revestimento que abrangem jazimentos de gabro, gnaiss, granito, metarenito, metassiltito e quartzito. Além dos materiais para construção, já relacionados, também a água mineral tem sido objeto de aproveitamento industrial.

Devido ao ordenamento das atividades garimpeiras, o número de áreas licenciadas e exploradas corretamente, devidamente cadastradas junto aos órgãos competentes vem crescendo.

Nas áreas de interferência para a construção do empreendimento os minerais encontrados são aqueles empregados nos setores de construção civil, como areia, argila e calcário e de fertilizantes, com a exploração de sais de potássio. A seguir é apresentado o mapa de jazimentos minerais do estado de Sergipe (Figura 7.1-29).



Fonte: CPRM, 1998

Figura 7.1-29: Mapa de Jazimentos Minerais do Estado de Sergipe

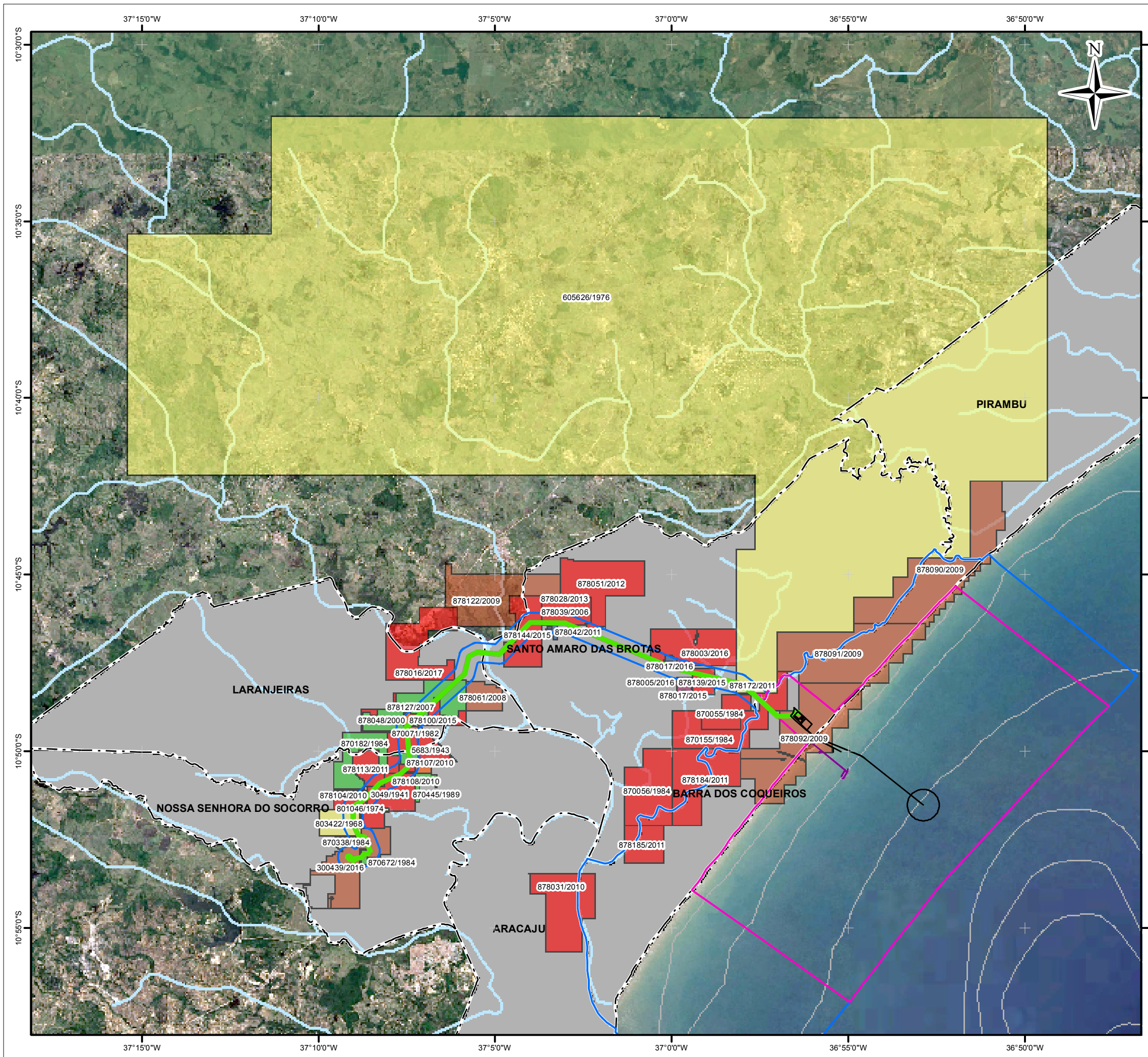
7.1.8.2 Situação Legal

A área de abrangência do estudo compreende os municípios de Barra dos Coqueiros, Pirambu, Santo Amaro das Brotas, Laranjeiras, Nossa Senhora do Socorro e Aracaju. Foram levantadas as áreas minerárias que constam na área de influência do empreendimento requeridas para aproveitamento mineral existentes para estes municípios. Conforme consta no site do DNPM em consulta realizada em 04 de agosto de 2017, existem 49 processos ativos para os municípios consultados.

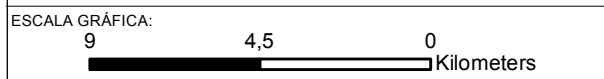
Destes processos, as quantidades verificadas para cada fase correspondente são listadas a seguir:

- 2 áreas em fase de Requerimento de Pesquisa, sendo 1 área para exploração de sais de potássio para uso industrial, e 1 área para exploração de calcário para uso em construção civil.
- 23 áreas em fase de Autorização de Pesquisa, sendo 4 áreas para a exploração de areia para uso de construção civil, 4 para a exploração de argila para uso industrial, 4 para a exploração de calcário para fabricação de cimento e brita, 8 para a exploração de sais de potássio para uso industrial, 1 área para a exploração de arenito e 2 áreas para a exploração de turfa para uso não informado.
- 5 áreas em fase de Requerimento de Lavra, sendo 3 áreas para exploração de argila para uso industrial, e 2 áreas para exploração de calcário sem uso informado.
- 6 áreas em fase de Concessão de Lavra, sendo 3 áreas para a exploração de argila, 1 área para a exploração de salgema, 1 área para a exploração de calcário e brita, e 1 área para a exploração de silvinita. Estas áreas não apresentam a informação para o seu uso.
- 2 áreas em fase de Requerimento de Licenciamento, sendo 1 área para exploração de areia e 1 área para exploração de calcário, ambas para uso em construção civil.
- 5 áreas em fase de Licenciamento, sendo 2 áreas para exploração de areia, 2 áreas para extração de calcário, e 1 área para exploração de cascalho, todas para uso em construção civil.
- 6 áreas com Disponibilidade, sendo 4 para a exploração de salgema para uso industrial e 2 áreas para a exploração de calcário para fabricação de cimento.

A Figura 7.1-30, a seguir, apresenta as áreas em processos minerários nos municípios interceptados pelo Complexo Termoelétrico Porto de Sergipe I.



- LEGENDA:**
- Terminal Marítimo Inácio Barbosa - TMIB
 - UTE e Offshore
 - Área Diretamente Afetada (ADA) - 70m
 - Área de Interferência Direta (AID) Meio Físico e Biótico
 - Área de Interferência Indireta (AII) Meio Físico e Biótico
 - Corpo de água
 - Limite Municipal
 - Batimetria (m)
- Fase dos Processos Minerários**
- AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA
 - CONCESSÃO DE LAVRA
 - DISPONIBILIDADE
 - LICENCIAMENTO
 - REQUERIMENTO DE LAVRA
 - REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO
 - REQUERIMENTO DE PESQUISA



NOTAS:
 Sistema de Coordenadas Geográficas: SIRGAS 2000
 Graus Decimais

REFERÊNCIA:
 Processos Minerários - SigMine (DNPM)
 GoogleEarth Pro, 2016



TÍTULO:
**Processos Minerários SigMine (DNPM)
 AII**

PROJETO:
 Estudo Integrado de Impacto Ambiental

ESCALA:	DATA:	PROJ.:	VERIF.:	APROV.:	REV.:
1:200.000	08/08/2017	rutima	KO	MS	RA0

Na All do empreendimento ao todo são requeridos 9 bens minerais, sendo estes: Areia, Arenito, Argila, Calcário, Cascalho, Sais de Potássio, Salgema, Silvinita e Turfa. O Gráfico 7.1-10 abaixo apresenta a quantidade de requerimentos por bem mineral.

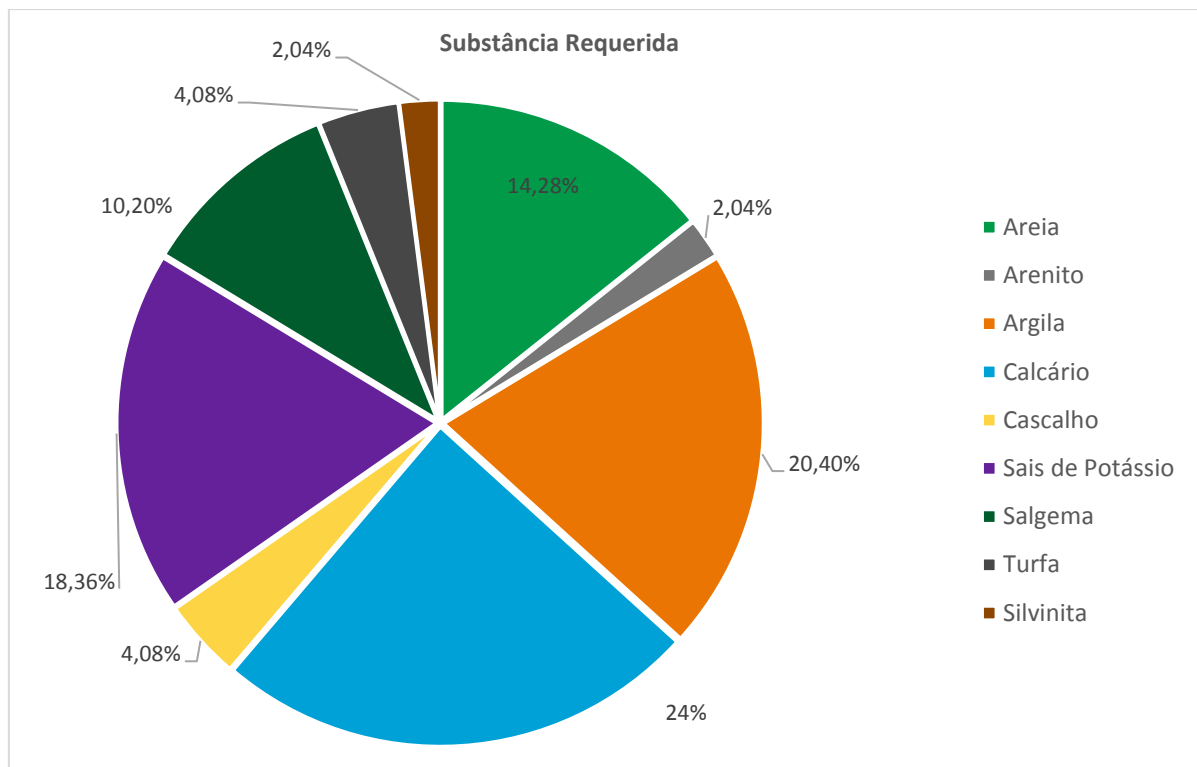


Gráfico 7.1-10: Bens minerais requeridos na All do empreendimento

Com base no Gráfico 7.1-10, é possível observar que os minerais calcário, argila e sais de potássio são os que perfazem 64% dos requerimentos de área. O Gráfico 7.1-11 apresenta a fase de requerimento, e a quantidade de cada um destes processos.

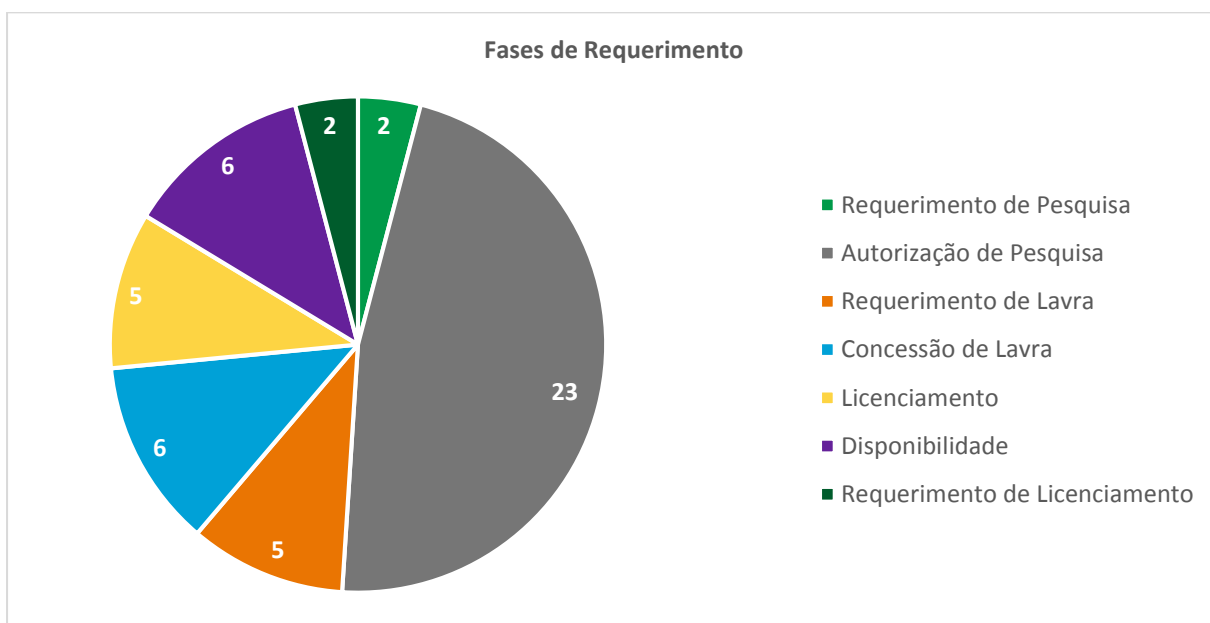


Gráfico 7.1-11: Fases de Requerimento dos processos presentes na área de influência do empreendimento

Aproveitamento Mineral junto ao DNPM nas áreas interceptadas da LT e UTE

As características geológicas e fisiográficas da região onde estão contidas as áreas de influência do empreendimento são potencialmente favoráveis à existência de acumulações de minerais não metálicos, sendo algumas áreas requeridas para aproveitamento mineral, como os bens utilizados na construção civil e na indústria.

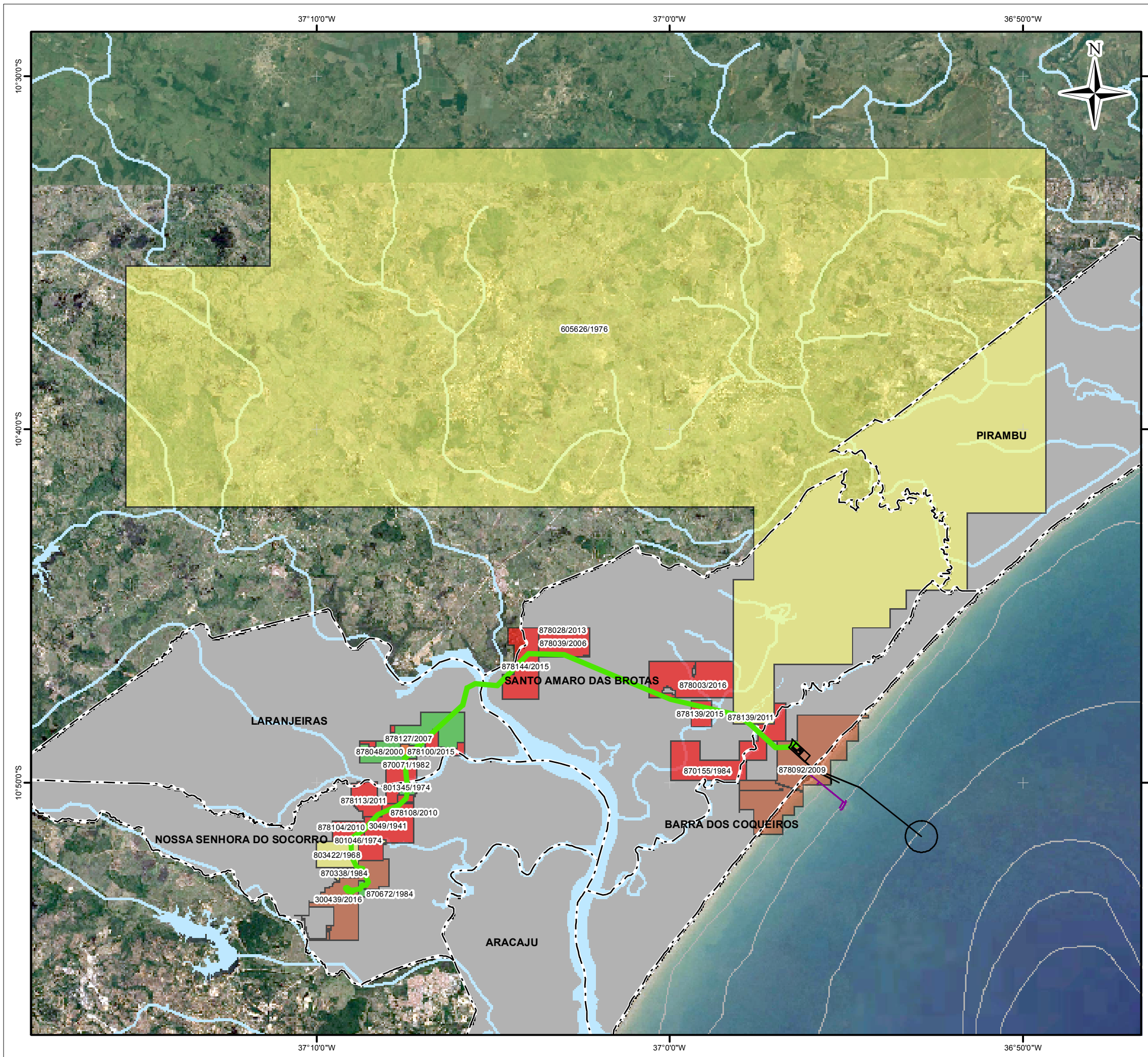
Dos títulos minerários (áreas requeridas) identificados nos municípios, abrangidas pela AII do empreendimento, 25 são interceptadas, seja pela área da UTE, seja pelo traçado da LT. O Quadro 7.1-2, abaixo, relaciona estas áreas e descreve sua situação.

Quadro 7.1-2: Títulos Minerários ordenados por “status” junto ao DNPM nas áreas interceptadas do empreendimento

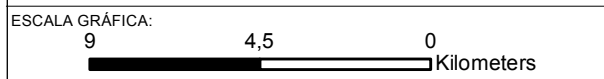
Nº do Processo	Fase	Nome	Substância	Uso	
878006/2017	Requerimento de pesquisa	Pedreira santa cruz Ltda	Calcário	Corretivo de solo	
878001/1995	Autorização de pesquisa	Cbe companhia brasileira de equipamento	Argila	Não informado	
878039/2006		Heladio maynard de faro	Calcário	Fabricação de cimento	
870155/1984		Companhia de pesquisa de recursos minerários	Não informado	Não informado	
878104/2010		Itaguassu agro industrial s a	Sais de potássio	Industrial	
878108/2010		Itaguassu agro industrial s a	Sais de potássio	Industrial	
878139/2011		Jazida lev terra Ltda	Areia	Construção civil	
878113/2011		B&a potássio mineração Ltda	Sais de potássio	Industrial	
878028/2013		Companhia industrial de cimento apodí	Calcário	Fabricação de cimento	
878100/2015		Pedreira santa cruz Ltda	Calcário	Brita	
878144/2015		Companhia industrial de cimento apodí	Argila	Industrial	
878139/2015		By materiais de construção Ltda me	Areia	Construção civil	
878003/2016		Jr materiais de construção Ltda me	Areia	Construção civil	
801345/1974		Requerimento de lavra	Itaguassu agro industrial s a	Calcário	Não informado
870672/1984			José francisco da silva filho	Argila	Não informado
878127/2007			Erg mineração e comércio Ltda	Argila	Industrial
3049/1941	Concessão de lavra	Itaguassu agro industrial s a	Argila	Não informado	
803422/1968		Votorantim cimentos n ne s a	Calcário	Não informado	
801046/1974		Itaguassu agro industrial s a	Argila	Não informado	

Nº do Processo	Fase	Nome	Substância	Uso
870338/1984		Itaguassu agro industrial s a	Argila	Não informado
605626/1976		Petróleo brasileiro s.a.	Silvinita	Não informado
878048/2000	Licenciamento	Pedreira santa cruz ltda	Calcário	Construção civil
878048/2000		Jazida lev terra ltda	Areia	Construção civil
878092/2009	Disponibilidade	B&a potássio mineração ltda	Salgema	Industrial
870071/1982		Companhia de desenvolvimento industrial e de recursos minerais de sergipe	Calcário	Não informado

A Figura 7.1-31 a disposição destes Processos em relação às áreas interceptadas da LT e UTE Porto de Sergipe I.



- LEGENDA:
- Terminal Marítimo Inácio Barbosa - TMIB
 - UTE e Offshore
 - Área Diretamente Afetada (ADA) - 70m
 - Massa de Água
 - Corpo de água
 - Limite Municipal
 - Batimetria (m)
- Fase dos Processos Minerários
- AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA
 - CONCESSÃO DE LAVRA
 - DISPONIBILIDADE
 - LICENCIAMENTO
 - REQUERIMENTO DE LAVRA
 - REQUERIMENTO DE PESQUISA



NOTAS:

REFERÊNCIA:
 Processos Minerários - SigMine (DNPM)
 GoogleEarth Pro, 2016



TÍTULO:
**Processos Minerários SigMine (DNPM)
 ADA**

PROJETO:
 Estudo Integrado de Impacto Ambiental

ESCALA: 1:200.000	DATA: 08/08/2017	PROJ.: rutima	VERIF.: JS	APROV.: VN	REV.: RA0
----------------------	---------------------	------------------	---------------	---------------	--------------

Como se observa, ao longo do traçado onde se pretende instalar a LT do Complexo Termoeletrico Porto de Sergipe I são observadas 24 áreas interceptadas, e 01 área está abrangida pela área da UTE e faixa de dutos.

Destas, 05 possuem concessão de lavra, constituindo-se em área para extração de calcário, argila e silvinita. Cumpre esclarecer que a porção que o traçado da LT intercepta estes Títulos Minerários são pequenos e atravessam as laterais das áreas de interesse, não seccionando-as.

As demais áreas encontram-se em fases iniciais do processo de lavra, ainda em requerimento de pesquisa, autorização de pesquisa, requerimento de lavra e processo de licenciamento. Na área compreendida pela UTE, consta uma área requerida, referente ao processo nº 87092/2009, que se encontra em disponibilidade para pesquisa, ou seja, a área não é mais objeto de processo para exploração de bem mineral, tendo sido “devolvida” ao DNPM para investigação. A substância referente ao título mineral é a salgema, utilizada para fins industriais.

O Gráfico 7.1-12, a seguir, indica as fases de requerimento dos bens minerais requeridos nas áreas interceptadas contemplando a LT e UTE.

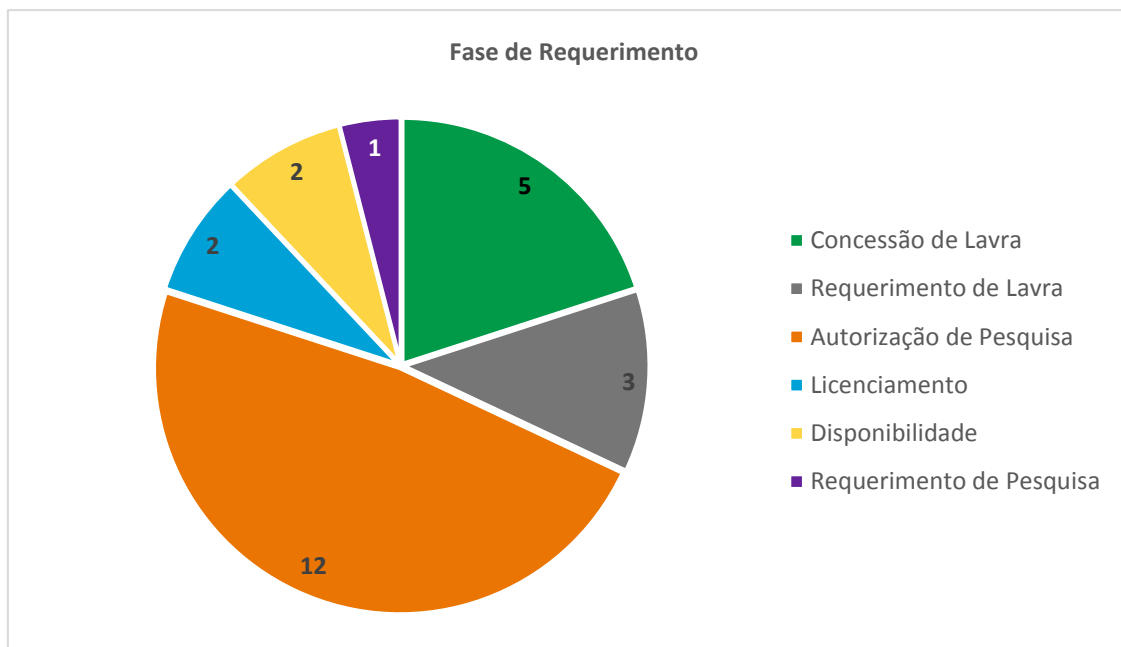


Gráfico 7.1-12: Fase do Requerimento dos diferentes bens minerais requeridos nas áreas interceptadas

Considerando que dentre os bens minerais requeridos nas áreas interceptadas pelo empreendimento, os minerais argila, calcário e areia encontram-se em maioria (76%), é de se esperar que o uso pretendido para tais bens minerais seja para a construção civil e a indústria, conforme apresentado a seguir no Gráfico 7.1-13.

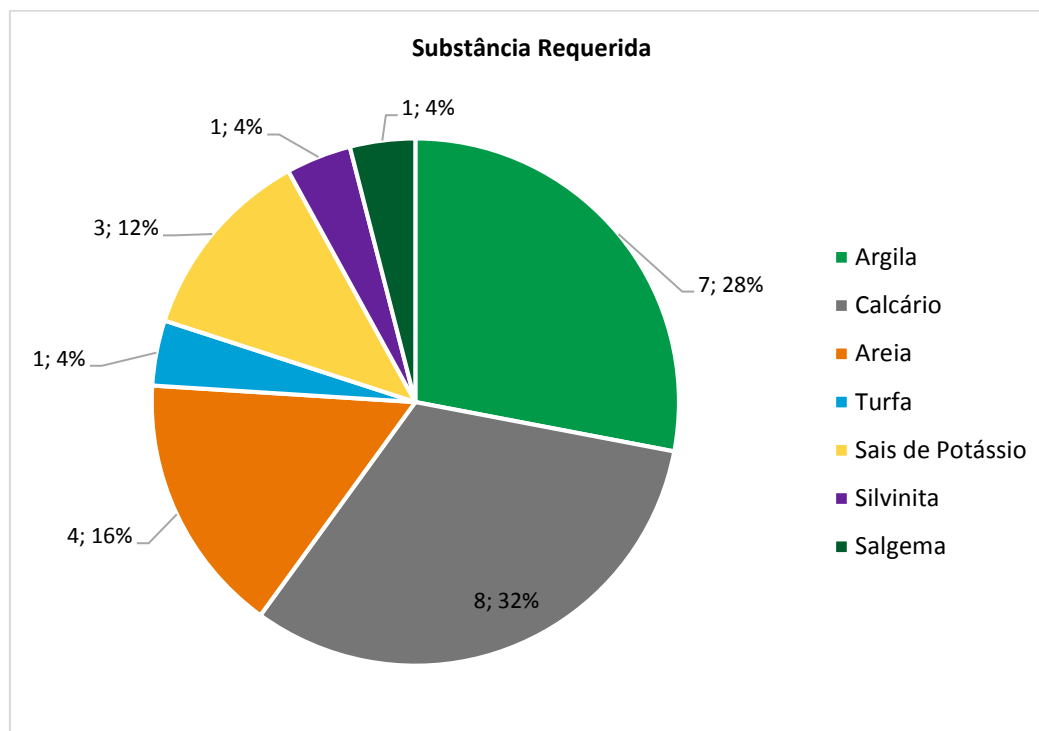


Gráfico 7.1-13: Bens Minerais requeridos nas áreas interceptadas da LT e UTE do Complexo Porto de Sergipe I

Recursos Hídricos

Em virtude da região estar situada na faixa tropical e ter como problema climático a irregularidade espacial da precipitação pluviométrica acentuada no Litoral, verifica-se que o estado de Sergipe apresenta um nível de umidade problemático devido à distribuição espacial. Por esta razão, é comum o aproveitamento da água subterrânea através da captação de água de poços tubulares (CPRM, 2002). Não se sabe, no entanto, os dados construtivos destes poços, uma vez que o cadastramento dos poços em sistemas integrados oficiais é voluntário.

Assim, a CPRM concebeu o Projeto Cadastro da Infra-Estrutura Hídrica do Nordeste e iniciou a sua execução pelo Estado de Sergipe, com apoio do governo estadual, através da Superintendência de Recursos Hídricos – SRH, vinculada à Secretaria de Planejamento, Ciência e Tecnologia – SEPLANTEC. Este projeto tem como meta o cadastramento e levantamento das condições atuais de todas as fontes (poços tubulares, poços amazonas, fontes naturais) que captam e produzem água subterrânea em cada município do estado.

O levantamento realizado no município de Barra dos Coqueiros em 2002, registrou a presença de 37 pontos d'água, sendo 13 do tipo fonte natural e 24 poços tubulares. Quanto a propriedade do terreno onde se encontram os poços tubulares, 6 são públicos e 18 são particulares. No momento do cadastramento, 20 poços encontravam-se em operação e 4 poços não instalados.

Cabe destacar que em visitas de campo no município de Barra dos Coqueiros, foi observada grande quantidade de poços cacimba instalados nas comunidades da região da Praia do Jatobá e nas comunidades Cajueiro I e II. Segundo relatos, a água captada possui odor e sabor marcante, sendo salobra. A comunidade não utiliza esta água para consumo, mas para saneamento, uma vez que esta região é carente neste ponto.

Em relação ao município de Pirambu, o levantamento realizado registrou a presença de 24 pontos d'água, sendo 1 do tipo fonte natural e 23 poços tubulares. Quanto à propriedade do terreno onde se encontram os poços tubulares, 11 são públicos e 12 particulares. Na data do cadastramento foi observado que 11 poços encontravam-se em operação, 7 não instalados e 5 abandonados.

Para o município de Santo Amaro das Brotas, o levantamento realizado pelo CPRM registrou a presença de 40 pontos d'água, sendo 3 do tipo fonte natural, 3 poços escavados e 34 poços tubulares. Quanto à propriedade do terreno onde se encontram os poços tubulares, 8 são públicos, 25 são particulares e para 1 poço não se obteve essa informação. Foi observado na data do cadastramento que para os poços tubulares 17 poços se encontravam em operação, 3 não instalados, 6 paralisados e 8 abandonados.

Em relação ao município de Laranjeiras, o levantamento registrou a presença de 58 pontos de água, sendo 1 do tipo fonte natural, 3 poços escavados e 54 poços tubulares. Quanto à propriedade dos terrenos onde se encontram os poços tubulares, 9 são públicos e 45 são particulares. No momento do cadastramento, foi observado que 29 poços se encontravam em operação, 5 paralisados, 9 não instalados e 11 abandonados.

Para o Município de Nossa Senhora do Socorro, o levantamento realizado registrou a presença de 68 pontos d'água, sendo 1 do tipo fonte natural e 67 poços tubulares. Quanto à propriedade do terreno onde se encontram os poços tubulares, 29 são públicos, 34 particulares e para 3 poços, não se obteve essa informação. Na situação dos poços tubulares na data do cadastramento, foi observado que 28 poços se encontravam em operação, 11 paralisados, 6 não instalados e 22 abandonados.

A grande maioria destes poços tem como finalidade o uso múltiplo da água subterrânea para abastecimento particular e comunitário, não se encaixando como exploração mineral.

Para estes municípios, levando-se em conta os percentuais de poços tubulares paralisados passíveis de entrar em funcionamento, pode-se prever um aumento da oferta de água no município, com ações de recuperação.

Áreas Prováveis para empréstimos e bota-fora

Para a instalação do empreendimento ocorrerá a limpeza do terreno para sua conformação, sendo prevista a remoção da vegetação e camada superficial de solo, obras de terraplenagem (corte/aterro) do terreno e escavações e movimentação de solos para execução de fundações, montagem das estruturas e torres e, para a LT, implantação dos acessos até os locais inacessíveis onde se pretende instalar uma torre.

Os depósitos explorados e seus rejeitos devem ficar preferencialmente próximos às frentes de obra para que se minimizem os custos de transporte. Todo material escavado que não for reutilizado na própria obra, poderá ser disposto em bota-fora autorizado pelos órgãos ambientais locais, ou aproveitado para a eventual recuperação de caminhos de acessos. Como áreas de bota-fora, se necessárias, serão utilizadas jazidas em processo de recuperação ambiental e providas de licença ambiental para operar comercialmente como bota foras. Não há, portanto, necessidade de considerá-las como áreas degradadas passíveis de recuperação.

As matérias-primas para construção civil (areia, argila, cascalho, etc.) deverão ser adquiridas preferencialmente na região, nas cidades mais próximas onde possam ser encontradas e que estejam legalmente adequadas.

Ressalta-se que essa possível utilização só se dará mediante acordos e devidos procedimentos legais, quando as empreiteiras forem contratadas e definirem suas logísticas. A escolha dos fornecedores de materiais para construção civil será feita considerando diversos fatores, destacando-se a legalidade, especialmente ambiental, e a proximidade desses com os locais das obras.

A definição desses fornecedores será feita em etapa posterior, a verificação das condições reais destes processos se dará em etapa posterior, caso seja identificada a necessidade deste insumo no processo de implantação do empreendimento.

7.1.9 Recursos Atmosféricos

Para a análise dos recursos atmosféricos atuais na área do empreendimento foi verificado que não existem estações próximas que realizem o monitoramento de qualidade do ar, tornando-se necessária a realização de um estudo *baseline* para caracterização local.

Para haver um entendimento completo do ambiente e as possíveis interferências do meio no empreendimento e do empreendimento no meio, foi realizada uma análise do mapa de uso e ocupação do solo no qual constatou-se que nas imediações da área onde será instalado o empreendimento não há indústrias e/ou empresas cujo os processos emitam poluentes à atmosfera.

Apenas o Terminal Marítimo Inácio Barbosa (TMIB), a 500 metros a oeste da área onde se pretende implementar a UTE Porto de Sergipe I, operado pela Vale Logística, realiza atividades de recebimento de coque e ácido sulfúrico e carregamento para exportação de cimento. Este Terminal é composto basicamente por um pátio de estocagem de coque, silos de cimento e correia transportadora, como mostra a Figura 7.1-32. Esses locais se configuram como fontes potenciais de emissão de Partículas Totais em Suspensão (PTS).

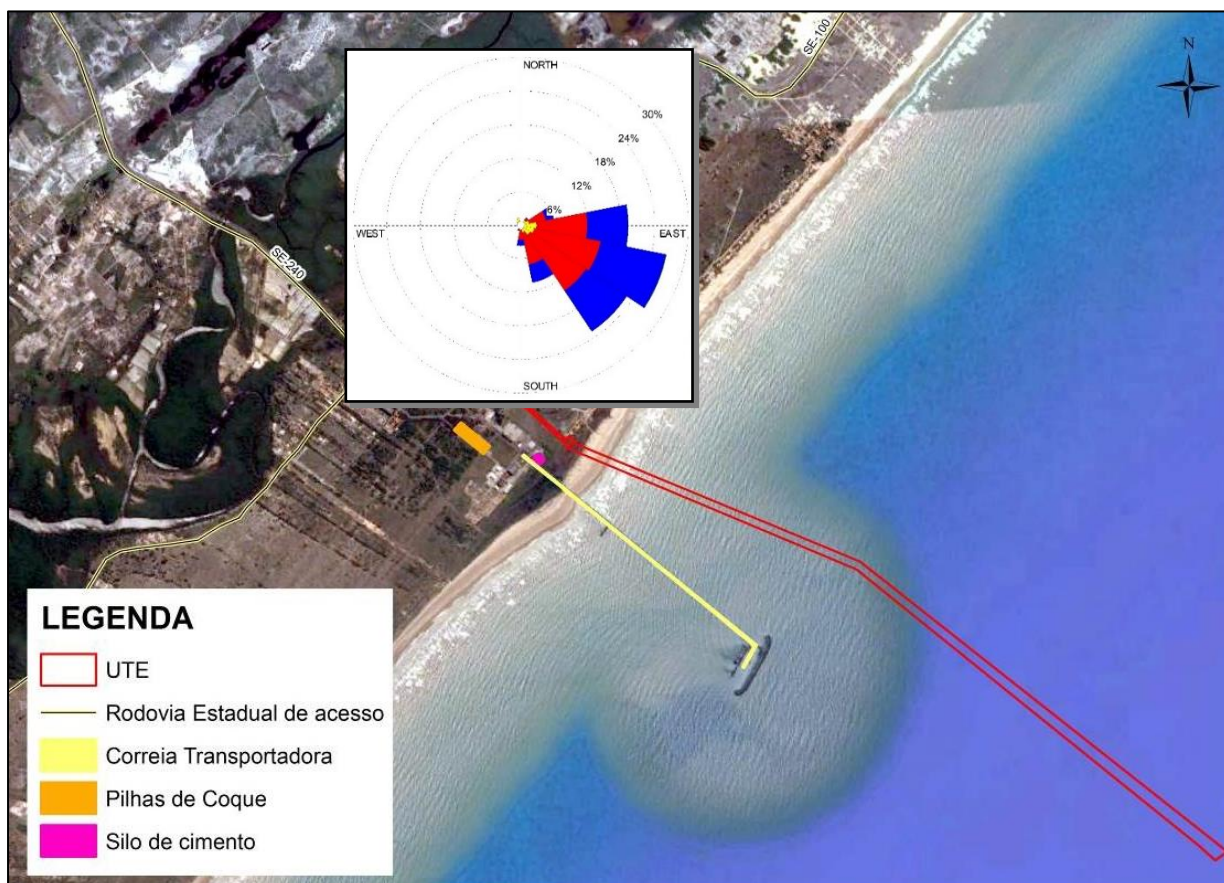


Figura 7.1-32: Localização das principais estruturas do Terminal Marítimo Inácio Barbosa (TMIB) e direção dos ventos

A Figura 7.1-33 mostra a imagem do pátio de estocagem de coque a céu aberto, sem nenhum tipo de cobertura aparente, o que propicia o levante de poeira com o vento.



Fonte: Google Earth, imagem de ago/2016.

Figura 7.1-33: Imagem aérea do pátio de estocagem de coque

A Foto 7.1-7 mostra os silos de cimento, onde há o armazenamento e carregamento do cimento, e também se configura como fonte de emissões de particulados. Não há informações referentes as ações de controle implementadas nessas estruturas.



Foto 7.1-7: Silos de cimento da Votorantim próximo a praia Jatobá

Conforme apresentado na Figura 7.1-32, os ventos sopram predominantemente dos quadrantes leste e sudeste. Neste sentido, verifica-se que a poeira vinda das estruturas do TMIB segue, principalmente, em direção ao povoado de Jatobá. No entanto, nesta região tem-se uma velocidade praticamente constante dos ventos referente às brisas marítimas, o que propicia maior dispersão das partículas em suspensão.

Há de ser considerado ainda que a direção de onde sopram os ventos vêm do mar, ou seja, não há na área de interesse a contribuição de poluentes atmosféricos típicos de indústrias, o que somado ao terreno plano, sugere que a bacia aérea local seja constantemente drenada e sem sobrecarga.

7.1.9.1 Baseline Qualidade do Ar

A realização do estudo de baseline da qualidade do ar teve como objetivo sanar essa deficiência de informações a respeito das condições atmosféricas da região de estudo e identificar a situação presente do ambiente ao entorno do empreendimento; ao realizar este estudo, estabelece-se uma linha de base que permite a comparação das condições atmosféricas atuais com os cenários nos quais o Complexo Termoelétrico Porto de Sergipe I estará sendo implantado e operado.

A campanha de monitoramento foi realizada entre os dias 23 de junho e 22 de julho de 2017; para este estudo escolheu-se um ponto que obedecia aos critérios de representatividade da região e do entorno, respeitando os aspectos logísticos, de infraestrutura e ambientais, e estivesse onde foi identificado que a pluma atmosférica estará localizada durante a operação do empreendimento. A Foto 7.1-8 apresentada mostra as estações de monitoramento instaladas no ponto escolhido.



Fonte: Lentz, 2017

Foto 7.1-8: AGV MP10, AGV MP2,5 e Trigás

Os parâmetros monitorados e os respectivos equipamentos de coleta são apresentados na a seguir:

Tabela 7.1-5: Parâmetros Monitorados e seus respectivos Equipamentos e Metodologias

Parâmetro	Equipamento	Metodologias
Partículas Inaláveis	AGV MP10	NBR 13.412/1995
Partículas Finas	AGV MP2,5	Fed Register/Vol 62 nº 138 July 18, 1997
Ozônio	2B Technologies	US EPA 901-O3 Model 202
Dióxido de Nitrogênio	APV Trigás	US EPA EQN 1277-026 NBR 12.979
Monóxido de Carbono	GfG460	ISO 17025

Além do monitoramento dos parâmetros de interesse, foi também instalada uma estação meteorológica automática no local de amostragem para poder identificar os interferentes climáticos na qualidade do ar.

A medição do material particulado é realizada por meio do equipamento AGV MP₁₀/MP_{2,5} no qual o ar aspirado passa por um separador inercial de partículas que captura as partículas com tamanho aerodinâmico maior que 10 µm e 2,5 µm, respectivamente. O APV trigás por sua vez succiona o ar ambiente que é forçado a percorrer recipientes contendo reagentes químicos especificamente preparados para remover determinados poluentes, sendo neste caso SO₂ e NO₂. O monitoramento de CO por sua vez é realizado através do equipamento GfG 460, enquanto o de O₃ é realizado pelo monitor marca 2B Tech.

Os resultados obtidos foram então comparados com a Resolução CONAMA nº 03/90, a qual dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR, e os padrões definidos pelo IFC no documento *Air Emissions and Ambient Air Quality* (Emissões atmosféricas e Qualidade do ar ambiente), que compõe o *Environmental, Health, and Safety (EHS) Guidelines* (Diretrizes ambientais, de saúde e segurança). A Tabela 7.1-6 apresenta os referidos padrões.

Tabela 7.1-6: Padrões de Qualidade do Ar – Resolução CONAMA 03/2009

Poluentes	Padrão Primário (µg/m ³)	Padrão Secundário (µg/m ³)	Tempo de Amostragem
Partículas Totais em Suspensão (MP)	240	150	24h
	80	60	anual
Partículas Inaláveis (MP10)	150	150	24h
	50	50	anual
Fumaça	150	100	24h
	60	40	anual
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	365	100	24h
	80	40	anual
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	320	190	1h
	100	100	anual
Monóxido de Carbono (CO)	40.000	40.000	1h
	10.000	10.000	8h
Ozônio (O ₃)	160	160	1h

A Tabela 7.1-7 apresenta os limites (“guidelines”) para qualidade do ar da *EHS Guidelines* – IFC.

Tabela 7.1-7: Limites de Qualidade do Ar – *EHS Guidelines* – IFC

Poluentes	Limite IFC – <i>EHS Guidelines</i> (µg/m ³)	Tempo de Amostragem
Partículas Inaláveis (MP10)	50	24h
	20	anual
Partículas Finas (MP2.5)	25	24h
	10	anual
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	500	10 minutos
	20	24h
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	200	1h
	40	anual
Ozônio (O ₃)	100	8h

Os resultados obtidos foram analisados e sumarizados na Tabela 7.1-8 abaixo.

Tabela 7.1-8: Resultados dos Estudos Baseline da Qualidade do ar

Poluentes	Tempo de Amostragem	Padrões de referência ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			Resultados Máximo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Resultados Médios ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		Padrão Primário CONAMA	Padrão Secundário CONAMA	Limite IFC (EHS Guidelines)		
Partículas Inaláveis (MP10)	24h	150	150	50	40,88	24,97
	anual	50	50	20	-	-
Partículas Finas (MP2,5)	24h	--	--	25	5,64	4,21
	anual	--	--	10	-	-
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	1h	--	--	500	-	-
	24h	365	100	20	<4,0	<4,0
	anual	80	40	--	-	-
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	1h	320	190	200	<9,0	<9,0
	anual	100	100	40	-	-
Monóxido de Carbono (CO) ¹	1h	40.000	40.000	--	<1.145	<1.145
	8h	10.000	10.000	--	-	-
Ozônio (O ₃)	1h	160	160	--	159,30	85,51
	8h	--	--	100	-	-

¹ Os resultados de Monóxido de Carbono são expressos, no estudo, em ppm, tendo 1 ppm = 1.145 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

<XX: Concentração abaixo do limite de detecção do método analítico adotado.

Verificou-se dessa forma que nenhum dos resultados obtidos encontra-se acima dos respectivos valores de referência estabelecidos pela CONAMA nº 03/1990 e/ou pelo IFC. A qualidade do ar foi então classificada como boa e atende a todos os limites legais aplicáveis.

Deve-se atentar, contudo, às concentrações de ozônio (O₃) obtidas durante a primeira semana de monitoramento de baseline, quando foram observadas concentrações superiores a 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, como apresentado na Figura 7.1-34 abaixo.

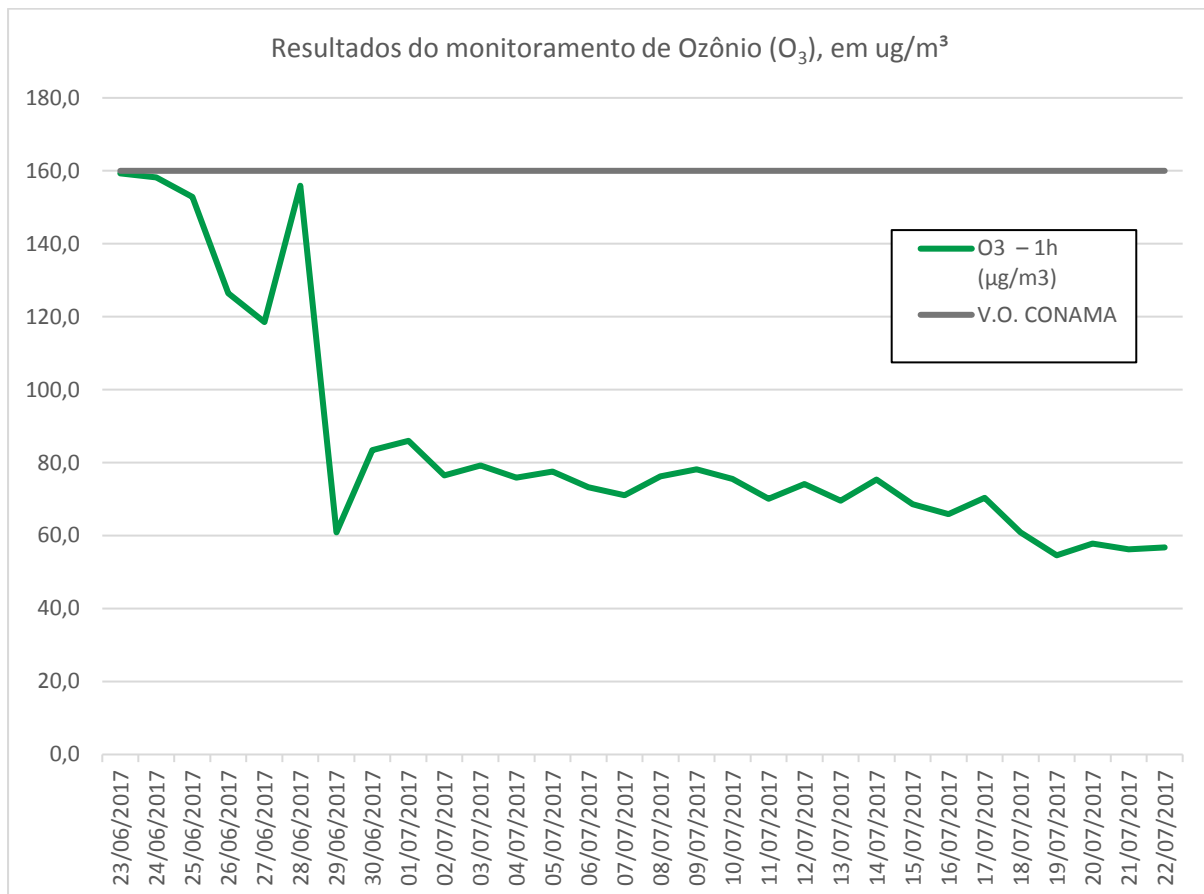


Figura 7.1-34: Resultados de monitoramento de baseline de Ozônio

O valor máximo obtido foi 159,3 µg/m³ no primeiro dia de amostragem (23/06/2017), muito próximo ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 03/1990. Observa-se que nos primeiros 6 dias de campanha o valor obtido é elevado, mantendo-se superior a 100 µg/m³, no entanto à partir de 29/06 estes valores sofrem uma queda significativa, passando para cerca de 60 µg/m³ e mantendo-se com uma média de 70 µg/m³ até o fim do período amostral.

Tais concentrações elevadas não são condizentes com o uso e ocupação do entorno, na mesma medida em que não se correlacionam com seu precursor, NO_x, composto não identificado durante a campanha de monitoramento (concentrações abaixo do limite de quantificação do método analítico adotado).

Cabe ressaltar que para a realização das campanhas de amostragem foi utilizado o equipamento 2B Technologies, apropriado para coleta de dados, devidamente certificado e calibrado, excluindo a possibilidade de erro amostral na obtenção de tais concentrações. O método amostral adotado foi o US EPA 901-O3 Model 202, sendo esta uma metodologia de referência e adequada para obtenção dos dados de interesse.

A ocorrência de O₃ desassociada a fontes próximas vem sendo objeto de estudo nos últimos anos, conforme bibliografia especializada consultada (Dallarosa, 2005; Neves, 2009; Setti, 2010), as quais observam que o referido parâmetro pode ser detectado em regiões distantes de suas fontes emissoras, considerando a mobilidade da bacia aérea e balanço de massa entre produção e diluição dos reagentes.

A região encontra-se localizada na zona costeira de Sergipe, sem pólo industrial próximo e muito ventilada, com ventos SE, ou seja, provenientes do Oceano Atlântico. Em consulta ao CPTEC/INPE – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, o qual

disponibiliza publicamente dados de monitoramento do parâmetro com frequência diária, foi observado que a concentração de O₃ na região oceânica adjacente ao estado é maior que a detectada na porção continental, para os meses de setembro e agosto, embora em concentrações inferiores às detectadas localmente.

Devido a limitação de busca que este órgão impõe para dados publicados no site (busca de série histórica limitada a 30 dias anteriores), não foi possível certificar se este cenário era o observado durante o monitoramento, realizado entre 23/06 e 22/07. Para esta avaliação foi requerida a disponibilização dos resultados de série histórica para o período coincidente da amostragem executada para a área do empreendimento, e, assim que fornecidos os resultados solicitados, este tema será revisto, avaliado e apresentado.

Ainda assim, assume-se que o cenário de concentração de O₃ na bacia oceânica é superior à encontrada no continente, nesta porção territorial amostrada. Neste cenário, em que não foram identificadas áreas fontes prováveis e a própria concentração de seu precursor é inexistente, ou desprezível, verifica-se a necessidade de uma avaliação a médio prazo mediante execução das campanhas de monitoramento previstas no PBA, visando obtenção de dados locais em diferentes épocas e a confirmação se esse comportamento é de fato intrínseco ao local, identificando origem natural ou antrópica das possíveis causas do mesmo.

Assim, à exceção de ozônio (notadamente as concentrações iniciais deste parâmetro), esses resultados são consistentes com a condição geral da região composta principalmente por atividades antrópicas de baixo impacto à qualidade do ar, assim como às condições meteorológicas que foram tipicamente favoráveis à dispersão dos poluentes atmosféricos.

Os resultados completos podem ser observados no **Anexo 7.1-4** Relatório Monitoramento de Ar Ambiente e Avaliação da Qualidade do Ar (Lentz, 2017).

7.1.9.2 Modelagem de Dispersão Atmosférica da UTE

O Complexo Termoelétrico Porto de Sergipe I terá suas turbinas a gás acionadas através da combustão de gás natural, que ativará o gerador elétrico. Os gases quentes da turbina serão então encaminhados para caldeira de recuperação para geração de vapor, que alimentará outro gerador elétrico. Os gases da caldeira de recuperação serão encaminhados para as chaminés e daí para a atmosfera.

O projeto da turbina a gás é baseado na concepção de “melhor tecnologia” visando alto desempenho na geração de energia elétrica e baixa emissão residual de poluentes atmosféricos na chaminé.

As estimativas de emissões residuais de material particulado (MP), óxidos de nitrogênio (NO_x), óxidos de enxofre (SO_x) e monóxido de carbono (CO) do conjunto turbinas a gás foram realizadas nas seguintes condições e considerações técnicas:

- Como valor de *background* adotou-se o que segue:
 - A concentração máxima detectada para MP no período de monitoramento, uma vez que o período de monitoramento apresentou alto índice pluviométrico;
 - O limite de detecção do método analítico adotado para SO₂, NO₂ e CO, uma vez que estes parâmetros não foram detectados durante o período amostral;
- As emissões residuais de MP (1,7 mg/Nm³ a 15% de O₂), NO_x (50 mg/Nm³ a 15% de O₂), CO (65 mg/Nm³ a 15% de O₂) na chaminé foram fornecidas pelo empreendedor.
- As emissões de óxidos de enxofre (SO_x) foram estimadas com base no teor máximo de enxofre total no gás natural de 70 mg/m³ (20°C e 760 mmHg).

A Resolução CONAMA nº 382/06 estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixa, limitando a emissão po tpo de atividade, já na fonte. A Tabela 7.1-9 apresenta os valores estabelecidos por esta norma.

Tabela 7.1-9: Valores Máximos de Emissão para Poluentes Atmosféricos

Potência Termica Nominal (MW)	MP (mg/Nm ³)	NO ₂ (mg/Nm ³)	SO ₂ (mg/Nm ³)
Menor que 10	300	320 ¹	2.700
Entre 10 e 70	250	1.000	2.700
Maior que 70	200	200 ¹	1.800

¹ Limites de emissão para poluentes atmosféricos provenientes de processos de geração de calor a partir da combustão externa de gás natural

Como se verifica, as emissões a serem geradas pelo empreendimento em sua fase de operação, listadas acima, encontram-se em conformidade legal com os valores orientadores para emissão estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 382/06.

O estudo de dispersão atmosférica da UTE a gás natural foi elaborado para verificar as contribuições das emissões atmosféricas na qualidade do ar, tendo como referência os padrões de qualidade do ar da Resolução CONAMA nº 03/90 e recomendação do IFC. As contribuições máximas de poluentes atmosféricos determinados pelo estudo de dispersão deverão atender os valores de 25% dos padrões primários da Resolução CONAMA 03/90, conforme determinação do IFC, que recomenda que as contribuições do empreendimento não podem sobrecarregar as bacias aéreas em mais de 25% dos limites legais nacionais (quando houver) para os poluentes em aputa. Os estudos de dispersão foram realizados utilizando o modelo AERMOD da USEPA, recomendado para fontes industriais para determinação de impactos ou contribuições na qualidade do ar.

Neste estudo foram utilizados os dados meteorológicos no formato do AERMOD da USEPA, para dados meteorológicos do aeroporto de Santa Maria (Aracaju).

O modelo AERMOD da USEPA é amplamente aceito pelas principais agências ambientais e entidades técnicas para estudo de dispersão atmosférica, porém o modelo não dispõe de “rotinas internas” para considerar os efeitos de aerogeradores nas plumas de dispersão. A referência Fletcher, T. M. and Brown, R.E. “Interaction of na Eulerian Flue Gas Plume with Wind Turbines” University of Glasgow, 2010 mostra que há necessidade de estudos para avaliar o nível de interferência nos resultados das simulações com modelos de dispersão.

As influências dos aerogeradores podem ser observados na tela (gráfico) através das áreas de influências (pontilhadas). No caso de aerogeradores, foram considerados como prédio de comprimento de 60 m e altura de 141 metros.

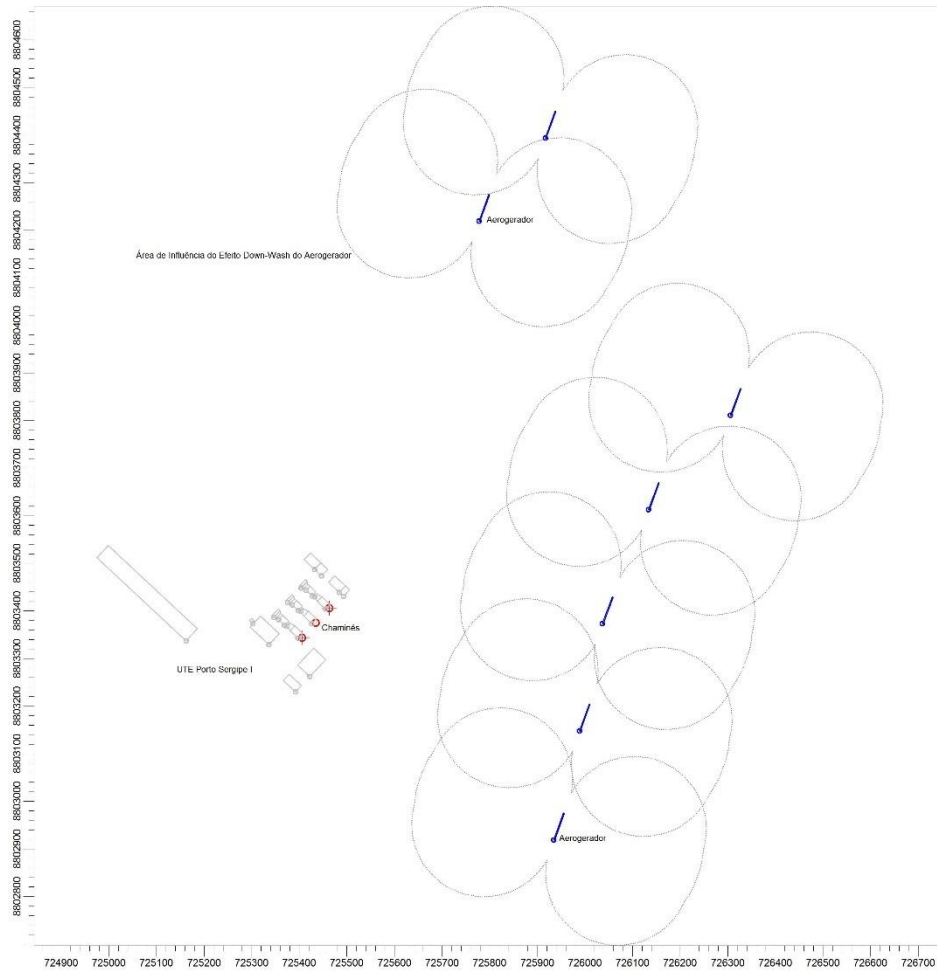


Figura 7.1-35: Áreas de Influência de “down Wash” dos Aerogeradores nas Chaminés da UTE

Os resultados da modelagem em termos de concentrações máximas na área de influência (fora do empreendimento), para as condições meteorológicas e de emissões descritas nos itens anteriores estão apresentados na Tabela 7.1-10, a seguir.

Tabela 7.1-10: Contribuições Máximas de Poluentes na Área de Influência – UTE Porto Sergipe I

Poluentes	Tempo de Amostragem	Valores Orientadores ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				Baseline ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Resultado da Simulação ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cmax ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Localização do ponto Cmax
		Padrão Primário CONAMA	Padrão Secundário CONAMA	Limite IFC (EHS Guidelines)	Recomendação IFC - 25 % Padrão Primário CONAMA				
Partículas Inaláveis (MP10)	24h	150	150	50	37,5	40,88	2,10	42,98	0,5 km Sudoeste
	Anual	50	50	20	12,5	-	0,58	-	Limite Oeste
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	24h	365	100	20	91,3	4,0	4,00	8,00	0,5 km Oeste
	Anual	80	40	-	20	-	0,70	-	Limite Oeste
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	1h (a)	320	190	200	80	9,0	97,40	106,40	Limite Sul
	1h (b)	320	190	200	80	9,0	76,50	85,50	0,5 km Oeste
	Anual	100	100	40	25	-	6,90	-	0,4 km Oeste
Monóxido de Carbono (CO)	1h	40.000	40.000	--	10.000	1.145	147,00	1.292	Limite Sul
	8h	10.000	10.000	--	2.500	-	93,50	-	0,4 km Oeste

(a) Resultado da Modelagem de Emissão Atmosférica de NO₂ considerando a 1ª máxima.

(b) Resultado da Modelagem de Emissão Atmosférica de NO₂ considerando a 8ª máxima, metodologia adotada pela EPA.

Cmax: Ponto onde se observa a maior concentração de determinado poluente, considerando o *baseline* mais o acréscimo da simulação.

As contribuições máximas de partículas inaláveis (MP₁₀), dióxido de nitrogênio (NO₂), dióxido de enxofre (SO₂) e monóxido de carbono (CO) na área de influência e fora da área do empreendimento apresentaram as seguintes condições ambientais:

- Concentrações máximas de **partículas inaláveis** (MP₁₀): diária e anual de 2,1 e 0,58 µg/m³, ocorreram respectivamente 0,5 km oeste e limite oeste da unidade.
 - (i) Resolução CONAMA nº 03/90: As contribuições máximas representam 1,4% e 1,2% dos padrões primários de qualidade do ar diário (150 µg/m³) e anual (50 µg/m³).
- Concentrações máximas de **dióxido de enxofre** (SO₂): diária e anual de 4,0 e 0,70 µg/m³, ocorreram respectivamente 0,5 km oeste e limite oeste da unidade.
 - (i) Resolução CONAMA nº 03/90: As contribuições máximas representam 1,1% e 0,88% dos padrões primários de qualidade do ar diário (20 µg/m³) e anual (80 µg/m³).
- Concentrações máximas de **dióxido de nitrogênio** (NO₂): horária e anual de 97,4 e 6,9 µg/m³, ocorreram respectivamente no limite sul e 0,4 km oeste da unidade.
 - (i) Resolução CONAMA nº 03/90: As contribuições máximas representam 30,4% e 6,9% dos padrões primários de qualidade do ar horário (320 µg/m³) e anual (100 µg/m³).
- Concentrações de oitava (8th) máxima de **dióxido de nitrogênio** (NO₂): horária e anual de 76,5 e 6,9 µg/m³, ocorreram respectivamente 0,5 e 0,5 km oeste da unidade.
 - (i) Resolução CONAMA nº 03/90: As contribuições máximas representam 23,9% e 6,9% dos limites de qualidade do ar horário (320 µg/m³) e anual (100 µg/m³).
- Concentrações máximas de **monóxido de carbono** (CO): horária e 8 horas de 147,0 e 93,5 µg/m³, ocorreram respectivamente no limite sul e 0,4 km oeste da unidade.
 - (i) Resolução CONAMA nº 03/90: As contribuições máximas representam 0,37% e 0,94% dos padrões primários de qualidade do ar horário (40.000 µg/m³) e 8 horas (10.000 µg/m³).

Como se observa, para o composto NO₂ foram realizadas duas estimativas de máxima concentração, sendo uma baseada na máxima concentração (1ª máxima), o que embute no método picos não reais à modelagem. A segunda metodologia adotada considera a 8ª máxima concentração, eliminando este ruído e deixando a modelagem mais fiel ao esperado. Cumpre esclarecer que esta metodologia segue as diretrizes estabelecidas pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA – *United States Environmental Protection Agency*) e seus resultados foram considerados mais consistentes e, portanto, adotados no projeto.

Considerando os valores de *baseline* determinados para partículas inaláveis (MP₁₀), dióxido de nitrogênio (NO₂), dióxido de enxofre (SO₂) e monóxido de carbono (CO) as concentrações finais máximas apresentaram valores menores que os padrões de qualidade do ar da Resolução CONAMA 03/90 e limites recomendados pela IFC - International Finance Corporation.

- Partículas Inaláveis: Diária - 43,1 µg/m³, valor máximo menor que Resolução CONAMA 03/90 (150 µg/m³) e IFC Guidelines (50 µg/m³).
- Dióxido Nitrogênio: Horário – 106,4 µg/m³, valor máximo menor que Resolução CONAMA 03/90 (320 µg/m³).
- Dióxido Nitrogênio: Horário (oitava) – 85,5 µg/m³, valor máximo menor que IFC Guidelines (50 µg/m³).
- Dióxido Enxofre: Diária – 8,0 µg/m³, valor máximo menor que Resolução CONAMA 03/90 (365 µg/m³) e IFC Guidelines (20 µg/m³).

- Monóxido Carbono: Horário – 1292 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor máximo menor que Resolução CONAMA 03/90 (40.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Cumprido lembrar que para a análise destes resultados foram consideradas como premissas do estudo pontos importantes, quais sejam: para os valores do estudo de *baseline* foram considerados os resultados máximos encontrados ao longo dos 30 dias de monitoramento por ser tratar de um período chuvoso no qual há tendência de se observar condições atmosféricas mais favoráveis, com menor concentração de gases poluentes decorrente às ações da chuva; para os resultados nos quais não foi detectado resultado, considerou-se para fim de análise que o valor de *background* é o valor de quantificação do gás de interesse.

Verificou-se dessa forma que:

- Os resultados de partículas inaláveis (MP_{10}) mostraram a concentração encontrada num período de 24 horas é menor que o estabelecido nas legislações brasileira e internacional, sendo aproximadamente 95% dessa concentração proveniente da situação atual da área, .
- A contribuição de dióxido de enxofre (SO_2) para atmosfera por parte do Complexo Termoelétrico representa aproximadamente 9% do permitido na legislação, garantindo a manutenção da qualidade atmosférica relacionada a este composto.
- A atual situação da área do empreendimento não apresenta concentração de dióxido de nitrogênio (NO_2), a modelagem de dispersão atmosférica realizada considerando metodologia adotada pela USEPA (modelagem de 8th máxima), demonstra a emissão NO_2 a 23,9% dos padrões de referência.

Considerando os resultados da modelagem, foi também observada a estimativa das contribuições máximas dos poluentes, para períodos curtos, nas áreas urbanas (receptores discretos) do entorno do empreendimento, para operação da UTE Porto Sergipe I (Tabela 7.1-11).

Tabela 7.1-11: Contribuições Máximas de Poluentes nas Áreas Urbanas – UTE Porto Sergipe I

Áreas Urbanas (Receptores Discretos)	MP10 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ 1h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SO ₂ 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
				1h	8h
Aracaju	0,054	10,8	0,12	15,6	6,1
Carmópolis	0,082	9,2	0,19	13,3	5,3
General Maynard	0,11	15,4	0,26	22,2	7,3
Maruim	0,095	13,2	0,22	19,0	6,0
Pirambu	0,059	19,3	0,13	27,8	5,2
Rosário do Catete	0,11	15,0	0,24	21,9	7,7
Santo Amaro das Brotas	0,12	14,9	0,28	22,1	7,8
PQAR – CONAMA 03/90	150	320	365	40.000	10.000
25% CONAMA 03/90	37,5	80	91,3	10.000	2.500

PQAR – Padrão Primário da Resolução CONAMA nº 03/90.

CONAMA 03/90 – Padrão Primário de Qualidade do Ar da Resolução CONAMA nº 03/90.

25% CONAMA 03/90 – 25% dos padrões primários da Resolução CONAMA nº 03/90 (Recomendação IFC).

- (i) As emissões nas Chaminés atendem aos padrões de lançamento da Resolução CONAMA nº 382/06 e recomendação do IFC.
- (ii) Atendimento aos padrões primários de qualidade do ar da Resolução CONAMA nº 03/90 e recomendações do IFC.

Os resultados completos da modelagem de emissões atmosféricas podem ser observados no **Anexo 7.1-5**. Como se observará no referido Estudo foram consideradas também as emissões referentes à FRSU, cujo estudo específico é descrito no item 7.1.9.3. Como se observa no Estudo, não há interferência e/ou sobreposição entre as emissões geradas pela FRSU e UTE, não tendo influência no resultado de máxima concentração estimada para as fontes *onshore* (emissões da UTE, incluindo as torres de resfriamento).

7.1.9.3 Modelagem de Dispersão Atmosférica da FSRU

A Modelagem de Dispersão Atmosférica da FSRU visou caracterizar as emissões oriundas da operação da Unidade de Armazenamento e Regaseificação Flutuante que será colocada na região *offshore* a 6,5 km da costa.

Neste estudo estão consideradas as taxas de emissão de Dióxido de Nitrogênio (NO₂), e Monóxido de Carbono (CO), considerando os dados de projeto e informações de performance dos fabricantes dos componentes da FSRU. Em seguida estas emissões são incorporadas ao cenário de dispersão atmosférica da UTE Porto Sergipe I para simulação do impacto integrado na qualidade do ar, visando a verificação de enquadramento nos padrões da Resolução CONAMA nº 03/90.

Foram identificadas como fontes fixas de emissão de poluentes atmosféricos na FSRU o sistema de motores, responsável pela geração de energia para as operações do navio, e a unidade de combustão de gases (GCU – *Gas Combustion Unit*), utilizada para geração de calor na operação em circuito fechado.

A Tabela 7.1-12 apresenta as características das fontes da FSRU, necessárias à modelagem de dispersão atmosférica. Estas características são referentes às chaminés de exaustão dos motores (W1 a W4) e da GCU, e foram obtidas através dos documentos técnicos descritivos destes equipamentos bem como da planta de arranjo geral do FSRU. Note-se que a altura apresentada para as chaminés é referente ao nível médio do mar.

Tabela 7.1-12: Parâmetros das fontes fixas de emissão do FSRU

Parâmetro	W1 a W4	GCU
Altura (m)	24,1	24,1
Diâmetro (m)	1,0	3,6
Vazão (m ³ /s)	23,47	126,67
Temperatura de saída (°C)	378	535
Velocidade de saída (m/s)	29,88	12,44

Uma vez que a FSRU possui ancoragem por sistema submerso Soft-Yoke, portanto com posicionamento variável em torno do ponto de ancoragem, para definição da localização das chaminés de exaustão foi considerado o posicionamento do navio de forma que as chaminés tenham a menor distância do continente, sendo esta considerada a condição de pior cenário para impacto na qualidade do ar.

Finalmente, são apresentadas na Tabela 7.1-13 as taxas de emissão de óxidos de nitrogênio (NO_x), monóxido de carbono (CO) e material particulado (MP) decorrentes da operação do sistema de

motores e da GCU. As taxas são apresentadas em unidades de kg/h e, complementarmente, em g/s, sendo esta última a unidade de input no modelo de dispersão atmosférica AERMOD.

Tabela 7.1-13: Taxas de emissão de poluentes atmosféricos do sistema de motores e da GCU

Parâmetro	Taxa de emissão			
	Motores (W1 a W4)		GCU	
	(kg/h)	(g/s)	(kg/h)	(g/s)
NO _x	3,2955	0,9154	1,0611	0,2948
CO	7,0980	1,9717	0,1871	0,0520
MP	0,2789	0,0775	--	--

Conforme as especificações técnicas tanto dos motores quanto da GCU não há emissão de SO_x, devido à utilização do gás natural como combustível. Além disso, devido à baixa emissão de material particulado pela FSRU (Tabela 7.1-13), este material não será considerado no estudo de modelagem de dispersão, uma vez que não é esperado impacto significativo.

As informações acerca dos fatores de emissão, tanto dos motores quanto da GCU, foram fornecidas pela Golar Power Latam Ltda., com base em testes realizados pelos respectivos fabricantes sob diferentes condições operacionais. As informações fornecidas foram aplicadas às condições operacionais previstas para a FSRU, adotando-se a condição de pior cenário para as emissões atmosféricas. Desta forma, a condição selecionada para representar a emissão dos motores foi com operação dos mesmo a 50% da carga, conforme reproduzido na Tabela 7.1-14. Para a GCU foi considerada a sua utilização todo o tempo.

Tabela 7.1-14: Emissões do sistema de motores Warstila 8L50DF de acordo com a carga de operação

Parâmetro	Emissões (G/KWH)		
	Carga 100%	Carga 75%	Carga 50%
NO _x	1,56	1,56	1,69
CO	1,17	1,43	3,64
MP	0,083	0,087	0,143

A ferramenta para avaliação dos impactos na qualidade do ar é o modelo de dispersão atmosférica AERMOD (*AMS/EPA Regulatory Model*), desenvolvido pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA – *United States Environmental Protection Agency*).

No AERMOD a concentração dos poluentes segue uma distribuição Gaussiana, onde o comprimento da pluma é determinado pelos coeficientes de dispersão, sendo recomendado para a estimativa do impacto de novas ou já existentes fontes poluidoras do ar cuja distância aos receptores seja inferior a 50 km.

Em vista do caráter deste estudo como sendo complementar à modelagem de dispersão atmosférica já realizada para a UTE Porto de Sergipe I, a fim de verificar o impacto de integrado da UTE e FSRU, todas as configurações e dados de entrada do modelo AERMOD foram mantidas, incluindo:

- Receptores;
- Dados meteorológicos
- Fontes da UTE;
- Prédios (*building downwash*).

A Tabela 7.1-15 a seguir apresenta os resultados máximos obtidos e sua respectiva localização.

Tabela 7.1-15 Resultados da Modelagem de Dispersão Atmosférica da FSRU

Parâmetro	Período	Resultados ($\mu\text{G}/\text{M}^3$)	Coordenadas	
			X	Y
NO ₂	1 hora	63,6	713.000,00	8.825.000,00
	Anual	7,0	724.500,00	8.804.000,00
NO ₂	1 hora	53,2	725.000,00	8.804.000,00
CO	1 hora	55,9	731.000,00	8.799.000,00
	8 horas	50,1	731.000,00	8.799.000,00
CO	1 hora	55,6	731.000,00	8.799.000,00

A Figura 7.1-36 e Figura 7.1-37 a seguir apresentam os mapas de concentração resultantes das simulações numéricas com o AERMOD, no cenário integrando UTE e FSRU, para os compostos NO₂ e CO.

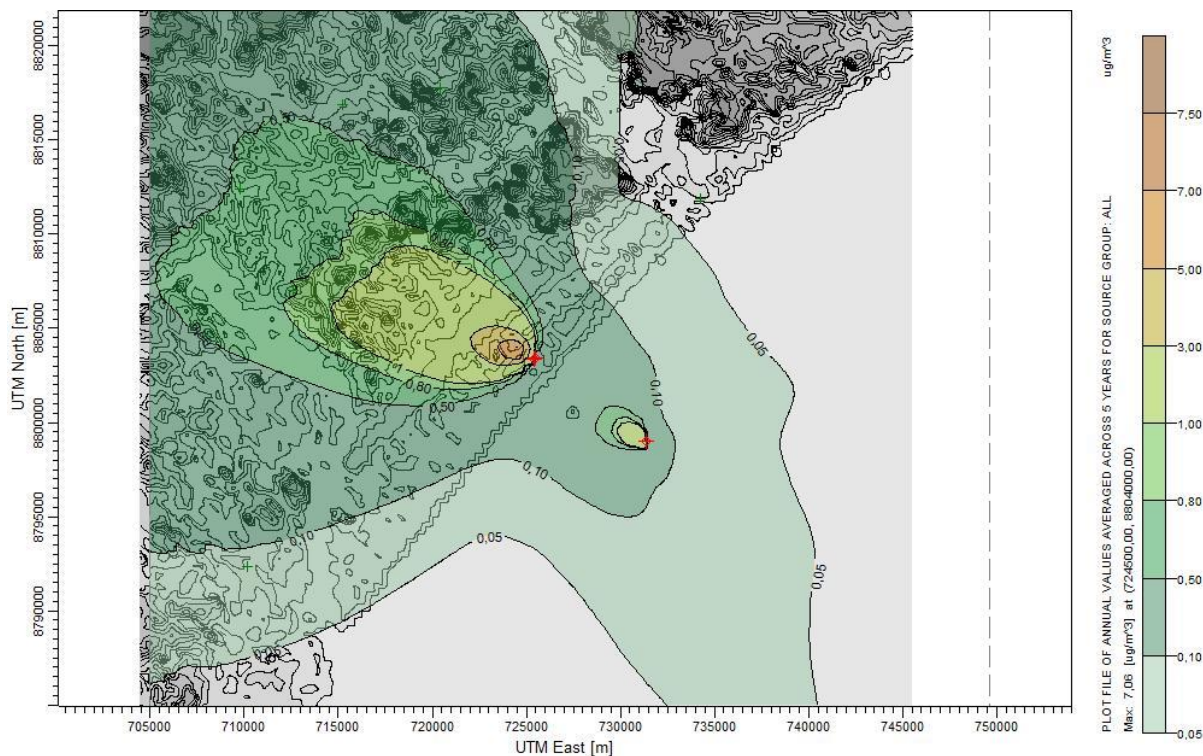


Figura 7.1-36: Isolinhas de máxima concetração anual de NO₂

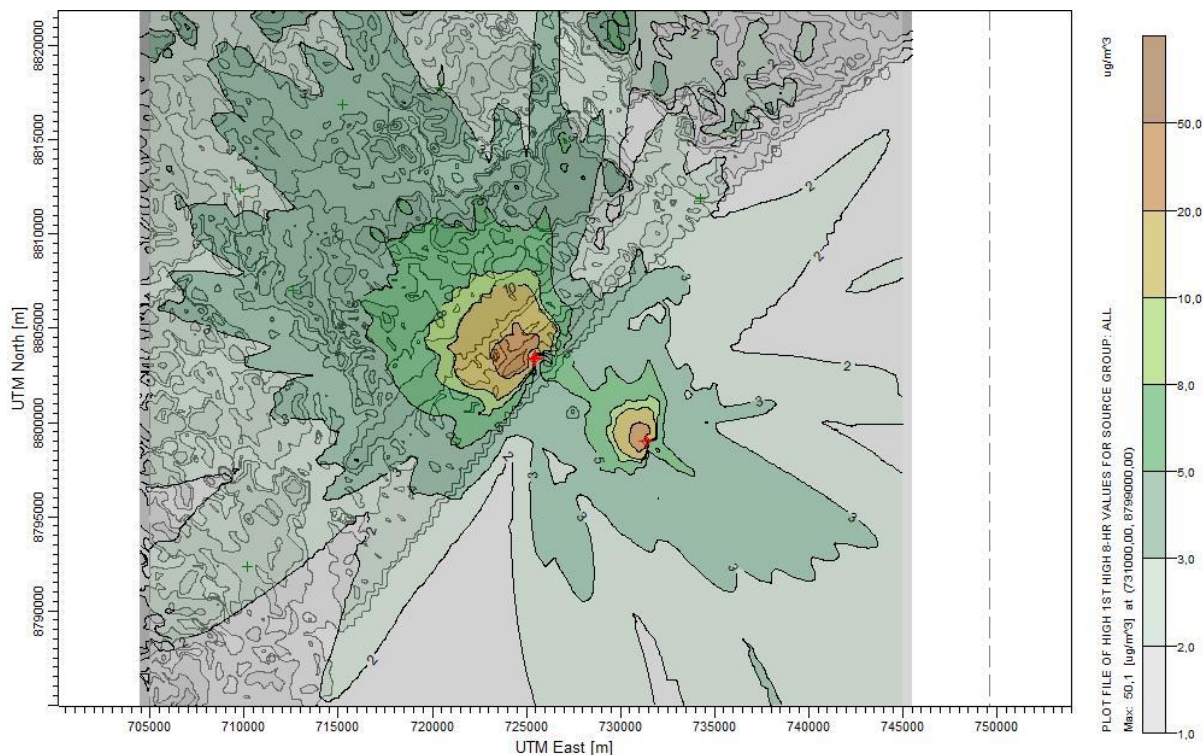


Figura 7.1-37: Isolinhas de máxima concentração de CO em 8 horas

Por meio das análises realizadas foi possível observar que os resultados obtidos apontam conformidade com a legislação vigente no estado de Sergipe para os compostos NO₂ e CO.

Os resultados completos para a modelagem atmosférica da FRSU podem ser encontradas no Anexo 7.1-6. À semelhança do que se observou no estudo de emissões atmosféricas da UTE, observa-se que as emissões estimadas para a FRSU não se sobrepõem às da UTE.

7.1.9.4 Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa

O estudo de emissão de gases do efeito estufa (GEE) teve como objetivo atender aos requisitos do Princípio do Equador, Princípio 2 “Avaliação Socioambiental”, e ao Padrão de Desempenho 3 do IFC – Eficiência de Recursos e Prevenção da Poluição, mais especificamente aos Requisitos dos parágrafos 7 e 8 (IFC, 2012), ao qual se faz destaque:

Além das medidas de eficiência de recursos descritas no Padrão, o cliente considerará alternativas e implantará opções viáveis do ponto de vista técnico e financeiro e que tenham boa relação custo-benefício para reduzir as emissões de GEE relacionadas ao projeto durante as etapas de elaboração e operação do projeto. Essas opções poderão incluir, entre outras, locais alternativos para o projeto, adoção de fontes de energia renováveis ou de baixo carbono, práticas sustentáveis de gestão agrícola, florestal e pecuária, redução das emissões involuntárias e a diminuição da queima de gás.

Para projetos em que se prevê a produção de mais de 25.000 toneladas de CO₂ equivalente por ano ou que já produzam esse volume, o cliente quantificará as emissões diretas das instalações pertencentes ou controladas dentro dos limites físicos do projeto, assim como as emissões indiretas associadas à produção, fora do local, de energia utilizada pelo projeto. A quantificação das emissões de GEE será efetuada anualmente pelo cliente de acordo com as metodologias e as boas práticas reconhecidas internacionalmente.

Neste contexto, os resultados apresentados serão comparados ao valor de referência legais e às instruções aqui contidas, corroboradas com as constantes na Norma ABNT NBR ISO 14064-1:2007.

Para a realização da estimativa foram utilizadas informações fornecidas diretamente pelo empreendedor, específicas do projeto, e dados secundários para complementação das informações.

A UTE Porto de Sergipe I será constituída de três conjuntos de turbinas a gás (TG) que utiliza o ciclo Brayton, uma turbina a vapor (ciclo Rankine) e possuirá uma caldeira de recuperação de potência unitária de 517 MW. Cada turbina a gás será equipada com um resfriador de baixa pressão e um de alta pressão; o vapor gerado pelos resfriadores será retornado ao sistema e não emitido para a atmosfera.

As unidades geradoras da FSRU foram consideradas como fontes de emissão por combustão estacionária uma vez que esta permanecerá em operação atracada. Conforme consta no Estudo de Dispersão Atmosférica - EDA da FSRU, apesar deste modelo ter capacidade para operação com Diesel, na operação da FSRU esta opção não possui previsão de utilização. Desta forma, foi considerado o *input* de gás natural seco.

As Tabelas 7.1-16 e Tabela 7.1-17 apresentam as características dos gases que serão utilizados na geração de energia elétrica e a Tabela 7.1-18 apresenta as características principais da Termoelétrica, referente ao rendimento bruto a ser considerado, referido ao PCI do combustível.

Tabela 7.1-16: Composição do Gás Natural

Gás	Fórmula	% volumétrica
Metano	CH ₄	92,93
Etano	C ₂ H ₆	4,32
Propano	C ₃ H ₈	1,01
Iso-Butano	IC ₄	0,12
N-Butano	NC ₄	0,16
C ₅ +	C ₅ +	0,10
Dióxido de Carbono	CO ₂	0,78
Enxofre	S	0
Nitrogênio	N ₂	0,58

Fonte: Genival Nunes Consultoria, 2015.

Tabela 7.1-17: Características do Gás Natural

Item	Quantidade
PCS (PCR) - kcal/Nm ³ @ 20 °C	9.400
PCI - kcal/Nm ³ @ 20 °C	8.470
Massa Específica - kg/m ³	0,7247

Fonte: Genival Nunes Consultoria, 2015.

Tabela 7.1-18: Rendimento previsto referido ao PCI do Combustível, na UTE Porto de Sergipe I

Item	Quantidade
Potência de Geração de Energia Elétrica Bruta	1.516.000 kW _e
Consumo Específico da Planta ("Heat Rate")	5.970 kJ/kWh
Poder Calorífico Inferior – PCI	48.236 kJ/Nm ³
Rendimento Bruto da UTE (bornes do gerador)	60,3 %

Item	Quantidade
Consumo de Combustível	6.195.574 Nm ³ /dia
Potência Consumida e Perdida (e)	28.677 kWe
Potência de Geração de Energia Elétrica Líquida (e)	1.486.964 kWe

Fonte: Genival Nunes Consultoria, 2015.

O estudo foi conduzido de acordo com as diretrizes estabelecidas na ABNT NBR ISO 14064-1:2007, que trata da “Especificação e orientação a organizações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa”, sendo sua utilização orientada pela ABNT ISO/TR 14069.

No Brasil, as diretrizes para realização de inventários/estimativas de GEE, bem como outros fatores norteadores são aqueles estabelecidos pelo Programa Brasileiro *GHG Protocol*, que é uma iniciativa do Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas (GVces), em parceria com o World Resources Institute (WRI), Ministério do Meio Ambiente (MMA), o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) e o *World Business Council for Sustainable Development* (WBSCD) (GVces, 2009).

Para os cálculos foi utilizado o Programa Brasileiro *GHG Protocol*. Foram consideradas as emissões de Escopo 1 e Escopo 2 da cadeia de vapor, considerando os seguintes gases: Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O), apresentados em toneladas métricas de cada gás e de CO₂ equivalente (CO₂e). Observa-se que não foram identificadas informações sobre a utilização de Hexafluoreto de Enxofre (SF₆) na subestação, assim sendo, não serão contabilizadas neste inventário.

Lembra-se que cada gás possui um potencial de aquecimento global – PAG (ou do termo em inglês, *GWP – Global Warming Potential*), que é uma medida de como uma determinada quantidade de gás de efeito estufa contribui para o aquecimento global, quando comparados ao dióxido de carbono, que por convenção tem um PAG = 1. O PAG é considerado para uma perspectiva de 100 anos, com base nos dados publicados pelo Painel Intergovernamental de Mudanças do Clima (IPCC).

Dentre as fontes de emissões contabilizadas, estão: a combustão estacionária - uso do combustível para UTE e FRSU, combustão móvel e emissões fugitivas, avaliados no Escopo 1; e as perdas nas linhas de transmissão, avaliadas no Escopo 2. As emissões indiretas relativas ao Escopo 3 não foram objeto de estudo deste inventário, pois não se trata de requisição para a tipologia de estudo realizado, portanto, não foram contabilizadas.

O volume total de emissões de GEE, expresso em toneladas métricas equivalentes (tCO₂e), considerando as emissões de Escopo 1 e Escopo 2, são apresentadas na Tabela 7.1-19, a seguir.

Tabela 7.1-19: Total das emissões de Escopo 1 e 2

Emissões em toneladas métricas equivalentes (tCO ₂ e)			
Gás	Escopo 1	Escopo 2	Total de emissões
CO ₂	2.727.594,76	37.527,97	2.765.122,73
CH ₄	58,234073	0,74	58,97
N ₂ O	4,863544	0,07	4,93
HFC	-	-	-
PFC	-	-	-
SF ₆ (t)	-	-	-
NF ₃	-	-	-
Total	2.730.499,95	37.567,33	2.768.067,28
CO₂ biogênico	1,39	0,01	1,40

É possível observar que as emissões referentes à combustão estacionária, que está atrelada ao consumo de gás natural nas turbinas de gás para geração de energia em conjunto a unidade geradora e GCU do FSRU (que somados representam 2.730.241,45 tCO₂e), contribuem para uma parcela significativa no total de emissões de Escopo 1, sendo responsáveis por 99,9905% do total de emissões do escopo 1. Já para o escopo 2 observa-se que os valores das perdas na transmissão representam 37.567,33 tCO₂e.

A somatória das emissões de escopo 1 e 2 ultrapassa o limite estipulado pelos Princípios do Equador, que define um limite de 100 mil tCO₂/ano. Desta forma, deverá ser conduzida uma Análise de Alternativas para avaliar opções que emitam menos GEEs, conforme diretrizes dos Princípios, constando em seu Anexo A.

Além disso, no processo de avaliação do EPFI (Princípios do Equador), para os países não-designados, como é o caso do Brasil, aplicar-se-ão os Padrões de Desempenho de Sustentabilidade Socioambiental (Padrões de Desempenho) da IFC (da sigla em inglês, Corporação Financeira Internacional, do Grupo Banco Mundial). Assim sendo, para projetos em que se prevê a produção de mais de 25.000 toneladas de CO₂ equivalente por ano, como é o caso, deverá ser feita a quantificação das emissões diretas das instalações pertencentes ou controladas dentro dos limites físicos do projeto, assim como as emissões indiretas associadas à produção de energia utilizada pelo projeto fora do local.

É importante ressaltar que os dados comunicados podem não ser condizentes com o consumo real dos equipamentos e que os dados aqui utilizados consideram a capacidade de potência e condições operacionais conforme descrito ao longo deste relatório.

Desta forma, é de extrema importância que seja realizado um inventário real das emissões de GEE dado o início das atividades da UTE, visto que podem impactar no volume de emissões contabilizadas. A partir de então, será definida a periodicidade de quantificação das emissões de GEE pelo empreendedor.

O estudo completo de Gases de Efeito Estufa é apresentado no **Anexo 7.1-7**.

Boil off Gas

Os navios metaneiros transportadores e a FSRU são desenhados para carregar gás natural em sua forma líquida a uma temperatura de -163° C, próximo à temperatura de vaporização. Apesar da presença do sistema de isolamento para evitar a entrada de calor externo, pode ocorrer evaporação

do GNL. Essa evaporação natural, conhecida como *boil-off gas* (BOG), é inevitável e precisa ser removida para manutenção da pressão interna do tanque.

Devido a sua composição, verifica-se que o metano e nitrogênio vaporizarão mais facilmente em relação aos demais compostos mais pesados, o que poderá alterar as propriedades do GNL ao longo do tempo para maiores proporções dos hidrocarbonetos pesados; quando alterado o GNL possui menor poder calorífico e, por isso, o tempo de armazenamento por mais que um semestre deve ser evitado.

O projeto da FSRU garante uma vazão de BOG de 0,15%/dia do volume total do tanque, que possui capacidade de armazenamento máximo de 255m³ de GNL, representando cerca de 153.000 m³ de BOG ou 120 toneladas de BOG. Essas condições são apenas válidas para tanques resfriados e sem movimentação, variação de temperatura e pressão.

O BOG não pode ser ventilado diretamente para a atmosfera devido às suas propriedades inflamáveis e propriedades negativas ao meio ambiente, e também não pode ser estocado pois aumentaria a pressão nos tanques, superando os valores limites para os quais foram desenhados. As seguintes opções foram analisadas para a situação do presente estudo:

- Queima na GCU: A Unidade de Combustão de Gases foi projetada para queimar o excesso de gases a bordo, e tem capacidade de queimar BOG até um equivalente de 4,5 t/h. A queima do BOG acontece apenas para evitar a ventilação direta para a atmosfera e toda energia é perdida no processo.
- Re-condensamento: A FSRU é equipada com um re-condensador que, ao utilizar as condições de pressão e temperatura do GNL enviado para a planta de regaseificação, pode recondensar o BOG de volta ao GNL. O re-condensador tem a capacidade de condensar até 5,5t/h quando produzindo 100MMscf/d e quando produzindo 50MMscf/d a capacidade torna-se de 2,8t/h, não sendo possível a ativação do re-condensador com taxa de produção inferior.

Para a estimativa de Gases de Efeito Estufa não foi considerado acréscimo em função da presença/formação do *boil off gas*, uma vez que é considerado que todo o volume de GNL fornecido pelo navio metaneiro é consumido na queima para geração de energia, em ambas as alternativas (queima na GCU ou re-condensamento) o gás será queimado. Ou seja, ao considerar a hipótese na qual o BOG é queimado na GCU para então ser liberado para a atmosfera, deve-se considerar que este volume foi descontado do volume queimado na UTE para geração de energia; dessa forma verifica-se que se adotada a estratégia de queima na GCU as emissões atmosféricas a serem consideradas serão equivalentes à calculada anteriormente, porém com menor geração de energia por volume de GNL comparado.

Um cenário semelhante é observado ao considerar a hipótese de re-condensamento do BOG; neste caso, o volume de gás que seria considerado como perda voltaria a ser GNL para então ser queimado na UTE para geração de energia, não acarretando aumento ou redução na emissão atmosférica calculada anteriormente.

Considerou-se ainda a hipótese na qual não há sistema algum de tratamento do BOG e este seria ventilado diretamente para a atmosfera. Foi utilizada a metodologia descrita anteriormente, e por meio da ferramenta *GHG Protocol* estimou-se que neste cenário a geração total de carbono equivalente teria uma redução de aproximadamente 138 toneladas nas emissões da queima de GNL da usina e um acréscimo de 1 milhão de toneladas de carbono equivalente em um ano. Verifica-se que haveria então um aumento significativo nas emissões de carbono equivalente devido às características do gás em questão, sendo composto principalmente por metano, prejudicial ao meio ambiente.

O volume total de emissões de GEE, expresso em toneladas métricas equivalentes (tCO_{2e}) considerando as emissões de Escopo 1 e Escopo 2, e os estudos de BOG são apresentadas na Tabela 7.1-20, a seguir.

Tabela 7.1-20: Total das emissões de Escopo 1 e 2 e BOG

Emissões em toneladas métricas equivalentes (tCO ₂ e)			
Gás	Escopo 1	Escopo 2	Total de emissões
CO ₂	6.361.000,31	37.527,97	6.372.270,16
CH ₄	2.629,45	0,74	2.629,45
N ₂ O	2.848,26	0,07	2.848,26
HFC			-
PFC			-
SF ₆ (t)			-
NF ₃			-
Total	5.366.616,02	37.567,33	6.404.045,35

Dada a previsão da emissão de CO₂ equivalente, a Celse está analisando formas de mitigação dos impactos negativos; uma das alternativas em análise e a mais provável de ser aplicada é a venda do dióxido de carbono para a PETROBRAS, que o utiliza para injeção no assoalho marinho para potencializar a extração de petróleo. Devido a proximidade da região extrativista e o valor ambiental incorporado nessa solução, considera-se essa alternativa como viável. Cumpre esclarecer, entretanto, que esta é uma alternativa ainda em análise, podendo ser substituída ou reformulada futuramente.

7.1.10 Ruídos

O nível de ruído atual e previsional da área do Complexo Termoelétrico Porto de Sergipe I foi caracterizado através do estudo de *baseline* e modelagem do cenário futuro. O estudo de *baseline* visou diagnosticar a pressão sonora atual junto às comunidades do entorno do empreendimento por meio de medições realizadas entre os dias 8 e 11 de junho de 2017 nos receptores mais próximos à área de interesse. Adicionalmente, a modelagem forneceu a previsão do cenário de pressão sonora que o funcionamento da UTE implicará nas comunidades vizinhas. Com base nos resultados foi avaliada a viabilidade de instalação do empreendimento e necessidade de adoção de medidas de controle e mitigação.

Os estudos completos são observados em anexo (estudo de *baseline* de ruído: Anexo 7.1-8, estudo de modelagem de ruído para a UTE Porto de Sergipe I: Anexo 7.1-9). Na sequência são apresentados seus principais resultados e sua comparação com os referenciais legais para conforto acústico para avaliação do cenário de implantação do Complexo na área em pauta.

7.1.10.1 Base referencial de conforto acústico

Para garantir conforto acústico à população, foram criadas nos âmbitos internacional e nacional normas e padrões legais a serem atendidos. A Resolução CONAMA nº 01/90 “*Dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política*”. Esta resolução visa proteger os interesses da saúde e sossego público, utilizando como níveis aceitáveis, os dispostos na Norma NBR 10.151 – *Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da Comunidade* apresentados na Tabela 7.1-21 para diferentes tipos de áreas.

Tabela 7.1-21: Nível de Critério de Avaliação – NCA para Ambientes Externos, em dB(A), conforme NBR 10.151 da ABNT

Tipos de áreas	Diurno (07:00 às 22:00)	Noturno (22:00 às 07:00)
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
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Esta normativa, NBR 10.151, estabelece ainda que se o ruído ambiente (L_{ra}), prévio à instalação do empreendimento de interesse, for superior ao valor da tabela apresentada para área e o horário em questão, este valor de pressão sonora assume o valor de NCA.

No âmbito internacional, foi utilizada como referência o *General EHS Guidelines* do IFC, de Abril de 2007, o qual estabelece os limites de pressão sonora de acordo com o tipo de receptor e o período do dia, como pode ser observado na Tabela 7.1-22, a seguir.

Tabela 7.1-22: Nível de Ruído segundo o tipo de receptor, em dB(A), conforme *General EHS Guidelines* do IFC

Receptor	Diurno (07:00 às 22:00)	Noturno (22:00 às 07:00)
Residencial, institucional, e educacional	55	45
Industrial, comercial	70	70

Segundo o item *Noise Level Guidelines* desta diretriz, deve-se considerar como base referencial os valores acima descritos ou um acréscimo máximo de 3 dB do nível baseline no receptor mais próximo.

7.1.10.2 *Baseline* de nível de pressão sonora

O estudo de *baseline* teve como objetivo realizar o diagnóstico da situação atual da área quanto ao nível de ruído na ausência das atividades de instalação e operação do Empreendimento, para entender os possíveis impactos futuros relacionados a emissão de ruído pela usina termoelétrica. Todos os procedimentos adotados seguiram a Norma NBR 10.151/2000 (Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas, visando o conforto da comunidade).

Para este estudo foi utilizado o analisador e monitor de eventos de ruído SVANTEK Polônia, modelo SVAN 948, número de série 6961. Certificado de Calibração RBC3-9387-388; e calibrador/ referência acústica marca Norsonic – Noruega, modelo 1251, nº série 22.441, Certificado de Calibração RBC2-9900-555. O microfone do medidor foi equipado com protetor de vento, de forma a evitar sinais de baixa frequência que pudessem interferir na caracterização do Nível de Pressão Sonora (NPS).

Para este estudo foi realizada uma análise das comunidades possivelmente influenciadas pelo aumento de pressão sonora causada pelo empreendimento; verificou-se que o povoado da Praia do Jatobá terá influência direta tanto da Usina como da Casa de Bombas; os moradores das comunidades do Cajueiro também são potenciais receptores, separados apenas pela rodovia SE-100 dos limites do empreendimento; foi ainda considerado o povoado à sudoeste do empreendimento, localizados na porção receptora do vento provindo da usina. Foi considerada ainda no estudo a comunidade localizada próximo à CHESF, subestação Jardins, onde será instalado o Bay.

Dessa forma, com o objetivo de caracterizar o nível de pressão sonora atual junto a estes povoados e comunidades de interesse, foram escolhidos 7 pontos de monitoramento com os receptores significativos para as áreas do Complexo, tanto para a porção offshore, receptores próximos onde

acontecerão instalação dos dutos em terra e nos metros iniciais do mar e da casa de bombas, como UTE e Linha de Transmissão. O Quadro 7.1-3 a seguir apresenta os pontos de medição adotados e sua respectiva justificativa:

Quadro 7.1-3: Pontos de Amostragem de Ruído para Estudo Baseline e Justificativa

Pontos	Coordenadas (UTM)		Justificativa	Tipo de área ¹	Receptor sensitivo ²
	E	S			
P1	724.559	8.803.185	Povoado Jatobá. Receptor mais próximo da lateral sudoeste do Empreendimento.	Área Mista Predominantemente Residencial	Receptor Residencial
P2	724.853	8.803.633	Comunidade do Cajueiro (SE-100). Receptor mais próximo na divisa das laterais sudoeste-noroeste.	Área Mista Predominantemente Residencial	Receptor Residencial
P3	724.959	8.804.270	Comunidade do Cajueiro (SE-100). Receptor mais próximo à entrada do Empreendimento na lateral noroeste.	Área Mista Predominantemente Residencial	Receptor Residencial
P4	726.024	8.804.927	Comunidade do Cajueiro (SE-100). Receptor da divisa das laterais noroeste e nordeste.	Área Mista Predominantemente Residencial	Receptor Residencial
P5	726.530	8.803.056	Comunidade da Praia do Jatobá. Receptor mais próximo da lateral sul-sudeste.	Área Mista Predominantemente Residencial	Receptor Residencial
P6	726.019	8.802.496	Comunidade da Praia do Jatobá. Receptor mais próximo da estação de bombeamento.	Área Mista Predominantemente Residencial	Receptor Residencial
P7	701.839	8.796.317	Receptor próximo a SE Jardim, no município de Nossa Senhora do Socorro.	Área Mista Predominantemente Residencial	Receptor Residencial

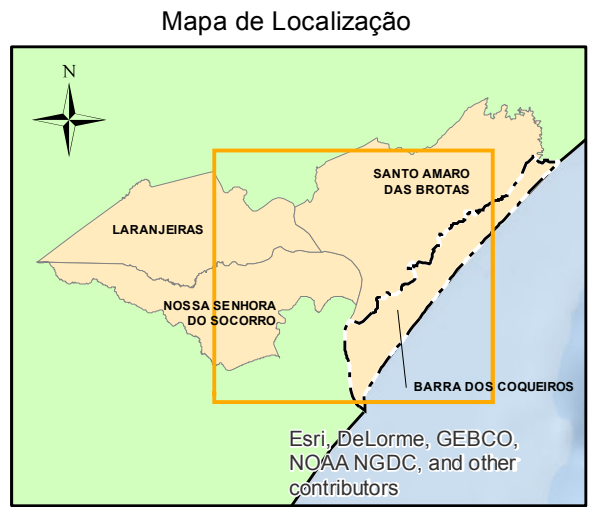
¹ Tipo de área conforme classificação da NBR ABNT 10.151

² Receptor sensitivo conforme classificação do *General EHS Guidelines* do IFC

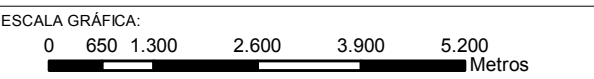
A Figura 7.1-38 apresenta a localização dos pontos de monitoramento.



Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community



- LEGENDA:
- Pontos de Medição de Ruído
 - Traçado da LT
 - Base
 - Gasoduto
 - Faixa de Dutos
 - Turbina a Gás
 - Turbina a Vapor
 - Subestação elevatória
 - Torres Resfriamento
 - Sítio Arqueológico
 - Delimitação da UTE
 - Área do Complexo Termoeletrico Porto Sergipe I
 - Terreno
 - Casa de Bombas
 - Emissário
 - Adutora
 - Terminal Marítimo Inácio Barbosa - TMIB
 - Limite Municipal
 - Massa de Água
 - Corpo de água



NOTAS:
 Sistema de Coordenadas Geográficas: SIRGAS 2000
 Graus Decimais

REFERÊNCIA:
 IBGE, 2015
 Celse, 2017

ch2mSM

TÍTULO:
Localização dos Pontos de Medição de Ruído

PROJETO:
Relatório Socioambiental do Complexo Termoeletrico Porto de Sergipe I

ESCALA:	DATA:	PROJ.:	VERIF.:	APROV.:	REV.:
1:94.665,42	10/09/2017	rutima	MS	VN	RA0

As atividades de campo foram realizadas em 4 dias: quinta, sexta, sábado e domingo, abrangendo assim dois dias úteis, nos quais se pressupõe maior movimentação dos moradores, e final de semana, no qual há participação das pessoas que alugam as casas de veraneio da região. Em todos os dias foram realizadas medições em ambos os períodos, diurno e noturno, para obter o escopo amostral mais completo e significativo. As medições em cada ponto foram realizadas em horários semelhantes em todos os dias, de modo a permitir comparação dos resultados apresentados.

Em cada ponto amostrado o intervalo de medição foi um tempo relevante no qual o histórico do nível sonoro apresentou características das variações do ruído ambiente. Foram amostrados os Níveis de Pressão Sonora-NPS (SPL) durante períodos de monitoramento de até 15 minutos, com amostragem de 1 evento/segundo, totalizando 900 medições do Nível de Pressão Sonora, com curva subjetiva A, em decibéis (dB). Este período de amostragem adotado, considerado suficiente para a caracterização do ruído ambiente existente nos períodos diurno, atende ao estabelecido na NBR 10.151/2000.

Ressalta-se que:

- As medições não foram realizadas em dias com interferências audíveis decorrentes de fenômenos naturais como trovões, chuvas fortes, etc.
- O efeito dos ventos sobre o microfone foi prevenido com o uso de protetor conforme instruções do equipamento utilizado;
- As medições foram efetuadas em pontos afastados aproximadamente 1,2 metros do piso e pelo menos 2 metros do limite da propriedade e de qualquer outra superfície refletora, como muros, paredes, etc;
- Visto que as atividades de terraplanagem estavam em andamento no período de estudo, foi certificado que nos períodos de medição nenhuma operação geradora de ruído estava em andamento.

As medições realizadas resultaram nos seguintes dados apresentados na Tabela 7.1-23.

Tabela 7.1-23: Resultados de Ruído das Medições Baseline dB(A)

Ponto	Data: 8/06/2017		Data: 9/06/2017		Data: 10/06/2017		Data: 11/06/2017	
	Período diurno	Período noturno	Período diurno	Período noturno	Período diurno	Período noturno	Período diurno	Período noturno
P1	42,9	43,1	44,0	47,5	42,1	51,5	46,7	48,7
P2	57,4	49,3	58,0	55,8	44,7	56,2	58,6	52,3
P3	54,6	54,6	50,9	48,5	50,6	50,2	53,4	49,1
P4	53,4	46,3	53,9	48,6	53,9	47,6	52,6	51,9
P5	49,0	48,1	48,2	46,8	43,1	45,1	45,0	50,7
P6	50,7	51,4	48,6	48,0	41,2	47,1	50,5	48,3
P7	44,4	43,2	45,0	49,1	42,3	45,5	42,1	45,3

Em **negrito**: Valor mais representativo para a área.

As Figura 7.1-39 e Figura 7.1-40 a seguir apresentam a representação da situação atual da área de interesse para os pontos P1 a P6, nos períodos diurno e noturno, respectivamente. Ressalta-se que o ponto P7 não foi abrangido neste imageamento devido a sua localização. Não sendo possível a interpolação de dados com um ponto apenas, o P7 não foi modelado para geração da caracterização de ruído na área da CHESF.



Fonte: Vendrame, 2017.

Figura 7.1-39: Situação Acústica Atual no Período Diurno



Fonte: Vendrame, 2017.

Figura 7.1-40: Situação Acústica Atual no Período Noturno

Observando o imageamento da situação acústica atual da área verifica-se que a maior pressão sonora é proveniente do mar, seguido pelo ruído gerado pelos aerogeradores e rodovia SE-100, tanto para o período diurno, quanto para o noturno.

Os resultados obtidos foram ainda analisados juntamente com as observações de campo, nas quais constatou-se que os pontos 2 a 4 são os locais com maior influência da rodovia SE-100; estes mesmos pontos, juntamente com os pontos 5 e 6 possuem interferência direta dos aerogeradores. Destaca-se ainda que em todos os pontos identificou-se interferência da comunidade e ocupação do entorno, sendo pela movimentação de pessoas nas moradias, cantos de pássaros, latidos de cães e ruídos de insetos ou outros animais. Todos estes fatores foram analisados para que o valor de referência da área fosse escolhido dentre a malha dos resultados.

Consolidação dos resultados e definição de Baseline de ruído na área

A comparação com os parâmetros legais brasileiros foi realizada considerando a área de interesse como “mista predominantemente residencial” devendo neste caso apresentar pressões sonoras abaixo de 55 dB(A) durante o período diurno e 50 dB(A) no período noturno para assegurar conforto à comunidade.

O Tabela 7.1-24 a seguir apresenta a comparação dos resultados dos níveis de ruído atuais de cada ponto em comparação à legislação brasileira em vigor.

Tabela 7.1-24: Comparação dos Resultados do Estudo *Baseline* de Ruído com NBR 10.151/2000

Ponto de Monitoramento de Ruído	NBR		Resultados Baseline	
	Diurno	Noturno	Diurno	Noturno
P-01	55,0	50,0	42,9	43,1
P-02	55,0	50,0	58,0	55,8
P-03	55,0	50,0	50,5	50,2
P-04	55,0	50,0	52,6	51,9
P-05	55,0	50,0	48,2	46,8
P-06	55,0	50,0	50,7	51,4
P-07	55,0	50,0	44,4	43,2

Com base nos resultados obtidos no estudo de *baseline* verificou-se que o Ponto 2 encontra-se acima dos limites estabelecidos em ambos os períodos, diurno e noturno, com os resultados de 58 dB(A) e 55,8 dB(A); os Pontos 3, 4 e 6 por sua vez estão acima dos parâmetros brasileiros legais apenas no período noturno superando os 50 dB(A) em 0,2 dB(A), 1,9 dB(A) e 1,4 dB(A), respectivamente. Os Pontos 1, 5 e 7 possuem pressão sonora abaixo do que estabelece a norma brasileira.

No âmbito internacional por sua vez a comparação dos valores obtidos foi realizada em comparação dos valores do *General EHS Guidelines* do IFC para receptores residenciais. A Tabela 7.1-25 apresenta a comparação realizada.

Tabela 7.1-25: Comparação dos Resultados do Estudo Baseline com IFC

Ponto de Monitoramento de Ruído	IFC		Resultados Baseline ¹	
	Diurno	Noturno	Diurno	Noturno
P-01	55,0	45,0	42,9	43,1
P-02	55,0	45,0	58,0	55,8
P-03	55,0	45,0	50,5	50,2
P-04	55,0	45,0	52,6	51,9
P-05	55,0	45,0	48,2	46,8
P-06	55,0	45,0	50,7	51,4
P-07	55,0	45,0	44,4	43,2

Os parâmetros internacionais, mais restritivos que os valores de referência brasileiros para o período noturno, resultaram em mais um ponto acima dos valores legais; além dos pontos supracitados, o Ponto 5 encontra-se acima dos 45 dB(A) estabelecidos pelo IFC, atingindo 46,8 dB(A).

Desse modo, a instalação e operação do Empreendimento devem estar de acordo com os novos valores padrão (Tabela 7.1-26), alterados de acordo com o presente *baseline* apresentado.

Tabela 7.1-26: Novos Valores de Referência para o monitoramento de Ruído dB(A)

Ponto de monitoramento de Ruído	NBR ¹		IFC ¹	
	Diurno	Noturno	Diurno	Noturno
P-01	55,0	50,0	55,0	46,1
P-02	58,0	55,8	61,0	58,8
P-03	55,0	50,2	55,0	53,2
P-04	55,0	51,9	55,6	54,9
P-05	55,0	50,0	51,2	49,8
P-06	55,0	51,4	55,0	54,4
P-07	55,0	50,0	55,0	46,2

OBS: Diurno: 07:00 ÀS 22:00; Noturno: 22:00 às 07:00

¹ Valor alterado após estudo de baseline

Salienta-se que para a porção *offshore* do empreendimento, cuja ADA é constituída integralmente pelo mar, foi considerada a FSRU, fonte de ruído *offshore* do Complexo Termoelétrico, que estará localizada a aproximadamente 7 quilômetros de qualquer possível receptor (comunidades). A energia sonora neste equipamento provem do funcionamento dos motores, os quais estarão enclausurados e operarão dentro dos limites legais, assim, ainda que a intensidade do ruído gerado fosse significativo, o decaimento sonoro esperado com a distância seria suficiente para adequar a emissão dessas fontes para os receptores *onshore*. Ressalta-se ainda que os níveis e espectro de frequência das ondas do mar ajudam a mascarar o ruído produzido. Portanto, não haverá impactos relacionados a este aspecto e nem a necessidade de qualquer programa de gestão relativa às instalações *offshore*.

7.1.10.3 Estudo de Propagação Sonora

O Estudo de Propagação de Ruído desenvolvido para a UTE Porto de Sergipe I tem como objetivo verificar a viabilidade do empreendimento em relação à pressão sonora gerada por este e sua repercussão nas comunidades vizinhas.

Esta análise, conforme mencionado anteriormente, contempla a comparação entre a situação acústica atual e uma simulação computacional da situação futura do ruído com a operação da UTE Porto Sergipe I. Na simulação computacional estão inseridos o entorno do empreendimento com vizinhança de residências à beira mar e próximas de parque eólico e ainda ao longo de rodovia estadual SE-100.

A simulação computacional trata-se de um cálculo de ruído no qual é possível fazer uma previsão, qualitativa e quantitativa, das curvas de pressão sonora oriundas de diversas fontes atuando em conjunto. Neste cálculo são levados em consideração parâmetros como a topografia local, reflexões devido a obstáculos geométricos, absorção do solo, dentre muitos outros parâmetros que podem ser configurados.

Os níveis sonoros variam a todo instante e dependem do comportamento de fontes sonoras que são importantes na composição do ruído ambiente existente (L_{Aeq-dB}), por exemplo, a rodovia SE-100 onde existem receptores de moradias ao longo de sua faixa de domínio, tem fluxos de veículos leves e pesados que variam de acordo com horários e períodos do dia, dias da semana e épocas do ano. O campo de aerogeradores tem sua maior contribuição devido ao ruído dinâmico e da motorização na

condição de velocidade de ventos expressiva e o mar em condições meteorológicas para veraneio – condição usual.

O *software* utilizado na simulação de ruído e dimensionamento de solução desse projeto foi o CadnaA versão 4.3.143, desenvolvido pela empresa alemã Datakustik em 1986. O *software* realiza as estimativas através de métodos de cálculo padronizados e especificados por normas e ISO's, como por exemplo, a ISO 9.613 e a RLS 90 para ruído de tráfego.

Todas as normas e ISO's incorporadas ao *software* foram validadas tecnicamente tanto no campo teórico quanto no campo prático através de testes de casos que comprovam a eficácia dos cálculos realizados.

A simulação computacional foi feita a partir do cruzamento entre a rodovia SE-100 com a rodovia SE-240 até o fim do parque eólico, englobando toda a região sentido a praia, obtendo-se assim uma área de simulação de aproximadamente 10.273.000 m².

O modelo computacional de ruído tem como dados de entrada a topografia da região de interesse, as fontes de ruído local pertencentes à região, medidas através do estudo de *baseline*, as futuras fontes de ruído pertencentes à CELSE, obstáculos geométricos característicos da região, como residências, informações coletadas com respeito a umidade relativa, temperatura e característica do vento, tais como direção e velocidade.

Além da informação sonora recolhida nos pontos receptores, foram realizadas medidas no entorno de aerogerador para mensurar o ruído produzido pelo mesmo. Ao todo foram feitas 12 medidas espaçadas de 30° em um raio de 13 m no entorno do aerogerador. Essas medidas buscam visualizar a direcionalidade global do aerogerador de modo a retratar a fonte mais fielmente no modelo computacional.

Com os aerogeradores alocados na simulação computacional juntamente com as vias de tráfego de veículos e o mar, buscou-se recuperar os níveis sonoros nos receptores. A relevância acústica maior para as vias de tráfego está concentrada na rodovia SE-100, que cruza todo o mapa de ruído, sendo a via mais importante do entorno. Esta fonte sonora foi modelada a partir de medições específicas realizadas a 15 m do eixo da rodovia, e considerado o volume de tráfego de veículos atual. Muitas das vias adjacentes da SE-100 possuem como característica o baixo tráfego de veículos e sazonalidade temporal expressiva, sendo, portanto, de menor relevância acústica.

Para o mar utilizou-se uma medição acústica de calibração feita nas suas imediações, a qual não continha influência acústica notável de nenhum dos outros pontos.

Sendo assim, para a realização da calibração do modelo inicialmente foram inseridas na modelagem as fontes de rodovia com tráfego atual e caracterizado durante as medições de 08/06/2017, o campo de aerogeradores em situação de velocidade de ventos encontrada no dia/período de medições eleito, pois nesta localidade a velocidade dos ventos é importante à propagação sonora, inclusive do ruído que será produzido na operação da UTE, e também o ruído do mar medido em condição meteorológica favorável sem tempestades ou ressacas.

Com estas três fontes atuando conjuntamente obtiveram-se resultados similares aos níveis sonoros medidos em campanha de medições específica de 8/6/2017, este procedimento também oferece segurança à modelagem para inserção da nova fonte sonora do empreendimento, ou seja, o modelo considera-se calibrado.

Foram elencadas como fontes de ruído nas UTE Porto de Sergipe I a ser instalada: caldeira de recuperação de calor, turbina a gás, transformador, turbina a vapor, torre de resfriamento e chaminé. Para cada um destes equipamentos foram considerados os dados de potência sonora separado por bandas de oitava, conforme especificações do fornecedor. A Tabela 7.1-27 sintetiza as informações

de potência sonora total com as correções espectrais de cada uma das fontes sonoras que foi alocada no modelo.

Tabela 7.1-27: Potência Sonora Total dos Equipamentos Utilizados na Simulação

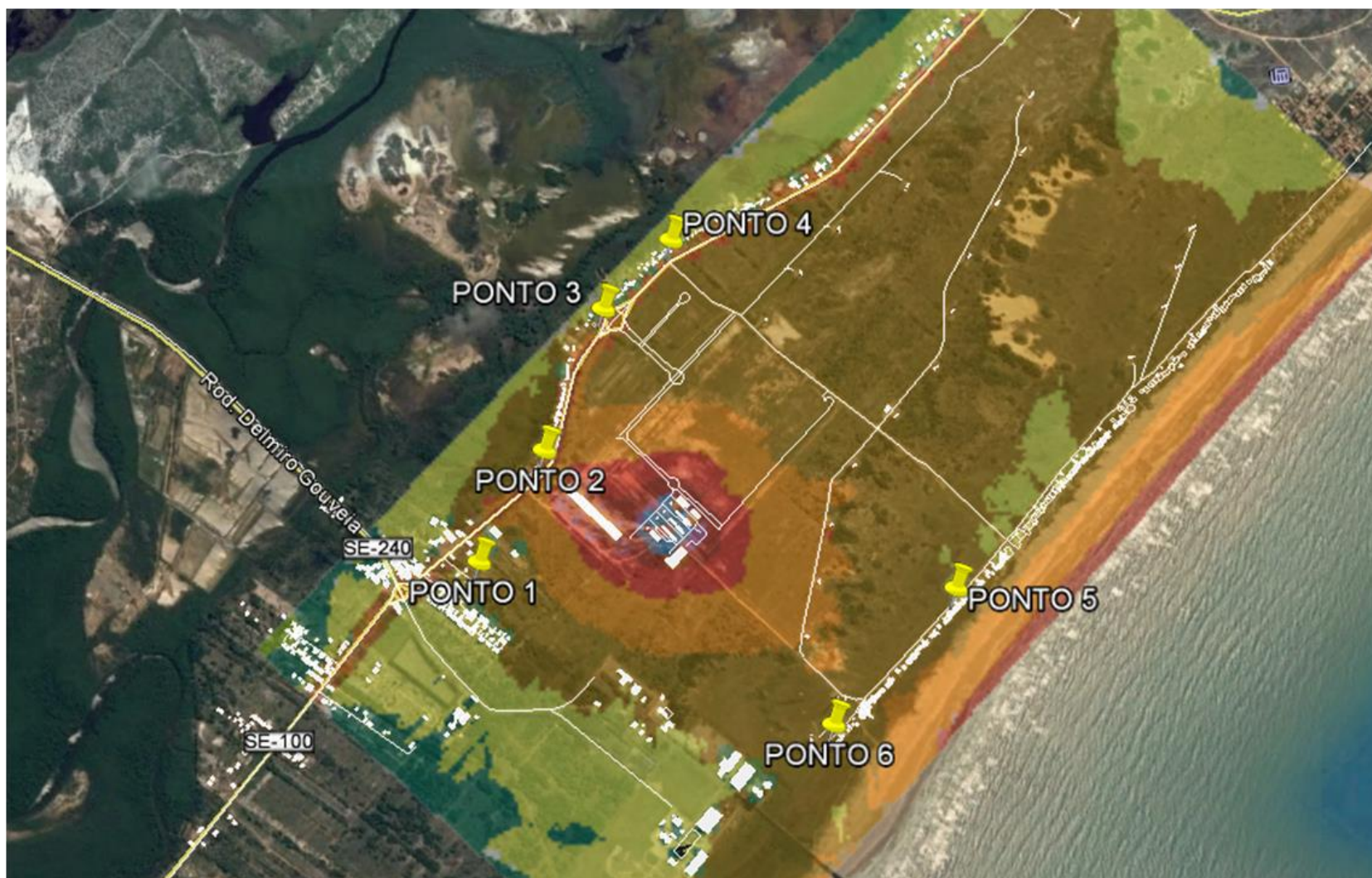
Equipamentos	Potência Sonora (dB)								
	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 hZ	8000 Hz
GT Transformadores <i>Step-up</i>	102	105	107	102	102	96	91	86	81
ST Transformador <i>Step-Up</i>	107	110	112	107	107	101	96	91	86
Compartimento de Turbina a Gás	104	101	98	93	94	95	98	103	91
Compartimento de Turbina a Gás <i>Vent Fans</i>	99	99	107	98	95	92	91	95	92
Exaustor de Difusão	108	116	102	100	96	96	101	106	95
Gerador de Vapor de Recuperação de Calor	128	127	123	116	104	99	90	73	55
Área de Saída de Ar	115	114	113	111	108	106	103	100	98
Área de Entrada de Ar	120	118	116	111	107	106	105	104	103
Gerador de Turbina a Vapor	123	126	116	109	105	100	96	92	81
Aerogerador medido	75,5	94,2	92,7	95,2	97,1	96,1	93,9	88,9	86,7
Aerogerador CutOn (Fabricantes)	80,9	90,8	96,0	97,9	100,8	103,4	99,9	90,0	70,3
Chaminé	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Observadas as locações das fontes sonoras na futura planta de processo, a dimensão e as configurações descritas, e excetuada a influência do parque eólico, obteve-se um arranjo das fontes sonoras com os espectros sonoros estimados nas seções anteriores.

Salienta-se que essa calibração foi feita desconsiderando-se o muro existente no entorno da área da futura planta de processo, uma vez que tais superfícies causam sobras acústicas. Se uma calibração fosse realizada em região próxima ao muro da UTE, a sombra acústica propiciaria níveis recebidos a 1 m de distância do muro mais baixos, mas certamente a distâncias fora da sombra acústica os níveis seriam maiores. Dessa forma optou-se por realizar a calibração em situação livre de sombra acústica, obedecendo as garantias de valores em dBA a 1 m do limite da planta de processo.

Ressalta-se que o estudo é uma previsão com base em dados de entrada; como as fontes sonoras devidamente configuradas em termos de localização e volume, com os espectros de potência sonora desenvolvidos considerando o comportamento típico dos equipamentos em termos de distribuição nas bandas de oitava, e os valores globais de pressão sonora dados de garantia do fabricante (que poderá ou não usar de envelopamentos, tais como jaquetas, enclausuramentos totais ou parciais).

A modelagem indicou que a condição de “cutout” dos aerogeradores altera consideravelmente a região dos mapas onde os aerogeradores estão presentes, entretanto não altera de forma significativa os receptores eleitos, devendo-se isso ao fato de a maioria dos receptores localizarem-se afastados dos mesmos. Os resultados da modelagem considerando a implantação do Complexo Termoelétrico Porto de Sergipe I são apresentados na Figura 7.1-41 e Figura 7.1-42.



Fonte: Vendrame, 2017.

Figura 7.1-41: Situação de Cutout dos Aero geradores e Operação da UTE Porto de Sergipe I – Período Diurno



Fonte: Vendrame, 2017.

Figura 7.1-42: Situação de Cutout dos Aerogeradores e Operação da UTE Porto de Sergipe I – Período Noturno

Os principais efeitos são sumarizados na Tabela 7.1-28.

Tabela 7.1-28: Sumário dos Resultados da Modelagem de Ruído

Pontos	Ruído ambiente medido		Níveis obtidos na calibração da modelagem ¹		Cutout de aerogeradores		Situação medida/calibrada + UTE PORTO SERGIPE I		Cutout de aerogeradores + UTE PORTO SERGIPE I	
	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N
Ponto 1	43	43	44	43	44	45	51	45	51	45
Ponto 2	59	56	58	49	58	49	59	51	59	51
Ponto 3	51	50	54	54	54	54	55	54	55	54
Ponto 4	53	52	54	46	54	48	54	47	54	48
Ponto 5	48	47	49	48	50	49	50	48	51	49
Ponto 6	51	51	52	52	52	52	53	52	53	52

Legenda

¹ Nível utilizado para base comparativa de aumento da pressão sonora

- Aumento de até 1 dBA
- Aumento entre 1 e 3 dBA
- Aumento superior a 3 dBA
- D Diurno
- N Noturno

Descrição dos Resultados Obtidos:

No estudo de *baseline* observou-se que os níveis atuais de ruído, principalmente no período noturno, ultrapassam os limites estabelecidos pelas normas nacionais e internacionais, sendo gerados então novos valores orientadores específicos para a área. Ao inserir estes valores de *baseline* no modelo matemático, pode-se observar que a calibração dos pontos levou a valores muito próximos aos obtidos *in loco*, com discrepância máxima de 0,9 dB. Levando-se em consideração que existem flutuações nas medidas de pressão sonora em campo e erros de aproximação computacionais, pode-se considerar este um valor adequado para a calibração do modelo. Esta condição foi calculada com um vento orientado no sentido predominante mar → continente de 3 m/s.

A condição de “cutout” altera de forma considerável uma boa região do mapa entre os aerogeradores, entretanto o aumento do ruído não chega a alterar de forma relevante os receptores eleitos devido ao fato de a maioria dos receptores encontrarem-se afastados dos aerogeradores. Como pode ser avaliado pela simulação, o aumento de ruído ocorre nos receptores dos Pontos 4 e 5, comunidades do Cajueiro e da Praia do Jatobá, respectivamente, que se encontram mais próximos dos aerogeradores.

Quando considerada a operação da UTE Porto de Sergipe I, observadas as hipóteses e premissas adotadas para estimativa da situação futura, verificou-se a ocorrência de impacto sonoro na região. A área de residências mais afetada situa-se a oeste da planta de processo. Essa região encontra-se suficientemente distante da rodovia SE-100 e dos aerogeradores, com baixos níveis de ruído medido e projetado, e sendo assim, a implantação da UTE Porto Sergipe I deverá implicar alteração da paisagem acústica dessa localidade. A localidade do Ponto receptor 1 (Povoado do Jatobá) deverá ser afetada com uma previsão de aumento do nível de ruído existente /medido de 7 dBA no período diurno e no período noturno não há previsão de acréscimo significativo.

A região dos Pontos 2 (comunidade do Cajueiro), 3 (comunidade do Cajueiro) e 5 (comunidade da Praia do Jatobá) também devem sofrer impacto sonoro, porém de baixa intensidade.

Na situação mais crítica, com os aerogeradores do parque eólico em “cutout” conjuntamente com a operação da UTE Porto Sergipe I, os impactos sonoros são de menor intensidade na região dos pontos 2, 3, e 6 (comunidade da Praia do Jatobá); nos Pontos 4 e 5 o impacto é levemente maior.

No Ponto 1 é esperado impacto sonoro da mesma maneira que na situação anteriormente comentada. Considere-se, no entanto, que esta situação não deverá alterar de forma considerável o ruído nos receptores eleitos, embora os mapas acústicos indiquem uma mudança da situação acústica da região, em especial ao oeste da UTE Porto de Sergipe I.

- **Comparação com a Legislação Brasileira**

Foi então realizada a comparação dos valores finais de pressão sonora com a usina em operação, com cutout dos aerogeradores, pior cenário, com a Tabela 7.1-26 de novos valores de referência, específica para a área. A Tabela 7.1-29 apresenta a comparação dos resultados da modelagem com os valores legais brasileiros

Tabela 7.1-29: Comparação Resultados Modelagem com Valores Legais Brasileiros

Ponto de Monitoramento de Ruído	NBR		Cutout de aerogeradores + UTE Porto de Sergipe I	
	Diurno	Noturno	Diurno	Noturno
P-01	55,0	50,0	51,0	45,0
P-02	58,0	55,8	59,0	51,0
P-03	55,0	50,2	55,0	54,0
P-04	55,0	51,9	54,0	48,0
P-05	55,0	50,0	51,0	49,0
P-06	55,0	51,4	53,0	52,0

Como se observa, os pontos P-01, P-04 e P-05 não superam em nenhum dos períodos os respectivos valores de referência. O ponto P-02, entretanto, apresenta uma diferença de 1 dB(A) em relação ao valor orientador para esta área para o período diurno; sendo que neste mesmo período o ponto P-03 terá sua pressão sonora local equivalente ao valor orientador, ou seja, no limite do permitido. No período noturno os pontos P-03 e P-04 ultrapassarão os limites legais em 3,8 dB(A) e 0,6 dB(A), respectivamente.

- **Comparação com a Legislação Internacional**

No âmbito internacional a mesma análise foi realizada buscando identificar a presença de pressões sonoras acima dos valores legais para cada um dos receptores de interesse. A Tabela 7.1-30 apresenta a comparação dos resultados da modelagem com os valores legais internacionais.

Tabela 7.1-30 Comparação Resultados Modelagem com Valores Legais Brasileiros

Ponto de Monitoramento de Ruído	IFC		Cutout de aerogeradores + UTE Porto de Sergipe I	
	Diurno	Noturno	Diurno	Noturno
P-01	55,0	46,1	51,0	45,0
P-02	61,0	58,8	59,0	51,0
P-03	55,0	53,2	55,0	54,0
P-04	55,6	54,9	54,0	48,0
P-05	55,0	49,8	51,0	49,0
P-06	55,0	54,4	53,0	52,0

De forma semelhante à comparação com a legislação nacional, verifica-se que a pressão sonora no ponto P-03, localizado na comunidade Cajueiro, apresenta valores acima dos limites legais para o

período noturno, e para o diurno encontra-se no limite do permitido. Destaca-se que este é o único ponto no qual os resultados ultrapassam suas respectivas pressões de referência.

7.1.11 Recursos Hídricos

A área de estudo está localizada nas Bacias dos rios Sergipe e Vaza Barris, e na Plataforma Continental Bacia Sergipe-Alagoas (PCSEAL). O local apresenta rico ambiente hídrico, com diversas unidades de paisagem associadas. Neste item os recursos hídricos serão apresentados separando-se o ambiente de águas interiores e estuarinas, da área oceânica e de marés.

7.1.11.1 Aspectos Legais

O arcabouço legal que envolve a questão dos recursos hídricos no estado de Sergipe, além daqueles no cenário federal, é apresentado no Quadro 7.1-4, sendo o órgão gestor dos recursos hídricos em Sergipe é a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH).

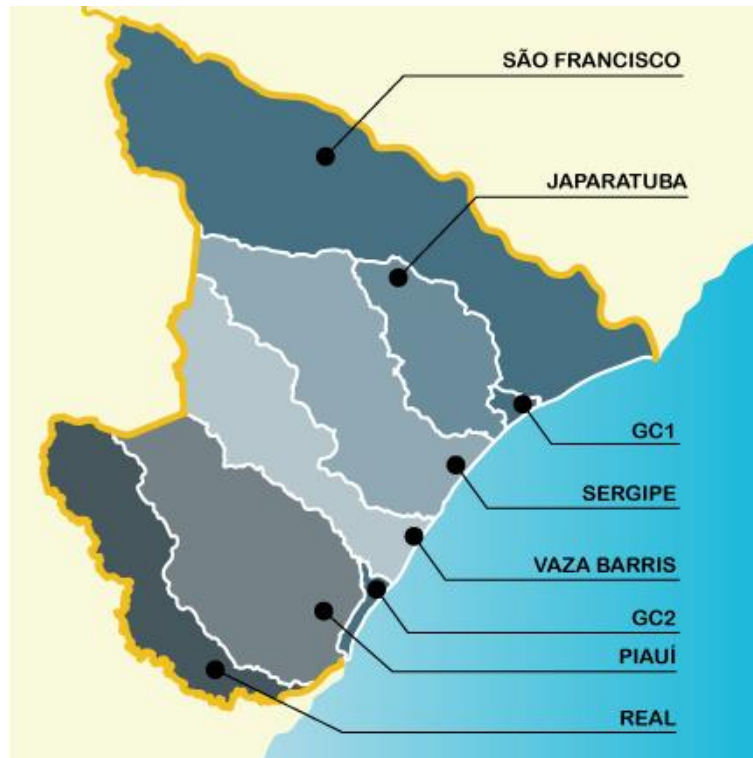
Quadro 7.1-4: Legislação do Estado de Sergipe sobre Recursos Hídricos

Ato Legal	Conteúdo
Lei n.º 3.595 de 19/01/1995	Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências.
Lei n.º 3.870 de 25/09/1997	Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, e institui o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
Decreto n.º 18.099, de 26/03/1998	Dispõe sobre o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CONERH) e dá outras providências.
Decreto n.º 18.456, de 03/12/1999	Regulamenta a outorga de direito de uso de recursos hídricos
Decreto n.º 18.931, de 03/07/2000	Corrige os valores de custos operacionais do anexo único do Dec. 18.456
Decreto n.º 19.079, de 05/09/2000	Regulamenta o Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FUNERH.

Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA)

7.1.11.2 Hidrologia e Hidrogeologia

O estado de Sergipe é composto por 8 Bacias Hidrográficas: São Francisco, rio Vaza Barris, rio Real, rio Japarutuba, rio Sergipe, rio Piauí, Grupo de Bacias Costeiras 1 (GC 1), e Grupo de Bacias Costeiras 2 (GC2), conforme apresenta a Figura 7.1-43. São considerados rios estaduais os rios Japarutuba, Sergipe e Piauí.



Fonte: SIRHSE, 2017

Figura 7.1-43: Bacias Hidrográficas do Estado de Sergipe

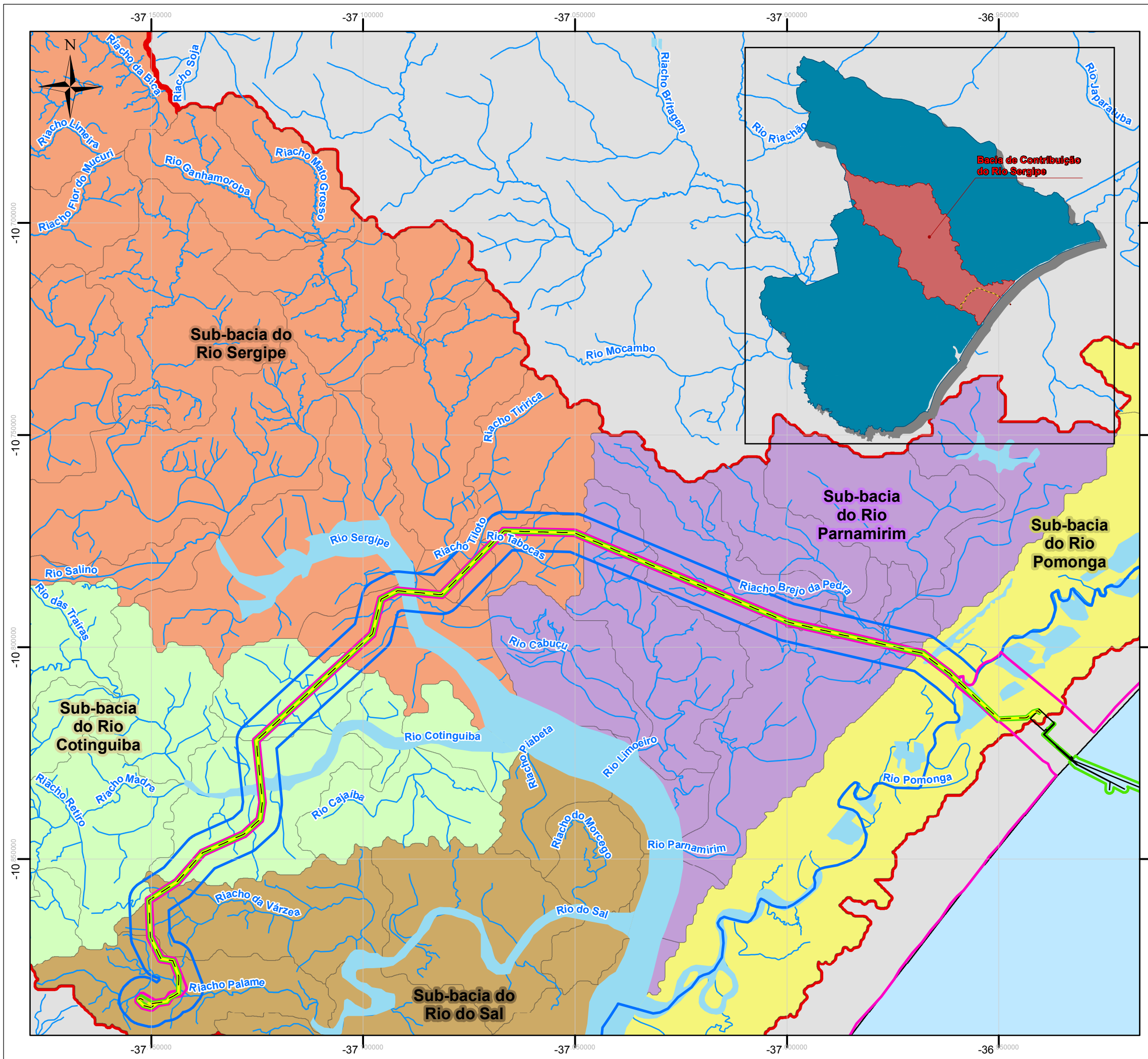
O Quadro 7.1-5 a seguir lista os recursos hídricos superficiais que o empreendimento irá interceptar, e também cita a sua respectiva sub-bacia hidrográfica e o município onde estão localizados. Ressalta-se que para aqueles sem nome, foi adotado a nomenclatura “Corpo Hídrico” seguida de uma identificação numeral.

Quadro 7.1-5: Recursos Hídricos Superficiais por Sub-bacia Hidrográfica

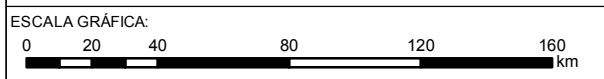
Travessias	Município	Torres / trechos
Rio Pomonga	Limite entre município de Santo Amaro das Brotas e Barra dos Coqueiros	Entre torres 2/1 e 2/2
Rio Parnamirim	Santo Amaro das Brotas	Entre torres 4/2 e 5/1
Corpo Hídrico 1	Santo Amaro das Brotas	Entre torres 9/1 e 9/2
Corpo Hídrico 2	Santo Amaro das Brotas	Entre torres 9/1 e 9/2
Corpo Hídrico 3	Santo Amaro das Brotas	Entre torres 11/1 e 11/2
Corpo Hídrico 4	Santo Amaro das Brotas	Entre torres 11/2 e 11/3
Rio Limoeiro	Santo Amaro das Brotas	Entre torres 11/3 e 12/1
Corpo Hídrico 5	Santo Amaro das Brotas	Entre torres 13/2 e 13/3
Corpo Hídrico 6	Santo Amaro das Brotas	Entre torres 14/1 e 14/2
Rio Tabocas	Santo Amaro das Brotas	Entre torres 15/1 e 15/2
Rio Segipe	Santo Amaro das Brotas	Entre torres 17/3 e 18/1
Corpo Hídrico 7	Laranjeiras	Entre torres 17/3 e 18/1
Corpo Hídrico 8	Laranjeiras	Entre torres 17/3 e 18/1
Corpo Hídrico 9	Laranjeiras	Próximo à torre 19/1

Travessias	Município	Torres / trechos
Corpo Hídrico 7	Laranjeiras	Entre torres 19/1 e 19/2
Corpo Hídrico 10	Laranjeiras	Entre torres 20/3 e 21/1
Corpo Hídrico 11	Laranjeiras	Entre torres 21/2 e 22/1
Corpo Hídrico 12	Laranjeiras	Entre torres 22/1 e 22/2
Corpo Hídrico 13	Laranjeiras	Entre torres 22/2 e 23/1
Corpo Hídrico 14	Laranjeiras	Entre torres 23/1 e 23/2
Rio Cotinguiba	Limite entre municípios Laranjeiras e Nossa Senhora do Socorro	Entre torres 25/1 e 25/2
Corpo Hídrico 15	Nossa Senhora do Socorro	Entre torres 26/1 e 26/2
Corpo Hídrico 16	Nossa Senhora do Socorro	Entre torres 26/2 e 27/1
Riacho da Várzea	Nossa Senhora do Socorro	Entre torres 28/2 e 29/1
Corpo Hídrico 17	Nossa Senhora do Socorro	Entre torres 30/1 e 30/2
Corpo Hídrico 18	Nossa Senhora do Socorro	Entre torres 31/3 e 32/1
Riacho Palame	Nossa Senhora do Socorro	Entre torres 32/1 e 32/2

O Complexo Termelétrico Porto de Sergipe I está localizado na Bacia Hidrográfica do rio Sergipe, conforme apresentado na Figura 7.1-44 (SIRHSE, 2017).



- LEGENDA:**
- Traçado da LT
 - Empreendimento
 - Corpo d'água
 - Rede Hidrográfica
 - Divisa Estadual - SE
- Áreas de Influência**
- Área Diretamente Afetada - ADA
 - Área de Influência Indireta - AII (1.000m) Meio Físico e Biótico
 - Área de Influência Indireta - AID (160m) Meio Físico e Biótico
- Sub-bacias**
- Sub-bacia do Rio Sergipe
 - Sub-bacia do Rio Cotinguiba
 - Sub-bacia do Rio Pomonga
 - Sub-bacia do Rio Parnamirim
 - Sub-bacia do Rio do Sal
 - Bacia de Contribuição do Rio Sergipe



NOTAS:
 Sistema de Coordenadas Geográficas: SIRGAS 2000
 Graus Decimais

REFERÊNCIA:
 IBGE, 2015
 Agência Nacional de Águas - ANA - Ottobacias
 MMA



TÍTULO:
Localização do Empreendimento nas Bacias Hidrográficas

PROJETO:
 Estudo Integrado de Impacto Ambiental

ESCALA: 1:450.000	DATA: 8/30/2017	PROJ.: RU	VERIF.: MS	APROV.: VN	REV.: RA0
----------------------	--------------------	--------------	---------------	---------------	--------------

Localização do empreendimento nas bacias hidrográficas

A disponibilidade hídrica, fator decisivo para desenvolvimento econômico e social, tem interferência direta de fatores climáticos e fatores físicos e pode se referir à água superficial ou subterrânea ou ainda representar a soma delas. Como no estado de Sergipe a disponibilidade hídrica superficial é baixa, a água subterrânea torna-se um recurso fundamental em quase todas as bacias (exceto a bacia do São Francisco).

A Tabela 7.1-31 abaixo apresenta o percentual de disponibilidade hídrica subterrânea por Bacia em relação à disponibilidade hídrica total.

Tabela 7.1-31: Disponibilidade Hídrica Subterrânea por Bacia

Bacia	Disponibilidade
Japaratuba	89,97%
Piauí	88,23%
Sergipe	64,72%
Vaza Barris	58,69%
Real	77,85%
São Francisco	
GC 1	90,28%
GC 2	82,48%

Fonte: SIRHSE, 2017

A disponibilidade hídrica de Sergipe quando analisada, desconsiderando a expressiva contribuição que a Bacia do São Francisco adiciona ao Estado, contabiliza 253,0 milhões de m³/ano, ou 8.023 l/s. Visando mais especificamente a Bacia do rio Sergipe, bacia em que está inserido o Empreendimento, verifica-se a disponibilidade de 129 milhões de m³/ano, a maior do Estado depois da Bacia do São Francisco, que disponibiliza mais de 20 bilhões de m³/ano (PERH-SE, 2010).

Dos 129 milhões de m³ anuais da Bacia do rio Sergipe, 111,8 milhões são advindos de águas superficiais, sendo dessas 72,4 milhões originadas da transposição da DESO (Bacia do São Francisco), conforme segue na Tabela 7.1-32. As águas subterrâneas contribuem com 17,4 milhões de m³ ao ano na Bacia do rio Sergipe (PERH-SE, 2010). A disponibilidade hídrica na Bacia do rio Vaza Barris é de 40,2 milhões de m³/ano, sendo 26 milhões de m³ advindos de águas superficiais, 10,9 milhões de m³ de águas subterrâneas e o restante (3,9 milhões m³/ano) da transposição DESO.

Tabela 7.1-32: Disponibilidade e demandas por bacia e respectivo saldo (2010)

Bacia	Unidade de Planejamento	Disponibilidades (m ³ /ano)				Demanda (m ³ /ano)	Saldo (m ³ /ano)
		Superficial	Transposição DESO	Subterrânea Efetiva	Total		
Rio Sergipe	Alto Rio Sergipe	10.091.520	1.445.377	2.130.000	13.666.897	6.515.502	7.151.395
	Rio Jacarecica	15.452.640	898.218	4.387.000	20.737.858	21.894.654	- 1.156.796
	Rio Cotinguiba	3.153.600	17.342.546	2.525.000	23.021.146	19.036.883	3.984.263
	Baixo Rio Sergipe	6.622.560	47.456.737	7.043.000	61.122.297	51.797.820	9.324.477
	Rio Poxim	4.099.680	5.241.035	1.296.000	10.636.715	8.734.551	1.902.164
	TOTAL	39.420.000	72.383.913	17.381.000	129.184.913	107.979.410	21.205.503
Rio Vaza Barris	Alto Rio Vaza Barris	4.099.680	3.940.873	4.020.000	12.060.553	9.581.781	2.478.772
	Rio Traíras	2.207.520	-	5.395.000	7.602.520	12.262.458	- 4.659.938

Bacia	Unidade de Planejamento	Disponibilidades (m ³ /ano)				Demanda (m ³ /ano)	Saldo (m ³ /ano)
		Superficial	Transposição DESO	Subterrânea Efetiva	Total		
Rio Vaza Barris	Baixo Rio Vaza Barris	19.711.127	-	1.505.000	21.216.127	18.391.645	2.824.482
	TOTAL	26.018.327	3.940.873	10.920.000	40.879.200	40.235.884	643.316

Fonte: PERH-SE, 2010 (Modificado).

A disponibilidade hídrica superficial do rio Sergipe no trecho próximo à costa está entre 0,008 e 1 m³/s, enquanto do rio Vaza Barris está entre 1 e 10 m³/s. Em grande parte de Aracaju há uma baixa garantia hídrica, no que diz respeito ao abastecimento urbano; para a situação do abastecimento urbano em Barra dos Coqueiros consta a ampliação do sistema produtor, bem como em Laranjeiras e Nossa Senhora do Socorro. Em Pirambu e Santo Amaro das Brotas o abastecimento consta como satisfatório. De acordo com os dados do portal SNIRH, há apenas uma captação superficial em Aracaju e uma em Santo Amaro das Brotas (ANA, 2017).

Verifica-se que na área existem alguns sistemas de abastecimento; o Sistema de Barra dos Coqueiros é abastecido por sete poços tubulares presentes entre a sede municipal e o povoado Atalaia Nova, responsável por produzir 3.379 m³/dia; Sistema Atalaia Nova é abastecido por três poços tubulares produzindo um volume diário de 852,96 m³, destacando o poço Atalaia Nova-2 com mais de 50% da produção; o Sistema Jatobá por sua vez tem como fonte de abastecimento um poço tubular com 29 m de profundidade que produz 103,85 m³/dia com vazão de 8.640 L/h; e Sistema Capuã/ Olhos d'Água composto por dois poços tubulares perfurados em 1999 produzindo um volume de 194,4 m³/dia (Consentre, 2009).

Há ainda o Sistema de Aquíferos, destacando-se o sistema das Coberturas Holocênicas e sistema de Formação Marituba e Mosqueiro. O Sistema das Coberturas Holocênicas trata-se de um aquífero intergranular, tipo livre, cujo potencial hídrico é considerado médio; nele constam 19 poços para abastecimento de água que apresentam uma vazão específica média de 3.731 l/h/m; a profundidade média do lençol freático é da ordem de 2,25 m. O Sistema de Formação Marituba e Mosqueiro por sua vez é constituído por arenitos médios a grosseiros e conglomeráticos e intercalações de calcários e dolomitos; o potencial hídrico estimado para este sistema varia entre 50.000 e 200.000 l/h (Consentre, 2009).

Quimicamente observa-se que a qualidade das águas dos dois sistemas aquíferos apresenta, em geral, restrições apenas com relação ao elemento ferro, que apresenta-se em concentrações acima dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357 (Consentre, 2009).

Localmente foi realizado levantamento dos poços cadastrados junto ao CNARH – Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos, mantido pela ANA – Agência Nacional de Águas, para o município de Barra dos Coqueiros. A Figura 7.1-45 e Figura 7.1-46 apresentam a localização desses poços e a Tabela 7.1-33 apresenta os dados do cadastramento.

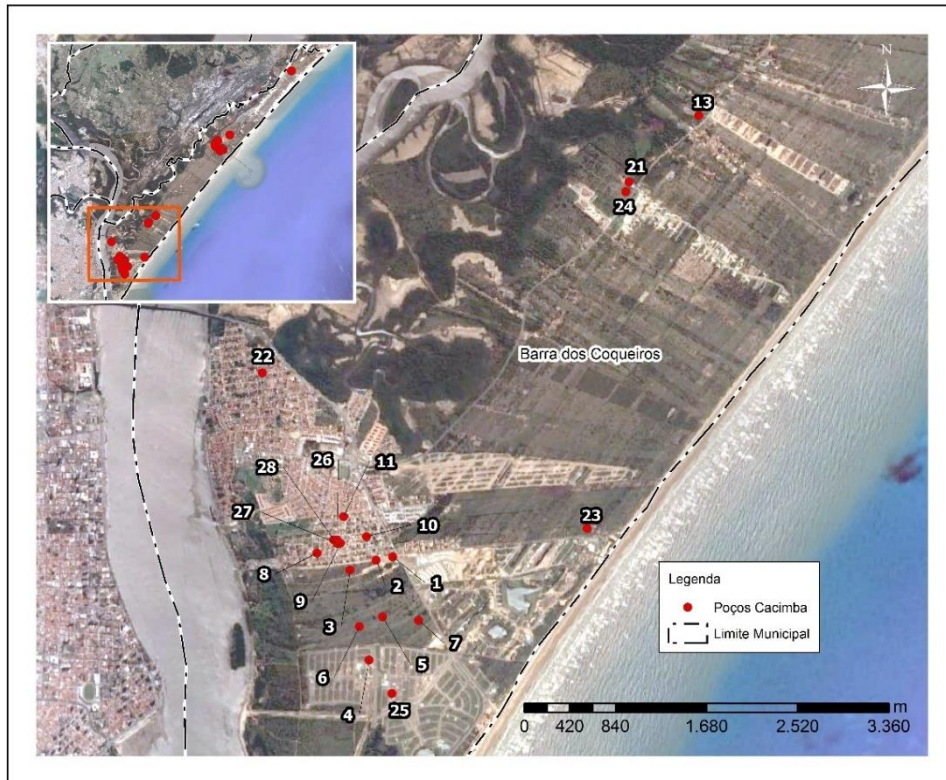


Figura 7.1-45: Mapa de localização dos poços cadastrados junto à ANA em Barra dos Coqueiros

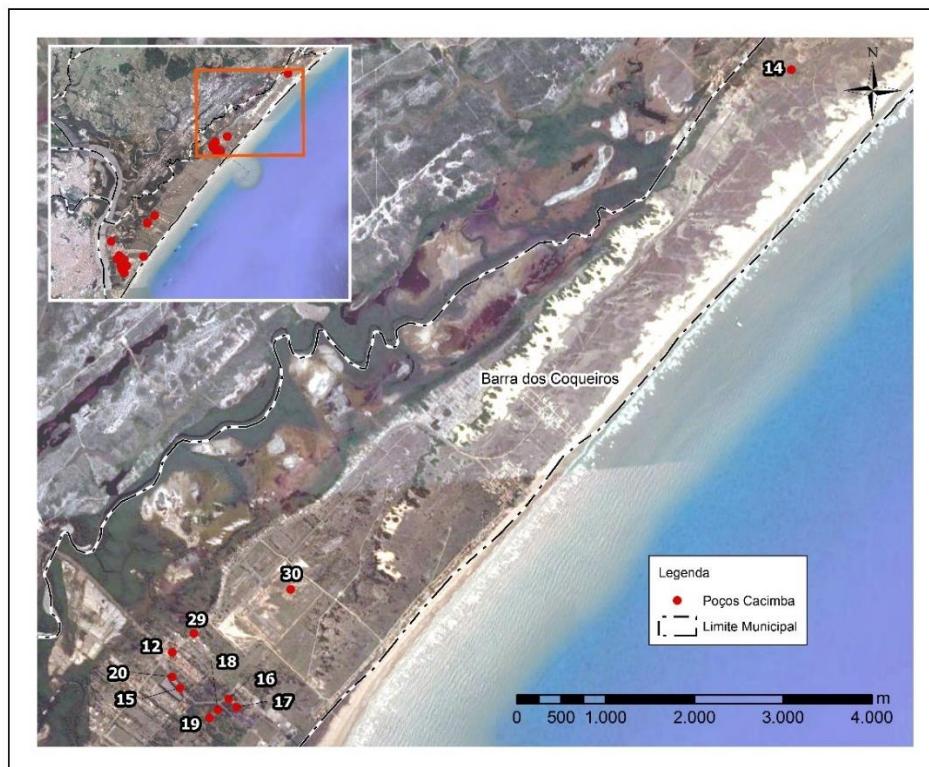


Figura 7.1-46: Mapa de localização dos poços cadastrados junto à ANA em Barra dos Coqueiros

Tabela 7.1-33: Poços Cadastrados junto à ANA em Barra dos Coqueiros

Ponto	Coordenada (utm)	Situação	Abastecimento	Nível dinâmico	Nível estático	Vazão específica
1	716131 8792555	Bombeando	Doméstico	-	-	-
2	715979 8792525	Bombeando	Doméstico	-	-	-
3	715736 8792434	Bombeando	Doméstico	-	-	-
4	715913 8791603	Bombeando	Doméstico	6,2	1,3	8,082
5	716037 8792002	Bombeando	Doméstico	5,4	3,6	4,632
6	715823 8791912	Bombeando	Doméstico	6,2	1,3	8,082
7	716370 8791969	Não instalado	Doméstico	-	2,57	-
8	715433 8792590	Bombeando	Doméstico	-	-	-
9	715647 8792681	Bombeando	Doméstico	-	-	-
10	715890 8792741	Bombeando	Doméstico	-	-	-
11	715678 8792926	Bombeando	Doméstico	-	-	-
12	724374 8803256	Bombeando	Doméstico	-	-	-
13	718953 8796624	Bombeando	Doméstico	-	-	-
14	731346 8809817	Bombeando	Doméstico	-	-	-
15	724462 8802856	Não instalado	Doméstico	-	3	-
16	725009 8802730	Bombeando	Doméstico	12	7	-
17	725099 8802637	Bombeando	Doméstico	12	8	-
18	724887 8802608	Bombeando	Doméstico	11	6	-
19	724794 8802517	Bombeando	Doméstico	12	7	-
20	724372 8802980	Bombeando	Doméstico	-	-	-
21	718310 8796013	Bombeando	Doméstico	-	-	-
22	714928 8794253	Não instalado	Doméstico	7,9	2,7	1,104
23	717925 8792819	Bombeando	Doméstico	-	-	-
24	718279 8795922	Não instalado	Doméstico	-	0,96	-
25	716123 8791295	Seco	Urbano	-	-	-
26	715616 8792712	-	-	9,9	0,9	2,146
27	715616 8792681	-	-	5,96	0,5	16,117
28	715586 8792712	-	-	6,04	0,2	7,977
29	724618 8803470	-	Irrigação	8,4	6,9	5,029
30	725708 8803965	-	-	-	-	-

Fonte: ANA, 2017

Como se observa na Figura 7.1-45 e Figura 7.1-46, os poços estão principalmente concentrados na região da Barra dos Coqueiros e Pirambu. Devido ao caráter eletivo desse cadastro, foram registrados apenas trinta poços na área em estudo, e dentre esses, somente nove possuem informações completas de coleta e análise de água, como nível dinâmico, nível estático e vazão específica. De todos os poços apresentados na Tabela 7.1-33: Poços Cadastrados junto à ANA em Barra dos Coqueiros, quase todos os poços são destinados para abastecimento doméstico e estão atualmente bombeando, com exceção de dois poços, o 25 que tinha o seu uso destinado para abastecimento urbano mas

atualmente encontra-se seco e o 29 que tinha o seu uso destinado para irrigação porém não foram reportadas informações referentes à situação atual do poço.

No entanto, cabe destacar que em visitas de campo foi observada grande quantidade de poços cacimba instalados nas comunidades da região da Praia do Jatobá. Segundo relatos, a água captada possui odor e sabor marcante, sendo salobra. A comunidade não utiliza esta água para dessedentação, mas para outros usos domésticos, uma vez que esta região não possui sistema de abastecimento público de água, como será abordado pelo item 7.3 – Diagnóstico do Meio Socioeconômico.

A demanda hídrica pode ser dividida em: consumo humano, urbano e rural, referente à água utilizada para beber, preparar alimentos, uso de higiene pessoal, limpeza doméstica e lavagem de roupa; consumo animal, referente a água usada para dessedentação animal; uso industrial, considerada a água que entra em contato direto com os produtos intermediários ou finais; demanda ecológica, sendo esta a água necessária para manutenção da vida aquática nos rios (fauna e flora); e irrigação, utilizada para rega dos cultivos agrícolas. Com base nos dados das outorgas de águas superficiais e subterrâneas emitidas pela Superintendência de Recursos Hídricos da Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Sergipe foi elaborada a Tabela 7.1-34 a seguir com as demandas hídricas de Sergipe:

Tabela 7.1-34: Demanda Hídrica por Bacia (l/s)

Bacia	Abastecimento Público	Agricultura	Industrial
São francisco	31,19	5324,70	8,22
Japaratuba	13,50	151,28	18,57
Sergipe	144,30	-	164,55
Vaza barris	23,44	402,97	20,70
Piauí	39,54	260,11	24,52
Real	15,72	228,38	0,82
Total	267,69	6.367,44	237,38

Fonte: SIRHSE, 2017

O balanço hídrico resultante da diferença de quantidade disponível e demanda para os vários usos é instrumento que ajuda a nortear o planejamento hídrico, indicando se haverá falta de água na região. A Tabela 7.1-35 apresenta o balanço hídrico das Bacias do Estado de Sergipe.

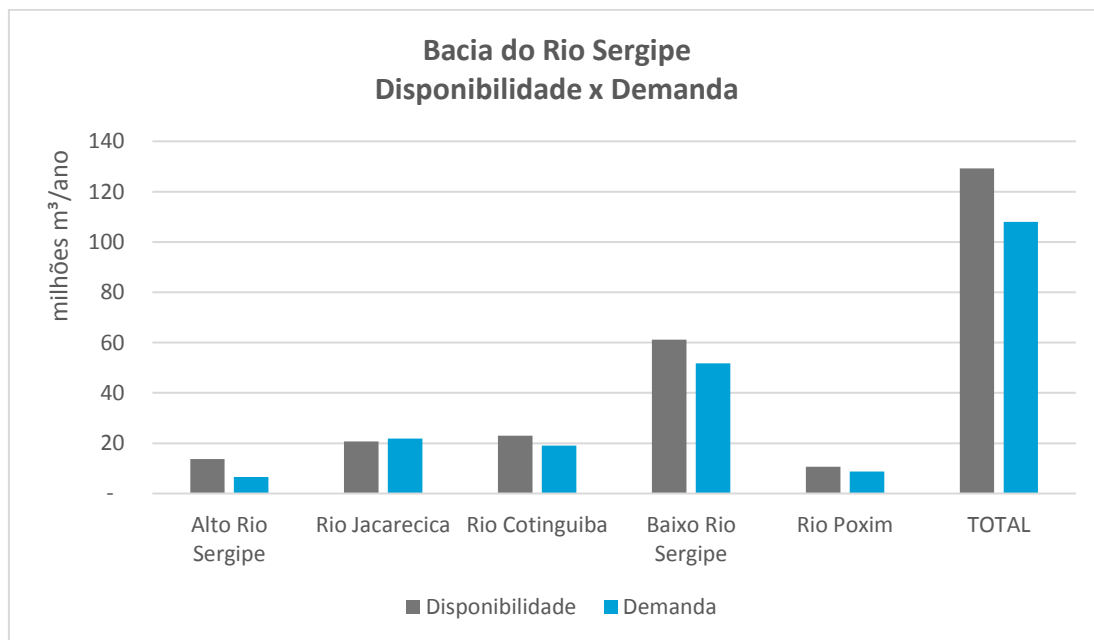
Tabela 7.1-35: Balanço Hídricos das Bacias Hidrográficas do Estado de Sergipe – L/s

Bacia do Rio	Disponibilidade [A + B (Efetiva)] - Demanda Cenário Tendencial				Disponibilidade [A + C (Instalada)] - Demanda Cenário Tendencial				Disponibilidade [A + D (Explotável)] - Demanda Cenário Tendencial			
	2010	2015	2020	2025	2010	2015	2020	2025	2010	2015	2020	2025
Japaratuba	-1616	-1.666	-1.716	-1.772	-983	-1.033	-1.083	-1.139	2.246	2.246	2.197	2.141
Sergipe	-1.862	-2.081	-2.251	-2.462	-251	-470	-640	-851	1.969	1.750	1.580	1.369
Piauí	-2.323	-2.403	-2.487	-2.572	-1.645	-1.725	-1.809	-1.894	3.975	3.895	3.811	3.726
Vaza Barris	-1.092	-1.189	-1.284	-1.384	-744	-841	-936	-1.036	67	-30	-125	-226

Bacia do Rio	Disponibilidade [A + B (Efetiva)] - Demanda				Disponibilidade [A + C (Instalada)] - Demanda				Disponibilidade [A + D (Explotável)] - Demanda			
	Cenário Tendencial				Cenário Tendencial				Cenário Tendencial			
	2010	2015	2020	2025	2010	2015	2020	2025	2010	2015	2020	2025
Real	-536	-569	-599	-628	397	365	335	306	744	712	681	652
Bacias GC1	-80	-81	-83	-84	131	130	128	126	455	454	452	450
Bacias GC2	-151	-152	-154	-159	-151	-152	-154	-159	273	272	270	265
São Francisco	629.68 3	629.4 66	629.2 33	628.9 83	631.3 90	631.1 72	630.9 39	630.6 90	637.9 70	637.7 52	637.5 20	637.2 70

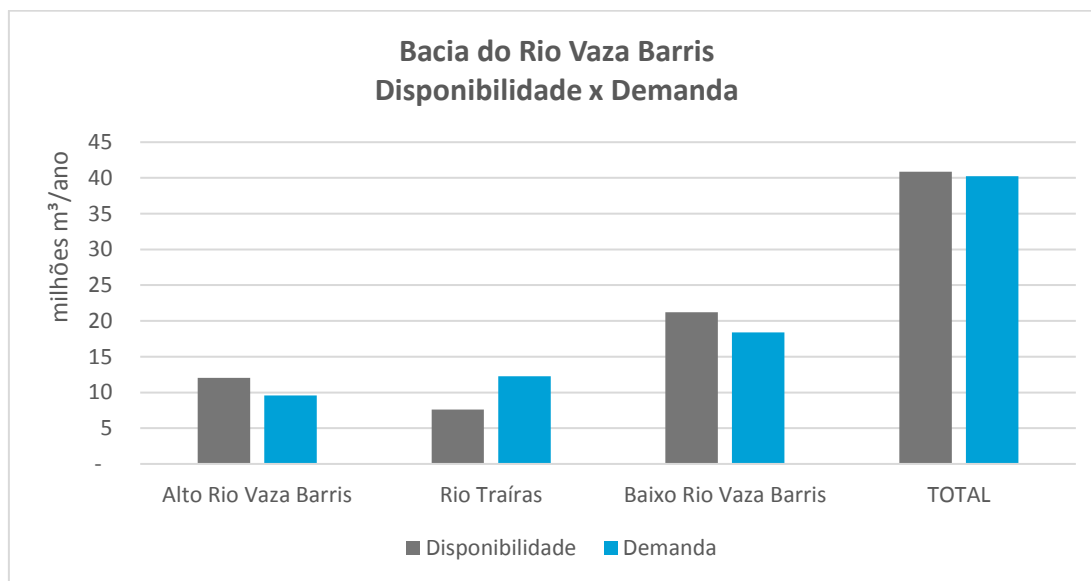
Fonte: SIRHSE, 2017

Os balanços hídricos entre disponibilidade e demanda anuais que se decorrem nas Bacias do Rio Sergipe e do Rio Vaza Barris, por unidade de planejamento, podem ser observados nos Gráfico 7.1-14 e Gráfico 7.1-15. Na Bacia do Rio Sergipe, unidade de planejamento Rio Jacarecica registra déficit de 0,036 m³/s (36 l/s). Nas demais unidades de planejamento da bacia, verificam-se superávits que vão de 0,126 a 0,295 m³/s (126 l/s a 295 l/s). No caso da Bacia do Rio Vaza Barris, na unidade de planejamento Rio Traíras há um déficit de 0,148 m³/s (148 l/s), e nas demais há superávits. Na totalidade das duas bacias verificam-se superávits.



Elaborado por CH2M, 2017. Fonte: PERH-SE, 2010

Gráfico 7.1-14: Situação da bacia do Rio Sergipe



Elaborado por CH2M, 2017. Fonte: PERH-SE, 2010

Gráfico 7.1-15: Situação da bacia do Rio Vaza Barris

De acordo com o Portal SNIRH, o rio Sergipe e o rio Vaza-Barris têm sua criticidade devido ao clima semiárido brasileiro. O Quadro 7.1-6 apresenta o balanço hídrico qualitativo e quali-quantitativo, por municípios. Observa-se que os municípios mais críticos na região próxima ao Empreendimento em termos de disponibilidade e uso de água são aqueles menos litorâneos, como Nossa Senhora do Socorro e Laranjeiras, mas também grande parte de Aracaju.

Quadro 7.1-6: Balanços hídricos por município

Município	Balanço Hídrico Qualitativo	Balanço Hídrico Quali-quantitativo
Barra dos Coqueiros	Péssima – pequeno trecho próximo a Aracaju Sem informação nos demais trechos	Satisfatório – maioria do município Criticidade quali-quantitativa – pequeno trecho próximo a Aracaju
Aracaju	Péssima – maioria do município Sem informação nos demais trechos, principalmente parte costeira	Criticidade quali-quantitativa – maioria do município Satisfatório – nos demais trechos
Pirambu	Ótima – maioria do município Péssima – próximo a Santo Amaro das Brotas	Criticidade quantitativa – maioria do município Satisfatório – em parte do município Criticidade quali-quantitativa – próximo a Santo Amaro das Brotas
Santo Amaro das Brotas	Ótima – maioria do município Péssima – próximo a Pirambu	Satisfatório – maioria do município Criticidade quali-quantitativa – próximo a Pirambu e Laranjeiras
Laranjeiras	Péssima – todo município	Criticidade quali-quantitativa – todo município
Nossa Senhora do Socorro	Péssima – todo município	Criticidade quali-quantitativa – todo município

Bacia do Rio Sergipe (BHRS)

A Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe (BHRS) é a principal bacia hidrográfica do estado e inclui em sua área de drenagem a capital do estado e outras cidades de médio porte, que ocupam os estuários e tabuleiros do interior. Esta bacia abrange 26 municípios com população residente de mais de um

milhão de habitantes, equivalendo a 56,6% do total do Estado; deste total sabe-se que 86,8% reside em áreas urbanas enquanto 13,2% situam-se em área rural.

O rio Sergipe tem sua nascente localizada no município de Boa Vista (BA) próximo a Poço Redondo (SE) de clima semi-árido onde apresenta características intermitentes. O rio percorre 210 quilômetros de sua nascente até o oceano Atlântico, onde desemboca na forma de estuário entre Aracaju e Barra dos Coqueiros, possuindo como principais afluentes os rios: Poxim, Pitanga, Morcego, Jacoa, Cotinguiba e Ganhamoroba. Segundo dados da SPLANTEC/SRH (2002), o rio apresenta declividade média de 0,67 m/km entre a cidade de Riachuelo e sua foz, segmento este com forte intrusão da cunha salina.

Este rio é um importante recurso para desenvolvimento econômico do Estado. Enquanto os rios Poxim, Jacarecica e poços artesianos perfurados na bacia atendem à população urbana e rural, as barragens Jacarecica I e II e o Açude da Macela funcionam como reservatórios de água para irrigação da região. Nesta bacia também são desenvolvidas atividades pesqueiras artesanais, aquicultura, recreação náutica, turismo e transporte hidroviário ligando a capital à demais cidades vizinhas. Este crescimento urbano e desenvolvimento industrial resultam na intensa poluição dos rios devido à presença de efluentes domésticos e industriais (SEMARH, 2017).

Nesta bacia predomina a associação caatinga/cultivos/pastagem com 52% da área total, seguida pela pastagem com 17% e cultivos agrícolas/ solos expostos com 14% (SIRHSE, 2017). A Tabela 7.1-36 abaixo apresenta o uso de solo e a respectiva área ocupada dentro da Bacia do rio Sergipe.

Tabela 7.1-36: Uso de Solo da Bacia do Rio Sergipe

Uso do Solo	Área
Caatinga Arbórea (Savana Estépica Florestada)	2.728ha
Floresta Estacional	19.418ha
Floresta Ombrófila	2.112ha
Mata Ciliar	2.326ha
Manguezal	8.499ha
Vegetação de Restinga	7.182ha
Caatinga/Cultivos/Pastagem	193.270ha
Cultivos agrícolas/Solos expostos	50.622ha
Pastagem (vegetação natural e plantada)	61.015ha

Fonte: SIRHSE, 2017

São consideradas as áreas de proteção ambiental na Bacia do rio Sergipe: Reserva Ecológica de Itabaiana; a Área de Proteção Ambiental do rio Sergipe, em Aracaju; a Área de Proteção Ambiental Morro do Urubu, em Aracaju, e o Parque Ecológico Municipal Tramanday, também em Aracaju. A Lei nº 2.825 de 30 de julho de 1990, define como "Paisagem Natural Notável" e área de especial proteção ambiental todo o trecho do rio Sergipe, que serve de divisa entre os municípios de Aracaju e Barra dos Coqueiros, compreendendo as margens e todo o leito do rio Sergipe (SIRHSE, 2017).

Nesta bacia está concentrada cerca da metade da população total do estado (46,8% da população rural e 59,2% da população urbana de Sergipe). Esta população tem como principais atividades econômicas: agropecuária, olericultura, monocultura de cana-de-açúcar com usinas e destilarias e a cultura do coco da baía, com exploração de petróleo, atividades de mineração (areia, calcário) e atividades industriais, na região metropolitana de Aracaju (SIRHSE, 2017).

A bacia em questão é capaz de alcançar uma vazão de 23,27 m³/s, ou seja 733 milhões de metros cúbicos de escoamento médio anual. Porém, ao considerar a topografia desta bacia, verifica-se que

este não é favorável à implantação de barragens com capacidade de regularização igual ou superior a 10 milhões de metros cúbicos, capazes de possibilitar regularização plurianuais. Dessa forma, a capacidade da bacia hidrológica da Bacia do Rio Sergipe fica reduzida às disponibilidades naturais que representam 0,94 m³/s ou 29,6 milhões de metros cúbicos de escoamento anual (SIRHSE, 2017).

Quadro 7.1-7: Disponibilidade Hídrica por Unidade de Planejamento na Bacia do Rio Sergipe

Unidade de Planejamento	Disponibilidade Hídrica	Observação
Alto Sergipe (UP-8)	5,52	Raros locais com condições mínimas para implantação de barramentos. Espreadimento quando atinge altas cotas, inundando grandes porções de terras agricultáveis.
Baixo Sergipe (UP-11)	7,37	Poucos locais favoráveis à implantação de barramento.
Cotinguiba (UP-10)	2,78	Poucas chances de implantação de reservatórios de armazenamento.
Jacarecica (UP-9)	4,41	Poucos locais favoráveis à implantação de barragens.
Poxim (UP-12)	3,19	Poucos locais favoráveis à implantação de barragens.

Fonte: SIRHSE, 2017

A água subterrânea dessa bacia tem disponibilidade hídrica de 64,72% da disponibilidade hídrica total, e sua qualidade pode ser classificada de acordo com o Quadro 7.1-8 a seguir.

Quadro 7.1-8: Qualidade da Água Subterrânea da Bacia do Rio Sergipe segundo os Principais Usos

Unidade de Planejamento	Consumo Humano	Consumo Animal	Irrigação
Alto Sergipe (UP-*)	Imprestável salvo raras exceções	Sem restrições para gado bovino de corte e caprinos/ovinos e para demais animais apenas em eventuais poços	Não recomendado por exceder a tolerância das culturas e oferecer risco de salinização dos solos
Jacarecica (UP-9)	Sem restrições	Sem restrições para todos os animais	Sem restrições para a maioria das culturas e solos
Cotinguiba (UP-10)	Sem restrições	Sem restrições para todos os animais	Sem restrições para a maioria das culturas e solos
Baixo Sergipe (UP-11)	Aceitável com restrições em alguns locais	Sem restrições para todos os animais	Sem restrições para a maioria das culturas e solos
Poxim (UP-12)	Sem restrições	Sem restrições para todos os animais	Sem restrições para a maioria das culturas e solos

Fonte: SIRHSE, 2017

A Tabela 7.1-37: Demandas de Água das Unidades de Planejamento (Bacia do Rio Sergipe) apresenta a demanda total de recursos hídricos.

Tabela 7.1-37: Demandas de Água das Unidades de Planejamento (Bacia do Rio Sergipe)

COD UP	UP	Demandas De Água (m ³ /ano)					
		TIPO DE DEMANDA	CENÁRIO TENDENCIAL				
			2010	2015	2020	2025	
10	Cotinguiba	Humana	11.143.672	12.027.594	12.652.111	13.055.331	
		Animal	214.951	220.547	226.320	232.277	
		Industrial	FIES	108.281	112.363	115.884	119.549
			Usinas	1.400.000	1.436.820	1.463.401	1.506.132
		Irrigação	5.854.619	6.440.081	7.084.089	7.792.498	
		Ecológica	315.360	315.360	315.360	315.360	
		Total	19.036.883	20.552.765	21.857.165	23.021.146	
11	Baixo Sergipe	Humana	39.479.368	41.959.430	43.230.048	45.551.876	
		Animal	1.200.837	1.229.052	1.258.039	1.287.826	
		Industrial	1.299.360	1.345.066	1.388.616	1.433.702	
		Irrigação	9.156.000	10.071.600	11.078.760	12.186.636	
		Ecológica	662.256	662.256	662.256	662.256	
		Total	51.797.820	55.267.404	57.617.720	61.122.297	
12	Poxim	Humana	7.224.729	7.921.315	8.321.298	8.990.745	
		Animal	246.260	253.069	260.109	267.390	
		Industrial	741.033	767.391	792.648	818.795	
		Irrigação	112.560	123.816	136.198	149.817	
		Ecológica	409.968	409.968	409.968	409.968	
		Total	8.734.551	9.475.559	9.920.211	10.636.715	

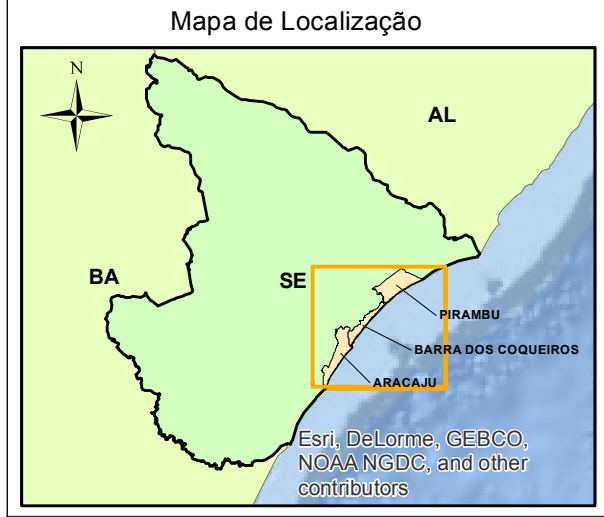
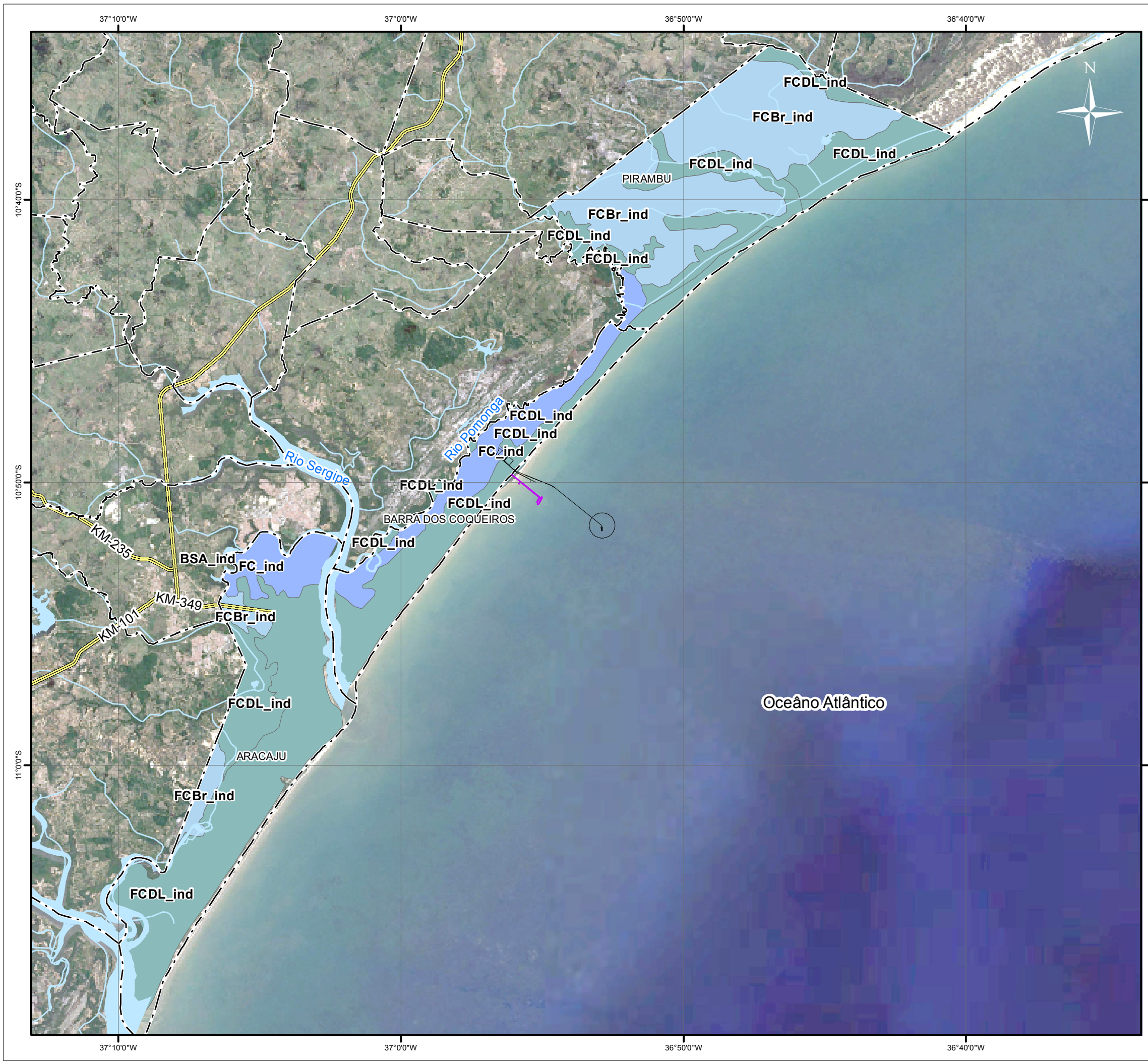
O sistema de distribuição de água na bacia do rio Sergipe possui capacidade instalada de 180.272 m³/dia correspondente a 2,09 m³/s, com estimativa para o ano de 2020 numa demanda de 439.623 m³/dia (5,09 m³/s), sendo 66,5% destinado ao consumo humano (Araújo, s/ano).

A drenagem do município de Barra dos Coqueiros é realizada pelo rio Pomonga. Este rio possui cerca de 34 quilômetros de extensão, sendo perene em todo seu curso, com tipologia meandrante. Seu leito é constituído por areia, seixos, argila e cascalho apresentando, principalmente a jusante, pequenas ilhas e desenvolvimento de bancos arenosos decorrentes da baixa capacidade de água neste setor. O sedimento é transportado por rolamento e material fino viaja por suspensão, sendo muitas vezes provenientes das vertentes derivadas de escoamento superficial ao longo do período chuvoso (CPRM, 2002).

Esta rede de drenagem forma a sub-bacia do rio Pomonga, composta por canais meândricos de curta extensão com os subafluentes Adicurí, Benta, Guedes, Capoã e inúmeros canais de maré. Em decorrência dessas características, verifica-se que ao longo do rio Pomonga existem diversas manchas de manguezais, com grande diversidade de deposição de matéria orgânica e ação biológica, sendo possível denominar este ambiente como um berçário natural.

Na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe predomina um sistema aquífero subterrâneo granular e cárstico (rochas calcárias), com alta taxa de recarga do aquífero e movimentação da água subterrânea armazenada. O município de Barra dos Coqueiros se caracteriza por aquíferos de Formação Cenozóica, constituídos por rochas sedimentares que recobrem rochas mais antigas das Bacias Sedimentares, da

Faixa de Dobramentos Sergipana e do Embasamento Gnáissico. Verifica-se na região comportamento semelhante à de um aquífero granular, ou seja, com porosidade primária, elevada permeabilidade, sendo excelente para armazenamento e fornecimento de água (CPRM, 2002). Barra dos Coqueiros é ainda caracterizado por depósitos eólicos litorâneos, terraços marinhos e depósitos de pântanos e mangues (CPRM, 2002). A Figura 7.1-47 apresenta os domínios hidrogeológicos da área de estudo.



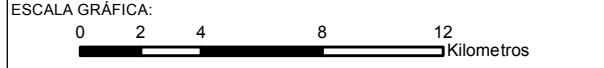
LEGENDA:

Layer

- Complexo Termoeletrico PS I
- Terminal Marítimo Inácio Barbosa - TMIB
- - - Limite Municipal
- Rodovias Federais
- Corpo d'Água
- Bacias Sedimentares
- BSA_ind Bacia Sergipe/Alagoas

Formações Cenozóicas

- FCDL_ind Depósitos litorâneos
- FCBr_ind Depósitos tipo Barreiras
- FC_ind Formações cenozóicas indiferenciadas



NOTAS:
 Sistema de Coordenadas Geográficas: SIRGAS 2000
 Graus Decimais

REFERÊNCIA:
 Hidrogeologia: CPRM, 2005
 Batimetria: CPRM, 2005
 Brasil / Municípios: IBGE, 2015
 Rodovias: DNIT, 2015
 Massa de Água: ANA, 2012
 Imagem: Google Earth Pro, 2016



TÍTULO:
 Figura
 Mapa de Localização dos Recursos Hídricos Superficiais na Área de Estudo.

PROJETO:
 Estudo Integrado de Impacto Ambiental

ESCALA:	DATA:	PROJ.:	VERIF.:	APROV.:	REV.:
1:250.000	10/08/2017	RU	MS	VN	RA0

O balanço hídrico da Bacia do rio Japarutuba, em 2010, revela um déficit de 58,7 milhões de metros cúbicos ao ano, incluindo as demandas ecológicas. Em 2015, no cenário Tendencial, o déficit hídrico da Bacia é de 65,63 milhões metros cúbicos ao ano, incluídas as demandas ecológicas. O déficit é de 61,21 milhões m³/ano no cenário Alternativo, incluídas as reservas ecológicas. No ano 2020, no cenário Tendencial, o déficit hídrico da Bacia é de 70,99 milhões m³/ano, incluídas as demandas ecológicas. No cenário Alternativo, o déficit é de 62,97 milhões m³/ano com as demandas ecológica. No ano final projetado pelo PERH - 2025, no cenário Tendencial, o déficit hídrico da Bacia é de 77,64 milhões m³/ano, considerando as demandas ecológicas. No cenário Alternativo, o déficit é de 67,28 milhões m³/ano com as demandas ecológicas. Com a disponibilidade hídrica efetiva, o balanço é deficitário, mas considerando-se a possibilidade de incorporar reservas explotáveis de água subterrânea, o balanço se torna superavitário para todos os horizontes temporais do Plano. (SIRHSE, 2017).

Todos o curso do rio Sergipe dentro do estado de Sergipe, na mesorregião do Sertão e do Agreste Sergipano, tem sua água classificada como salobra, enquanto o rio Sergipe e seus afluentes localizados na mesorregião do Leste Sergipano passam a ser classificados como doce. As amostras de água analisadas, provenientes das barragens Jacarecica I, Jacarecica II e do açude Marcela foram classificadas como doces segundo a Resolução CONAMA nº 357. O ambiente estuarino por sua vez, por ser uma Área de Proteção Ambiental, passa pelo CONAMA 357 a ser classificado como água salobra ou salina-classe especial (SIRHSE, 2017).

O abastecimento de água urbano e rural (54,9 mil m³/dia) é realizado dentro da bacia, principalmente pelo Rio Jacarecica e poços profundos. Deste total produzido, 96% de água são fornecidos à própria bacia e 4% a outras; verificando-se que dos 259,4 m³/dia de água consumida, 80% provém de outras Bacias (principalmente do rio São Francisco) e 20% de dentro esta Bacia, sendo portanto, a Bacia Hidrográfica que mais depende de água proveniente das outras (SIRHSE, 2017).

Com as mudanças na vazão do rio São Francisco os pescadores têm relatado avanço da maré em direção ao rio. Este possível avanço da cunha salina torna-se uma ameaça potencial ao abastecimento de água da região (Infonet, 2015).

Devido às características de seu relevo, pouco favorável à implantação de barragens com capacidade de regularização plurianual, sua capacidade fica reduzida às disponibilidades naturais, que representam 0,94 m³/s, ou seja, 29,6 milhões de metros cúbicos de escoamento médio anual. A efetivação das descargas potenciais com a utilização de reservatórios para regularização dos escoamentos, aplicando-se as taxas médias de aproveitamento observadas no Nordeste, para uma garantia de 90%, poderia atingir cerca de 219 milhões de metros cúbicos de escoamento anual. Para uma garantia de 99%, as descargas representam 0,79 m³/s, ou seja, 24,9 milhões de metros cúbicos de escoamento médio anual. (SIRHSE, 2017). A Tabela 7.1-38 apresenta os aspectos quantitativos para água subterrânea.

Tabela 7.1-38: Aspectos Quantitativos das Água Subterrânea da Bacia do Rio Sergipe

Informação	Alto Sergipe	Baixo Sergipe	Cotinguiba	Jacarecica	Poxim
Pluviometria média (mm/ano)	600	1.100	1.300	900	1.300
Área do domínio poroso (km ²)	79,4	413,62	61,22	46,59	303,51
Área do domínio cárstico (km ²)	-	134,82	121,26		26,03
Área do domínio fissural (km ²)	1.464,29	435,64	51,88	456,88	119,42
Número de poços no domínio poroso	0	143	16	21	121
Número de poços no domínio cárstico	-	199			0
Número de poços do domínio fissural	260	55		644	0

Informação	Alto Sergipe	Baixo Sergipe	Cotinguiba	Jacarecica	Poxim
Número de poços em operação no domínio poroso	-	98	10	14	85
Número de poços em operação no domínio cárstico		145	60	4	-
Número de poços em operação no domínio fissural	182	35	8	450	-
Vazão média dos poços do domínio poroso (m ³ /h)	-	10	15	6,5	6
Vazão média dos poços do domínio cárstico (m ³ /h)		15	13	10	-
Vazão média dos poços do domínio fissural (m ³ /h)	5	1,6	1,2	5	-

Fonte: SIRHSE, 2017

A Foto 7.1-9 apresenta o rio Pomonga localizado a cerca de 3 km a NE do Empreendimento.



Foto 7.1-9: Rio Pomonga

Neste rio são realizadas atividades de pesca de peixes e crustáceos. Nas suas margens também são realizadas atividades de aquicultura, principalmente ligadas à produção de camarão (Foto 7.1-10). As atividades de navegação identificadas neste rio são diretamente relacionadas à estas atividades.



Foto 7.1-10: Exemplo da Atividade de Aquicultura às Margens do Rio Pomonga

A CH2M realizou em fevereiro de 2017 a caracterização da água subterrânea e do aquífero na área do Empreendimento; para isso foram realizadas instalações de poços de monitoramento provisórios para medições de nível d'água (NA) e coleta de amostras de águas para análises físico-química. A Figura 7.1-48 apresenta a localização dos poços instalados.



Fonte: Google Earth, 2016

Figura 7.1-48: Localização dos poços de monitoramento instalados na ADA (pontos vermelho) e pontos de coleta d'água (em verde)

A instalação foi realizada em conformidade com a norma ABNT NBR 15495-1 – Poços de Monitoramento em Aquíferos Granulares – Parte 1 – Projeto e Construção, de julho de 2007. Foram utilizados tubos ranhurados e lisos em PVC geomecânico de 2” de diâmetro, rosqueáveis entre si. O filtro possui ranhuras de 0,25 mm de abertura e na base da tubulação foi colocado *cap* para fechamento do fundo do tubo.

Os poços de monitoramento foram instalados com base na presença de nível d’água interceptado durante a sondagem de modo a manter coluna d’água suficiente para coleta de amostra pelo método de baixa vazão e, de forma a manter o trecho superior do filtro livre para as variações de nível d’água.

Após a coleta das amostras no dia 23 de fevereiro/2017 foi realizado o tamponamento dos poços construídos por meio da remoção do tubo de PVC injeção de calda de bentonita para preenchimento, finalizando com uma mistura de bentonita e cimento para fechar o acesso ao ponto de sondagem.

A Tabela 7.1-39 seguir apresenta os dados construtivos dos poços instalados.

Tabela 7.1-39: Detalhes da instalação do poço de monitoramento

Sondagem	Poço de monitoramento	Diâmetro (polegadas)	Prof. (m)	Intervalo da Seção Filtrante (m)
S-01	PMP-01	2	7,12	5,12 – 7,12
S-02	PMP-02	2	7,14	5,14 – 7,10
S-03	PMP-03	2	4,7	2,70 – 4,70
S-04	PMP-03	2	4,8	2,80 – 4,80

A Tabela 7.1-40 apresenta as principais informações e valor da carga hidráulica dos poços instalados. Ressalta-se que a carga hidráulica foi calculada a partir da cota topográfica levantada e complementada por levantamento altimétrico por meio da utilização de GPS Garmin e dos NAs medidos em campo.

Tabela 7.1-40: Principais informações e carga hidráulica dos poços de monitoramento instalados na ADA.

Poço de monitoramento	Cota do tubo (m)	Nível d’água (23/02/2017) (m)	Carga hidráulica (23/02/2017) (m)
PMP-01	8,666	6,66	2,001
PMP-02	8,2177	6,29	1,9277
PMP-03	6,3106	3,59	1,5807
PMP-04	6,6385	4,10	2,5335

As medições de nível d’água (NA) em relação ao tubo do poço foram feitas em um único dia (23/02/2017), a fim de evitar interferências de eventos de chuva ou variações sazonais nas cargas hidráulicas. O NA mais profundo foi de 6,66 metros (PMP-01) e o NA mais raso foi encontrado a 3,59 metros (PMP-03), sendo o NA médio do terreno de 4,0 metros de profundidade.

O fluxo da água subterrânea segue das áreas de maior carga hidráulica (CH) para área de menor CH.

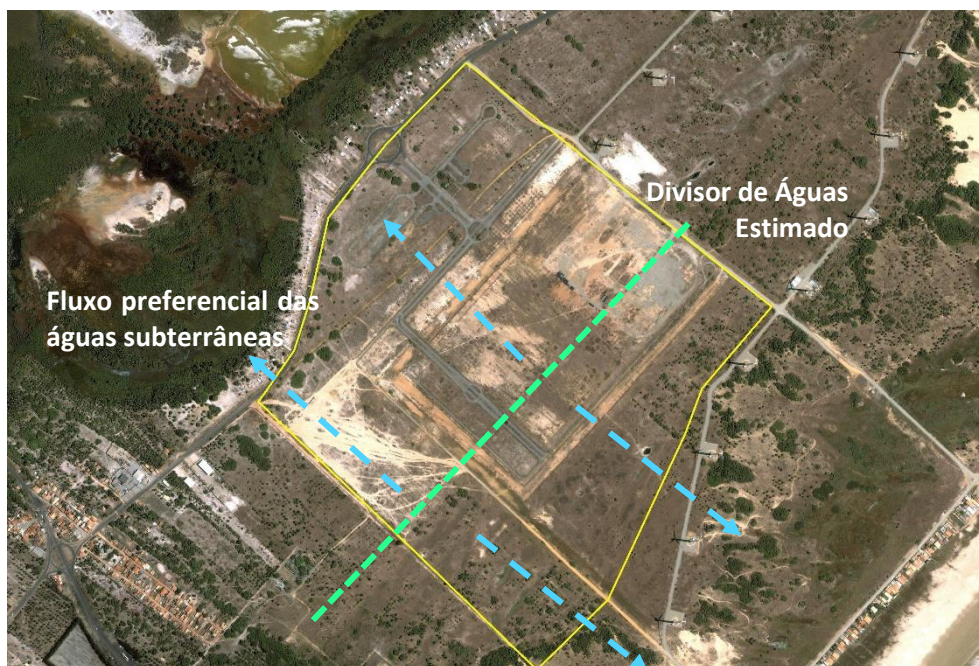


Figura 7.1-49: Imagem ilustrando o divisor do nível freático na área do empreendimento e os fluxos subterrâneos preferenciais

A amostragem da água subterrânea foi realizada seguindo os procedimentos recomendados no Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas (CETESB, 2001).

Ao todo foram coletadas 4 amostras de água subterrânea provenientes dos poços de monitoramento instalados nesta etapa de investigação e 4 amostras de água subterrânea obtidas de poços de produção localizados na comunidade vizinha. A Figura 7.1-48, apresentada anteriormente, ilustra as localizações dos pontos de coleta de amostras de água subterrânea (em verde).

As amostras foram obtidas através do método de baixa vazão (*Low Flow*), de acordo com a norma brasileira ABNT NBR 15847/2010 – Amostragem de água subterrânea em poços de produção não foram realizados ensaios devido ao não conhecimento dos dados construtivo dos poços sendo assim foram apenas analisados os parâmetros físicos e coletada a alíquota para análise química.

Esta etapa de amostragem foi executada nos dias 22 e 23 de fevereiro de 2017. Para a avaliação da qualidade das águas subterrâneas, foram avaliados os parâmetros indicados no Plano de Trabalho, para os seguintes grupos analíticos:

- VOC Screening;
- SVOC Screening;
- Metais Dissolvidos;
- PAH;
- Pesticidas Organoclorados;
- Tributilestanho;
- Mercurio (total e dissolvido);
- Cromo VI (total e dissolvido).

Este tipo de amostragem (baixa vazão) previne a perda de voláteis contidos nas amostras, minimizando mistura entre camadas, turbilhonamento e bolhas de ar, tornando-as mais representativas das reais condições ambientais.

A purga de cada um dos poços foi realizada até a estabilização dos parâmetros hidrogeoquímicos, (pH, temperatura, condutividade elétrica, potencial de oxirredução e oxigênio dissolvido). A coleta foi iniciada após a estabilização desses parâmetros conforme os critérios recomendados pela USEPA (2000), conforme a Tabela 7.1-41, abaixo.

Tabela 7.1-41: Critérios de estabilização de parâmetros hidrogeoquímicos.

Parâmetros	Varição permitida
pH	± 0,2 unidade*
Condutividade elétrica (CE)	± 5% das leituras
Potencial de oxirredução (EH)	± 20 mV*
Temperatura	± 0,5°C
Oxigênio Dissolvido (OD)	± 10% das leituras ou ± 0,2 mg/L*

Para a análise dos resultados das amostragens de água subterrânea foram considerados como referência os valores orientadores da Resolução CONAMA nº 396 de 2008, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Os laudos analíticos são apresentados no Anexo 7.1-10.

De acordo com os laudos, para os poços de monitoramento instalados na ADA, PMP-01, PMP-02, PMP-03 e PMP-04, nenhum dos parâmetros analisados houve ultrapassagem dos valores máximos permitidos (VMP), considerando o uso predponderante para consumo humano (o mais restritivo).

Para as amostras de água subterrânea dos poços das comunidades, PC-01, PC-02, PC-03 e PC-04, houveram ultrapassagem de dois parâmetros em relação aos VMPs, sendo o arsênio, para o ponto PC-01 com valor de 35 ug/L, sendo que o máximo permitido é de 10 ug/L; e para o parâmetro Nitrato no ponto PC-04, com valor de 18.931 ug/L, quase duas vezes mais que o permitido pela Resolução CONAMA 396/08, que é de 10.000 ug/L. Provavelmente, o arsênio está presente devido a características naturais dos sedimentos marinhos.

Bacia do Rio Vaza Barris

A Bacia de Vaza Barris em contrapartida, drena os estados de Sergipe e Bahia e está sob administração federal; dentro do estado de Sergipe, abrange uma área de 3.050 km². Nesta bacia o principal curso d'água é o rio Vaza Barris com característica perene de 450 km de extensão. Este rio nasce no estado da Bahia, em Euclides da Cunha, e atravessa o estado de Sergipe no sentido Oeste-Leste, por fim desaguando no oceano Atlântico entre os municípios de São Cristovão e Iporanga d'Ajuda (SIRHSE, 2017).

São considerados os principais afluentes pela margem esquerda são: rio Salgado, rio Lomba e rio Traíras e pela margem direita: rio Tejupeba, riacho Tinguá, riacho Salgado, e riacho dos Negros (SIRHSE, 2017).

Na região observa-se que a pastagem é a atividade predominante (60%) seguida pela classe de cultivos agrícolas/ solos expostos (11%). A seguir apresenta o uso da terra na bacia do rio Vaza Barris e sua respectiva área:

Tabela 7.1-42: Uso da Terra na Bacia de Vaza Barris

Uso da Terra	Área
Caatinga Arbórea (Savana Estépica Florestada)	18.385 ha
Floresta Estacional	31.379 ha
Mapa Ciliar	6.650 ha
Vegetação de Restinga	8.630 ha

Uso da Terra	Área
Cultivos Agrícolas/ Solos expostos	31.022 ha
Pastagem (vegetação natural e plantada)	169.782 ha

Fonte: SIRHSE, 2017

Os demais usos estão divididos entre as seguintes categorias: Floresta Ombrófila, Dunas e Areal, Área Embrejada, Área Industrial, Sede Municipal, Corpos d'Água, Áreas Degradadas, e Áreas não mapeadas (SIRHSE, 2017).

Na Bacia do rio Vaza Barris está localizada a Área de Proteção Ambiental da Costa Sul, que se estende pelo litoral sul do Estado de Sergipe, desde a foz do rio Vaza Barris até a Área de Proteção Ambiental do Estuário do rio Vaza Barris. A Lei nº 2.795 de 30 de março de 1990, define Áreas de Proteção Ambiental da foz do Rio Vaza-Barris, que compreende as Ilhas do Paraíso e da Paz, localizadas respectivamente na foz do rio Vaza-Barris e na foz do rio Santa Maria, em frente ao Povoado Mosqueiro (SIRHSE, 2017).

Como atividades produtivas da área destacam-se as atividades industriais. No setor agrícola há predominância da lavoura temporária (principalmente de milho) sobre a permanente (com destaque para plantações de laranja e coco-da-baía). Há ainda nessa bacia a criação de aves e rebanhos caprinos, cujo número vem aumentando exponencialmente nos últimos anos (SIRHSE, 2017).

Observa-se ainda uma redução da extensão de terras destinadas para a pastagem, e aumento no número de construções civis, indústria de alimentos, bebidas e etanol (SIRHSE, 2017).

Quando coletada a única amostra para avaliação da qualidade da água superficial, verificou-se que a temperatura média no rio Traíras era de 25°C, turbidez 6,35 UNT, e pH 8,23. Os teores de sólidos totais e dissolvidos foram inferior a 250 mg/L assim como a de cloretos; não foi observada a presença de nitrogênio amoniacal ou nitrito, enquanto a concentração de nitrato foi de 0,12 mg/L e de fósforo total 0,08 mg/L, sendo esta acima do valor de referência CONAMA nº 357. Em relação ao parâmetros biológicos, foi observada contaminação por coliformes totais de 1.180 ufc/100 mL, já os coliformes termotolerantes em número de 10 ufc/100 mL (abaixo do limite de 1000 ufc/100 mL) (SIRHSE, 2017).

A Bacia do rio Vaza Barris possui um escoamento médio anual de 348 milhões de metros cúbicos (11,05 m³/s); porém, devido a sua topografia não favorável, plana a suave ondulada, não foi possível a implantação de barragens com reservatórios de regularização igual ou superior a 10 milhões de metros cúbicos, capazes de possibilidade regularizações plurianuais (SIRHSE, 2017).

O Quadro 7.1-9 apresenta a disponibilidade hídrica nas unidades de Planejamento da Bacia do Rio Vaza Barris.

Quadro 7.1-9: Disponibilidade Hídrica por Unidade de Planejamento

Unidade de Planejamento	Disponibilidade Hídrica (m ³ /s)	Observação
Alto Vaza Barris (UP-13)	3,46	Média anual no Posto Fluiométrico de Caminho do Rio e Ponte SE-302
Alto Vaza Barris (UP-13)	0,85	Média anual no Posto Fluiométrico de Água Branca
Alto Vaza Barris (UP-13)	2,16	Média anual no Posto Fluiométrico de Jeremoabo
Baixo Vaza Barris (UP-15)	7,59	Media anual

Fonte: SIRHSE, 2017

A água subterrânea dessa bacia tem disponibilidade hídrica de 58.69% da disponibilidade hídrica total, e sua qualidade pode ser classificada de acordo com o Quadro 7.1-10 a seguir.

Quadro 7.1-10: Qualidade da Água Subterrânea da Bacia do Rio Vaza Barris segundo os Principais Usos

Unidade de Planejamento	Consumo Humano	Consumo Animal	Irrigação
Alto Vaza Barris (UP-13)	Imprestável salvo raras exceções	Sem restrições para gado bovino de corte e caprinos/ovinos e para demais animais apenas em eventuais poços	Não recomendado por exceder a tolerância das culturas e oferecer risco de salinização dos solos
Traíras (UP-14)	Aceitável com restrições em alguns locais	Sem restrições para todos os animais	Sem restrições para a maioria das culturas e solos
Baixo Vaza Barris (UP-15)	Sem restrições	Sem restrições para todos os animais	Sem restrições para a maioria das culturas e solos

Fonte: SIRHSE, 2017

Tabela 7.1-43: Demandas de Água das Unidades de Planejamento (Bacia do Rio Vaza Barris).

COD UP	UP	Demandas De Água (m³/ano) 11.143.672				
		Tipo de Demanda	Cenário Tendencial			
			2010	2015	2020	2025
13	Alto Vaza Barris	Humana	5.705.471	6.167.285	6.659.594	7.069.857
		Animal	1.910.283	1.955.430	2.001.826	2.049.513
		Industrial	129.131	135.655	141.458	147.517
		Irrigação	1.426.928	1.569.621	1.726.583	1.899.242
		Ecológica	409.968	409.968	409.968	409.968
		Total	9.581.781	10.237.959	10.939.429	11.576.096
14	Traíras	Humana	2.099.646	2.197.064	2.293.415	2.388.806
		Animal	310.811	318.697	326.824	335.201
		Industrial	115.489	119.846	124.006	128.318
		Irrigação	9.515.760	9.767.297	10.043.986	10.348.345
		Ecológica	220.752	220.752	220.752	220.752
		Total	12.262.458	12.623.655	13.008.982	13.421.422
15	Baixo Vaza Barris	Humana	12.633.474	14.165.015	15.562.480	17.166.875
		Animal	515.917	529.102	542.695	556.711
		Industrial	1.582.127	1.638.530	1.692.204	1.747.787
		Irrigação	664.207	730.627	803.690	884.059
		Ecológica	2.995.920	2.995.920	2.995.920	2.995.920
		Total	19.391.645	20.059.195	21.596.989	23.351.351

Verifica-se dessa forma que há um deficit de 34,4 milhões de metros cúbicos ao ano em 2010, 37,48 milhões de metros cúbicos ao ano em 2015, 40,28 em 2020 e no ano final do estudo, 2025 haverá um possível deficit de 43,65 milhões de metros cúbicos por ano, incluindo demandas ecológicas. Considerando a possibilidade de incorporar as reservas explotáveis de água subterrânea com a

ampliação da capacidade de bombeamento dos poços, o balanço hídricos torna-se superavitário para todos os horizontes temporais do Plano (SIRHSE, 2017).

Todos o curso do rio Vaza Barris dentro do Estado de Sergipe, tem sua água classificada como salobra, este evento deve-se à característica do solo, já que nesta área não se registra a presença de solos com saturação de sódio e de bases elevado e também à presença de nascentes de água associadas aos sedimentos do Grupo Barreiras. Na bacia do rio Vaza Barris foram analisadas amostras de água provenientes de 02 açudes, Carira e Frei Paulo. Ambos tiveram suas águas classificadas como salobra, segundo o CONAMA 357 (SIRHSE, 2017).

São identificados 3 pontos de captação de água superficial para abastecimento público: Sistema Agreste (Barragem Cajáí), Povoado da Ribeirinha (riacho Ribeira), e povoado Sapé (riacho Tabocas). Observa-se que a maior cobertura dos serviços de abastecimento d'água e esgotamento sanitário acontece em São Cristóvão (SIRHSE, 2017).

Devido às características de seu relevo, pouco favorável à implantação de barragens compatíveis hidrológicamente com o seu regime de deflúvio, são reduzidas as disponibilidades potenciais em relação às naturais, que representam 0,95 m³/s, ou seja, 30 milhões de metros cúbicos de escoamento médio anual, com garantia de atendimento em 90% dos anos. Os volumes anuais naturais são insuficientes para atender Projetos de aproveitamento hídricos que requeiram elevadas disponibilidades de água a baixo risco de falha em seu atendimento (SIRHSE, 2017). A Tabela 7.1-44 apresenta os aspectos quantitativos para água subterrânea.

Tabela 7.1-44: Aspectos Quantitativos das Água Subterrânea da Bacia do Rio Vaza Barris

Informação	Alto Vaza Barris	Traíras	Baixo Vaza Barris	Total Bacia
Pluviometria média (mm/ano)	800	1.000	1.300	3.100
Área do domínio poroso (km ²)	58,37	0	601,37	659,74
Área do domínio fissural (km ²)	1.589,39	480,41	1.12,07	2.181,87
Número de poços no domínio poroso	0	-	206	206
Número de poços do domínio fissural	414,00	596	67	1077
Número de poços em operação no domínio poroso	-	-	121	121
Número de poços em operação no domínio fissural	248	358	40	646
Vazão média dos poços do domínio fissural (m ³ /h)	-	-	6	6
Vazão média dos poços do domínio poroso (m ³ /h)	6,30	5,5	1,5	4,4

Fonte: SIRHSE, 2017

7.1.11.3 Qualidade de Água

Este item visa retratar as características do ambiente marinho, com relação aos compartimentos água e sedimentos, de modo que se possa compreender as relações entre os diversos fatores químicos, físicos, geológicos e biológicos que interferem em sua composição química, e tem relação direta com a produtividade biológica.

Os ventos transportam, em superfície, a Água Tropical, massa de água quente, salina e pobre em nutrientes. Abaixo desta massa d'água é encontrada a Água Central do Atlântico Sul (ACAS), massa de água fria, menos salina e rica em nutrientes, que em zonas de ressurgência provocam remobilização de nutrientes e enriquecimento das águas, culminando na elevação da produtividade primária e secundária, como se observa nas regiões de caniões, como o de Japarutuba, cerca de 15 km da linha de costa e 9 km do Empreendimento. Há ainda que se considerar a largura relativamente estreita da

plataforma na área de estudo, associada a importantes zonas estuarinas, como a foz do rio São Francisco, ao norte da área de estudo, e do rio Sergipe, que aportam importantes cargas terrígenas na plataforma interna (até a cota batimétrica 20 m).

Para a caracterização local do ambiente marinho da área onde se pretende implementar o empreendimento, foi realizada em 16 de maio de 2017 a campanha de coleta de água e sedimento da porção *offshore* do Complexo Termoeletrico Porto Sergipe I. A campanha teve como objetivo diagnosticar a qualidade da água marinha e do sedimento de fundo do mar onde serão instalados *soft-yoke*, gasoduto e emissário.

Os pontos de coleta e suas respectivas referências são apresentados na Tabela 7.1-45 a seguir. A caracterização química por sua vez determina as concentrações das substâncias poluentes contidas na fração total das amostras. Ressalta-se que embora esta seja uma caracterização de um sedimento que não será dragado e sim permanecerá estático no fundo do mar, adotou-se como referencial a classificação normativa estabelecida para material dragado para disposição em água sob jurisdição nacional. Os resultados completos podem ser observados no Anexo 7.1-11.

Tabela 7.1-45: Pontos de Coleta de Água e Sedimento

Ponto	Local de Referência	Meio amostrado	Coordenadas (UTM)	
PT-01	Soft-Yoke	Água e Sedimento	731.609,38	8.798.831,35
PT-02	Entre praia e soft-yoke	Sedimento	729.479,27	8.800.570,00
PT-03	Próximo à praia	Sedimento	726.649,00	8.802.160,40
PT-04	Emissário	Água e Sedimento	726.980,57	8.801.627,01

As amostras de água foram coletadas em três profundidades no local de instalação do *Soft-Yoke* (PT-01) - 6 metros, 10 metros e 0,2 metros – e em duas profundidades no ponto final do emissário (PT-04), 10 metros e 0,2 metros. As atividades seguiram os procedimentos estabelecidos pelo Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras desenvolvidos pela Agência Nacional de Águas e classificadas segundo a Resolução CONAMA nº 357 de 2005.

Para a coleta das amostras foi utilizada a garrafa *Van Dorn*, um cilindro com fechamento total das duas extremidades. Para a amostragem, esta garrafa desce aberta verticalmente em ambas as extremidades de modo a garantir passagem da água e não sua retenção até a profundidade a ser amostrada; um cabo é então puxado para o fechamento da garrafa e conseqüente aprisionamento da água do local. A água coletada é por fim transferida para os frascos apropriados, com os devidos preservantes e armazenada de modo a manter suas propriedades até chegar no laboratório para análise.

As medições *in-situ* são apresentadas na Tabela 7.1-46 a seguir:

Tabela 7.1-46: Medições in Situ

Ponto da Coleta	Temperatura °C	Condutividade mS/cm	Salinidade	pH
PT-01 (16,0 m)	27,9	50,67	33,37	7,92
PT-01 (10,0 m)	27,9	50,13	32,97	8,05
PT-01 (0,2 m)	28,4	49,39	32,64	8,17
PT-04 (10,0 m)	28,6	49,47	32,49	7,87
PT-04 (0,2 m)	28,7	49,23	32,74	8,18

Por meio da análise destes dois pontos de coleta de água, verifica-se que não há grandes variações na temperatura entre um ponto em outro, e há estratificação sutil no mesmo ponto; os dados coletados

permitem calcular uma temperatura média de 28,3°C, cuja superfície possui uma temperatura superior ao fundo, em menos de 1°C.

É possível ainda verificar um cenário semelhante quanto aos demais parâmetros: condutividade, salinidade e pH. A condutividade média apresentada é de 49,78 mS/cm.

Verifica-se que não há variações acentuadas no mesmo ponto em diferentes profundidades, tampouco em diferentes pontos na mesma profundidade.

As observações de campo não indicaram a presença de nenhum material flutuante, presença de óleos e graxas, substâncias que produzem odor e turbidez, corantes, ou resíduos sólidos objetáveis.

A análise química indicou a presença seguintes compostos acima do respectivo valor de referência:

- Cianetos [0,001 mg/L – CONAMA nº 357] no ponto PT-01 a 16 metros de profundidade com concentração de 0,002 mg/L;
- Fluoreto [1,4 mg/L – CONAMA nº 357] a 0,2 metros de profundidade nos pontos de instalação tanto do *Soft-Yoke* (PT-01) com concentração de 1,4 mg/L como do emissário (PT-04) com 1,6 mg/L de concentração.
- Nitrato [0,4 mg/L – CONAMA nº 357] em todos os pontos com concentrações de 7,9 mg/L (PT-01, 16 m), 3,2 mg/L (PT-01, 10 m), 3 mg/L (PT-01, 0,2 m), 3 mg/L (PT-04, 10 m) e 2,3 mg/L (PT-04, 0,2 m).
- Fósforo Total [0,062 mg/L – CONAMA nº 357] em todos os pontos, com concentrações de 0,189 mg/L (PT-01, 16 m), 0,102 mg/L (PT-01, 10 m), 0,105 mg/L (PT-01, 0,2 m), 0,115 mg/L (PT-04, 10 m) e 0,117 mg/L (PT-04, 0,2 m).

Também foi detectada a presença de nitrito no ponto PT 01 a 16 metros de profundidade, índice de fenol e surfactantes em todos os pontos amostrados, todas as concentrações abaixo dos respectivos valores orientadores.

A presença dos compostos orgânicos nitrato e fósforo associam-se principalmente ao despejo de esgoto nos rios que desembocam no mar.

7.1.11.4 Oceanografia e Hidrodinâmica Costeira

Com relação às correntes, Parente (2019) analisou o conjunto de dados de três fundeios instalados na PCSEAL, com destaque para o fundeio intitulado PCM-9, que coletou dados entre 19/03/2012 e 17/06/2015 em região nas proximidades de Aracaju. Os outros dois conjuntos de correntógrafos foram instalados em região mais ao sul.

O fundeio PCM-9 foi fundeado a uma profundidade de 23 m, com medições a 10 m de profundidade. O autor cita que para este fundeio as correntes apresentaram intensidade média de 0,20 m/s, com desvio padrão de 0,12 m/s, com direção preferencial das correntes paralela a costa e sentido preferencial SSW. Direções perpendiculares à costa foram observadas de forma escassa.

Na área existe uma estação mareométrica localizada no píer de serviço do Terminal Marítimo Inácio Barbosa (Porto de Barra dos Coqueiros) que foi utilizada pela Marinha para elaboração da carta náutica 1001. Para esta estação a Marinha do Brasil publica a previsão da maré anualmente visando auxiliar nas operações do Porto da Barra dos Coqueiros e entrada na barra do Rio Sergipe.

Das fichas apresentadas se deduz que o nível médio está 1,24 m acima do nível de redução local e o nível máximo atinge 2,25 m acima do nível de redução. A maré é semidiurna (duas preamares e duas baixamares por dia).

A estação Plataforma PCM-1 implantada em uma plataforma de perfuração ao largo do litoral próximo a Aracaju serviu, também, como ponto de controle para a calibração do modelo hidrodinâmico por

comparação da previsão com os níveis simulados no modelo. O exame desta ficha mostra que o comportamento desta estação é muito próximo da estação mareométrica de Porto de Barra dos Coqueiros. O nível médio acima do nível de redução é 1,24 m igual para as duas estações. O estabelecimento do porto da Plataforma é 3 horas e 42 minutos e do Porto dos Coqueiros 3 horas e 51 minutos o que sugere uma progressão da maré de sul para norte e os níveis máximos (sigizia) são, respectivamente, 2,21 m e 2,25 m com uma diferença de 0,04 m, bastante pequena. Com estes dados se pode perceber uma pequena influência das componentes de pequeno fundo na maré de Porto dos de Barra dos Coqueiros, como se vê na comparação das constantes harmônicas.

Para a maré nas bordas do modelo utilizou-se constantes ao largo que foram impostas de acordo com as componentes de maré astronômicas mais significativas. As componentes de maré foram obtidas a partir do modelo global TPXO 7.2 (EGBERT & EROFEEVA, 2002) para os harmônicos M2, S2, N2, K2, K1, O1, P1, Q1, MF, MM, M4, MS4 e MN4, como indica a Tabela 7.1-47.

Tabela 7.1-47: Amplitude e Fase das Constantes Harmônicas Importas nas Bordas Abertas da Grade Externa a Fase Relativa a Greenwich.

Harmônico	Sul		Oceano		Norte	
	Amplitude (m)	Fase (°)	Amplitude (m)	Fase (°)	Amplitude (m)	Fase (°)
M2	0,690	190,33	0,695	191,05	0,700	192,05
S2	0,260	207,2	0,260	208,05	0,260	209,23
N2	0,130	183,24	0,131	183,64	0,133	184,15
K2	0,076	203,11	0,075	204,04	0,075	205,25
K1	0,039	255,31	0,038	257,52	0,038	260,03
O1	0,060	161,98	0,059	162,95	0,058	164,71
P1	0,011	247,24	0,011	249,86	0,011	252,7
Q1	0,017	133,39	0,017	134,23	0,017	135,66
MF	0,015	357	0,015	357,16	0,015	357,45
MM	0,007	355,38	0,007	355,36	0,008	355,31

Plataforma Continental da Bacia Sergipe-Alagoas

Já na porção marinha, a bacia Sergipe-Alagoas (SEAL) está centrada em 11°S e se localiza na porção norte da Margem Continental Leste-Nordeste Brasileira, na borda oeste do Oceano Atlântico Tropical.

A Plataforma Continental da SEAL (PCSEAL) se estende por cerca de 370 km, com uma orientação aproximadamente 40° no sentido horário em relação ao norte geográfico. Define-se a PCSEAL como uma plataforma continental estreita, com largura de cerca de 18 km no extremo sul e 42 km no extremo norte. A maior parte da sua região não ultrapassa os 40 m de profundidade, com topografia significativamente acidentada (SUMMERHAYES et al, 1976 apud PARENTE, 2016).

Na porção do Atlântico Sudoeste Tropical, onde está inserida a PCSEAL, encontra-se, em geral, uma estrutura de massas de águas formada pelo empilhamento, da superfície até o fundo, das massas de água: Água tropical, Água Central do Atlântico Sul, Água Intermediária Antártica, Água Circumpolar Superior, Água Profunda do Atlântico Norte, Água Circumpolar Inferior e Água de Fundo Antártica (MÉMERY et al, 200, REID, 1989). Contudo, Parente (2016) analisando dados de hidrografia coletados no ano de 2014 (duas campanhas – maio e novembro) na PCSEAL observou águas praticamente homogêneas – tanto para a temperatura quanto para a salinidade, em ambas campanhas, com valores médios de 27 °C para a temperatura e 37 para a salinidade.

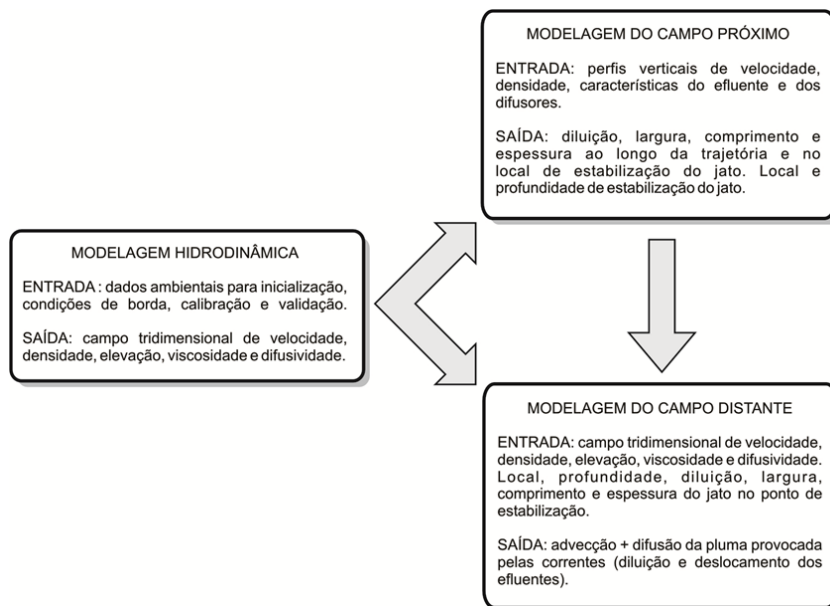
7.1.11.5 Modelagem da Pluma de Efluentes

A modelagem da pluma de efluentes gerada pelo emissário foi realizada com base nas seguintes definições:

- Advecção: movimento em escala macroscópica, caracterizada pela variação de posição do soluto no espaço;
- Difusão: movimento em nível molecular, caracterizado pela variação da concentração do soluto;
- Dispersão: soma da advecção e difusão.
- Campo próximo: possui escala espacial na ordem de 10 a 100 metros e escala temporal entre segundos e minutos. Neste campo atual velocidade de injeção, empuxo e geometria do emissário (difusores). A influência dos processos físicos do campo próximo decresce conforme o efluente se afasta do ponto de lançamento.
- Campo distante: possui escala espacial de quilômetros a dezena de quilômetros, e escala temporal de horas a dias. Área no qual o efluente encontra um equilíbrio hidrostático e comporta-se como uma pluma, com dispersão controlada pela advecção e difusão das correntes locais.

Devido a estas características diferentes dos campos próximo e distante, principalmente quanto as escalas espaciais e temporais, é necessário considerar dois modelos para caracterizar precisamente a dispersão do efluente, um para o campo próximo e outro para o campo distante.

A Figura 7.1-50 apresenta as etapas da modelagem numérica:



Fonte: Gregório, 2009.

Figura 7.1-50: Processos envolvidos na modelagem numérica da diluição de efluentes de emissários submarinos

Primeiramente, é realizada a modelagem hidrodinâmica da região. A modelagem hidrodinâmica simula as correntes na região, como estas variam com o tempo e com as forçantes envolvidas. Utilizando o modelo de campo próximo, onde são associados os resultados obtidos pelo modelo hidrodinâmico e as características de lançamento e dos efluentes, são obtidas as características de diluição, tamanho e profundidade do jato. Por fim, os resultados hidrodinâmicos e de campo próximo servem de forçantes para o modelo de campo distante, que gera o campo de dispersão de efluentes nesta zona.

Modelagem Hidrodinâmica

Para o estudo hidrodinâmico da região de interesse foi empregada a suíte computacional DELFT3D totalmente modular desenvolvida pela WL | Delft Hydraulics, Holanda (DELTARES, 2010). Além do módulo hidrodinâmico, é possível acoplar um modelo de qualidade de água, utilizado para simular o campo distante.

O modelo hidrodinâmico, denominado DELFT3D – FLOW é um modelo de simulação multidimensional que calcula escoamentos e transportes não estacionários, forçados por descargas fluviais, marés e processos meteorológicos em regiões costeiras, estuarinas, lagunas, rios, represas e lagos. Emprega uma grade horizontal curvilínea, facilmente ajustada aos contornos sólidos da região modelada, facilitando a representação de margens de rios, por exemplo. Suporta, como coordenadas verticais, a transformação conhecida na literatura por sigma (σ) introduzida por Phillips (1957), resultando numa representação suave da topografia de fundo.

Os fluxos calculados pelo DELFT3D-FLOW podem ser forçados por marés, gradientes de densidade, tensão de cisalhamento do vento e gradientes de pressão atmosférica. Fontes e sorvedouros são incluídos na equação do movimento, simulando algum tipo de descarga como, por exemplo, rios.

Modelagem do Campo Próximo

Alguns dos principais modelos matemáticos numéricos nos dias atuais para o campo próximo são: UM3, RSB (NRFIELD) e CORMIX. Segundo resultados obtidos por Carvalho et al. (2002) e Roberts & Tian (2004), UM3 e RSB apresentaram resultados melhores do que o CORMIX, para diluição, quando comparados a observações de campo. Além disto, o UM3 apresenta as seguintes características:

- Perfis verticais de velocidade, temperatura e salinidade variáveis no tempo: o UM3 varia seus campos tridimensionais, fazendo com que em regiões onde as propriedades variam consideravelmente com o tempo (regiões costeiras, por exemplo) sejam melhor caracterizadas;
- Profundidade local variável com o tempo: o UM3 varia a profundidade de acordo com o tempo, simulando desta forma oscilações do nível do mar, caracterizando regiões costeiras, influenciadas pela maré, de forma mais realista.

Neste trabalho foi utilizado o modelo, UM3. Este modelo é parte integrante do software Visual Plumes, recomendado pela Agência Ambiental Norte-Americana (EPA).

UM3 é um modelo lagrangeano e tridimensional. As equações de conservação de massa, momentum e energia são resolvidas em espaços de tempo, fornecendo a diluição ao longo da trajetória do jato. Para determinar o desenvolvimento de cada elemento, UM3 utiliza a hipótese do entranhamento de Taylor e a hipótese da área projetada por entranhamento (Frick, 1984). Os fluxos começam com jatos flutuantes circulares emitidos pelo difusor, podendo haver fusão de dois ou mais jatos. A saída do modelo consiste em características do jato ao longo de sua trajetória, tal como a diluição da linha central, a largura, e a altura da linha central.

Modelagem do Campo Distante

Para simular o campo distante, se utilizou o módulo de qualidade de água da suíte computacional desenvolvida pela WL | Delft Hydraulics, Holanda, denominado DELFT3D – WAQ.

O DELFT3D-WAQ resolve as equações de advecção-difusão incluindo termos de reações físicas, bioquímicas e de processos biológicos. Este módulo utiliza-se das condições hidrodinâmicas (velocidades, elevação da superfície livre, densidade, salinidade, temperatura, viscosidade e difusividade turbulentas) calculadas pelo módulo hidrodinâmico (DELFT3D-FLOW), utilizando-se inclusive a mesma grade numérica.

Um número amplo de substâncias pode ser modelado, incluindo:

- substâncias conservativas (salinidade, clorinidade e traçadores);
- substâncias com decaimentos (traçadores);
- sedimentos em suspensão;
- temperatura;
- nutrientes (amônia, nitrato, fosfato e silicato);
- material orgânico (subdividido em carbono, nitrogênio, fósforo e silicato);
- oxigênio dissolvido;
- demanda Biológica e Química de Oxigênio (DBO e DQO);
- algas;
- bactérias;
- metais pesados;
- micro poluentes orgânicos.

Os termos de reações físicas, bioquímicas e de processos biológicos inclusos nas bibliotecas do DELFT3D-WAQ são:

- sedimentação e ressuspensão;
- re-aeração do oxigênio;
- crescimento e mortalidade de algas;
- mineralização de substâncias orgânicas;
- (de)nitrificação;
- absorção de metais pesados;
- volatilização de micro poluentes orgânicos;
- entre outros.

Cenários de Modelagem

A escolha dos cenários ambientais e lançamentos nos quais foram realizadas as modelagens tiveram como premissa identificar o pior cenário real possível, adotando premissas conservativas.

De acordo com o estudo de Gregório (2009) para o emissário submarino de Santos, as diluições do efluente no corpo receptor foram diretamente proporcionais às intensidades das correntes: quanto maior a velocidade da corrente ambiente maior a diluição alcançada para os efluentes lançados. Isto ocorre, pois, os efluentes estão diluídos na água e, de acordo com as equações de difusão e advecção, estas são proporcionais à velocidade da água, diferentemente de vazamentos de óleo por exemplo, que em contato direto com a superfície, as manchas são arrastadas pelo vento, podendo, em alguns casos, ventos extremos serem os cenários mais críticos (ventos extremos auxiliam também a evaporação de óleo).

Assim, para a Plataforma Continental da Bacia Sergipe Alagoas, os principais fenômenos que interferem nas intensidades das correntes são a maré e o vento. Na região, a maré possui ciclo de duas marés cheias e duas marés altas por dia, com ciclos periódicos de marés de quadratura e sizígia.

Como para o período de chuva e seca as propriedades de vento são distintas, faz-se necessário simular estas duas estações extremas do ano, cada uma com suas características.

Para a componente vento, foram analisadas as intensidades médias do vento durante as estações do ano. Visto que o ano de 2007 registrou os menores valores médios para o período chuvoso e seco, as simulações de período chuvoso e seco foram rodadas para este ano, proporcionando assim o pior cenário possível para a diluição dos efluentes do Emissário. A Quadro 7.1-11: Cenários de modelagem considerados representando os piores cenários reais possíveis para época chuvosa e seca a seguir apresenta os cenários de modelagem:

Quadro 7.1-11: Cenários de modelagem considerados representando os piores cenários reais possíveis para época chuvosa e seca

Cenário	Intensidade do vento	Marés	Período considerado	Vazão do efluente	Forma de lançamento
Seca	Estação com a menor intensidade média histórica – proporcionando as menores intensidades de correntes e consequentemente menores diluições.	Ciclos completos de sizígia e quadratura	01/04/2007 a 30/06/2007	5.600 m ³ /h	Contínua durante os 3 meses de simulação
Chuvosa			01/10/2007 a 31/12/2007		

Resultados

Os resultados da modelagem hidrodinâmica mostram que tanto na estação chuvosa como na estação seca, há variação do nível do mar, com amplitude máxima aproximada de 2,3 metros, com períodos bem demarcados de sizígia e quadratura, além de duas baixa-mares e preamares num período de 24 horas, o que caracteriza a região com regime de maré semi-diurna. As correntes apresentaram baixa intensidade, na ordem de 10 cm/s, com maiores intensidades registradas na simulação seca – condizentes com valores obtidos por Parente (2016). As direções das correntes foram predominantemente dirigidas pelo vento, com alterações das intensidades de acordo com os ciclos de maré. Assim como o esperado, as variações foram maiores nos períodos de maré de sizígia (maiores amplitudes de maré) e as correntes mais intensas na simulação de estação seca devido às maiores intensidades dos ventos. A Tabela 7.1-48: Estatísticas básicas das propriedades hidrodinâmicas obtidas nas simulações abaixo mostra as estatísticas básicas das propriedades hidrodinâmicas obtidas.

Tabela 7.1-48: Estatísticas básicas das propriedades hidrodinâmicas obtidas nas simulações

Cenário		Intensidade do Vento (m/s)	Nível do mar (m)	Corrente verticalmente integrada (cm/s)
Seca	Mínimo	0,00	-1,12	0,25
	Médio	1,79	0,00	4,21
	Máximo	15,5	1,16	40,65
Chuvosa	Mínimo	0,00	-1,15	0,05
	Médio	1,41	0,00	2,76
	Máximo	10,28	1,21	7,86

Na modelagem da dispersão dos efluentes no campo próximo durante a estação seca nota-se que o diâmetro do jato variou praticamente de forma linear com a profundidade; devido a variação de maré no local, o diâmetro mínimo do jato se encontra entre as profundidades de 2,5 a 4,8 m; os diâmetros máximos foram obtidos na superfície, variando de 1,35 a 2,68 m, enquanto para a salinidade, a maior variação ocorre entre os 3 e 6 m de profundidade, onde podem ser encontrados valores entre 35,6 e 48,0; na superfície os valores variaram entre 34,9 a 36,6. Para estação chuvosa, os diâmetros mínimos dos jatos se encontram entre as profundidades de 2,5 e 4,8 m. Os diâmetros máximos foram obtidos

na superfície, variando de 1,35 m a 2,68 m. Já para a salinidade, a maior variação ocorre entre os 3 e 6 m de profundidade, com valores entre 35,6 e 48,0.

Em abas as simulações os jatos modelados praticamente não tiveram deslocamento vertical, apresentando forma cônica no ponto de lançamento, como ilustra a Figura 7.1-51.

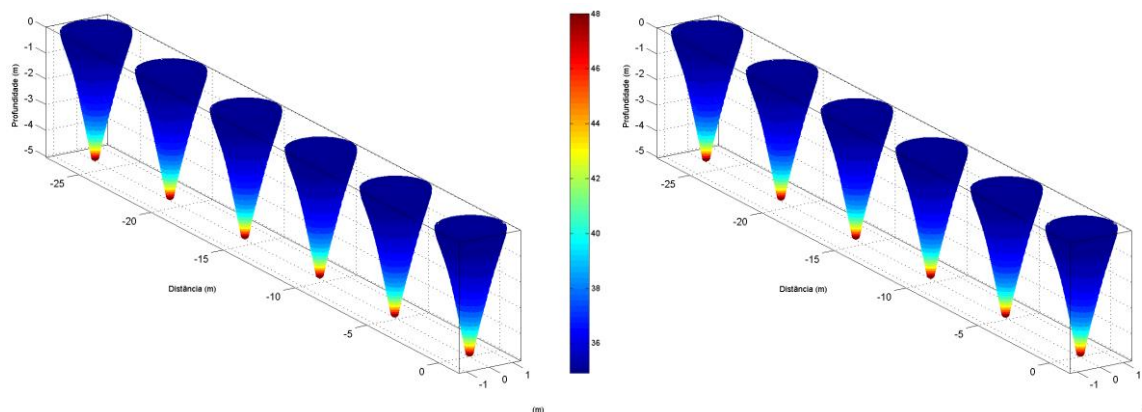


Figura 7.1-51: Representação tridimensional do instante com maior diâmetro ao final do campo próximo obtido em período de seca (esquerda) e chuvoso (direita). As cores representam a salinidade do jato

Para o campo distante a modelagem de dispersão da salinidade, em ambas as simulações: período chuvoso e seco, adotou as seguintes premissas:

- Variação da salinidade ao longo do período de simulação, considerando a concentração máxima modelada ao longo da coluna d'água;
- Salinidade máxima em todo o domínio modelado, considerando todo o tempo de simulação e toda a coluna de água.

Para o período seco, é possível notar que a área com salinidade acima do ambiente marinho local (33) se apresenta transversalmente a linha de costa, com deslocamento para sudoeste, devido as correntes preferenciais modeladas para a região. A salinidade máxima no campo distante é a mínima apresentada para o campo próximo, de aproximadamente 36,6. Esta salinidade máxima decai rapidamente conforme se afasta do local de lançamento, atingindo valores de 34 a cerca de 30 m da boca do emissário.

Assim como para o período seco, no período chuvoso é possível notar que a área com salinidade acima da ambiente (33) se apresenta transversalmente a linha de costa. Porém nesta época do ano o deslocamento para sudoeste é menos evidente que no período seco, pois as correntes são menos intensas, devido ao vento menos intenso na região, sendo assim predominante os movimentos perpendiculares a linha de costa, atribuídos as correntes de maré. A salinidade máxima no campo distante é a mínima apresentada para o campo próximo, de aproximadamente 36,6. Esta salinidade máxima decai rapidamente conforme se afasta do local de lançamento, atingindo valores de 34 a cerca de 50 m da boca do emissário.

A Figura 7.1-52 apresenta a dissipação em planta.

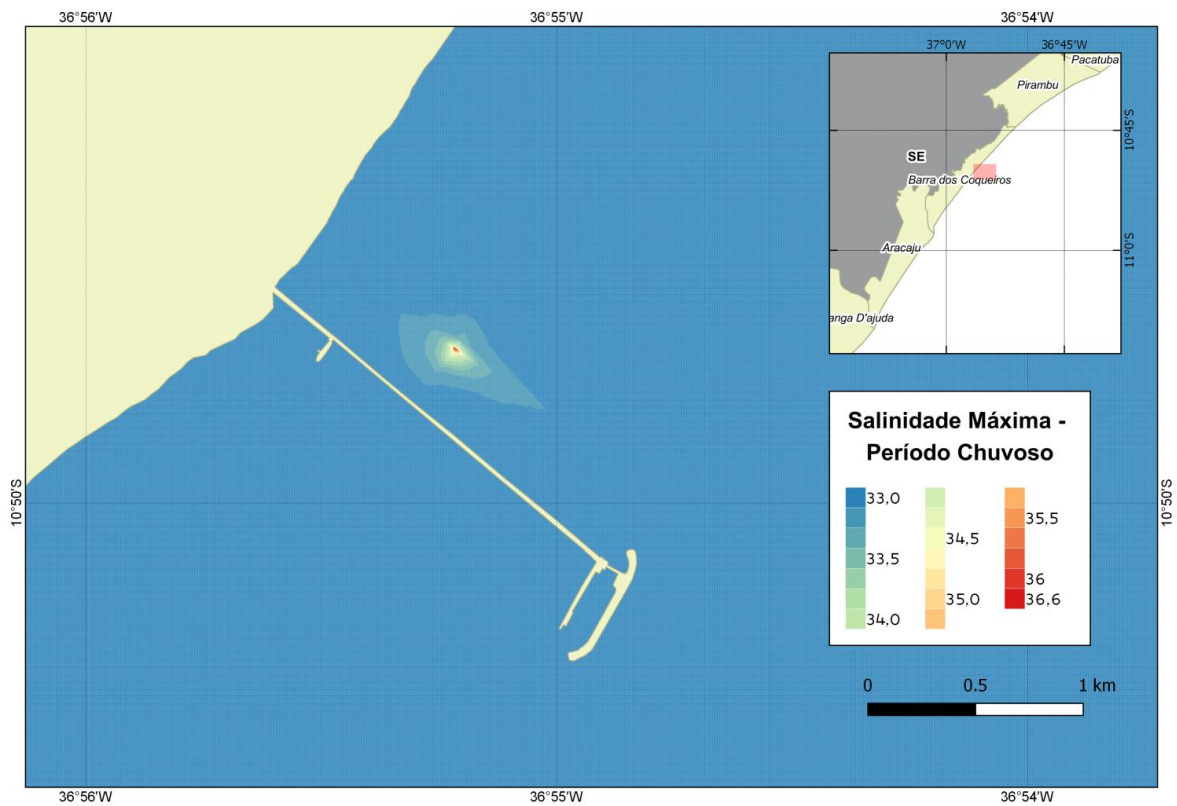
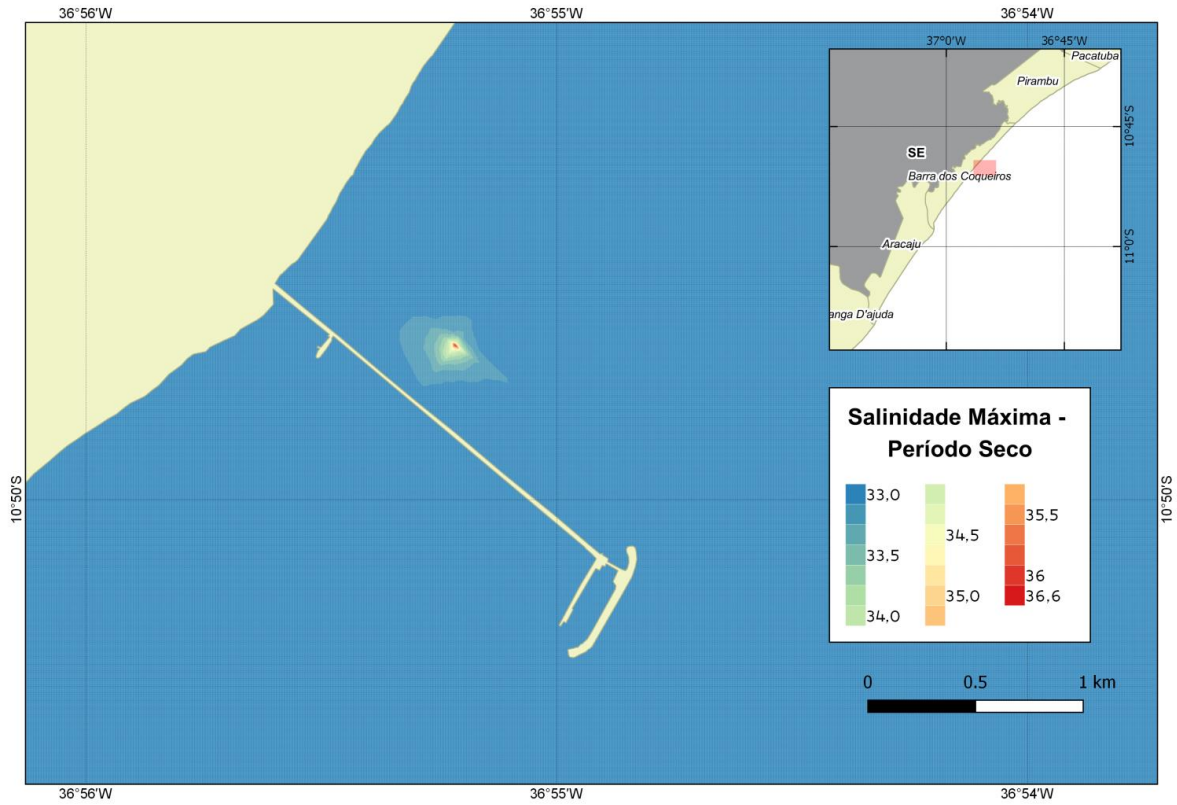


Figura 7.1-52: Salinidade máxima modelada na coluna d'água, no campo distante, ao longo dos 3 meses de simulação para o período seco e chuvoso

Os processos de mistura de descargas de efluentes em um corpo receptor podem ser divididos em três zonas, de acordo com suas respectivas escalas de tamanho e tempo: campo próximo, zona de transição e campo distante.

No estudo realizado, observou-se que a pluma supersalina (salinidade 48) do emissário atinge a superfície (final do campo próximo), com salinidade variando de 34,1 a 36,6 na estação seca e de 34,9 a 36,6 na estação chuvosa.

Estes resultados indicam que, praticamente, toda a diluição dos jatos ocorrem no campo próximo, pois na área a água do mar foi considerada homogênea com salinidade 33. O campo próximo possui uma eficiência de diluição muito superior ao campo distante.

No campo distante, conforme esperado, as diluições mostram um rápido decaimento conforme se afasta do local de lançamento, com valores de salinidade máxima decaindo a cerca de 34 a dezenas de metros de distância do difusor.

Ao considerar que a distância entre os difusores é de 5,0 metros, verifica-se que as plumas geradas por eles não vão se sobrepor umas às outras, tampouco vão se somar à pluma do salmourado da Petrobrás, não havendo dessa forma efeitos cumulativos dos possíveis impactos, atestando que o efluente do emissário será rapidamente dissipado e para isso demandará de uma área pequena.

Os resultados completos do estudo de dispersão da pluma do emissário podem ser encontrados no **Anexo 7.1-12**.

7.1.11.6 Modelagem de Dispersão de Sedimentos

A modelagem de dispersão de sedimentos visou caracterizar os efeitos da implantação dos dutos emissário e adutora no leito marinho e compreender se haverá alterações na dinâmica costeira decorrentes deste evento. Devido às dimensões do gasoduto e considerando que este estará enterrado até a cota batimétrica 5, considerou-se desnecessário a realização desta modelagem para o mesmo.

Para a realização deste estudo foram consideradas as seguintes premissas:

- Na ausência da confirmação da metodologia de instalação dos dutos, considerou-se que os dutos estarão desenterrados a partir da isóbata de 5 metros;
- São consideradas as características da Plataforma Continental da Bacia Sergipe-Alagoas e do Clima da região descritas neste diagnóstico;
- Admitiu-se diâmetro de 1,0 metros dos dutos;
- As modelagens morfológicas foram realizadas para três trechos específicos dos dutos nas profundidades de 20 metros, 13 metros e 6 metros.
- A modelagem hidrodinâmica da região que simula as correntes na região que variam com o tempo e com as forças envolvidas
- A modelagem de ondas que calcula a altura, período, e direção de ondas no domínio selecionado
- Os resultados hidrodinâmicos e de ondas são inseridos como forçantes no modelo morfológico para obtenção da variação do relevo nas imediações dos dutos.

Para o estudo hidrodinâmico da região de interesse foi empregada a suíte computacional DELFT3D totalmente modular desenvolvida pela WL | Delft Hydraulics, Holanda. O modelo hidrodinâmico, denominado DELFT3D – FLOW é um modelo de simulação multidimensional que calcula escoamentos e transportes não estacionários, forçados por descargas fluviais, marés e processos meteorológicos

em regiões costeiras, estuarinas, lagunas, rios, represas e lagos. Emprega uma grade horizontal curvilínea, facilmente ajustada aos contornos sólidos da região modelada, facilitando a representação de margens de rios, por exemplo. Suporta, como coordenadas verticais, a transformação conhecida na literatura por sigma (σ) introduzida por Phillips (1957), resultando numa representação suave da topografia de fundo. Os resultados completos podem ser encontrados no Estudo de Modelagem do Efeitos dos Dutos no Transporte de Sedimento Litorâneo.

Para a modelagem regional de ondas foi utilizado o modelo numérico DELFT-WAVE. Este modelo de onda reproduz o deslocamento de ondas em águas rasas, geração de onda a partir do vento; interações não lineares entre onda-onda e dissipação de energia para uma determinada topografia de fundo, campo de vento, nível de água e campo de correntes. Neste módulo é implementado o modelo de terceira geração SWAN (Simulating Waves Nearshore) que leva em consideração a evolução de ondas aleatórias de curto comprimento de onda em regiões costeiras de águas rasas, intermediárias e profundas, considerando a refração devido a correntes e variação de batimetria, reproduzindo também processos de difração. Os resultados completos podem ser encontrados no Estudo de Modelagem do Efeitos dos Dutos no Transporte de Sedimento Litorâneo.

A modelagem morfológica foi realizada utilizando o módulo morfológico DELFT3D-MOR, elaborado para simular o comportamento morfodinâmico de rios, estuários e áreas costeiras, na escala de dias a anos, resolvendo o complexo processo de interação entre as ondas, correntes, transporte de sedimento e batimetria. A conexão entre os módulos envolvidos no processo (waves-flow-transport-bottom) ocorre via acoplamento dinâmico.

Devido à proximidade dos pontos P1, P2 e P3, os dados de nível apresentam estatísticas semelhantes para ambos os pontos. A amplitude de maré nestes locais foi de 2,34 m, com valor mínimo de 1,10 m e máximo de 1,24 m. Por se tratar de variações astronômicas, os valores não possuem diferenças significativas entre os períodos analisados.

Com relação às correntes, o ponto P1, mais externo, possui as correntes mais intensas, contraponto o ponto P3, mais próximo a linha de costa, que possui as correntes menos intensas. Analisando ao longo da coluna d'água, em ambos os três pontos os valores de superfície são mais intensos que os modelados para meia água e fundo, mostrando o cisalhamento das correntes. Sazonalmente, as intensidades das correntes mostraram correlação com o apresentado para o vento, com maiores intensidades na estação seca (outubro a dezembro).

As estatísticas básicas mostram que as ondas diminuem de altura significativa média conforme se aproxima da linha de costa – P1 é o ponto mais distante e P3 o mais costeiro. No ponto P1 a altura significativa média é de 1,77 m, enquanto que no ponto P3 o valor é de 1,0 m. Sazonalmente, os maiores valores foram obtidos entre os meses de julho a setembro e o menor de janeiro a março.

Os histogramas direcionais mostram a difração das ondas conforme o trem de ondas se aproxima da linha de costa. No ponto mais afastado – P1, as ondas possuem direção variando desde E (15% de frequência), SE (85% de frequência) a S (>1% de frequência). Para os pontos mais próximos a linha de costa, P2 e P3, as direções das ondas incidentes são mais restritas – no ponto P3, 99% das ondas possuem origem SE, indicando que neste ponto independente da ondulação ao largo, as ondas refratam e chegam a perpendicularmente a linha de costa.

Foi necessária uma grade de alta resolução para identificação das alterações causada pela instalação dos dutos. Os resultados indicaram que as alterações batimétricas ocorreram somente nas imediações dos dutos, sendo maiores valores no trecho mais próximo a linha de costa, com valor médio de 0,60 m; ao atingir essa deposição, a região passa a apresentar um equilíbrio dinâmico, permanecendo com a camada de sedimento depositado praticamente com a mesma espessura, até a chegada de períodos de ondas com maiores alturas, onde então ocorre a erosão no local, diminuindo esta deposição para cerca de 20 cm. Após o término dos períodos de ondas maiores na região, a sequência dos eventos de deposição/erosão novamente se repetem, indicando um comportamento cíclico sazonal.

Importante destacar que todas as alterações ocorreram nas células de grades imediatamente ao lado dos dutos, mostrando que as estruturas possuem capacidade de acumular sedimento somente nas suas imediações. E ainda, as alterações ocorreram de maneira similar em ambos os lados dos dutos.

A modelagem de dispersão de sedimentos é apresentada no **Anexo 7.1-13**.

7.1.11.7 Modelagem de Pluma de Água Fria e de Água Quente da FSRU

O estudo de modelagem de pluma dos efluentes de água fria e água quente provenientes dos processos da FSRU tem como objetivo caracterizar a dimensão da influência destes efluentes no corpo receptor.

As simulações da diluição e dispersão das plumas foram realizadas através da separação do estudo em dois domínios conhecidos por campo próximo e campo afastado. O campo próximo foi simulado com o modelo CORMIX, da Cornell University, desenvolvido para a análise, previsão e planejamento do lançamento de efluentes em diferentes corpos d'água. Na modelagem do campo afastado, foi utilizado o sistema de modelos Delft3D, desenvolvido pela Deltares (2013).

O processo de regaseificação de GNL em ciclo aberto no FSRU consiste na pressurização do GNL com bombas de alta pressão e da utilização de um trocador de calor do tipo casco-tubo para vaporizar o GNL com água do mar. O projeto do trocador de calor é desenvolvido para retornar à água do mar com uma temperatura de até 7 °C inferior à temperatura ambiente, com uma vazão máxima de 12.000,0 m³/h. A água do mar também é utilizada para o resfriamento dos geradores da Praça de Máquina, que retorna ao ambiente com vazão máxima de 2.700,0 m³/h e temperatura elevada em até 9 °C em relação à temperatura de admissão.

Os lançamentos a partir do FSRU são realizados a 12 m abaixo da linha d'água, medida do calado máximo da unidade, por uma tubulação com orientação vertical para baixo perpendicular à curvatura do casco. Considerou-se uma tubulação com orifício de 1,1 m de diâmetro para o lançamento do efluente dos trens de regaseificação em operação no FSRU e de 0,65 m para o resfriamento da Praça de Máquinas.

A Tabela 7.1-49 apresenta os resultados das simulações no campo próximo para o lançamento dos efluentes térmicos para os períodos de verão e inverno.

Tabela 7.1-49: Resultados das simulações de campo próximo dos efluentes

PARÂMETROS	EFLUENTE TÉRMICO			
	VERÃO		INVERNO	
	Pluma quente	Pluma fria	Pluma quente	Pluma fria
Delta de temperatura no centro do final do campo próximo (°C)	+0,49	-2,28	+0,49	-2,29
Comprimento do campo próximo (m)	74,65	46,59	87,11	67,04
Espessura final da pluma (m)	6,20	1,18	4,56	1,17
Largura final da pluma (m)	149,30	92,85	174,22	133,81
Profundidade terminal da pluma (m)	0,0 (superfície)	20,0(fundo)	0,0 (superfície)	20,0(fundo)

Com relação à temperatura dos efluente, a Resolução CONAMA no 430/11 (BRASIL, 2011), que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, especifica apenas que a temperatura no momento do descarte deve ser inferior a 40 °C, não fazendo indicação de limites para efluentes com temperatura inferior ao ambiente.

Esta resolução especifica ainda que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3 °C no limite da Zona de Mistura, definida como a região do corpo receptor, que se estende do ponto de lançamento do efluente, delimitada pela superfície em que é atingido o equilíbrio de mistura entre os parâmetros físicos e químicos, bem como o equilíbrio biológico do efluente e os do corpo receptor, sendo específica para cada parâmetro (BRASIL, 2011).

A Figura 7.1-53 a seguir apresenta os resultados da planta horizontal de dispersão das plumas de efluentes térmicos.

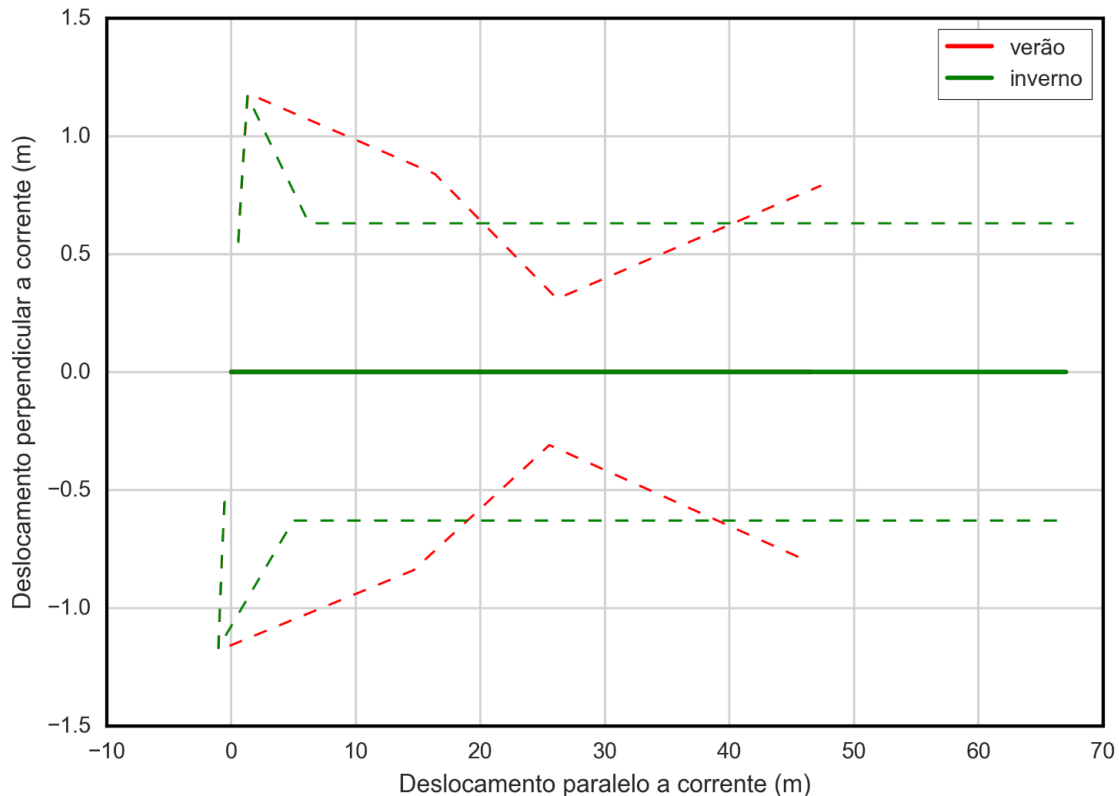


Figura 7.1-53: Trajetória horizontal (vista em planta) da pluma no campo próximo do lançamento do efluente da pluma fria a partir do FSRU, nos períodos de verão e inverno

A simulação de campo próximo da pluma quente evidencia que esta pode percorrer distâncias superiores a 80,0 m até atingir o final do campo próximo enquanto a pluma fria pode percorrer distâncias superiores a 60,0 m;

A diferença de temperatura, entre a pluma quente e o ambiente, no final do campo próximo, é 0,5 °C superior a temperatura do meio, enquanto para a pluma fria a temperatura é de 2,27°C inferior;

A Zona de Mistura, caracterizada como a região onde a diferença de temperatura é igual ou superior a 3 °C em relação ao corpo receptor, para a pluma quente ocorre em distâncias de cerca de 1 m, enquanto para a pluma fria a diferença de temperatura ocorre em distâncias inferiores a 30 m do ponto de lançamento. Além destas distâncias, as plumas estão enquadradas de acordo com a legislação (i.e., Resolução CONAMA no 430/11).

Os resultados complexos da modelagem do campo próximo e a modelagem do campo distante podem ser encontradas no **Anexo 7.1-14**.

7.1.11.8 Modelagem de Dispersão de Óleo

O relatório “Modelagem de Derrame de Óleo em Atendimento ao Plano de Emergência Individual da UTE Sergipe I, Estado de Sergipe”, elaborado pela TETRA TECH, contou com a utilização do sistema de

modelos OILMAPDeep/3D para definição da área potencialmente ameaçada por derramamentos de óleo advindo do empreendimento; trata-se de um modelo desenvolvido para prever a trajetória e os processos de intemperismo atuantes sobre o óleo em ambientes aquáticos.

O sistema de modelos Delft3D-FLOW foi utilizado para obtenção do campo de correntes característico dos padrões de circulação na região em domínio local, enquanto para domínio regional foram utilizados os resultados do modelo HYbrid Coordinate Ocean Model - HYCOM. O campo de ventos foi proveniente de dados de reanálise de modelo meteorológico composto com dados locais. Os detalhes da metodologia são explicitados no relatório supracitado, mas destaca-se que foram consideradas três classes de derrame, como definido na Resolução do CONAMA no 398/08: pequeno (8,0 m³), médio (200,0 m³) e pior caso (260 m³), com simulações de 72 horas após o final do vazamento, sendo as simulações probabilísticas realizadas para os dois períodos sazonais (verão e inverno) e as simulações determinísticas realizadas com seleção de datas representativas de diferentes condições de vento forte e vento fraco, nas marés alta e baixa.

Os resultados da modelagem de derrame de óleo obtidos pela TETRA TECH são apresentados em suma a seguir e detalhados no Anexo 7.1-15, onde também são apresentados de forma gráfica.

Cenário de pequeno derrame – derrame de 8 m³

A Tabela 7.1-50 apresenta um resumo dos resultados probabilísticos mais críticos para o cenário simulado de derrame de 8 m³, considerando a maior probabilidade de toque na costa e tempo mínimo e médio de chegada do óleo à costa.

Tabela 7.1-50: Resumo dos resultados mais críticos das simulações probabilísticas para o cenário de derrame de 8 m³ de óleo

Período	Parâmetro	Resultado	Município
Verão	Probabilidade de toque na costa (%)	12,7	Aracaju
	Tempo mínimo de chegada de óleo à costa (horas)	20	Barra dos Coqueiros
	Tempo médio de chegada de óleo à costa (horas)	44	Aracaju
Inverno	Probabilidade de toque na costa (%)	15,8	Barra dos Coqueiros
	Tempo mínimo de chegada de óleo à costa (horas)	15	Barra dos Coqueiros
	Tempo médio de chegada de óleo à costa (horas)	29	Aracaju

A maior probabilidade de toque na costa se dá em Aracaju no verão (12,7%) e em Barra dos Coqueiros no inverno (15,8%), sendo os tempos mínimos de chegada do óleo à costa mais críticos no verão e inverno verificados em Barra dos Coqueiros de 20 e 15 horas, respectivamente. Os tempos médios de chegada de óleo à costa mais críticos no verão e inverno são verificados em Aracaju, sendo 44 horas no verão e 29 horas no inverno.

Os resultados das simulações probabilísticas das extensões de costa com probabilidade de chegada do óleo verificadas no cenário de pequeno derrame estão a seguir:

- Verão – 62,82 km no total, abrangendo os municípios de Barra dos Coqueiros, Aracaju e Itaporanga d’Ajuda, sendo que a mancha de óleo tem probabilidade, apesar de pequena, de adentrar por entre os Rio Sergipe e Rio Vaza Barris;
- Inverno – 76,21 km no total, se estendendo de Pirambu a Aracaju, verificando-se a probabilidade de toque no Rio Sergipe.

Cenário médio – derrame de 200 m³

A Tabela 7.1-51 apresenta um resumo dos resultados probabilísticos mais críticos para o cenário simulado de derrame de 200 m³, considerando a maior probabilidade de toque na costa e tempo mínimo e médio de chegada do óleo à costa.

A maior probabilidade de toque na costa se dá em Aracaju no verão (31,7%) e em Barra dos Coqueiros no inverno (26,8%), sendo os tempos mínimos de chegada do óleo à costa mais críticos no verão e inverno verificados em Barra dos Coqueiros, de 19 e 14 horas, respectivamente. Os tempos médios de chegada de óleo à costa mais críticos no verão e inverno são verificados em Aracaju, sendo de 33 horas no verão e 27 horas no inverno.

Tabela 7.1-51: Resumo dos resultados mais críticos das simulações probabilísticas para o cenário de derrame de 200 m³ de óleo

Período	Parâmetro	Resultado	Município
Verão	Probabilidade de toque na costa (%)	31,7	Aracaju
	Tempo mínimo de chegada de óleo à costa (horas)	19	Barra dos Coqueiros
	Tempo médio de chegada de óleo à costa (horas)	33	Aracaju
Inverno	Probabilidade de toque na costa (%)	26,8	Barra dos Coqueiros
	Tempo mínimo de chegada de óleo à costa (horas)	14	Barra dos Coqueiros
	Tempo médio de chegada de óleo à costa (horas)	27	Aracaju

Os resultados das simulações probabilísticas das extensões de costa com probabilidade de chegada do óleo verificadas no cenário de médio derrame estão a seguir:

- Verão – 84,96 km no total, se estendendo desde Barra dos Coqueiros até o município de Jandaíra, na Bahia, com probabilidade de a mancha de óleo adentrar por entre os Rio Sergipe e Rio Vaza Barris;
- Inverno – 97,32 km, se estendendo de Pirambu a Itaporanga D’Ajuda, com probabilidade de a mancha de óleo adentrar por entre os Rio Sergipe e Rio Vaza Barris.

Cenário de pior caso – derrame de 260 m³

A Tabela 7.1-52 apresenta um resumo dos resultados probabilísticos mais críticos para o cenário simulado de pior caso (derrame de 260 m³), considerando a maior probabilidade de toque na costa e tempo mínimo e médio de chegada do óleo à costa.

A maior probabilidade de toque na costa se dá em Aracaju no verão (53,5%) e em Barra dos Coqueiros no inverno (29,5%), sendo o tempo mínimo de chegada de óleo à costa mais crítico verificado no verão de 16 horas em Barra dos Coqueiros e o tempo médio de 30 h em Aracaju. No inverno, ambos os tempos mínimo e médio de chegada do óleo à costa diminuem em 2 horas, porém o tempo médio mais crítico é verificado em Barra dos Coqueiros, diferentemente do verão.

Tabela 7.1-52: Resumo dos resultados mais críticos das simulações probabilísticas para o cenário de derrame de 260 m³ de óleo

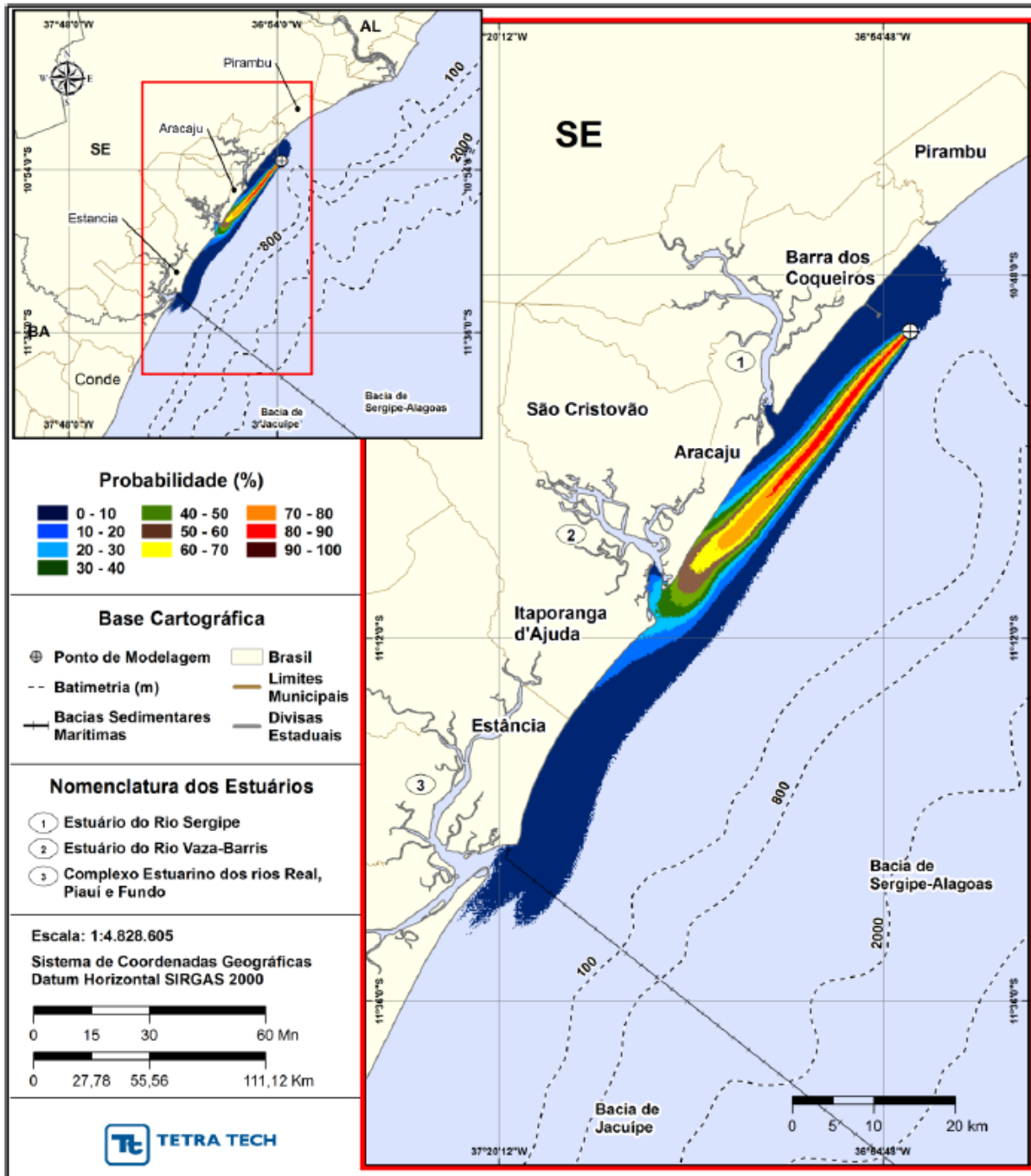
Período	Parâmetro	Resultado	Município
Verão	Probabilidade de toque na costa (%)	53,5	Aracaju
	Tempo mínimo de chegada de óleo à costa (horas)	16	Barra dos Coqueiros
	Tempo médio de chegada de óleo à costa (horas)	30	Aracaju

Período	Parâmetro	Resultado	Município
Inverno	Probabilidade de toque na costa (%)	29,5	Barra dos Coqueiros
	Tempo mínimo de chegada de óleo à costa (horas)	14	Barra dos Coqueiros
	Tempo médio de chegada de óleo à costa (horas)	28	Barra dos Coqueiros

Os resultados das simulações probabilísticas das extensões de costa com probabilidade de chegada do óleo verificadas no cenário de pior caso estão a seguir:

- Verão – 110,06 km no total, se estendendo de Barra dos Coqueiros até Jandaíra (BA), sendo as maiores probabilidades de toque identificadas nos municípios de Aracaju e Itaporanga d’Ajuda e com probabilidade de toque adentro dos Rio Sergipe e Rio Vaza Barris;
- Inverno – 118,70 km no total, se estendendo de Pirambu a Itaporanga D’Ajuda, com probabilidade de a mancha de óleo adentrar por entre os Rio Sergipe e Rio Vaza Barris.

A Figura 7.1-54 apresenta o pior cenário probabilístico encontrado (Cenário FSRU_PC_VER_72H.), conforme descrição no estudo completo.



Fonte: TETRATECH, 2017.

Figura 7.1-54: Contornos de probabilidade de óleo na superfície da água, durante o verão (novembro a janeiro), com derrame de 260,0 m³ (instantâneo), após 72 horas de simulação

Balanço de massa

O resumo dos balanços de massa para os 600 cenários determinísticos que compuseram os cenários probabilísticos apresentados na Tabela 7.1-53 demonstrando que a evaporação é o processo mais importante para a retirada de óleo da superfície da água, principalmente no verão, seguido da interação com a linha de costa e do entranhamento na coluna d'água.

Tabela 7.1-53: Média da distribuição de massa para os cenários probabilísticos

Cenário	Superfície	Coluna d'água	Costa	Evaporado	Degradado
	% média				
8 m ³ Verão	3,50	6,55	1,29	88,24	0,42
8 m ³ Inverno	4,36	4,14	7,68	83,43	0,39
200 m ³ Verão	3,23	8,91	8,68	78,68	0,49
200 m ³ Inverno	4,10	5,35	15,72	74,42	0,42
260 m ³ Verão	3,27	9,13	10,41	76,90	0,49
260 m ³ Inverno	4,02	5,32	17,14	73,11	0,42

Fonte: TETRATECH, 2017