
APRESENTAÇÃO

Este Estudo de Impacto Ambiental – EIA foi elaborado para o atendimento da Nota Técnica Nº 02/2012 – NLA/SUPES/IBAMA e ao Termo de Referência para elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) referente à Interligação Elétrica Brasil – Uruguai, ambos emitidos pelo IBAMA, em referência ao processo 02001.010450/2009-72, que trata do licenciamento ambiental deste empreendimento. Este EIA foi elaborado por equipe técnica multidisciplinar sendo apresentado em cinco volumes distintos, separados por similaridade de temas, sendo eles: Volume I – Caracterização do Empreendimento, Volume II – Diagnóstico do Meio Físico, Volume III – Diagnóstico do Meio Biótico, Volume IV – Diagnóstico do Meio Socioeconômico e Volume V – Avaliação dos Impactos Ambientais.

Neste **Volume II – Diagnóstico do Meio Físico** são apresentados os resultados dos estudos de caracterização e avaliação ambiental dos aspectos relacionados ao Meio Físico das Áreas de Influência do Empreendimento. Para tanto, foram realizadas pesquisas bibliográficas exaustivas junto a bibliográficas técnicas, análise de imagens de satélite fornecidas pelo empreendedor, análise de mapas temáticos elaborados pela equipe técnica, e levantamentos de campo para coleta de dados primários nas áreas de influência, sendo analisados e apresentados aqui os seguintes aspectos do meio físico: Aspectos Climáticos, Geologia, Espeleologia, Sismicidade, Geomorfologia e Geotecnia, Pedologia, Recursos Minerais, Paleontologia, Hidrogeologia, Hidrologia e Recursos Hídricos, Ruídos e Níveis de Poluição Atmosférica

A itemização apresentada visou acatar ao estabelecido no Termo de Referência, servindo como ferramenta de apoio a análise dos órgãos ambientais quanto à viabilização ambiental da implantação da Interligação Elétrica Brasil – Uruguai.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização do empreendimento segundo a Classificação do Clima - Köeppen-Geiger..	21
Figura 2: Exemplo cavado invertido.	22
Figura 3: Exemplo de um VCAN.	23
Figura 4: Formação esquemática de um VCAN.	23
Figura 5: Estágios de desenvolvimento de um vórtice visto através de imagens de satélite.	24
Figura 6: Mecanismos frontogênicos,	24
Figura 7: Gráfico representativo da variação de pressão atmosférica em Bagé/RS.	25
Figura 8: Mapa da temperatura média anual.	29
Figura 9: Mapa da temperatura máxima anual.	29
Figura 10: Mapa da temperatura mínima anual.	30
Figura 11: Precipitação média anual.	31
Figura 12: Umidade relativa do ar anual.	34
Figura 13: Média radiação solar anual na região do empreendimento.	36
Figura 14: Dias de nevoeiro por mês e por ano no período de 1998 a 2006.	40
Figura 15: Média de velocidades do vento em m/s no período de 2000 a 2003 em Bagé/RS.	44
Figura 16: Mapa de densidade de descargas atmosféricas, período de 1998-2009.	47
Figura 17: Mapa de média de dias de trovoada.	48
Figura 18: Principais contextos geológicos e litoestratigráficos a nível regional.	52
Figura 19 - Mapa Geológico Regional	54
Figura 20 - Vista de leste para oeste dos afloramentos de rochas sienograníticas.	56
Figura 21 - Afloramentos do Granito Aceguá visualizados junto a rodovia BR-153.	57
Figura 22 - Grandes afloramentos do Granito Aceguá visualizados na jazida de material pétreo da Prefeitura Municipal de Aceguá.	58
Figura 23 - Detalhe macroscópico do Granito Aceguá.	58

Figura 24 - Rochas metamórficas quartzíticas finas fortemente foliadas.	60
Figura 25- Mapa Geológico Simplificado da Bacia do Paraná.	65
Figura 26 - Vista detalhada das feições macroscópicas da Formação Rio Bonito.....	69
Figura 27 - Perfil lito-estratigráfico da Formação Rio Bonito em Candiota.....	71
Figura 28 - Argilitos acinzentados entrecortados por filetes de quartzo.	74
Figura 29 – Detalhe dos afloramentos da Formação Rio do Rasto, próximo a intersecção da linha de transmissão junto a Rodovia BR-153.....	75
Figura 30 – Afloramentos típicos da Formação Rio do Rasto, já fora da área de influência do empreendimento, junto a BR-153, entre Aceguá e Bagé.	76
Figura 31 – Aluviões cascalhosos típicos junto ao Arroio do Tigre.	78
Figura 32: Ocorrências históricas de sismicidade no RS.	82
Figura 33 - Compartimentação Geomorfológica esquemática do Rio Grande do Sul.....	83
Figura 34 – Mapa geomorfológico da região do empreendimento, destacando os principais elementos fisiográficos e o posicionamento da linha de transmissão.	84
Figura 35: Vista panorâmica da fisiografia da região.....	85
Figura 36 - Visualização do relevo dissecado na Área de Influência Indireta do Empreendimento. 86	
Figura 37- Planícies Sluvionares.....	87
Figura 38: Feições geomorfológicas transicionais.	88
Figura 39: Vista da área de influencia direta, com destaque ao relevo suave.	89
Figura 40: Vista de planícies aluvionares à frente e litológicas metamórficas ao fundo.	90
Figura 41. Vista de sudoeste para nordeste, próxima a Aceguá 91	
Figura 42: Vista da Área de Influência Direta.	92
Figura 43: Vista de Vertissolo em estrada próxima a área de influencia direta. Destaque para as características plásticas destes solos.	101
Figura 44: Vista parcial de local com cultivo de arroz na Área Diretamente Afetada, sob Gleissolos eutroficados.	103

Figura 45: Perfil de Argissolo Vermelho-Amarelo em área próxima ao local da Subestação Candiota.	105
Figura 46: Saibreira municipal de Aceguá.	109
Figura 47: Lavra de calcário realizado pela Votoram.	110
Figura 48: Lavra de carvão em andamento pela CRM.	110
Figura 49: Localização dos sítios paleontológicos registrados RS.	114
Figura 50: Mapa Hidrogeológico da região do empreendimento.	115
Figura 51: Captação de água pelo exército, para distribuição a população.	118
Figura 52: Bacias Hidrográficas da América e Brasileiras identificando a região da LT em pontilhado preto.	120
Figura 53: Regiões e bacias hidrográficas do rio Grande do Sul.	121
Figura 54: Região Hidrográfica do Uruguai, destacada em bege.	122
Figura 55: Região Hidrográfica do Guaíba, destacada em amarelo.	123
Figura 56: Região Hidrográfica do Litoral, destacada em bege.	124
Figura 57: Bacia Hidrográfica do Rio Negro.	126
Figura 58: BH Rio Negro (azul) e municípios atingidos.	127
Figura 59: Bacia Hidrográfica do Rio Jaguarão.	128
Figura 60: BH Rio Jaguarão (azul) e municípios atingidos.	129
Figura 61: Zona Especial da RBMA, BH Rio jaguarão (azul) e municípios da All da LT.	130
Figura 62: Bacia Hidrográfica do Rio Camaquã.	131
Figura 63: BH Rio Camaquã (azul) e municípios atingidos.	131
Figura 64: Bacia Hidrográfica Piratini - São Gonçalo - Mangueira.	133
Figura 65: BH Piratini-São Gonçalo-Mangueira (azul) e municípios atingidos.	134
Figura 66: Microbacias, Interligação e Pontos de Coleta de Água.	136
Figura 67: Interligação e Microbacia Arroio Candiota Sul.	137
Figura 68: Interligação e Microbacia Arroio Candiota Norte.	138

Figura 69: Interligação e Microbacia Arroio Poacá.	139
Figura 70: Interligação e Microbacia Rio Jaguarão.....	140
Figura 71: Interligação e Microbacia Arroio Vime.	141
Figura 72: Interligação e Microbacia Arroio Jaguarão Chico.	142
Figura 73: Interligação e Microbacia Arroio Sanga do Peixe.	143
Figura 74: Interligação e Microbacia Arroio Minuano.....	144
Figura 75: Pontos de baixa altitude e passíveis de alagamento.....	146
Figura 76: Localização do ponto de coleta no Arroio Jaguarão Chico.	151
Figura 77: Coletando água no Arroio Jaguarão Chico.....	152
Figura 78: Material de coleta.....	152
Figura 79: Localização do ponto de coleta no rio Jaguarão.	157
Figura 80: Coletando água do Rio Jaguarão.	158
Figura 81: Material de coleta.....	158
Figura 82: Localização do ponto de coleta no Arroio Jaguarão Chico.	164
Figura 83: Coletando água do Arroio Poacá.....	164
Figura 84: Material de coleta.....	165
Figura 85: Curvas médias de variação de qualidade das águas.	172
Figura 86: Tabelas de índice, padrões e classificação da qualidade do ar.	190
Figura 87: Usina Presidente Médici.	191
Figura 88: Gráfico das medições de Concentração de CO na região do empreendimento.....	192
Figura 89: Gráfico das medições de Concentração de O3 na região do empreendimento.	193
Figura 90: Equação para cálculo emissões.	207

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Média da precipitação mensal da região do empreendimento.	32
Gráfico 2: Número de dias de geada, orvalho e nevoeiro X estações do ano.	39
Gráfico 3: Predominância das direções do vento (1971-2000).....	43
Gráfico 4: Densidade de raios na AII da LT.	51
Gráfico 5: Municípios da AII do empreendimento e porcentagem das BH que atingem.	125
Gráfico 6: Resultado do Nitrato X CONAMA.	153
Gráfico 7: Resultado do Nitrito X CONAMA.	153
Gráfico 8: Resultado do Nitrogênio Amoniacal X CONAMA.	153
Gráfico 9: Resultado do OD X CONAMA.	153
Gráfico 10: Resultado do pH X CONAMA.	153
Gráfico 11: Resultado dos Sólidos Totais Dissolvidos X CONAMA.	153
Gráfico 12: Resultado da Turbidez X CONAMA.	154
Gráfico 13: Resultado dos Coliformes Termotolerantes X CONAMA.	154
Gráfico 14: Resultado da Clorofila “a” X CONAMA.	154
Gráfico 15: Resultado da Cor verdadeira X CONAMA.	155
Gráfico 16: Resultado da DBO X CONAMA.	155
Gráfico 17: Resultado do Fósforo total X CONAMA.	156
Gráfico 18: Resultado de Clorofila “a” X CONAMA.	159
Gráfico 19: Resultado de Fósforo Total X CONAMA.	159
Gráfico 20: Resultado de Nitrato X CONAMA.	159
Gráfico 21: Resultado de Nitrito X CONAMA.	159
Gráfico 22: Resultado de Nitrogênio Amoniacal X CONAMA.	160
Gráfico 23: Resultado de Oxigênio Dissolvido X CONAMA.	160
Gráfico 24: Resultado de pH X CONAMA.	160
Gráfico 25: Resultado de Sólidos Totais Dissolvidos X CONAMA.	160

Gráfico 26: Resultado de Turbidez X CONAMA.	161
Gráfico 27: Resultado de DBO X CONAMA.	162
Gráfico 28: Resultado de Coliformes Termotolerantes X CONAMA.....	163
Gráfico 29: Resultado de DBO X CONAMA.	166
Gráfico 30: Resultado de Fósforo Total X CONAMA.....	166
Gráfico 31: Resultado de Nitrato X CONAMA.....	166
Gráfico 32: Resultado de Nitrito X CONAMA.....	166
Gráfico 33: Resultado de Nitrogênio Amoniacal X CONAMA.....	167
Gráfico 34: Resultado de Oxigênio Dissolvido X CONAMA.	167
Gráfico 35: Resultado de Turbidez X CONAMA.	167
Gráfico 36: Resultado de Coliformes Termotolerantes X CONAMA.....	167
Gráfico 37: Resultado de Clorofila “a” X CONAMA.....	168
Gráfico 38: Resultado de Sólidos Totais Dissolvidos X CONAMA.	169
Gráfico 39: Resultado de pH X CONAMA.....	169
Gráfico 40: Medição na Estação Aeroporto X CONAMA.....	196
Gráfico 41: Medição na Estação Candiota X CONAMA.	196
Gráfico 42: Medição na Estação Três Lagoas X CONAMA.....	196
Gráfico 43: Medição na Estação Pedras Altas X CONAMA.	196
Gráfico 44: Medição na Estação Aceguá X CONAMA.....	197
Gráfico 45: Medição na Estação Aeroporto X CONAMA.....	198
Gráfico 46: Medição na Estação Candiota X CONAMA.	198
Gráfico 47: Medição na Estação Três Lagoas X CONAMA.....	198
Gráfico 48: Medição na Estação Pedras Altas X CONAMA.	198
Gráfico 49: Medição na Estação Aceguá X CONAMA.....	199
Gráfico 50: Medição na Estação Candiota X CONAMA.	200
Gráfico 51: Medição na Estação Três Lagoas X CONAMA.....	200

Gráfico 52: Medição na Estação Pedras Altas X CONAMA.	201
Gráfico 53: Medição na Estação Aceguá X CONAMA.....	201
Gráfico 54: Medição na Estação Aceguá X CONAMA.....	202

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estações Meteorológicas pesquisadas.....	18
Tabela 2: Municípios considerados para Área de Influência do empreendimento.	19
Tabela 3: Variação pressão atmosférica na região.....	26
Tabela 4: Média mensal de pressão atmosférica das cinco estações da CGTEE.	27
Tabela 5: Média das Temperaturas Mínimas, Médias e Máximas nas estações pesquisadas.....	27
Tabela 6: Concentração mensal (mm) de precipitação pluviométrica das cinco estações da CGTEE.	32
Tabela 7: Média anual da umidade relativa do ar nas estações mais próximas do empreendimento.	33
Tabela 8: Média das medições pluviométricas nas estações da AII do empreendimento.	33
Tabela 9: Média anual da radiação solar nas estações mais próximas do empreendimento.	35
Tabela 10: Média mensal de radiação solar ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) nas estações da AII do empreendimento.	35
Tabela 11: Quantidade e altura das nuvens - frequência de ocorrência anual – da Estação Pelotas.	36
Tabela 12: Quantidade e altura das nuvens - frequência de ocorrência anual – da Estação Pelotas.	37
Tabela 13: Quantidade e altura das nuvens - frequência de ocorrência anual – da Estação Pelotas.	37
Tabela 14: Faixa de nebulosidade na região do empreendimento no ano de 2011.....	37
Tabela 15: Dados de velocidade máxima (m/s) do vento da série histórica do ano de 1971 ao ano 2000.....	41
Tabela 16: Dados da direção do vento na velocidade máxima, da série histórica do ano de 1971 ao ano 2000.....	42
Tabela 17: Velocidade e direção escalar do vento nas estações da AII do empreendimento.	44
Tabela 18: Densidade de raios/ km^2 .ano nos municípios da AII do empreendimento.	46

Tabela 19: Dados de radiação solar ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) das estações meteorológicas da All do empreendimento.	49
Tabela 20: Estratigrafia Geral e Principais Litotipos observados na All.	54
Tabela 21: Sítios paleontológicos do Rio Grande do Sul.	111
Tabela 22: Demanda hídrica (m^3/s) das Bacias Hidrográficas que atingem a All.	125
Tabela 23: Reservas reguladoras de águas subterrâneas para BH do Rio Negro.	127
Tabela 24: Reservas reguladoras de águas subterrâneas para BH do Rio Negro.	132
Tabela 25: Dados dos pontos de coleta de água.	147
Tabela 26: Resultados das análises de água x CONAMA	149
Tabela 27: Parâmetros do IQA x pesos.	171
Tabela 28: Classificação do IQA.	173
Tabela 29: Resultados do IQA para os cursos d'água analisados.	173
Tabela 30: Tabela de atividades antrópicas cadastradas na FEPAM, no município de Pedras Altas, RS.	176
Tabela 31: Tabela de Atividades Antrópicas Cadastradas na FEPAM no município de Aceguá/RS	177
Tabela 32: Tabela de Atividades Antrópicas Cadastradas na FEPAM no município de Hulha Negra/RS.	178
Tabela 33: Tabela de Atividades Antrópicas Cadastradas na FEPAM, para o município de Candiota, RS.	180
Tabela 34: Nível de critério de avaliação (NCA) de ruído permitidos para ambientes externos, em dB(A).	183
Tabela 35: Equipamentos x emissão de ruído.	184
Tabela 36: Padrões nacionais de qualidade do ar.	187
Tabela 37: Médias da concentração de 24 horas, nos meses de janeiro a maio de 2012, das estações de monitoramento da qualidade do ar da CGTEE.	193
Tabela 38: Tipos e quantidades das fontes de emissões diretas e indiretas do empreendimento.	205
Tabela 39: Frota de veículos e consumo médio do mesmo.	206

Tabela 40: Estimativa de consumo anual de combustível fóssil..... 207

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADA	Área Diretamente Afetada
AID	Área de Influência Direta
AII	Área de Influência Indireta
AIR	Área de Inserção Regional
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ART	Anotações de Responsabilidade Técnica
BIG	Banco de Informações Gerais
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CEEE	Companhia Estadual de Energia Elétrica do Rio Grande do Sul
CGTEE	Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica
COREDE	Conselho Regional de Desenvolvimento
CRBIO	Conselho Regional de Biologia
CREA	Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia
CRM	Companhia Riograndense de Mineração
DILIC	Diretoria de Licenciamento Ambiental
DPM	Departamento de Patrimônio Imobiliário e Meio Ambiente
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
ELETROBRAS	Centrais Elétricas Brasileiras
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FAP	Formulário de Solicitação de Abertura de Processo
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
INCRA	<i>Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária</i>
LT	Linha de Transmissão
MCT	Ministério de Ciência e Tecnologia

MERCOSUL	Mercado Comum do Sul
MME	Ministério de Minas e Energia
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PED	Plano Decenal de Expansão de Energia
PIB	Produto Interno Bruto
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SE	Subestação
SEPLAG	Secretária de Planejamento e Gestão
SIN	Sistema Interligado Nacional
SISLIC	Sistema de Licenciamento Ambiental Federal
TR	Termo de Referencia
UTE	Usina Termoelétrica

LISTA DE ANEXOS

Anexo I – Mapa Geológico	215
Anexo II – Mapa Hipsométrico	216
Anexo III – Mapa de Declividades	217
Anexo IV – Mapa Pedológico	218
Anexo V – Recursos Minerais	219
Anexo VI – Ata Reunião ELETROBRÁS-ELETROSUL-CRM e Cópia da Publicação do Bloqueio Minerário DNPM	220
Anexo VII – Mapa de Microbacias	221
Anexo VIII – Mapas de Recursos Hídricos da AID	222
Anexo IX – Laudos de Análises Químicas dos Pontos Amostrados	223
Anexo X – Croquis de Localização dos Pontos de Monitoramento	224

SUMÁRIO

1.1	Aspectos Climáticos	17
1.1.1	Metodologia	17
1.1.2	Aspectos Climáticos da Região Sul	20
1.1.3	Pressão Atmosférica	25
1.1.4	Temperatura do Ar	27
1.1.5	Precipitação Pluviométrica	30
1.1.6	Umidade Relativa	33
1.1.7	Insolação	34
1.1.8	Nebulosidade.....	36
1.1.9	Neblinas, nevoeiros, geadas e orvalhos	38
1.1.10	Regime de ventos.....	40
1.1.11	Fenômenos Climáticos	45
1.1.12	Nível Ceráunico	45
1.1.13	Caracterização Climatológica da AID e All	48
1.2	Geologia	52
1.3	Espeleologia	80
1.4	Sismicidade	81
1.5	Geomorfologia E Geotecnia	83
1.6	PEDOLOGIA	94
1.7	Recursos Minerais.....	108
1.8	PALEONTOLOGIA.....	111
1.9	Hidrogeologia	115
1.10	Hidrologia e Recursos Hídricos.....	119
1.10.1	Hidrografia do Brasil	119

1.10.2	Hidrografia no Rio Grande do Sul	120
1.10.3	Regiões e Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul	121
1.10.4	Bacias hidrográficas na área de influência indireta (AII)	124
1.10.5	Caracterização Hídrica na Área de Influência Direta (AID).....	135
1.10.6	Travessia do Empreendimento	144
1.10.7	Áreas alagáveis	145
1.10.8	Caracterização da qualidade d'água na AID da Interligação Elétrica Brasil - Uruguai 147	
1.10.9	Índice de Qualidade da Água (IQA)	170
1.10.10	Possíveis Fontes Poluidoras dos Recursos Hídricos.....	173
1.11	Ruído	183
1.12	Níveis de poluição atmosférica.....	186
1.12.1	Parâmetros de Qualidade do Ar.....	187
1.12.2	Índice da Qualidade do Ar	188
1.12.3	Caracterização da qualidade do ar na região	190
1.12.4	Níveis de Poluição Atmosférica na Implantação da LT.....	202
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	210

1.1 ASPECTOS CLIMÁTICOS

1.1.1 Metodologia

Para caracterização climatológica das Áreas de Influência do Empreendimento de Interligação Elétrica Brasil – Uruguai, realizou-se a avaliação de uma diversificada base de dados, com distintos períodos amostrais, gerados a partir de cinco estações meteorológicas de superfície, instaladas na área de influência da Usina Termelétrica Presidente Médici e operada pela mesma (Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica – Eletrobras CGTEE), com dados do período de 01/01/2012 a 31/05/2012, e, de normais climatológicas referentes ao período entre 1961 e 1990 do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), bem como pesquisa bibliográfica em livros e artigos. Informamos que os dados utilizados da CGTEE possuem este curto período, de 5 meses, devido à estes serem validados pelo IBAMA e passíveis de serem utilizados, sendo os dados coletados anteriormente à este período não autorizados pelo IBAMA para utilização.

A Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica – Eletrobras CGTEE foi criada em julho de 1997, e seu controle acionário foi transferido para a União em 1998. No ano de 2000 a Eletrobras CGTEE tornou-se uma empresa do Sistema Eletrobras.

O INMET, criado em 1909, é o órgão federal da administração direta do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) com a missão de prover informações meteorológicas confiáveis ao Brasil, dentro dos padrões internacionais estabelecidos pela Organização Meteorológica Mundial (OMM).

O Atlas Eólico do Rio Grande do Sul, elaborado por Odilon A. Camargo [et al.] e editado pela Secretaria de Energia, Minas e Comunicações (SEMC), contém informações detalhadas sobre os regimes dos ventos no Rio Grande do Sul, calculadas a partir da mais rigorosa metodologia, utilizando técnicas modernas e tendo como base medições de alta qualidade, realizadas entre 2000 e 2002.

Elaborado pelo Centro Estadual de Meteorologia (CEMETRS), o Atlas Climático do Rio Grande do Sul foi uma ferramenta de grande utilidade para execução desta caracterização, este atlas tem por objetivo representar espacialmente as normais climatológicas dos diversos elementos meteorológicos em escala de tempo compatíveis com as atividades agrícolas (mensais, estacionais

e anuais, utilizando-se dados do Banco de Dados Meteorológicos da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO).

O Banco de Dados Climatológicos do Comando da Aeronáutica está instalado no Instituto de Controle do Espaço Aéreo (ICEA), sob a responsabilidade de Subdivisão de Climatologia Aeronáutica da Divisão de Pesquisa e Desenvolvimento. Sua função é a de prover o Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro – SISCEAB de uma base estatística de dados climatológicos, de superfície e altitude, aplicáveis à aviação e ao planejamento estratégico, técnico e operacional.

Buscaram-se dados das estações meteorológicas mais próximas da localidade da Linha de Transmissão (LT) do Empreendimento de Interligação Elétrica Brasil – Uruguai, as quais estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1: Estações Meteorológicas pesquisadas.

ESTAÇÃO	MUNICÍPIO	LATITUDE	LONGITUDE	DISTÂNCIA		PERÍODO
				APROXIMADA	DA LT	
Aceguá	Aceguá/ RS	31°51'51.85"S	54° 9'43.71"O	2,5 Km	CGTEE	jan/2012- mai/2012
Aeroporto	Candiota/ RS	31°29'42.80"S	53°41'38.00"O	10 Km	CGTEE	jan/2012- mai/2012
Bagé	Bagé/ RS	31°19'58.80"S	54° 6'0.00"O	26 Km	CEMETRS	1976-2005
Candiota	Candiota/ RS	31°32'35.77"S	53°42'55.87"O	4,5 Km	CGTEE	jan/2012- mai/2012
Encruzi- lhada do Sul	Encruzi- lhada do Sul/ RS	30°33'10.08"S	52°24'24.12"O	99 Km	CEMETRS	1976-2005
Pedras Altas	Pedras Altas/ RS	31°43'43.25"S	53°35'45.36"O	16,1 Km	CGTEE	jan/2012- mai/2012
Pelotas	Pelotas/ RS	31°43'00"S	52°20'00"O	128 Km	Base	1972-2012

Aeronáutica						
Rio Grande	Rio Grande/RS	32° 0'6.12"S	52°18'56.88"O	160 Km	CEMTRS	1976-2005
São Gabriel	São Gabriel/RS	30°20'7.08"S	54°16'45.12"O	107 Km	CEMTRS	1976-2005
Três Lagoas	Candiota/R S	31°35'42.30"S	53°43'42.70"O	3,4 Km	CGTEE	jan/2012-mai/2012

Fonte: GeoConsultores, 2012.

Foram utilizadas, ainda, como referências observacionais as informações listadas a seguir:

Instituto Nacional de Meteorologia (INMET):

- Normais Climatológicas (1961-1990);
- Mapas Climatológicos referentes às Normais Climatológicas 1961-1990.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE):

- Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC): Mapas Climatológicos referentes às Normais Climatológicas 1961-1990.
- Grupo de Eletricidade da Atmosfera (ELAT): Densidade de Descargas Elétricas e Nível Cerâmico.

Os municípios considerados ao longo das Áreas de Influência da Interligação Elétrica Brasil-Uruguai são os listados na Tabela 2.

Tabela 2: Municípios considerados para Área de Influência do empreendimento.

MUNICÍPIO	ESTADO	ÁREA (km ²)	POPULAÇÃO (hab)
Aceguá	Rio Grande do Sul	1.549,391	4.394
Candiota	Rio Grande do Sul	933,839	8.771

Hulha Negra	Rio Grande do Sul	822,903	6.043
Pedras Altas	Rio Grande do Sul	1.377,378	2.212

Fonte: Censo IBGE, 2010.

1.1.2 Aspectos Climáticos da Região Sul

A Região Sul do Brasil, formada pelos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, segundo Pampas On Line (2012) é uma das regiões mais uniformes principalmente em relação à pluviometria e ao ritmo estacional de seu regime. A uniformidade e a unidade são dadas por fatores climáticos dinâmicos, pois a região é passagem freqüente das massas polares, o que a torna constantemente sujeita a bruscas mudanças meteorológicas. Essas mudanças provocam mais variabilidade pluviométrica do que térmica, pois a área em estudo não está sujeita a grandes desvios térmicos, e sim, às conseqüências do encontro dessas massas de ar, chamadas de frentes. Nesta região há predomínio do clima temperado, responsável pelas temperaturas mais baixas registradas no Brasil durante o inverno. A única exceção é o norte do Paraná, onde se faz presente o clima tropical.

O clima do Rio Grande do Sul predominante é subtropical úmido conforme a Classificação do Clima Mundial por Köppen-Geiger, que corresponde a duas estações bem definidas, no verão temperaturas elevadas e no inverno frio intenso, o qual é o mais rigoroso do país. As temperaturas variam de acordo com a altitude, sendo tropical nas zonas menos elevadas, e, temperado nas zonas mais altas.

Segundo a Classificação do Clima Mundial por Köppen-Geiger, o local do empreendimento é dotado de clima Subtropical Cfa - clima temperado úmido com verão quente (Figura 1). Subtropical por sua localização abaixo do Trópico de Capricórnio e úmido pela influência das frentes frias e dos complexos convectivos de mesoescala (CCM). Por estar situada em latitude subtropical, recebe influência de uma zona de transição entre as massas de ar tropicais e polares e linhas de instabilidades originadas na Baixa do Chaco (Paraguai).

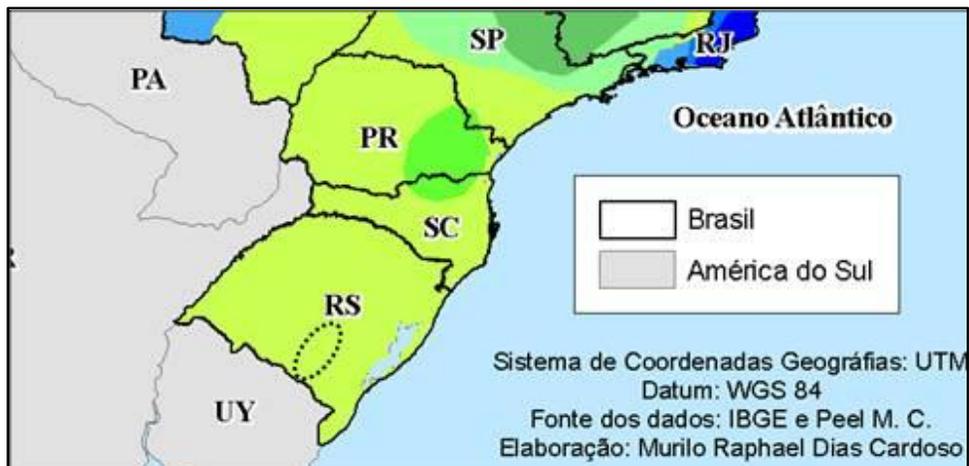


Figura 1: Localização do empreendimento segundo a Classificação do Clima - Köppen-Geiger.
Fonte: Murilo Raphael Dias Cardoso, 2012.

As massas de ar quente mais freqüente que atuam anualmente no sul são as tropicais. Essas massas de ar têm o seu desenvolvimento mais acentuado durante o verão e nas estações intermediárias, enquanto que a Massa de Ar Polar tem o seu desenvolvimento mais acentuado durante o inverno e nas estações intermediárias.

Durante o verão, ocorrem as invasões das linhas de instabilidades, que se formam sobre a Região do Chaco (Paraguai), no período da manhã e rapidamente desenvolvem-se atingindo o litoral com fortes aguaceiros, trovoadas, ventos fortes e, por vezes, granizo. Esta manifestação meteorológica é sempre de curta duração.

A latitude reforça as influências das massas de ar oriundas da região polar e da área tropical continental e Atlântica.

Típico da região sul, os invernos são bastante rigorosos, com ocorrência de geadas e do vento minuano. Os verões são amenos, decorrente da altitude do relevo. É caracterizado pela ação de massas de ar intertropicais quentes e massas polares frias, sendo as últimas responsáveis pelo caráter mesotérmico do clima, de efeito acentuado, porém atuando em ondas esparsas, que são dominadas parcialmente pelas massas intertropicais - "Tropical Atlântica" de ação complementar. As oscilações da frente polar que atingem o território gaúcho durante todo o ano, imprimem sobre o seu clima dois aspectos característicos, a instabilidade do tempo e a elevada pluviosidade no decorrer do ano. O predomínio das chuvas de verão se faz por interferência de expansão da massa equatorial continental para o sul, estendendo-se até o litoral sul da região.

Na Região Sul do Brasil existe a atuação de cavados invertidos e vórtices ciclônicos em altos e médios níveis, associados, também, à formação de cavados invertidos nos baixos níveis. Segundo Fernandes & Satyamurty (1994), os períodos de verão e primavera do Hemisfério Sul são os de maior frequência dos cavados invertidos, possuem orientação do eixo na direção Noroeste-Sudeste, paralelo à superfície frontal, e são responsáveis pelo desenvolvimento de tempo severo sobre as regiões afetadas.

Para melhor exemplificar um cavado invertido, este pode ser verificado na Figura 2, que são os traços em amarelo no sudeste do Brasil.

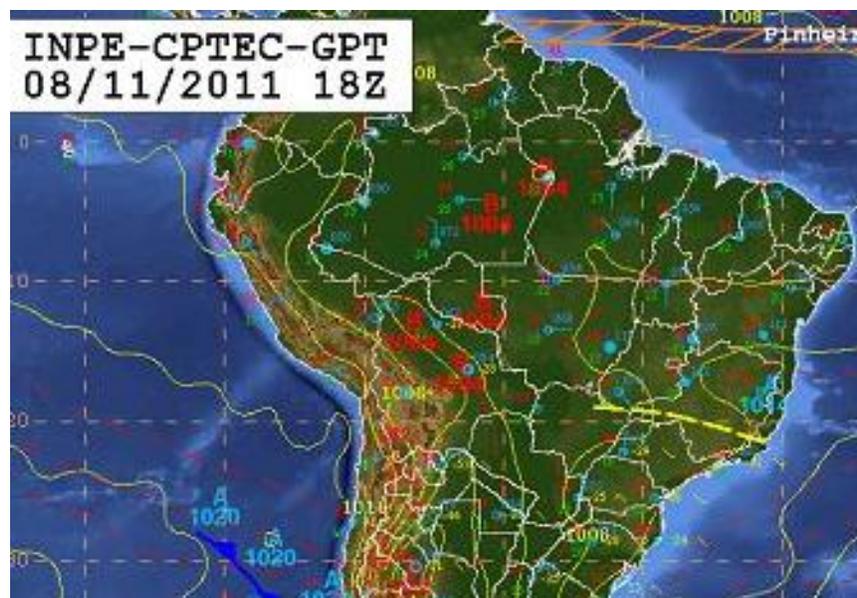


Figura 2: Exemplo cavado invertido.
Fonte: CPTEC/INPE, 2012.

Os vórtices ciclônicos em altos níveis (VCAN) de origem subtropical são os atuantes na Região Sul do Brasil, geralmente atuam de 1 a 2 dias provocando chuvas e ventos fortes. Além disso, os VCAN (Figura 3 e Figura 4) também podem estar associados à ocorrência de geadas. Um VCAN geralmente inicia seu ciclo de vida como um cavado na média e alta troposfera (SEVERO et al, 2010) .

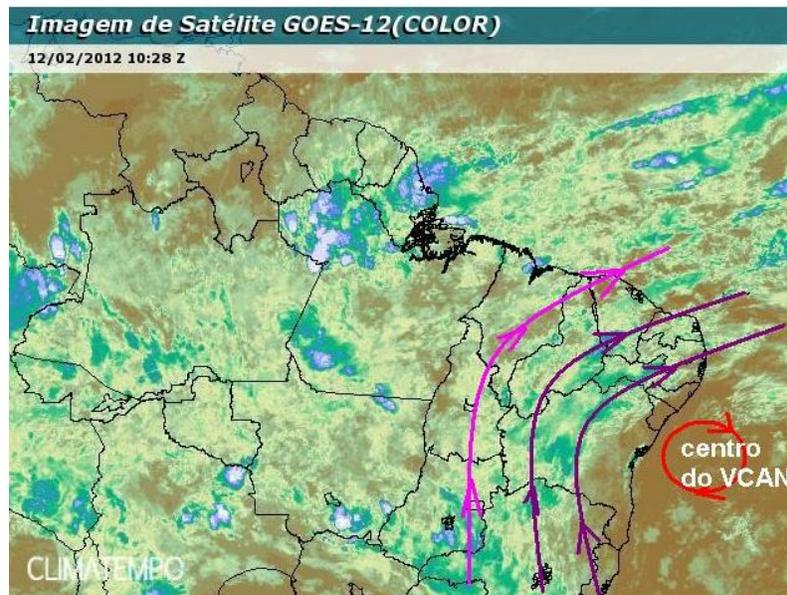


Figura 3: Exemplo de um VCAN.
Fonte: Climatempo, 2012.



Figura 4: Formação esquemática de um VCAN.
Fonte: USP, 2012

Ciclogêneses (Figura 5) ou processo de formação da área de baixa pressão, e, frontogêneses (Figura 6), formação ou intensificação de sistemas frontais, é fator importante para determinação climatológica referente à precipitação e temperatura na região sul do Brasil. Segundo informações do CPTEC/INPE (2012) ocorrem cerca de 60 ciclogêneses sobre a Região Sul a cada ano.

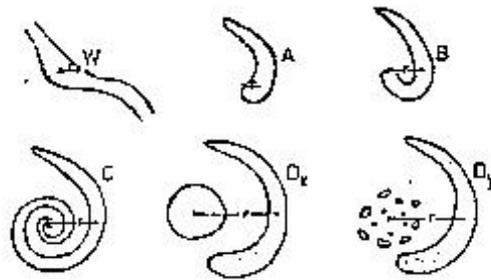


Figura 5: Estágios de desenvolvimento de um vórtice visto através de imagens de satélite.
 Fonte: USP, 2012.

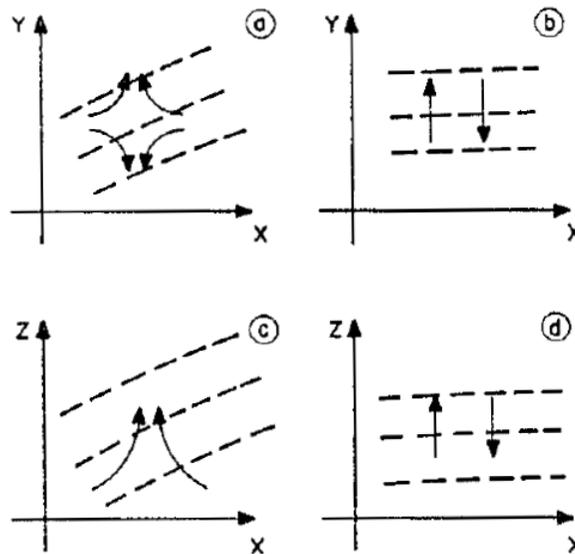


Figura 6: Mecanismos frontogenéticos,
 Fonte: Ferreira, 1991.

Na Figura 6, as linhas tracejadas representam isolinhas de temperatura potencial e linhas cheias representam linhas de corrente. a) Deformação horizontal. b) Cisalhamento horizontal. c) Deformação vertical. d) Movimento vertical diferencial.

No sul do Brasil a precipitação anual acontece de forma bem uniforme, com variação de 1250 a 2000 mm, exceto em algumas áreas que se encontram fora deste valor. A temperatura tem maior variabilidade térmica, sendo que, a geada pode ser considerada como um dos principais fenômenos atmosféricos nesta região, sendo que é associada a temperatura do ar abaixo de 0°C e formam gelo nas superfícies expostas, especialmente, entre os meses de abril a outubro, exceto em algumas regiões serranas que ocorrem durante todo o ano.

A caracterização do clima na AID e All estão descritos no item 1.1.13 deste trabalho.

1.1.3 Pressão Atmosférica

A pressão atmosférica varia com a altitude e com a temperatura de uma região, essas variações determinam, ao longo do ano, os centros de alta e baixa pressão, bem como a circulação atmosférica. Portanto, quanto maior a altitude menor a pressão. Sendo assim, a pressão se torna um importante indicador referente às mudanças climáticas.

Em condições sazonais, os valores de pressão atmosférica são maiores no inverno que no verão, devido a diversos eventos, como astronômicos, atmosféricos (El Niño, La Niña, etc), entre outros. A pressão atmosférica no nível do mar, geralmente é reduzida devido à baixa altitude.

A variação diária da pressão atmosférica é denominada “maré barométrica”, na qual passam a existir dois máximos e dois mínimos relativos.

Segundo o INMET – Normais Climatológicas 1961-1990, na cidade mais próxima da Interligação Elétrica Brasil-Uruguai, Bagé, pode-se observar a média de variação de pressão conforme Figura 7.

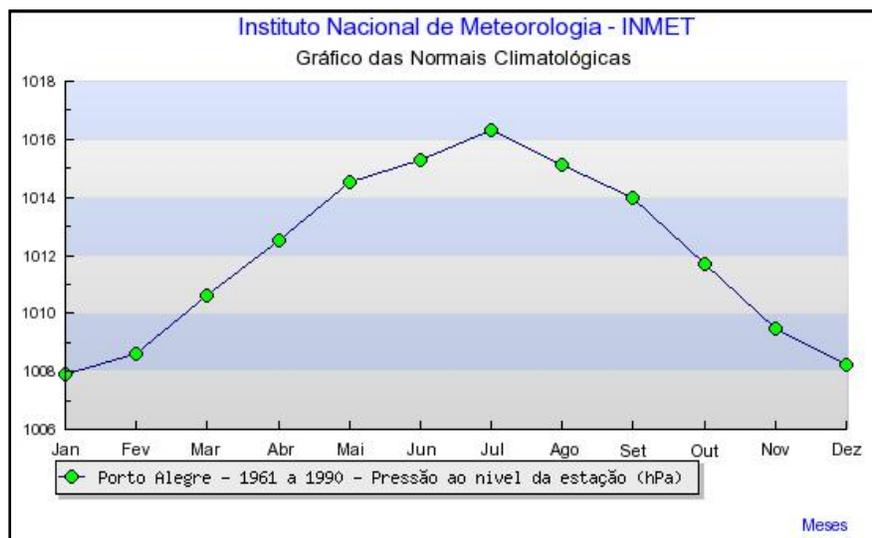


Figura 7: Gráfico representativo da variação de pressão atmosférica em Bagé/RS.
Fonte: Normais Climatológicas 1961-1990, INMET, 2012.

Segundo dados do INMET (2012), podem-se observar as faixas de pressão atmosféricas ocorridas no ano de 2011 na região do empreendimento conforme Tabela 3, onde mostra que nos meses mais frios a pressão atmosférica é mais elevada que os demais.

Tabela 3: Variação pressão atmosférica na região.

MÊS/2011	PRESSÃO ATM (hPa)
Janeiro	980 - 990
Fevereiro	980 – 1000
Março	980 – 1000
Abril	990 – 1000
Maio	990 – 1000
Junho	990 – 1000
Julho	990 – 1000
Agosto	990 - 1000
Setembro	990 – 1000
Outubro	980 - 1000
Novembro	980 - 1000
Dezembro	980 - 990

Fonte: INMET, 2012.

Na Tabela 4 podem ser observados os dados de pressão atmosférica (hPa), média mensal referente ao período de janeiro de 2012 maio de 2012, das cinco estações meteorológicas sob supervisão da CGTEE. Verifica-se, nestes cinco primeiros meses de 2012 se manteve praticamente constante a pressão atmosférica.

Tabela 4: Média mensal de pressão atmosférica das cinco estações da CGTEE.

ESTAÇÃO / MÊS	ACEGUÁ	AEROPORTO	CANDIOTA*	PEDRAS ALTAS	TRÊS LAGOAS*
JANEIRO	984,44	986,24	--	969,97	--
FEVEREIRO	982,79	984,75	--	969,13	--
MARÇO	986,30	987,79	--	970,52	--
ABRIL	987,20	988,84	--	973,74	--
MAIO	989,95	990,17	--	974,89	--

*Essas estações não realizam a medição de pressão atmosférica.
Fonte: CGTEE, 2012.

1.1.4 Temperatura do Ar

A temperatura do ar é variável de acordo com diversos fatores, podendo ser eles radiação, advecção de massas de ar, aquecimento diferencial da terra e da água, correntes oceânicas, altitude e posição geográfica.

A região do empreendimento apresenta temperatura média anual de 17°C. Considerando que na All do empreendimento existem cinco estações meteorológicas com informações apenas de janeiro a maio de 2012, analisaram-se também, as informações climáticas das estações existentes nas cidades mais próximas, portanto, as temperaturas mínimas, médias e máximas podem ser observadas na Tabela 5.

Tabela 5: Média das Temperaturas Mínimas, Médias e Máximas nas estações pesquisadas.

ESTAÇÃO	TEMPERATURA MÍNIMA (°C)	TEMPERATURA MÉDIA (°C)	TEMPERATURA MÁXIMA (°C)
Aceguá	--*	19,7	--
Aeroporto	--	16,6	--

Bagé	13,3	17,9	23,8
Encruzilhada do Sul	13,0	19,2	25,4
Pedras Altas	--	19,6	--
Pelotas	--	19,3	--
Rio Grande	13,6	18,3	23,1
São Gabriel	14,2	19,5	24,9

*As informações com o símbolo "--" significa que a base de dados não obtém essa medição.

Fonte: Base da Aeronáutica e CEMETRS, 2012.

Conforme analisado, as médias das temperaturas da região são: mínima de 13,5°C, média de 18,7°C e máxima de 24,3°C.

Levando em conta as informações anteriormente citadas, devem-se considerar os valores médios apenas como referência, pois numa situação cotidiana, os mecanismos de circulação atmosférica interferem nos valores registrados, elevando as temperaturas quando em situações de domínios de ar tropical ou diminuindo as mesmas quando sob domínio de massa polar migratória e ventos do setor Sul.

Nas Figura 8, Figura 9 e Figura 10 podem ser notadas as temperaturas médias, máximas, e mínimas anuais na região, as quais se encontram destacadas em preto.

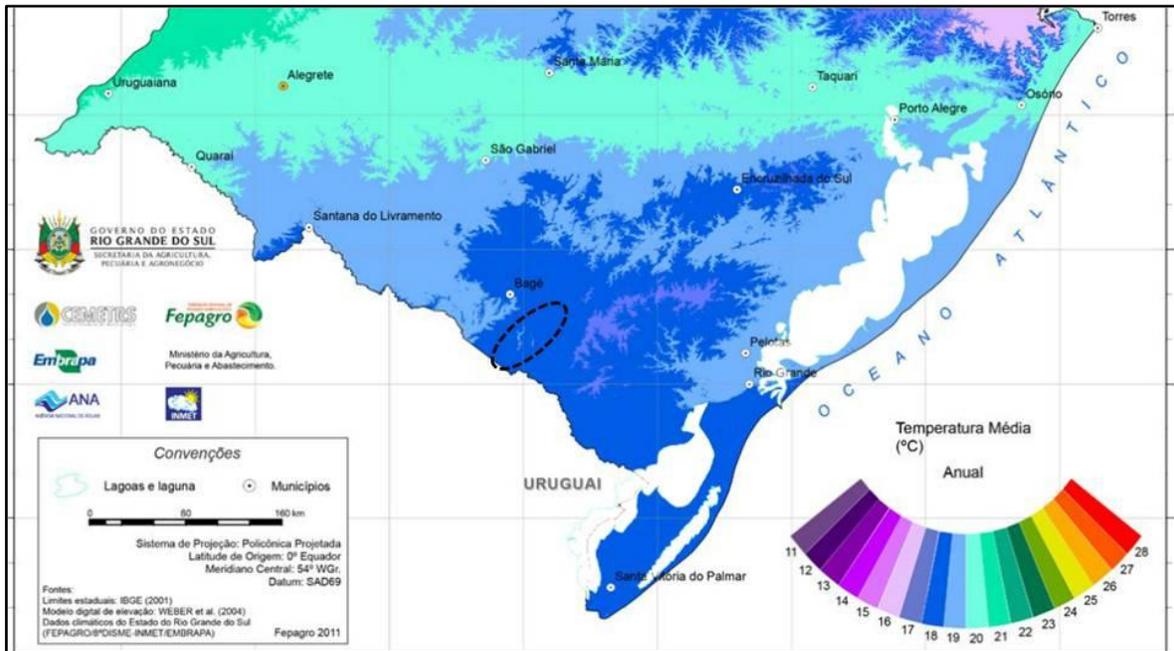


Figura 8: Mapa da temperatura média anual.
Fonte: CEMETRS, Atlas Climático do Rio Grande do Sul, 2012.

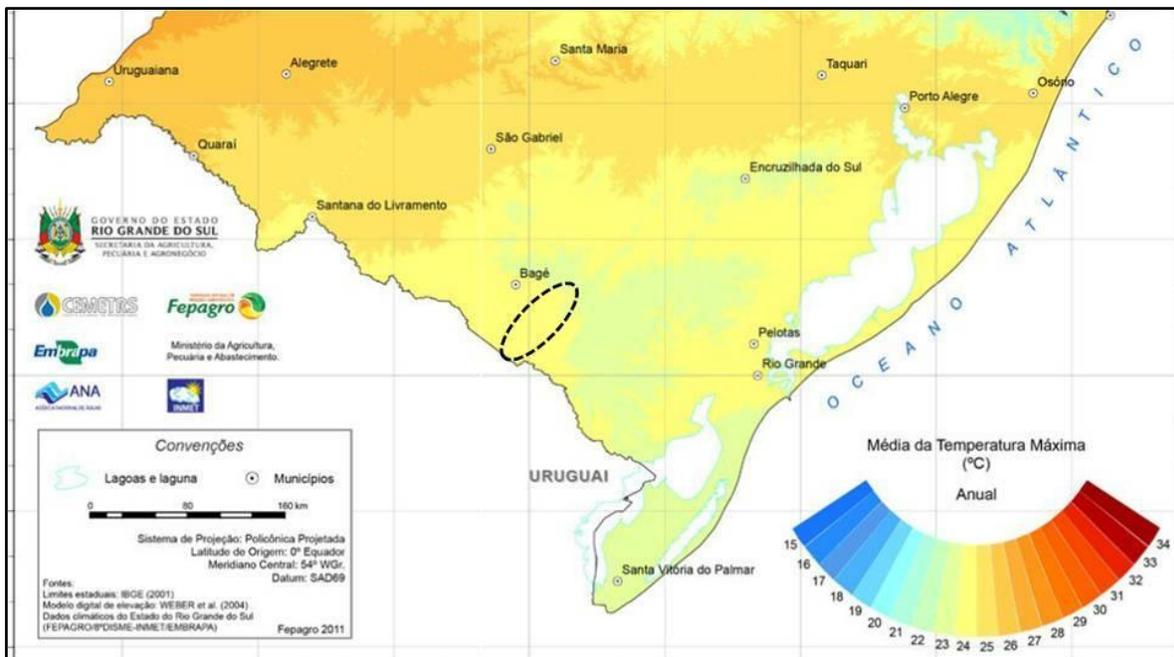


Figura 9: Mapa da temperatura máxima anual.
Fonte: CEMETRS, Atlas Climatológico do Rio Grande do Sul, 2012.

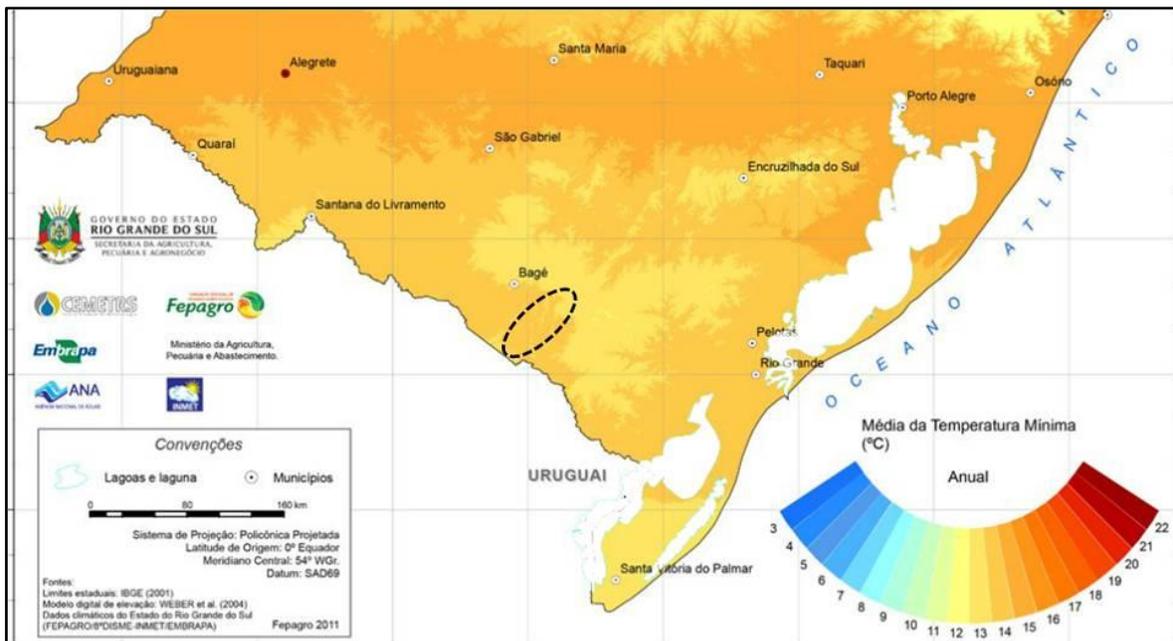


Figura 10: Mapa da temperatura mínima anual.
Fonte: CEMETRS, Atlas Climatológico do Rio Grande do Sul, 2012.

1.1.5 Precipitação Pluviométrica

A região sul é atingida por massas de ar tropical e polar marítimas, sendo a primeira com maior ocorrência nas estações de primavera e verão, ocasionando precipitações do tipo convectivo intensas. A segunda (polar marítima) são migratórias e freqüentes ao longo de todo o ano, embora sejam dominantes nas estações de outono e inverno gerando precipitações frontais mais persistentes.

As precipitações no Estado têm distribuição relativamente equilibrada ao longo de todo o ano, isso ocorre devido às massas de ar oceânicas que adentram o Rio Grande do Sul. Conforme o Atlas Socioeconômico, no sul, mais precisamente na região do empreendimento (destacada em preto), ou seja, na AID e AII, a média da precipitação anual situa-se entre 1.299 e 1.500 mm (Figura 11). Sendo que, o total aproximado de precipitação acumulada anual é de 1.350 mm.

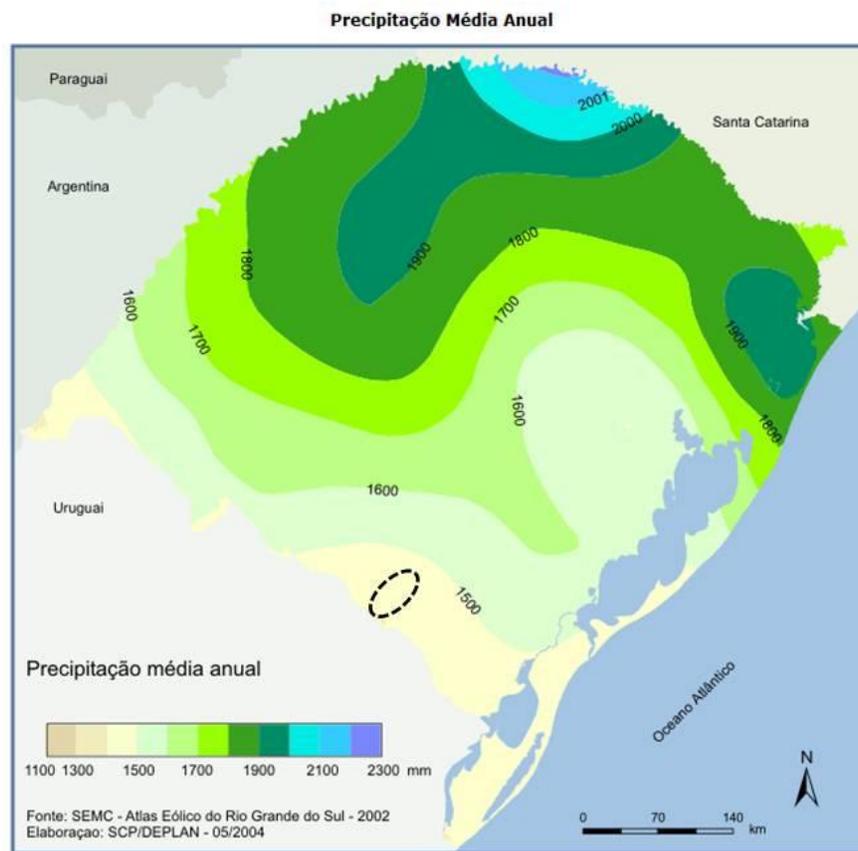
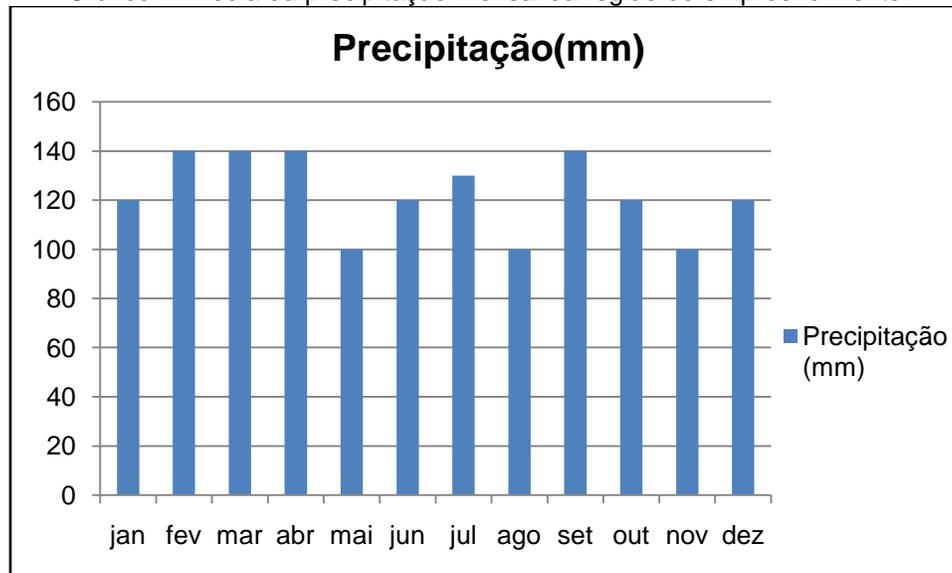


Figura 11: Precipitação média anual.
Fonte: Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul, 2012.

O Gráfico 1 mostra que as precipitações durante o ano são bem uniformes nas quatro estações do ano. A primavera e o verão possuem uma média de precipitação maior em relação ao outono e inverno.

Gráfico 1: Média da precipitação mensal da região do empreendimento.



Fonte: INMET, Normais Climatológicas 1961-1990, 2012.

O Atlas Climático do Rio Grande do Sul (CEMETRS, 2012) mostra que no município de Pedras Altas tem uma média de acúmulo de precipitação anual de 1.395,6 mm. Tendo o maior índice do inverno, obtendo nesta estação uma média acumulativa de 371,8 mm.

A Tabela 6 mostra a concentração mensal das medições de precipitação pluviométrica feitas pela CGTEE nas cinco estações de seu comando, no período de janeiro de 2012 a maio de 2012. Os dados apontam que devido à estiagem que atinge a região nesta época, por ocorrência do fenômeno La Niña, houve muito pouco volume de água precipitado.

Tabela 6: Concentração mensal (mm) de precipitação pluviométrica das cinco estações da CGTEE.

ESTAÇÃO / MÊS	ACEGUÁ	AEROPORTO	CANDIOTA	PEDRAS ALTAS	TRÊS LAGOAS
JANEIRO	65,6	0	28,2	28	33,8
FEVEREIRO	134	25	313	168,8	224
MARÇO	54	104,8	63,2	9,8	44,2
ABRIL	67,6	84	126,6	7	67,4
MAIO	3	31,8	6,6	7	12

Fonte: CGTEE, 2012.

1.1.6 Umidade Relativa

A umidade relativa do ar depende da temperatura deste, quanto mais quente o ar, mais vapor de água ele consegue absorver. Portanto, depende dos processos de aquecimento e resfriamento do ar, transporte horizontal de vapor d'água e precipitações.

A Tabela 7 apresenta as médias anuais de umidade relativa do ar nas cidades mais próximas do empreendimento.

Tabela 7: Média anual da umidade relativa do ar nas estações mais próximas do empreendimento.

ESTAÇÃO	UR (%)
Bagé	71,2
Encruzilhada do Sul	80,0
São Gabriel	74,2
Pelotas	78,15
Rio Grande	80,5

Fonte: Atlas Climático do RS do CEMETRS e Banco de dados Climatológico da Aeronáutica, 2012.

A Tabela 8 apresenta os dados das estações presentes na AID e AII do empreendimento, a qual é correspondente ao período de 01/01/2012 a 31/05/2012.

Tabela 8: Média das medições pluviométricas nas estações da AII do empreendimento.

ESTAÇÃO	UR (%)
Aceguá (jan-mai/2012)	71,56
Aeroporto (jan-mai/2012)	73,27
Pedras Altas (jan-mai/2012)	71,77

Fonte: CGTEE, 2012.

Na Figura 12 se pode analisar a umidade relativa do ar anual na região do empreendimento (destacado em preto), neste mostra que a média da UR é de 70%.

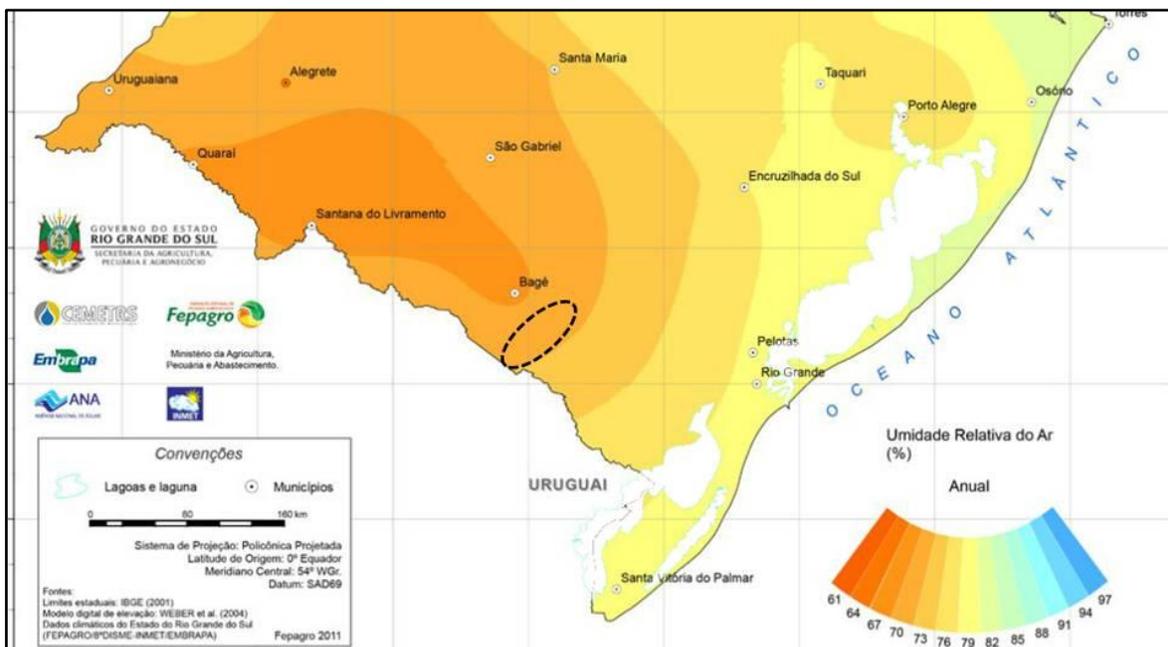


Figura 12: Umidade relativa do ar anual.
 Fonte: CEMETRS, Atlas Climatológico do Rio Grande do Sul, 2012.

Segundo este mesmo Atlas, a maior UR detectada é na estação outono, ficando em aproximadamente 82%.

1.1.7 Insolação

A insolação é o número de horas em que o sol encontra-se descoberto acima da linha do horizonte e dependem de fatores como os astronômicos e a nebulosidade. O número de horas de brilho solar em cada mês do ano é estabelecido também pela duração dos dias, sendo esses mais longos no verão e mais curtos no inverno.

A Tabela 9 apresenta as médias anuais de radiação solar e insolação total nas cidades mais próximas do empreendimento.

Tabela 9: Média anual da radiação solar nas estações mais próximas do empreendimento.

ESTAÇÃO	RADIAÇÃO SOLAR (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	INSOLAÇÃO TOTAL (horas)
Bagé	--	--
Encruzilhada do Sul	16,5	2413
São Gabriel	16,8	2454
Pelotas	--	--
Rio Grande	15,9	2274

Fonte: CEMETRS, Atlas Climatológico do Rio Grande do Sul, 2012.

Na Tabela 10 podemos verificar as medições de radiação solar realizadas nas estações da AID e All do empreendimento, as quais foram medidas no período de 01/01/2012 a 31/05/2012. Nesta tabela podemos observar que nos meses de verão a radiação se intensifica.

Tabela 10: Média mensal de radiação solar (MJ m⁻² dia⁻¹) nas estações da All do empreendimento.

ESTAÇÃO / MÊS	ACEGUÁ	AEROPORTO	PEDRAS ALTAS
JANEIRO	26,9	27,5	34,7
FEVEREIRO	12,1	20,5	26,1
MARÇO	20,6	21,4	22,6
ABRIL	14,4	14,3	17,1
MAIO	12,6	11,4	15,2

Fonte: CGTEE, 2012.

A região do empreendimento, destacada em preto na Figura 13 possui média de radiação solar de 18-19 MJ m⁻² dia⁻¹. A média de horas de insolação total anual da região é de 2380,33.

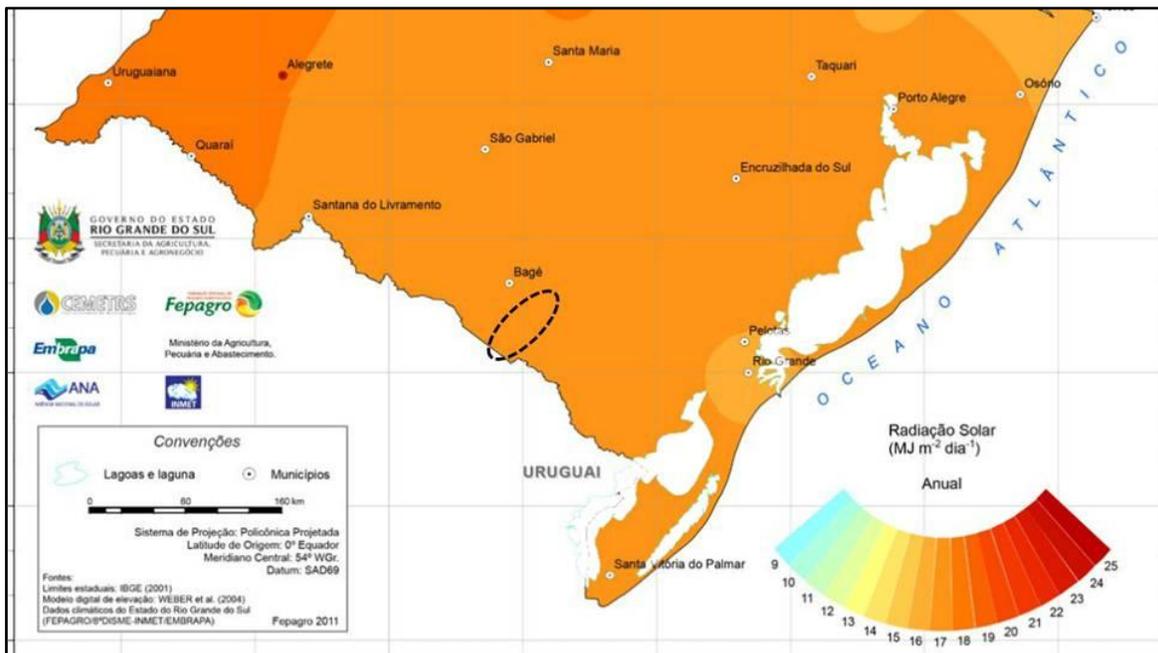


Figura 13: Média radiação solar anual na região do empreendimento.
Fonte: CEMETRS, Atlas Climatológico do Rio Grande do Sul, 2012.

1.1.8 Nebulosidade

As nuvens resultam da umidade do ar condensada, o agrupamento destas é chamado de nebulosidade, a qual atua como uma barreira da luz solar, fazendo com que este não atinja diretamente a superfície terrestre. A unidade de medida é expressa em décimos de céu coberto.

A Tabela 11 mostra as informações de quantidade e números de nuvens baixas (stratus), já a Tabela 12 mostra as médias (altostratus) e a Tabela 13 mostra as altas (cirrustratus) do Banco de Dados Climatológicos da Aeronáutica, no município de Pelotas/RS, no período de 1970 a 2011.

Tabela 11: Quantidade e altura das nuvens - frequência de ocorrência anual – da Estação Pelotas.

QUANTIDADE EM OITAVOS								
ALTURA	1	2	3	4	5	6	7	8
<100	257	624	874	675	481	757	390	2.666
100-199	549	1.056	1.428	1.448	1.557	2.117	1.065	4.296
200-299	525	973	1.168	808	837	847	376	1.120

300-599	42	113	95	77	81	38	20	117
600-999	10	16	12	8	3	4	3	5
1000-1999	0	1	3	4	0	2	1	8

Fonte: Banco de dados climatológicos, Aeronáutica, 2012.

Tabela 12: Quantidade e altura das nuvens - frequência de ocorrência anual – da Estação Pelotas.

QUANTIDADE EM OITAVOS								
ALTURA	1	2	3	4	5	6	7	8
2000-3999	73	141	532	579	986	1.242	2.380	15.089
4000-5999	1	2	8	5	11	9	28	91

Fonte: Banco de dados climatológicos, Aeronáutica, 2012.

Tabela 13: Quantidade e altura das nuvens - frequência de ocorrência anual – da Estação Pelotas.

QUANTIDADE EM OITAVOS								
ALTURA	1	2	3	4	5	6	7	8
≥ 6000	11	35	37	43	48	83	211	466

Fonte: Banco de dados climatológicos, Aeronáutica, 2012.

Segundo informações do Boletim Agroclimatológico do INMET (2012), nos meses correspondentes ao ano de 2011 foram observados décimos de céu coberto na região do empreendimento, conforme Tabela 14.

Tabela 14: Faixa de nebulosidade na região do empreendimento no ano de 2011.

MESES	FAIXA NEBULOSIDADE (DÉCIMOS)
Janeiro/2011	5 – 6
Fevereiro/2011	4 – 5
Março/2011	3 – 4
Abril/2011	4 – 5
Maió/2011	4 – 5
Junho/2011	6 – 7
Julho/2011	5 – 6

Agosto/2011	5 – 6
Setembro/2011	4 – 5
Outubro/2011	5 – 6
Novembro/2011	4 – 5
Dezembro/2011	4 – 5

Fonte: Boletim Agroclimatológico, INMET, 2012.

Assim, podemos analisar que na região do empreendimento nos meses de inverno têm a maior ocorrência de nebulosidade em relação ao demais meses do ano. A classe de 6 a 7 décimos de céu coberto ocorrido em junho de 2011, é o maior número observado.

1.1.9 Neblinas, nevoeiros, geadas e orvalhos

Em se tratando de meteorologia, precipitação descreve diversos fenômenos relacionados à queda de água do céu, tais como: neblinas, nevoeiros, geadas e orvalho.

A neblina e os nevoeiros se formam devido à suspensão de pequenas gotículas de água numa camada de ar próxima ao chão, nada mais é do que uma nuvem em contato com o solo. O termo nevoeiro, por convenção internacional, é utilizado quando a visibilidade horizontal no solo é inferior a 1 km. Quando a visibilidade horizontal no solo é superior a 1 km, a suspensão é denominada neblina.

As geadas e orvalho são consequência do resfriamento radiativo noturno. O orvalho é a condensação sobre a superfície com a saturação obtida por resfriamento de massa de ar (temperaturas positivas). A geada é a condensação sobre a superfície com a saturação obtida por resfriamento de massa de ar (temperaturas negativas).

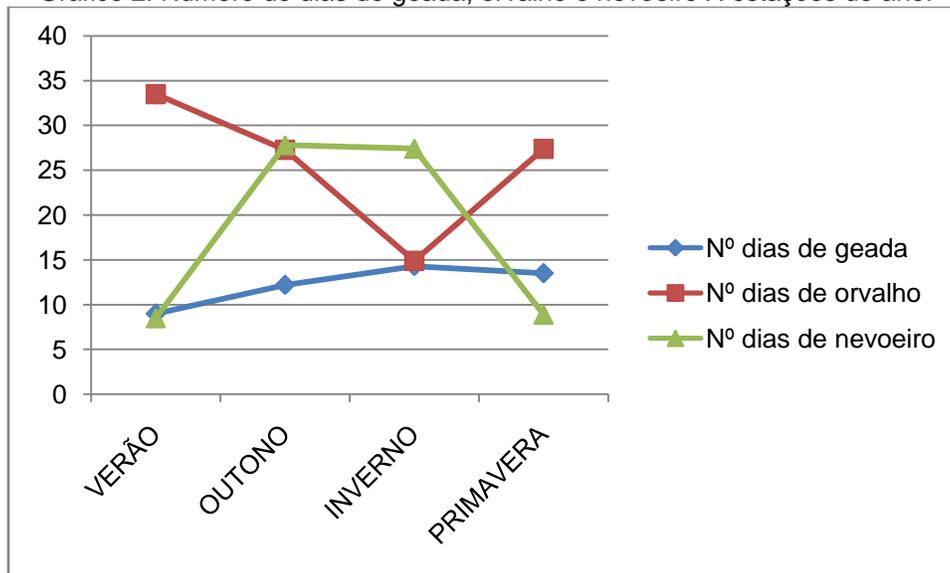
Quando o ar se encontra acima do ponto de congelamento, o vapor d'água pode condensar-se sobre a superfície como orvalho; se a temperatura do ar está abaixo da temperatura de congelamento, o vapor d'água pode assentar-se em forma de geada.

O ponto de orvalho institui a temperatura em que o vapor d'água presente no ambiente se transforma em estado líquido (pequenas gotículas) por condensação, o intitulado orvalho. Quanto mais alto o valor de ponto de orvalho, maior a concentração de vapor d'água no ar.

Segundo dados da Aeronáutica, em Pelotas, no período de 1974 a 2010, foram detectados uma temperatura média de ponto de orvalho de 15,1°C.

Dados das Normais Climatológicas (1971-2000), da Estação Agroclimatológica de Pelotas (Capão do Leão) mostram que o maior número de dias de geada é no inverno, de orvalho é no verão e de nevoeiro é de outono. Esses dados podem ser observados no Gráfico 2.

Gráfico 2: Número de dias de geada, orvalho e nevoeiro X estações do ano.



Fonte: Estação Agroclimatológica de Pelotas (Capão do Leão), Embrapa.

Segundo estudos de Almeida (2008), no período de 1998 a 2006, houve uma redução na ocorrência do fenômeno de nevoeiro de 1998 a 2002, mas mantém equilibrado nos anos seguintes. Foram 290 dias de ocorrência neste período de análise. A Figura 14 mostra os dias de nevoeiro por ano e os dias de nevoeiro por mês, detectados no Aeroporto Internacional Salgado Filho em Porto Alegre/RS.

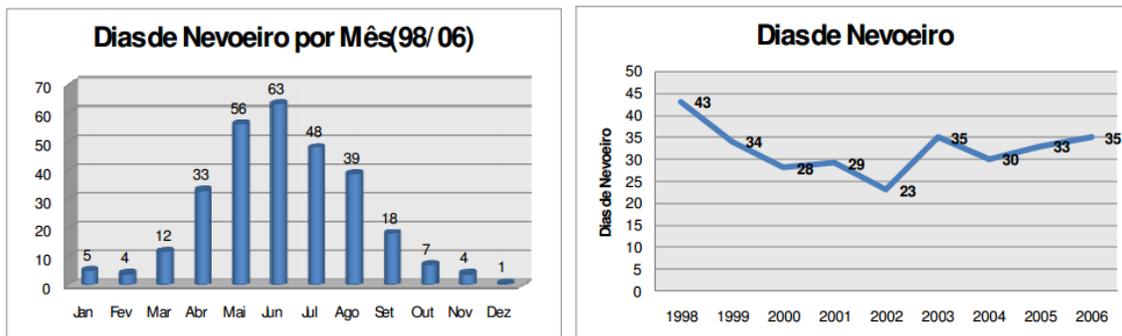


Figura 14: Dias de nevoeiro por mês e por ano no período de 1998 a 2006.
 Fonte: Almeida, 2008.

O Rio Grande do Sul, principalmente nas serras gaúchas, é possível visualizar neblinas, elas são mais comuns em quase todo o inverno com visibilidade de 2 km, no outono também ocorre com grande intensidade e pode atingir menos de 1 km de visibilidade e na primavera chega a 4 km de visibilidade. No verão o fenômeno também ocorre, porém é mais raro, com 3 km de visibilidade, nesta época acontece devido a massa de ar quente que traz nuvens baixas, principalmente a noite. Na região do empreendimento não existem estudos a respeito de neblina.

1.1.10 Regime de ventos

Os ventos são gerados devido ao aquecimento não uniforme da superfície terrestre e são influenciados por diferentes aspectos, destacando-se a altura, a rugosidade, os obstáculos e o relevo.

Conforme Camargo (2002) “apesar da aparente imprevisibilidade, o vento traduz uma contínua movimentação da atmosfera, resultante da circulação de massas de ar provocada pela energia radiante do Sol e pela rotação da Terra”. Ainda o autor menciona que o aquecimento desigual da superfície da Terra, que acontece tanto em escala global quanto local, faz com que a direção e a velocidade do vento apresentem tendências diurnas e sazonais.

Em se tratando de sazonalidade, os ventos mais intensos no estado do Rio Grande do Sul ocorrem na segunda metade do ano, em todas as regiões, com pequenas diferenças entre os extremos leste e oeste. Já no âmbito atmosférico, no estado “prevalecem os efeitos ditados pela dinâmica

entre o anticiclone subtropical Atlântico, os intermitentes deslocamentos de massas polares e a depressão barométrica do nordeste da Argentina” (CAMARGO, 2002).

Basicamente, no sul do Brasil predomina o escoamento de leste-nordeste, isso ocorre devido ao gradiente de pressão atmosférica entre a depressão do nordeste da Argentina e o anticiclone subtropical Atlântico. Prevalecendo velocidades médias anuais de 5.5 m/s a 6.5 m/s, porém isto não é regra, pois dependerá da geometria e altitude do terreno, vegetação e distribuição de superfícies de terra e de água.

A Tabela 15 mostra as velocidades máximas do vento (m/s), obtidas da Estação Agroclimatológica Capão do Leão - RS (Embrapa/ETB - Campus da UFPel), na série histórica do ano de 1971 ao ano 2000. Pode-se analisar que a maior velocidade máxima obtida foi de 27,2 m/s e ocorreu na primavera de 1976.

Tabela 15: Dados de velocidade máxima (m/s) do vento da série histórica do ano de 1971 ao ano 2000.

ESTAÇÕES / ANO	VERÃO	OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA	ANUAL
1971	17,4	17	23,6	19	23,6
1972	21	14	22,2	20,2	22,2
1973	20,2	18	17,2	20,2	20,2
1974	15,2	12,8	27	23,2	27
1975	18,2	11,6	15,8	12,8	18,2
1976	10	18,2	18	27,2	27,2
1977	24,2	19	19,4	25	25
1978	17,5	19	27	18,4	27
1979	14	15,8	17,8	22,6	22,6
1980	17,6	23	24,5	25,8	25,8
1981	23	22,8	26	16,4	26
1982	14,2	15	17,6	24,5	24,5
1983	19	15,6	18,8	11,6	19
1984	16	19	24	18,4	24
1985	16,2	19	23	23	23
1986	17,4	16,4	19,4	21,4	21,4
1987	18,2	19,8	23	24,7	24,7
1988	20,8	13,2	21,2	23	23
1989	15,9	18,2	15,4	26,2	26,2
1990	20,2	17	18	21,2	21,2

1991	18,8	16,8	20,2	22,5	22,5
1992	21,5	25	17,5	18,2	25
1993	15,8	18,8	21,2	24,1	24,1
1994	17	23,4	28	27,2	28
1995	17,6	25	18,3	20	25
1996	21,2	16,4	19,2	23,4	23,4
1997	25,2	20	30	18,2	30
1998	21	22	25,9	24,3	25,9
1999	19,2	25,5	23	26,8	26,8
2000	22,3	23,5	23	20,5	23,5

Fonte: Embrapa Clima Temperado, 2012.

Na Tabela 16 pode-se analisar a predominância das direções do vento anuais, da série histórica do ano de 1971 ao ano 2000. Os dados desta tabela foram obtidos da Estação Agroclimatológica Capão do Leão - RS (Embrapa/ETB - Campus da UFPel). Pode-se analisar nesta tabela e no Gráfico 3 a predominância do vento da direção sudoeste (SW).

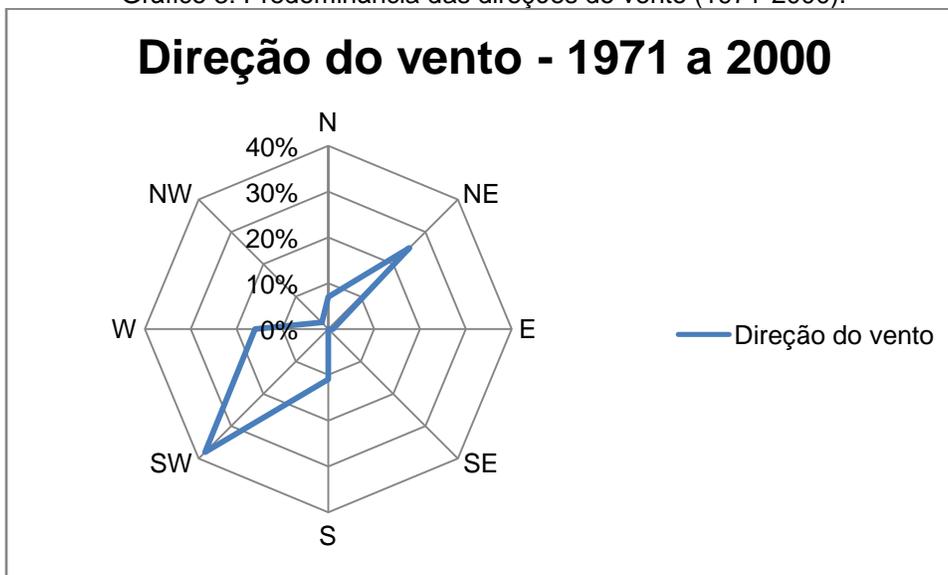
Tabela 16: Dados da direção do vento na velocidade máxima, da série histórica do ano de 1971 ao ano 2000.

ESTAÇÕES / ANO	VERÃO	OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA	ANUAL
1971	SW	NE	NE	S	NE
1972	N	SW	N	NE	N
1973	W	N	NW	N	W/N
1974	SW	S	SW	SW	SW
1975	S	NE	NE	NE	S
1976	NW	SW	S	NE	NE
1977	W	NE	NE	SW	SW
1978	NE	SW	NE	SW	NE
1979	NE	NE	NE	W	W
1980	SW	NE	W	NE	NE
1981	SW	W	S	W	S
1982	NE	NE	SW	SW	SW
1983	N	E	SW	NE	N
1984	SW	W	NE	W	NE
1985	W	SW	SW	SW	SW
1986	NW	NE	SW	SW	SW

1987	SW	W	W	SW	SW
1988	SW	W	SW	SW	SW
1989	W	SW	SW	S	S
1990	E	SW	NE	W	W
1991	NE	W	SW	SW	SW
1992	W	S	SW	SW	S
1993	SW	W	W	W	W
1994	SW	SW	NE	SW	NE
1995	W	SW	S	NE/N	SW
1996	SW	SW	S	S	S
1997	S	W	NE	N	NE
1998	NE	NE	SW	SW	SW
1999	NE	SW	SW	SW	SW
2000	SW	NE	SW	SW	NE

Fonte: Embrapa Clima Temperado, 2012.

Gráfico 3: Predominância das direções do vento (1971-2000).



Fonte: Embrapa Clima Temperado, 2012.

Segundo estudo realizado por Pereira (2008), os valores médios mensais das velocidades do vento (m/s) para a estação meteorológica de Bagé/RS, em três horários de observação, no período de 2000 a 2003 pode ser observado na Figura 15.

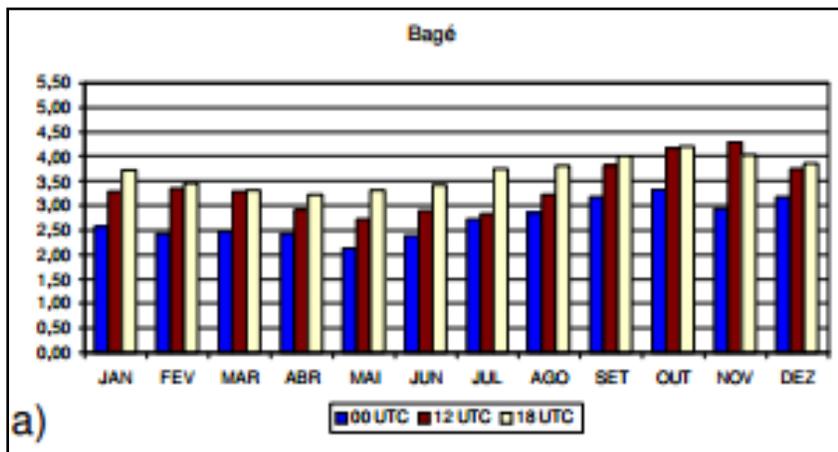


Figura 15: Média de velocidades do vento em m/s no período de 2000 a 2003 em Bagé/RS.
 Fonte: Pereira, 2008.

Nas estações existentes na All do empreendimento, sob comando da CGTEE, podemos analisar na Tabela 17, as velocidades e direções escalares do vento predominantes, de janeiro a maio de 2012. Em análise aos dados, o município de Pedras Altas apresenta maior velocidade do vento, isto ocorre devido a altitude de aproximadamente 300 metros em que a cidade se encontra, maior que as demais (que são em torno de 100 a 200 metros).

Tabela 17: Velocidade e direção escalar do vento nas estações da All do empreendimento.

ESTAÇÃO / MÊS	ACEGUÁ		AEROPORTO		PEDRAS ALTAS	
	Velocidade (m/s)	Direção escalar (º)	Velocidade (m/s)	Direção escalar (º)	Velocidade (m/s)	Direção escalar (º)
JANEIRO	4,5	119,82	4,55	108,9	6,53	117,32
FEVEREIRO	3,75	172,09	3,71	150,15	5,23	148,85
MARÇO	3,26	157,13	3,05	144,7	4,65	154,86
ABRIL	3,36	166,24	2,8	139,68	4,39	183,12
MAIO	3,16	139,82	3,0	130,0	5,0	130,87

Fonte: CGTEE, 2012.

1.1.11 Fenômenos Climáticos

O clima do sul do Brasil, bem como todo o território brasileiro é afetado por variações climáticas globais, os chamados fenômenos climáticos, dentre eles, o El Niño e La Niña.

O fenômeno que ocorre nas águas do oceano pacífico, alterando as condições climáticas mundiais é o El Niño, caracterizado pelo aquecimento anormal dessas águas. Este fenômeno dura cerca de 12 a 18 meses, em intervalos que variam de 2 a 7 anos e ocorre com diferentes intensidades.

A água mais quente, principalmente no oriente, altera a pressão na região, diminuindo esta, assim a temperatura do ar aumenta e o clima fica mais úmido. Esta modificação no oriente altera drasticamente a velocidade e direção dos ventos a nível global.

No Brasil o El Niño causa estragos e traz benefícios, porém os estragos são em maior escala e por isso é bem temido no país. A região sul é a mais afetada, elevando a quantidade de chuvas (índice pluviométrico) geralmente nos meses de primavera, fim de outono e começo do inverno, meses de safra na região, prejudicando a colheita. Outro estrago é na mudança da temperatura na região, onde o inverno fica mais ameno.

Já o resfriamento atípico das águas superficiais dos Oceanos Pacífico Equatorial e Oriental é o fenômeno La Niña. Essas águas mais frias que o habitual se estende por uma estreita faixa e pode variar em intensidade.

O La Niña em atividade faz com que os ventos alísios sejam mais intensos. No geral, inicia em meados de um ano, atingindo a intensidade máxima no final do mesmo ano e dissipando-se em meados do ano seguinte.

Os efeitos deste fenômeno no sul do Brasil são passagens rápidas de frentes frias, com tendência de diminuição da precipitação entre setembro e fevereiro, especialmente no Rio Grande do Sul.

Os dois fenômenos são naturais, o El Niño e La Niña são oscilações normais e previsíveis e que existem a milhares de anos.

1.1.12 Nível Ceráunico

Nível ceráunico (Td) se constitui no número de dias de trovoada (descarga elétrica da atmosfera) em uma região por ano, possui influência do clima e do relevo desta região. Os fenômenos El Niño

e La Niña influenciam, também, no nível ceráunico de uma região, pois existe uma estimativa de que para cada grau de elevação da temperatura há um aumento de 10 a 20% no número de relâmpagos no planeta, especialmente na região tropical.

O índice de nível ceráunico geralmente são valores médios obtidos por meio de observação durante anos consecutivos. A frequência dessas descargas atmosféricas é de grande valia para o desempenho do sistema elétrico

O Brasil possui grande dimensão continental, as Linhas de Transmissão cruzam diversos tipos de regiões deste território e acabam sendo alvo de diversas interações com fenômenos eletromagnéticos (descargas atmosféricas, curtos circuitos), e podem causar desligamentos do fornecimento de energia além de queimas de transformadores. Isso ocorre devido aos raios atingirem os pontos mais elevados e pontiagudos. Para tanto, as linhas de transmissão devem ser dotadas de sistema de pára-raios.

O nosso território brasileiro é grande alvo das descargas elétricas, devido sua grande extensão territorial e por estar próximo do equador. Com base em dados do Grupo de Eletricidade Atmosférica (ELAT), pertencente ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), estudados nos biênio 2005-2006, 2007-2008 e 2009-2010, obteve-se as informações de densidade de raios/km².ano da Tabela 18.

Tabela 18: Densidade de raios/km².ano nos municípios da AI do empreendimento.

MUNICÍPIOS / BIÊNIO	ACEGUÁ	CANDIOTA	HULHA NEGRA	PEDRAS ALTAS
2005-2006	2,4826 raios/Km ² .Ano	3,5944 raios/Km ² .Ano	3,8600 raios/Km ² .Ano	3,0033 raios/Km ² .Ano
2007-2008	3,6126 raios/Km ² .Ano	4,6142 raios/Km ² .Ano	4,6282 raios/Km ² .Ano	3,4989 raios/Km ² .Ano
2009-2010	3,8848 raios/Km ² .Ano	4,7972 raios/Km ² .Ano	4,7365 raios/Km ² .Ano	4,0292 raios/Km ² .Ano

Fonte: ELAT/INPE, 2012.

O ELAT/INPE (2012) estima que no Brasil ocorram cerca de 60 milhões de relâmpagos por ano, ou seja, cerca de dois relâmpagos por segundo, o equivalente a uma média de 7 relâmpagos por km² por ano.

A Figura 16 mostra o mapa de densidade de descargas atmosféricas (raios) na escala 1:5.000.000 que ocorrem no Rio Grande do Sul elaborado pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS (2011), mostrando que a região do empreendimento possui uma incidência de 7 a 9 descargas/km²/ano.

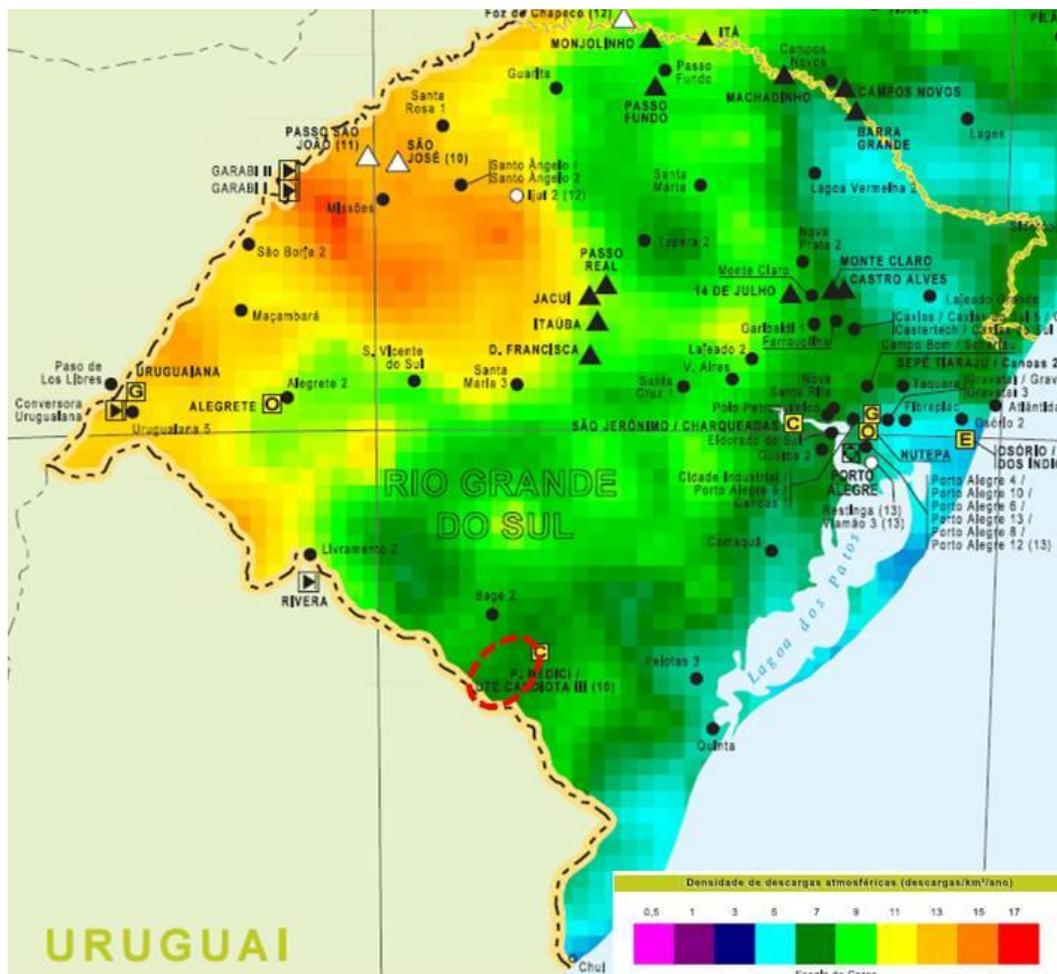


Figura 16: Mapa de densidade de descargas atmosféricas, período de 1998-2009.
Fonte: ONS, 2011.

Conforme o mapa (Figura 17) retirado da ABNT NBR 5419:2001, a região do empreendimento, destacado em vermelho, apresenta uma média de 30 dias de trovoadas por ano.

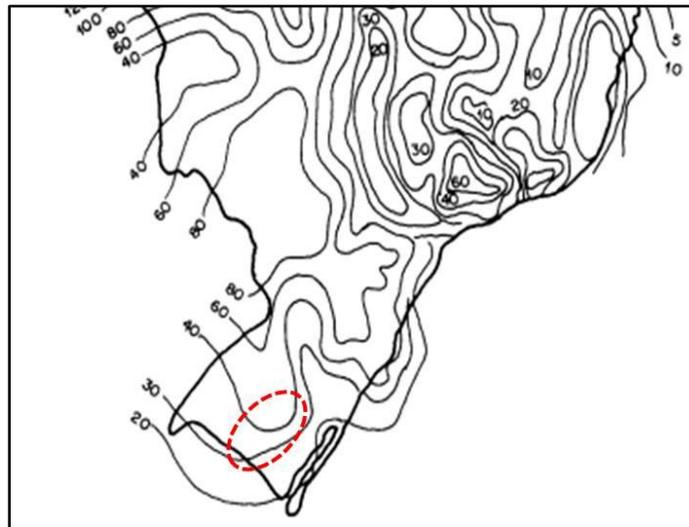


Figura 17: Mapa de média de dias de trovoadas.
Fonte: ABNT NBR 5419:2001.

1.1.13 Caracterização Climatológica da AID e AII

Como citado anteriormente a Área de Influência Direta (AID) é de 1 km para ambos os lados da Interligação Elétrica Brasil-Uruguaí e a Área de Influência Indireta (AII) da Interligação Elétrica Brasil-Uruguaí compreende os municípios de Aceguá, Candiota, Hulha Negra e Pedras Altas.

Quanto aos aspectos climatológicos, na AID e AII podemos destacar que segundo classificação de Köppen insere-se no Clima Cfa – clima subtropical com precipitações bem distribuídas ao longo do ano. A região é influenciada pelos fenômenos El Niño e La Niña, principais causas das variabilidades climáticas.

No Rio Grande do Sul o El Niño faz com que a precipitação pluviométrica fique fora dos parâmetros normais, ou seja, acima da média em quase todos os meses do ano, porém mais forte na primavera e início do verão. O La Niña, por sua vez, ocasiona a precipitação abaixo da média, ocorrendo estiagens no mesmo período. Esses eventos, quando fortes, fazem com que ocorram fenômenos climáticos extremos, como exemplo podemos citar a enchente de 1941 que inundou um terço da cidade de Porto Alegre devido a um forte El Niño, e a grande seca de 1917, com mais de um ano de duração, ocorrido devido a uma forte La Niña. Porém nem todos os alagamentos e secas são causados por estes fenômenos.

Em se tratando de pressão atmosférica as faixas ocorridas no ano de 2011 na região do empreendimento nos meses mais frios foi de predomínio de 990 a 1000 hPa e nos meses mais

quentes foi de 980 a 1000 hPa (INMET, 2012). Nos cinco primeiros meses de 2012, a média de pressão foi de 986,14 hPa em Aceguá/RS, 987,56 hPa em Candiota/RS e 971,65 hPa em Pedras Altas/RS.

As médias das temperaturas da região são: mínima de 13,5°C, média de 18,8°C e máxima de 24,3°C, sendo a anual de 17°C. A média dos cinco primeiros meses de 2012 na AII do empreendimento compreende 19,7°C em Aceguá/RS, 16,6°C em Candiota/RS e 19,6°C em Pedras Altas/RS.

A precipitação pluviométrica, conforme o Atlas Socioeconômico (CEMETRS, 2012), na região, possui média entre 1.299 e 1.500 mm, sendo que, o total aproximado de precipitação acumulada anual é de 1.350 mm. A concentração das precipitações na AII do empreendimento, de janeiro a maio de 2012, segundo dados da CGTEE é de 324,2mm na estação Aceguá, 245,6mm na estação Aeroporto, 537,6mm na estação Candiota, 220,6 na estação Pedras Altas e 381,4mm na estação Tres Lagoas, isto devido à grande estiagem ocorrida pelo La Niña neste início de ano.

Segundo CEMETRS (2012), Atlas Climático – Rio Grande do Sul, a umidade relativa do ar anual na região do empreendimento possui a média de 70%, sendo a maior UR detectada no outono, ficando em aproximadamente 82%. Conforme informações das estações da CGTEE, houve a medição de 71,56% de UR em Aceguá/RS, 73,27% em Candiota/RS e 71,77% em Pedras Altas/RS.

A região do empreendimento possui média de radiação solar de 18-19 MJ m⁻² dia⁻¹ e média de horas de insolação total anual de 2380,33 (CEMETRS, 2012). A radiação solar medida neste início de 2012 na AII do empreendimento pode ser observada na Tabela 19.

Tabela 19: Dados de radiação solar (MJ m⁻² dia⁻¹) das estações meteorológicas da AII do empreendimento.

ESTAÇÃO METEOROLÓGICA / ESTAÇÃO DO ANO	ACEGUÁ	AEROPORTO	PEDRAS ALTAS
VERÃO	19,5	24	30,4
OUTONO	15,9	15,7	18,3

Fonte: CGTEE, 2012.

Conforme Boletim Agroclimatológico (INMET, 2012), nos meses de inverno, na AID e AII, possuem a maior ocorrência de nebulosidade em relação ao demais meses do ano. A classe de 6 a 7 décimos de céu coberto ocorrido em junho de 2011, é o maior número observado.

Segundo dado da Aeronáutica, em Pelotas, no período de 1974 a 2010, foi detectado uma temperatura média de ponto de orvalho de 15,1°C.

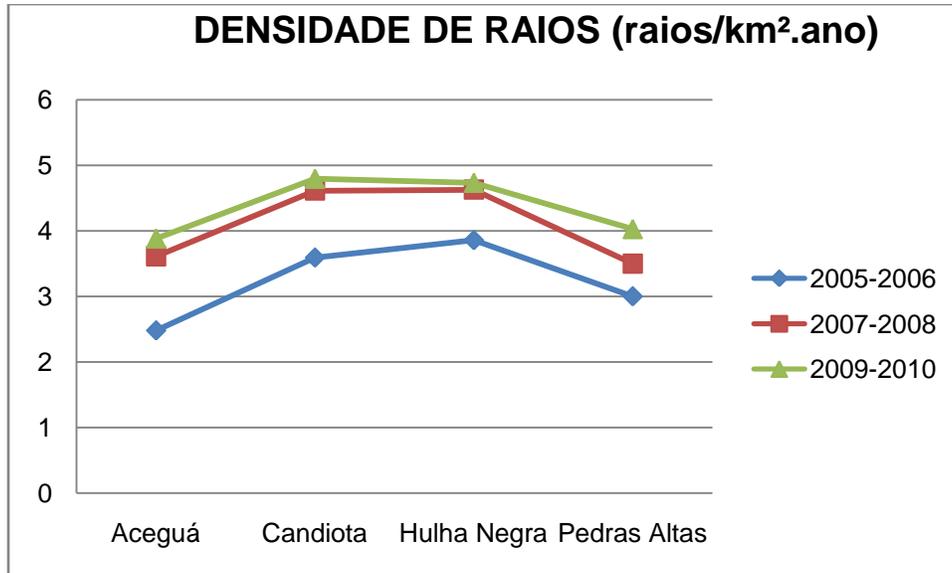
Não constam dados na AID e AII da Interligação Elétrica Brasil-Uruguai referente à neblina e nebulosidade, visando atender o Termo de Referência, buscaram-se informações nas estações meteorológicas mais próximas. Dados das Normais Climatológicas (1971-2000), da Estação Agroclimatológica de Pelotas (Capão do Leão) mostram que o maior número de dias de geada é no inverno, de orvalho é no verão e de nevoeiro é no outono.

Segundo estudos de Almeida (2008), no período de 1998 a 2006, houve uma redução na ocorrência do fenômeno de nevoeiro de 1998 a 2002, mas mantém equilibrado nos anos seguintes. Foram 290 dias de ocorrência neste período de análise. Os dados apontam que os meses de maiores ocorrências de nevoeiros são de maio a julho e que o ano de 1998 teve a maior ocorrência deste fenômeno.

Conforme dados obtidos na estação da Embrapa Clima Temperados na cidade de Pelotas/RS, em janeiro a média de velocidade do vento foi de 3,57 km/h, em junho foi de 3,72 km/h e em dezembro foi de 5,09 km/h. A predominância de vento nestes 3 meses estudados foram de NE e ENE, com 18 e 17 ocorrências, respectivamente. Na estação meteorológica de Pedras Altas (31°43,556'S e 53°0,037'O), da Universidade de Santa Maria, dos anos de 2007 e 2008, os ventos na região predominam de ES-SE, seguida de E, as velocidades se situam na faixa de 3,6 a 5,7 m/s, enquanto a ocorrência de calmarias é de apenas 0,07%. As médias das medições da CGTEE nas estações da AID e AII da Interligação Elétrica Brasil-Uruguai detectaram que a velocidade do vento no verão foi de 4,71 m/s e direção escalar do vento de 136,19°, e no outono foi de 3,63 m/s de velocidade e 149,6° de direção escalar.

A AID e AII do empreendimento, com base em dados do ELAT/INPE, apresentam no Gráfico 4 as densidades de raios nos biênios estudados.

Gráfico 4: Densidade de raios na All da LT.



Fonte: ELAT/INPE, 2012.

1.2 GEOLOGIA

O empreendimento em questão está situado na porção sul do Rio Grande do Sul onde dominam litologias sedimentares da era Paleozóica. O embasamento cristalino corresponde ao Escudo Sul-Rio-Grandense que ocorre na porção centro-sul do Estado. Na região considerada os terrenos são em grande parte recobertos pelas rochas sedimentares gonduânicas da Província Paraná, com destaque para as Formações Rio Bonito e Palermo.

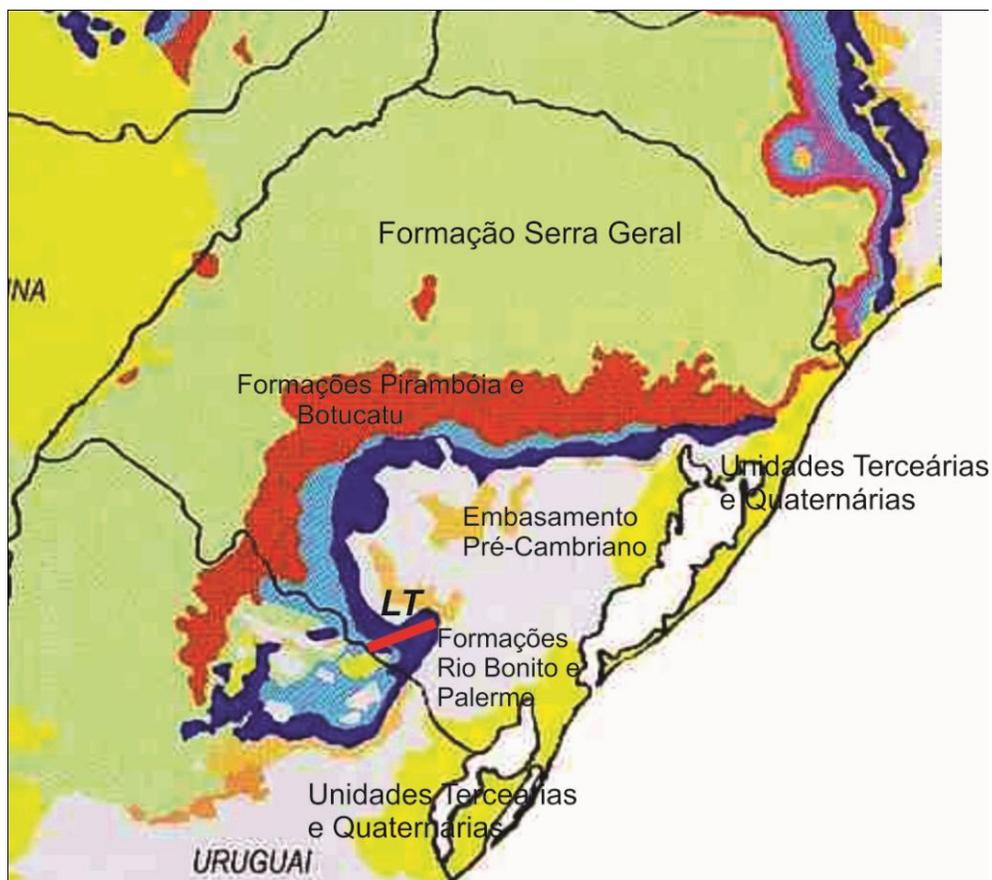


Figura 18: Principais contextos geológicos e litoestratigráficos a nível regional.
Fonte modif. DNPM-CPRM 2006.

O escudo Sul Rio-Grandense compreende associações de rochas metamórficas, ígneas e sedimentares, distribuídas num complexo arranjo tectono-estratigráfico. As determinações radiométricas disponíveis permitem agrupar essas associações em dois principais intervalos de

tempo: Proterozóico Inferior, com algumas datações Arqueanas e do Proterozóico Médio, representado por poucas unidades litoestruturais, de reduzida distribuição em área; e Proterozóico Superior–Eo-Paleozóico, que compõe a maioria das associações de rochas do escudo evidenciando que a evolução e estabilização final dessa porção crustal, estiveram ligadas ao desenvolvimento do Ciclo Brasileiro (1.000 - 470Ma) na região.

Os grandes lineamentos regionais NE-SW e NW-SE que segmentam o Escudo Sul-Rio-Grandense exerceu preponderante papel na disposição espacial e preservação dessas diferentes unidades de rocha, e têm servido de base para as descrições de sua organização interna e de sua compartimentação tectônica. A partir do reconhecimento de associações petrotectônicas específicas compondo esses diferentes compartimentos (Ribeiro & Fantinel, 1978; Fragoso Cesar, 1980; Fragoso Cesar et al., 1982), as concepções acerca da evolução geológica do Escudo Sul-Rio-Grandense passaram a ter como base os princípios da tectônica de placas, com o reconhecimento de áreas estáveis e de regiões tectonicamente ativas durante o Brasileiro (cinturões) e sua correlação com os cinturões pan-africanos do sul da África. No Mapa Geológico Regional apresentado na Figura 19 destaca-se o posicionamento aproximado do Empreendimento, sendo visualizada a predominância de litologias sedimentares das Formações Rio Bonito, Rio do Rastro e Palermo.

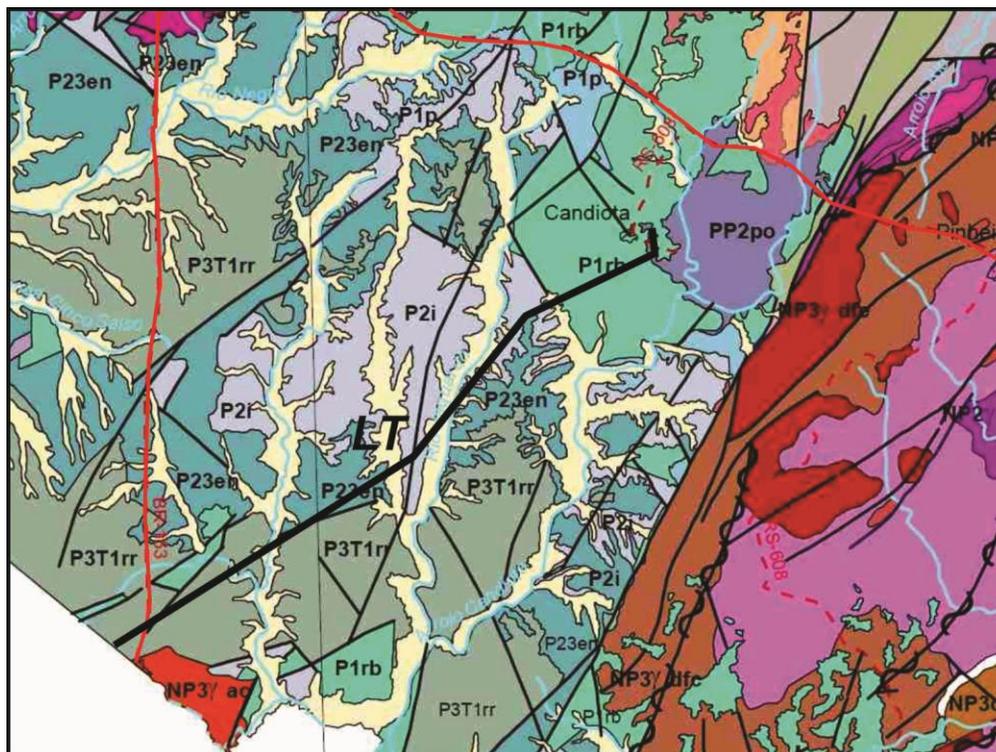


Figura 19: Mapa Geológico Regional
Fonte: Adaptado de CPRM-DNPM, 2006

Na área de estudo foram identificados litologias segundo a lito-estratigrafia a seguir: Coberturas Cenozóicas; Cobertura Sedimentar da Bacia do Paraná e Rochas granitoides.

Tabela 20: Estratigrafia Geral e Principais Litotipos observados na AII.

ESTRATIGRAFIA GERAL E PRINCIPAIS LITOTIPOS OBSERVADOS NA AII.	
Quaternário	Depósitos Aluvionares e Coluvionares
Terciário	Formação Santa Tecla
Paleozóico (Permiano)	Grupo Passa Dois - Formação Rio do Rastro - Subgrupo Estrada Nova - Formação Irati
	Grupo Guatá - Formação Palermo - Formação Rio Bonito
Paleozóico (Carbonífero)	Grupo Itararé - Formação Taciba ou Rio do Sul
Paleozóico (Ordoviciano)	Grupo Guaritas - Formação Varzinha

	-Formação Arroio dos Nobres
Proterozóico	- Suíte Intrusiva Santo Afonso - Complexo Granito-Gnáissico Bagé - Granito Aceguá - Complexo Metamórfico Porongos

Fonte: Chemale Jr. et al. (1995 b)

Complexo Granito-Gnáissico Bagé

A designação informal de Complexo Granito-Gnáissico é aqui utilizada para referir as rochas que se expõem pobremente no leito do Arroio Quebracho e de outros pequenos cursos d'água, no limite Noroeste da folha Pedro Osório. Esses litótipos correspondem às rochas graníticas e gnáissicas que se expõem na cidade de Bagé e suas cercanias, onde ocorrem englobando grandes xenólitos de anfibólitos, rochas calcissilicáticas e lentes de mármore.

Essas litologias foram originalmente referidas como Grupo Cambaí (e.g. TESSARI & GIFFONI, 1970) e como Granitóides e Gnaisses Bagé, por Fragoso (1991). São rochas de granulação grossa, com posição granodiorítica a monzogranítica, deformadas e gnaissificadas, com enclaves de rochas calcissilicáticas e lentes de mármore que, fora dos limites da All, são explotadas para a produção de corretivo de solo. Apófises de sienogranitos róseos, relacionados ao Granito Cerro das Marcas, são comuns cortando esses litótipos.

O posicionamento cronológico do Complexo Granito-Gnáissico não está definido; Fragoso Cesar (op.cit.), por comparação com outras unidades, sugere uma idade transamazônica para o complexo.

Suíte Intrusiva Santo Afonso

A Suíte Intrusiva Santo Afonso constitui uma grande massa granítica que ocupa a maior extensão do Domínio Ocidental. Definida por Hartmann & Nardi (1982), essa unidade compreende rochas graníticas com predominância de termos monzo-graníticos de granulação média a grossa, cores acinzentadas, de cinza-claro a róseo, e que englobam xenólitos de rochas gnáissicas variadas, por vezes com dimensões quilométricas.

Esses granitos ocupam uma área superior a 450 km² e mantêm contato tectônico ou são recobertos pelas rochas vulcânicas e sedimentares das formações Hilário e Arroio dos Nobres. São cortados por stocks, apófises e diques do Granito Cerro das Marcas. Suas relações de contato com o Complexo Granito-Gnáissico são "mascaradas" pelas Coberturas Gonduânicas e da Formação

Santa Tecla, mas a ocorrência de xenólitos gnáissicos, com lentes de mármore associadas, como no Arroio Banhado Grande, semelhante as que caracterizam o Complexo Granito-Gnáissico na região de Bagé, evidenciam o caráter intrusivo da Suíte Intrusiva Santo Afonso.

Esta unidade ocorre apenas em pequena parcela situada na porção ao Norte da All, deste segue a direção do arroio do tigre ultrapassando os limites da área de estudo.

Petrograficamente, conforme Hartmann & Nardi (1982), predominam monzogranitos, com variações desde granodioritos até sienogranitos e, muitas vezes, tipos mais pobres em quartzo. A mineralogia, conforme esses autores incluem feldspato alcalino, plagioclásio, quartzo, anfibólio, biotita e clorita. Como acessórios aparecem esfênio, magnetita, apatita, allanita, zircão, clinozoisita e carbonato. A presença de anfibólio entre os máficos e esfênio entre os acessórios já permite caracterizar esses granitos como metaluminosos.

Os dados radiométricos Rb/Sr disponíveis sobre a Suíte Intrusiva Santo Afonso delineiam uma isócrona de 586 ± 32 Ma, conforme Chemale Jr. et al (1995b) com base em dados analíticos de Soliani Jr. (1986). Ainda segundo os autores, a alta razão inicial Sr87/Sr86 permite caracterizá-lo como produto de fusão crustal, e seu caráter isotrópico indica um posicionamento tardia pós-tectônico. A Figura 20 ilustra vista de leste para oeste dos afloramentos de rochas sienograníticas atribuídas a Suíte Intrusiva Dom Feliciano, próximo a Pedras Altas.



Figura 20: Vista de leste para oeste dos afloramentos de rochas sienograníticas.

Granito Aceguá

No extremo Sul da Área de Influência Indireta - All ocorre a unidade denominada Granito Aceguá, correspondente as maiores altitude observadas no Município. A região urbana e fronteira com o país vizinho está situada sobre esta formação, onde é possível encontrar afloramentos em superfície tais como evidenciados.



Figura 21: Afloramentos do Granito Aceguá visualizados junto a rodovia BR-153.

É caracterizado por um granitóide médio a grosso, isótropo. Dados do CPRM evidenciam como produto supracrustal, formado em ambientes intrusivos pós-orogênicos. Tem textura equigranular e associação magmática alcalina. São cortados por stocks, datados do Proterozóico.



Figura 22: Grandes afloramentos do Granito Aceguá visualizados na jazida de material pétreo da Prefeitura Municipal de Aceguá.



Figura 23: Detalhe macroscópico do Granito Aceguá.

Cinturão Tijuca

O Cinturão Tijuca compreende, quase que exclusivamente, metamorfitos de baixo e médio grau, aqui referidos como Complexo Metamórfico Porongos. O limite deste domínio com o Domínio

Oriental é definido por um extenso lineamento magnético, sem expressão em superfície. Já com o Domínio Ocidental, o limite é marcado pela Zona de Cisalhamento Transcorrente Dorsal de Canguçu, que desenvolveu ampla faixa de milonitos sobre as rochas metamórficas.

No limite setentrional da folha, uma pequena extensão de rochas graníticas da Suíte Granítica Encruzilhada do Sul faz contato intrusivo com os metamorfitos do Complexo Porongos e limita-se através da mesma zona de cisalhamento com os granitóides do Domínio Oriental.

Complexo Metamórfico Porongos

O termo Porongos foi introduzido na estratigrafia do Rio Grande do Sul por Leinz ET al. (1941) (apud Figueiredo Filho & Bortoluzzi, 1975), em referência ao Cerro Porongos, situado na porção central da carta Pedro Osório, onde, originalmente, Carvalho (1932) descrevera os quartzitos, xistos micáceos e calcáreos do Porongos. Inicialmente empregado como série ou grupo, para reunir todas as rochas metamórficas aflorantes no escudo, a partir da década de 80, a designação Porongos teve seu uso restrito para denominar os metamorfitos de baixo e médio grau que compõem o Cinturão Tijucas, sendo o termo empregado, entretanto, com as mais variadas hierarquias estratigráficas (grupo, supergrupo, complexo, suíte metamórfica etc). Jost & Bitencourt (1980) e Jost (1981) que mapearam essas rochas metamórficas ao norte da área, sob a designação de Suíte Metamórfica Porongos, propuseram a sua divisão em duas unidades maiores, separadas por uma descontinuidade estrutural: uma megaseqüência mioclinal (Grupo Cerro dos Madeiras) sotoposta por falhamento a uma seqüência vulcano-sedimentar (Grupo Cerro da Árvore), ambas metamorfizadas em fácies xisto verde a anfibolito. Machado et al. (1987) e Porcher & Fernandes (1990) reconheceram que parte do Grupo Cerro dos Madeiras daqueles autores era representado por granitos milonitizados, tectonicamente imbricados com as rochas supracrustais.

Na área em pauta também foram reconhecidas imbricações tectônicas, bem como injeções sintectônicas de rochas graníticas associadas às rochas metassedimentares e metavulcânicas. Por outro lado, as sucessivas fases deformacionais que afetaram esse conjunto, com conseqüente transposição de contatos, produziram um rearranjo desses litótipos num padrão extremamente intrincado, impraticável de ser discernido em mapeamento de escala regional, daí a razão de caracterização da unidade como um complexo.

Os metamorfitos do Complexo Metamórfico Porongos na área de influência do empreendimento expõem-se em uma área situada no extremo Leste, que avança para fora dos limites do estudo. Esta ocorrência apresenta uma forma grosseiramente triangular, com o vértice voltado para SW.

Compreende dois setores do complexo, distintos em conteúdo litológico e grau metamórfico, que são separados por uma estreita calha tectônica preenchida por rochas sedimentares. Na porção mais oriental predominam filitos, xistos e quartzitos, com ocorrência muito local de rochas metavulcânicas. No compartimento ocidental, representado pela faixa que se estende desde a serra do Godinho, ao Norte, passando por Torrinhãs, até a região de Candiota, ao sul, se expõe uma associação de rochas de natureza orto e parametamórfica que exhibe um complexo padrão deformacional. A Figura 24 exemplifica rochas metamórficas quartzíticas finas fortemente foliadas afloradas próximo a futura Subestação Elevadora Candiota, sendo relacionadas com o Complexo Metamórfico Porongos.



Figura 24: Rochas metamórficas quartzíticas finas fortemente foliadas.
Coordenada do afloramento: Fuso 22, lat. 31°34'0,69"S e Long. 53°41'18,13"O.

O grau metamórfico mais elevado e a maior diversidade litológica registrada nesse compartimento, caracterizam as principais diferenças entre os dois setores do complexo. Orlando Filho et al. (1990) mapearam quase integralmente essa segunda área, tendo caracterizado duas seqüências: Seqüência Para-metamórfica, constituída pelas unidades calcissilicática (cc), pelítica (p) e quartzítica (q); e Seqüência Ortometamórfica, compreendendo ortognaisses granodioríticos (gd), ortognaisses leucograníticos (og) e unidade metavulcânica (v).

A subdivisão apresentada por esses autores foi utilizada no mapeamento da unidade, bem como as descrições dos seus diferentes litótipos. Em determinados setores o Complexo Metamórfico

Porongos foi mapeado como indiferenciado, especialmente nas áreas de Candiota e Alto do Cerro da Vigia.

Coberturas Sedimentares e Vulcano-Sedimentares

Estas litologias sedimentares e vulcano-sedimentares (molassas) distribuem-se fundamentalmente pelos terrenos dos domínios Ocidental e Central, e ocorrem na porção Nordeste da AII. Podem ocorrer em estruturas alongada, limitadas por falhas, e preenchida exclusivamente por rochas sedimentares.

Para a descrição dessas unidades empregou-se, em linhas gerais, a coluna estratigráfica proposta por Ribeiro & Fantinel (1978), que é uma reformulação da clássica coluna de Ribeiro et al. (1966). As diferenças utilizadas nesse relatório, dizem respeito ao abandono dos grupos, e à retomada da Formação Arroio dos Nobres (com seus membros Mangueirão e Vargas; conforme Ribeiro et al., op.cit.) em lugar de Formação Vargas proposta na coluna de Ribeiro & Fantinel (op.cit.).

Integram este grupo as formações Maricá, Hilário e Arroio dos Nobres, sendo que somente esta última ocorre na área de influência.

Formação Arroio dos Nobres

A individualização de uma seqüência sedimentar entre a Formação Maricá e o Grupo Camaquã (formações Santa Bárbara e Guaritas), foi proposta por R.I. Tessari em 1965 (in Ribeiro et al., 1966), com a seção-tipo da unidade estabelecida no Arroio dos Nobres, a Sudoeste da cidade de Encruzilhada do Sul (Norte da Folha Pedro Osório). Os últimos autores adotaram essa proposta, dividindo a Formação Arroio dos Nobres em dois membros: Mangueirão e Vargas.

Membro Mangueirão

O Membro Mangueirão encontra-se interdigitado com o Membro Vargas ou na sua base (TESSARI & GIFFONI, 1970). Essa unidade foi cartografada em três setores da área, todos no município de Candiota. A unidade com maior expressão, está situada na porção Nordeste da AII, ocupando uma área de cerca de 24 km² de extensão.

A feição estende-se para Leste saindo da AII constituindo uma faixa alongada na direção NE-SW, com cerca de 25km de extensão e 2 km de largura, limitada por falhas, a Leste com xistos e filitos do Complexo Metamórfico Porongos, e a Oeste com os conglomerados do Membro Vargas. No

extremo-norte dessa faixa, o Membro Mangueirão é recoberto pelas rochas sedimentares do Grupo Rosário do Sul.

Com as rochas graníticas da Suíte Granítica Santo Afonso, o contato é marcado por uma extensa falha NE-SW, que praticamente faz o limite entre os domínios Central e Ocidental. As litologias do Membro Mangueirão nesse último setor são cortadas por diques ou corpos irregulares, ou ainda recobertas por rochas vulcânicas da Formação Hilário. Na extremidade sul dessa área, o Membro Mangueirão é discordantemente capeado por rochas sedimentares das formações Rio Bonito e Santa Tecla, e por uma estreita soleira de diabásio.

Litologicamente, essa unidade compreende siltitos e argilitos de cores marrom-avermelhado e bordô, finamente estratificados, que ocorrem intercalados com camadas tabulares de arenitos finos. O aspecto típico das litologias é a ritmicidade, caracterizada pela intercalação de camadas mais argilosas com camadas mais siltosas. Essas intercalações apresentam espessuras desde 5 cm até 30cm, mostrando uma marcante regularidade.

Os arenitos constituem uma seqüência de camadas tabulares de arenitos de granulometria fina, avermelhados a bordô, feldspáticos e micáceos. Podem ser maciços ou apresentarem laminação plano-paralela bastante desenvolvida. A característica marcante é a geometria tabular das camadas, que apresentam espessuras variáveis entre 2 cm e 50 cm, e têm grande extensão lateral.

Do ponto de vista estrutural, as litologias do Membro Mangueirão apresentam acamadamento ou laminação característicos, dispondo-se em camadas que se interdigitam com as do Membro Vargas, segundo uma direção geral NE, com mergulhos para NW; localmente, mostram-se fortemente dobradas e deformadas.

Membro Vargas

Conforme Tessari & Giffoni (1970), sob a denominação de Membro Vargas foram reunidos, predominantemente, os conglomerados e arenitos conglomeráticos da Formação Arroio dos Nobres. Na Folha Pedro Osório essa unidade apresenta ampla distribuição entre as coberturas molássicas, ocorrendo em quatro distintos setores principais, no entanto não ocorre na área de influência do empreendimento.

Grupo Guaritas

O Grupo Guaritas (Eocambriano da Bacia do Camaquã) é formado por rochas siliciclásticas, predominantemente arenosas e conglomeráticas, interpretadas como de origem aluvial e eólica (ROBERTSON 1966, LAVINA et al. 1985, PAIM 1994, ALMEIDA 2005). Esta unidade estratigráfica contempla mais de 1000 m de espessura de sedimentos e abrange as formações Guarda Velha, Pedra das Torrinhas, Varzinha, Pedra Pintada, Pedra da Arara e Serra do Apertado. Estas unidades representam a fase final de preenchimento sedimentar da Bacia do Camaquã, a qual desenvolveu-se em área que seria posteriormente recoberta por ampla bacia intracratônica, a Bacia do Paraná. Assim, o Grupo Guaritas relaciona-se a importantes eventos geológicos do Sul do Brasil, pois registra o encerramento da sedimentação na bacia extensional do Camaquã durante o Cambriano, que precede o início da sedimentação na Bacia do Paraná (Ordoviciano). Análises de minerais pesados de unidades sedimentares paleozóicas brasileiras, tais como as que compõem o Grupo Guaritas, são escassos.

O Grupo Guaritas, correspondente ao topo do Supergrupo Camaquã, é formado por arenitos conglomeráticos, conglomerados, ritmitos psamo-pelíticos e arenitos finos a médios com séries métricas de estratificação cruzada ou plano-paralela, interpretados como registro de sistemas deposicionais continentais (ROBERTSON 1966, LAVINA et al. 1985, PAIM 1994, ALMEIDA 2005). Seus arenitos apresentam intensa cimentação carbonática e correspondem, principalmente, a arcóseos e, subordinadamente, a arenitos líticos (ROSS et al. 1994, ALMEIDA 2005).

Formação Varzinha

Unidade pertencente à Bacia do Camaquã, ocorre no extremo Norte da AII, no município de Candiota, estendendo para fora dos seus domínios. A Formação Varzinha apresenta ritmitos psamo-pelíticos interpretados como fácies fluviais e deltaicas. Os arenitos aluviais tanto desta formação quanto da Formações Serra do Apertado são classificados como subarcóseos e sublitoarenitos.

O arcabouço é constituído por grãos de quartzo (monocristalino e policristalino, ambos com extinção homogênea ou ondulante), feldspato, às vezes sericitizado, (plagioclásio e feldspato potássico) e fragmentos líticos (xisto, granito, filito, quartzito e arenito). Dentre os feldspatos potássicos, ocorrem grãos bem preservados de microclínio. A composição dos fragmentos líticos das formações Varzinha e Serra do Apertado (unidades fluviais) compreendem todos esses litotipos, enquanto que nas formações Pedra Pintada e Pedra da Arara (unidades eólicas) foram observados apenas fragmentos de xisto e granito.

Pode ocorrer como arenito conglomerático e conglomerado com estratificação cruzada acanalada em séries decimétricas a métricas (ACc), com Fácies formada por migração de barras de cascalho em sistema fluvial associados a sistema fluvial entrelaçado ou ainda apresentam-se como arenito fino com estratificação plano-paralela e laminação heterolítica (AFph), depósitos associados à planície de inundação.

Esta unidade destaca-se pela presença de grãos de cianita, fluorita e epidoto.

Sedimentos da Bacia do Paraná

A Bacia do Paraná, uma das mais importantes bacias intracratônicas brasileiras, possui área de ocorrência de cerca de 1.600.000 km², com eixo principal próximo a NNE-SSW. Segundo Milani (1997, 2004), sua origem é relacionada a geração de um sistema de rifts NE-SW no embasamento pré-cambriano. A sedimentação teve início no Neo-Ordoviciano e prosseguiu até o Juro-Cretáceo, quando os processos relativos à separação de placas Sul-Americanas e Africanas resultaram em extensos derrames de composição básica a intermediária, que recobriram as unidades sedimentares pré-existentes.

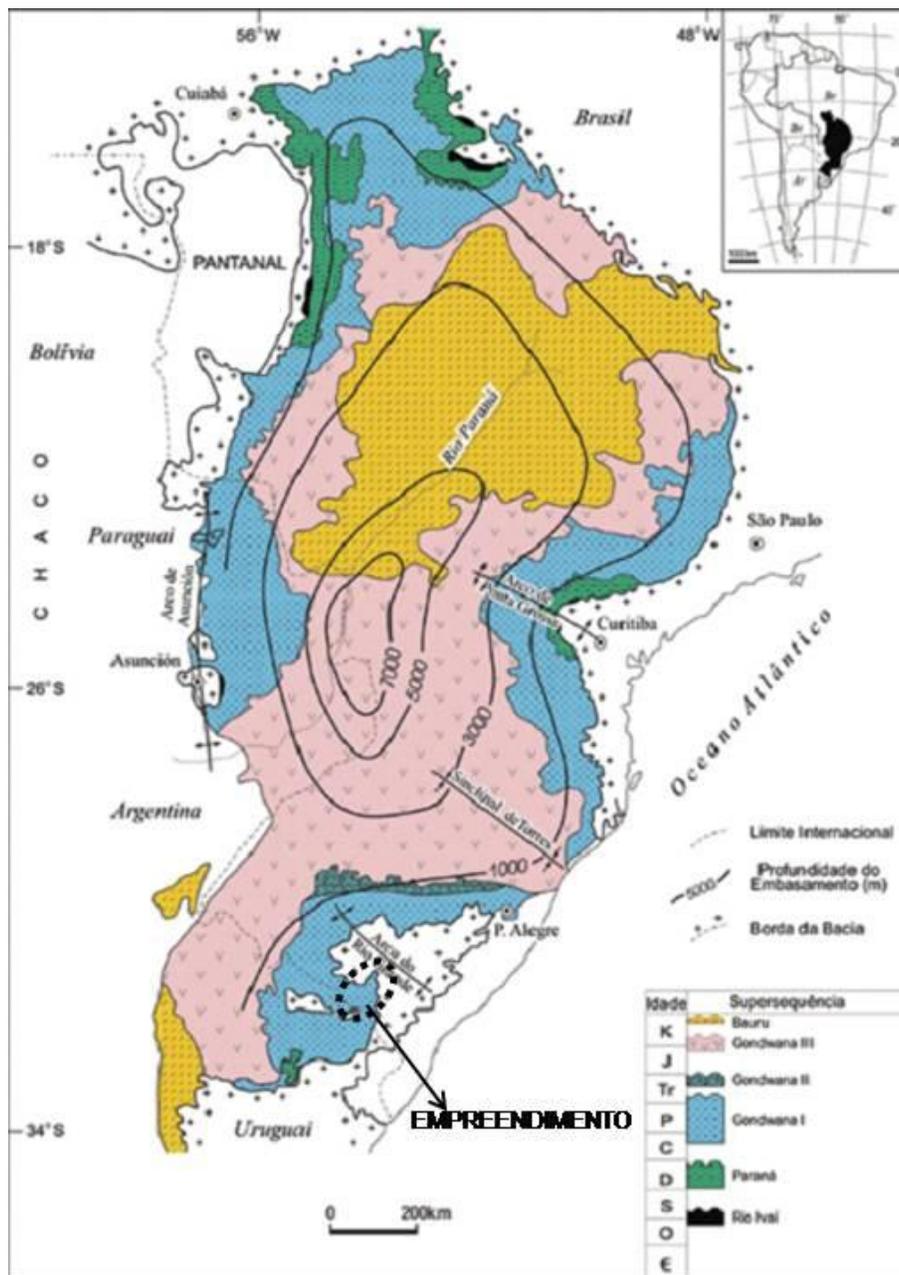


Figura 25: Mapa Geológico Simplificado da Bacia do Paraná.
Fonte: Milani, 2004

O período de preenchimento sedimentar foi marcado por alternâncias entre soerguimento e subsidência crustal, associados à grandes ciclos de transgressão e regressão marinha, que resultaram em mudanças significativas nos ambientes deposicionais, responsáveis pela variedade litológica.

A sequência de rochas sedimentares gonduânicas ocupa predominantemente a porção Oeste-Sudoeste da All, estendendo-se, para Oeste, além dos seus limites. Essa área apresenta cotas entre 200m e 400m, que são mais elevadas que em outras regiões com cobertura gonduânica no Rio Grande do Sul como será tratado no item correspondente a geomorfologia na seqüência do estudo. Seu relevo é caracterizado por ondulações relativamente suaves e arredondadas, com poucos vales encaixados, sendo raras as cuestas produzidas por intercalações de camadas arenosas. No Anexo I é apresentado o Mapa Geológico da Área de Influência Indireta – All do empreendimento.

Essas características, aliadas à cobertura vegetal muito constante, resultam em poucas exposições das rochas sedimentares, as quais em geral somente são encontradas nos cortes das rodovias e nas escavações das minas de carvão a céu aberto.

Na região estão presentes desde as unidades basais permianas até as triássicas. Uma intensa compartimentação tectônica, com falhamentos principais NE e NW, num padrão em mosaico, são uma característica regional conspícua, controlando grandes extensões dos contatos entre as unidades gonduânicas e dessas com o embasamento pré-gonduânico.

O mergulho regional das camadas é de 1° a 2° graus para Sudoeste, com notáveis variações locais, resultantes do movimento de blocos pelos falhamentos. O grande número de furos de sonda realizados na região para a pesquisa do carvão mineral (547 furos executados pela CPRM), combinado com os componentes de superfície, tornou possível a descrição detalhada de cada uma das unidades, pelo menos sob o aspecto litoestratigráfico.

Grupo Itararé

No Rio Grande do Sul o Grupo Itararé está representado apenas pelos seus níveis mais superiores, correspondendo à Formação Taciba de França & Potter, (1988) ou Formação Rio do Sul de Schneider et al., (1974). Este grupo guarda o mais importante registro de glaciação da história da Terra.

Formação Taciba ou Rio do Sul

As litologias dessa unidade e suas estruturas sedimentares caracterizam um ambiente glacial a periglacial, de caráter continental, com predominância de aporte do tipo fluxo de detritos e flúvio-glacial, podendo também apresentar alguma influência de glácio-marinho. Elas ocorrem com

pequena expressão em superfície, geralmente sob a forma de outliers no embasamento pré-cambriano, sendo encontradas rochas como arenitos, diamictitos, siltitos, folhelhos, ritmitos e conglomerados.

Ocorre com pequena expressão em superfície, geralmente sob a forma de outliers no embasamento pré-cambriano. Em subsuperfície ocorre de forma mais ampla, como verificado nas sondagens que a atravessaram parcial ou totalmente, preenchendo paleovales escavados sobre o embasamento da bacia (Paleovale de Candiota; Pinheiro Machado, 1994). As espessuras são muito variáveis, sendo que os furos de sondagem não registraram litologias atribuíveis à Formação Rio do Sul em áreas com o embasamento relativamente mais alto.

Litologicamente predominam os termos mais grosseiros, orto e paraconglomerados de grânulos e seixos, mal selecionados, do tipo diamictito com matriz síltica, arenosa fina e argilosa. Estão presentes os arenitos finos esbranquiçados, de aspecto porcelânico com matriz argilosa abundante. Os ritmitos várvidos com laminação plano-parelela ou cruzada de pequeno porte (climbing-ripples) são mais restritos, em geral situados no topo das seqüências mais espessas, atravessados, por vezes, por seixos pingados de granito. Intercalações de margas, com estrutura *cone-in-cone*, ocorrem em alguns setores. As litologias dessa unidade e suas estruturas sedimentares caracterizam um ambiente glacial a periglacial, de caráter continental, com predominância de aporte do tipo fluxo de detritos e flúvio-glacial. Pinheiro Machado (1994) reconheceu quatro fácies compondo esses depósitos sedimentares: fácies subglacial, de degelo, glácio-lacustre e flúviodeltaica.

Os folhelhos negros e margas interdigitados na seqüência seriam o registro de pequenas ingressões marinhas no sistema. Tomazelli & Soliani Jr. (1982) descreveram um pavimento estriado sobre diamictitos e arenitos conglomeráticos na região de Torrinhãs, concluindo por um sentido geral de transporte pelas geleiras de SW para NE.

Grupo Guatá

Este grupo é composto pelas formações Rio Bonito e Palermo, com grande expressão na AII, tanto em superfície, como em subsuperfície, sendo que a primeira está relacionada às camadas de carvão que compõem a jazida de Candiota.

Formação Rio Bonito

A Formação Rio Bonito aflora por extensas áreas na porção Norte, e ainda ocorre de maneira menos expressiva no Sul e Oeste da AII, preservando-se topograficamente pela existência, em seu terço superior, de arenitos finos, silicificados, resistentes à erosão. Está em contato discordante sobre o embasamento e sobre a Formação Rio do Sul sotoposta (ALVES, 1994), e concordante com a Formação Palermo, sobreposta. Muitos de seus contatos laterais são por falhamentos de gravidade. Na região ao Norte de Bolena é recoberta ainda pela Formação Santa Tecla de idade terciária. Os dados palinológicos indicam para a Formação Rio Bonito uma idade eopermiana no intervalo Arntinskiano- Kunguriano, conforme Marques-Toigo (1988).

Em outras regiões da bacia, Schneider et al. (1974) subdividiram a Formação Rio Bonito nos membros Triunfo, Paraguaçu e Siderópolis. No Rio Grande do Sul em geral, e na área da Folha Pedro Osório em particular, apenas a unidade correspondente ao Membro Siderópolis pode ser claramente identificada.

Três conjuntos litológicos são passíveis de serem individualizados dentro da Formação Rio Bonito e estão bem desenvolvidos na área. O inferior consta de arenitos médios a grossos, cinza-claros, arcoseanos, localmente conglomeráticos, com grânulos e seixos de rochas metamórficas, ígneas e mais raramente sedimentares. Apresentam camadas com acamadamento normal e estratificação cruzada de médio a grande porte. Associados e constituindo-se no topo das camadas com gradação normal, ocorrem arenitos finos a muito finos, com estratificação cruzada de pequeno a médio porte, climbing-ripples e laminação paralela. Subordinadamente ocorrem pelitos cinza escuros a cinza-esverdeados, localmente carbonosos, e ainda leitos e pequenas camadas de carvão.

Conglomerados basais de grânulos e seixos com matriz arenosa estão algumas vezes presentes. Frequentemente são encontradas superfícies erosivas de caráter local, e o contato basal com a Formação Rio do Sul do Grupo Itararé é abrupto e erosivo.

O segundo conjunto caracteriza-se pela maior presença de pelitos, representados por siltitos em várias tonalidades de cinza até preto, carbonosos, com areia muito fina dispersa, ou argilosos, maciços, com interlaminações de arenito em wavy e linsen e leitos e camadas de carvão. Ocorrem camadas intercaladas de arenitos quartzosos, médios a grossos, com estratificação cruzada de médio porte. Este conjunto é o de maior importância, pois aí situam-se as principais camadas de carvão que são explotadas. A Figura 26 ilustra as feições macroscópicas da Formação Rio Bonito.



Figura 26: Vista detalhada das feições macroscópicas da Formação Rio Bonito.

O terceiro conjunto é constituído essencialmente por arenitos quartzosos a ortoquartzíticos, finos a médios, cinza-claros a esbranquiçados. Gradação normal, estratificação cruzada de médio a grande porte, alinhamento de grãos, laminação plano-paralela, ondulada, climbing-ripples, flaser e drape por vezes fluidização e, localmente, bioturbação são as estruturas sedimentares mais freqüentes nessas rochas. Esses arenitos, de grande expressão lateral, estão silicificados em grandes extensões, e são responsáveis pela preservação contra a erosão das camadas de carvão sotopostas, o que permite a mineração a céu aberto em grandes áreas, especialmente da Camada Candiota.

A deposição da Formação Rio Bonito nessa área deu-se em ambiente continental transicionando a litorâneo e marinho raso para o topo. Na base, leques aluviais e arenitos fluviais; na porção intermediária, carvões, siltitos e arenitos finos, oriundos de sistemas deltaicos, predominando as camadas de turfeiras desenvolvidas atrás das barreiras (backbarriers). No topo, distribuem-se as barreiras costeiras e, em direção ao sul, arenitos de planícies de marés são de maior expressão nessa porção da Formação Rio Bonito. Nessa última área, as camadas de carvão do topo estão erodidas ou não foram depositadas, e vão sucessivamente desaparecendo do registro vertical até

que, próximo da fronteira com o Uruguai, apenas as camadas mais basais ainda se encontram presentes.

A espessura média da Formação Rio Bonito está ao redor de 55m, podendo ultrapassar 70m em alguns sítios.

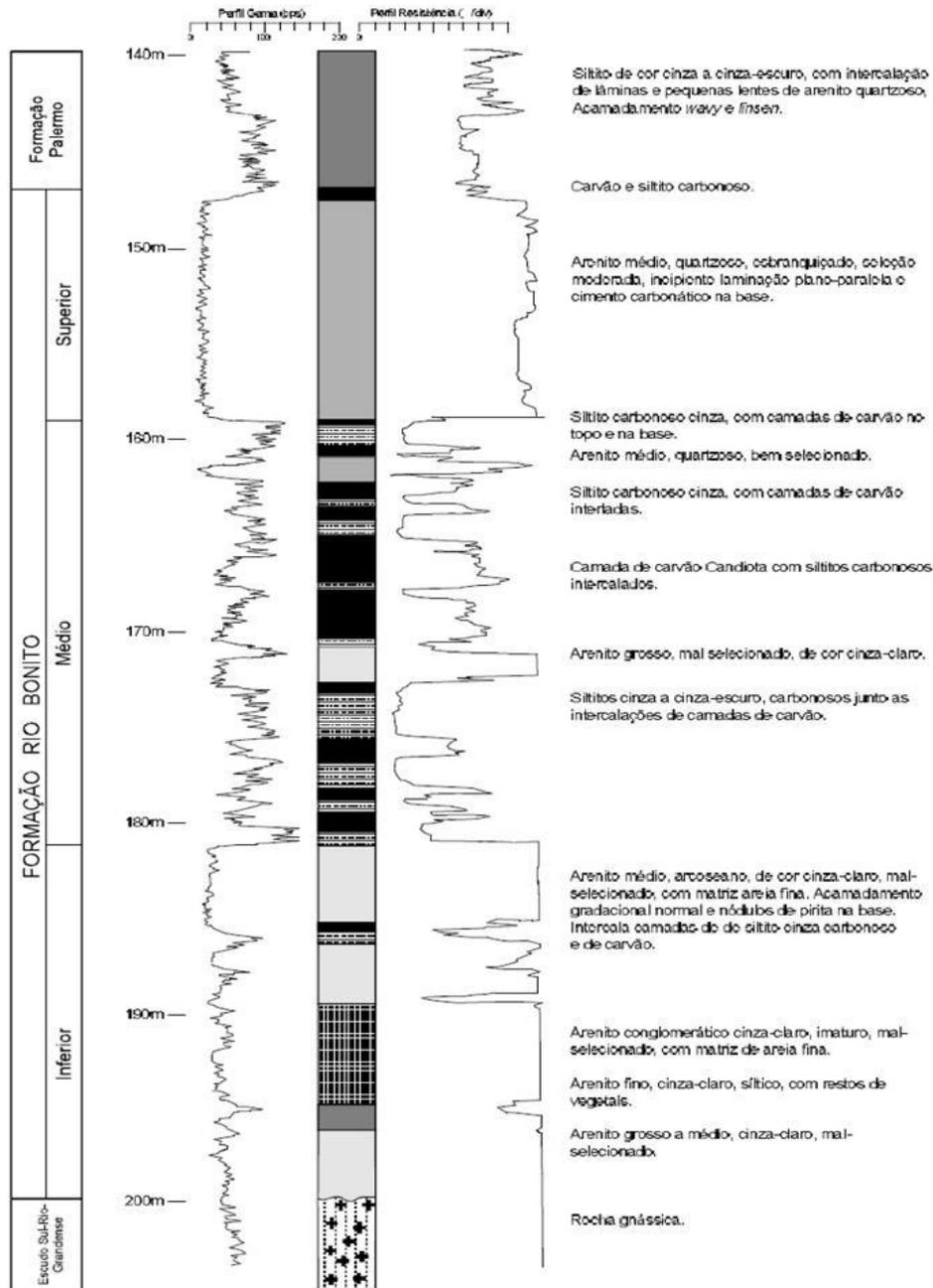


Figura 27: Perfil lito-estratigráfico da Formação Rio Bonito em Candiota.
 Sondagem SC-80-RS.

Fonte: Carta SH.22-Y-C Pedro Osório

Formação Palermo

Essa unidade é constituída por siltitos e siltitos arenosos, com intercalações subordinadas de camadas de arenitos médios a grossos, eventualmente com grânulos na base. Sua idade, de acordo com dados palinológicos é posicionada no topo do Eopermiano, conforme Daemon & Quadros (1970).

Do ponto de vista litológico, a unidade é composta, em seu intervalo inferior, por uma interlaminação de silte e areia fina a muito fina, com laminação ondulada, wavy e linsen, drapes, localmente flaser, freqüentemente com bioturbações e fluidizações que deformam a laminação. Intercalados no conjunto são encontrados leitos e lentes de arenito fino a médio, menos comumente grosso a muito grosso com grânulos esparsos e, eventualmente, com estratificação cruzada por truncamento de ondas (hummocky). Estes leitos mostram contatos abruptos, erosivos, com as camadas sotopostas, e possuem cimento carbonático.

Na porção superior, a Formação Palermo é constituída por siltitos cinza a cinza-escuros, com alguma areia muito fina, monótonos, com alguma laminação esparsa, plano-paralela e ondulada. O contato basal da Formação Palermo nessa região pode ser abrupto, erosivo, sobre os siltitos carbonosos e carvões da Formação Rio Bonito. Com os arenitos costeiros dessa última unidade, o caráter erosivo é menos evidente e menos comum, ocorrendo mais como uma transição entre uma fácies predominantemente arenosa, para outra trapelítico-arenosa.

Os sedimentos da Formação Palermo depositaram-se num ambiente marinho de plataforma rasa, transgressivos sobre a Formação Rio Bonito, numa costa dominada por ondas, predominantemente abaixo do nível de ação das ondas de tempestades, com períodos de lâmina d'água mais rasa, expondo os sedimentos ao retrabalhamento por tempestades.

A Formação Palermo apresenta espessura média da ordem de 40m, com poucas variações laterais de espessura e ocorre na região Centro-Norte da AII.

Grupo Passa Dois

Este grupo engloba os últimos depósitos paleozóicos da seção sedimentar da Bacia do Paraná, representados pelas formações Irati, Serra Alta, Terezina e Rio do Rasto. O contato inferior da seqüência é concordante, transicional entre as formações Palermo e Irati. Como anteriormente comentado, as formações Serra Alta e Terezina, bem distintas em Santa Catarina, no Rio Grande do Sul são mapeadas como uma única unidade – Formação Estrada Nova.

Formação Irati

Essa unidade é de caráter pelítico, coloração cinza-escuro a preta, com intercalações de camadas de marga na metade superior. Apresenta um notável grau de uniformidade ao longo de toda a área, com feição muito característica nos perfis geofísicos em subsuperfície. Seu contato com a Formação Palermo sotoposta é concordante.

Litologicamente, na metade inferior da unidade, estão presentes os folhelhos e siltitos cinza a pretos, por alguns autores individualizados como Membro Taquaral. No topo, os mesmos folhelhos e siltitos estão intercalados por leitos e camadas de margas dolomíticas, ocorrendo ainda folhelhos pirobotuminosos, que constituem o Membro Assistência.

A estrutura dominante é a laminação paralela, enquanto os intervalos carbonáticos mostram, localmente, marcas onduladas, laminação cruzada e oólitos, brechas intraformacionais, laminação algálica e silicificação dos carbonatos.

Na área em foco a Formação Irati apresenta-se mais espessa do que em outros setores do estado, em média 42 m, com duas seqüências individualizadas de rochas carbonáticas, e raras intrusões de rochas básicas. Os sedimentos que constituem a unidade são de depósitos de plataforma de águas rasas, calmas, com produtividade e preservação orgânica elevadas, e condições locais de restrição. Eventualmente tempestades de grande amplitude produziram brechas intraformacionais, com conteúdo fossilífero.

Segundo Marques-Toigo (1988), a Formação Irati é datada do Neopermiano, correspondente ao intervalo Kazaniano. Ocorre na região central da AII, sendo a unidade com maior representação em área do município de Hulha Negra.

Estrada Nova

É composta por uma seqüência homogênea de argilitos, siltitos cinza-escuros, usualmente maciços com fratura conchoidal, intercalações de lentes e de concreções calcíferas, que gradam no topo para as mesmas litologias com arenitos muito finos cinza-claros intercalados de calcários, esses com oólitos e estruturas *cone-in-cone*. Seu contato inferior é transicional e concordante com a Formação Irati. O ambiente de deposição da Formação Estrada Nova variou de marinho de águas calmas na base, abaixo do nível de ação das ondas, para um outro mais raso e agitado, dominado por marés. As estruturas mais comuns são a interlaminação argilito/siltito/arenito muito fino, ondulada e microcruzada, com marcas de onda e flaser nos arenitos finos. A Figura 28 ilustra a

ocorrência de Argilitos Acinzentados entrecortados por filetes de Quartzos em afloramento de estrada próximo ao Arroio Jaguarão Chico.

Sua idade é permiana superior. Ocorre nos 4 municípios que integram a área de estudo principalmente na região Central da AII, sendo a segunda unidade com maior representação de área em Aceguá.



Figura 28: Argilitos acinzentados entrecortados por filetes de quartzos.
Coordenadas: Fuso 21 Lat. 31°43'37,32"S e Long. 54°01'10,44".

Rio do Rasto

Essa unidade é constituída essencialmente de rochas clásticas finas. Na base dominam os pelitos com intercalações de arenitos finos, e a porção superior é predominantemente arenosa com intercalações de pelitos. Essa disposição litológica levou muitos autores a dividirem a Formação Rio do Rasto nas unidades Serrinha (base) e Morro Pelado (topo), não usada neste trabalho, pela dificuldade em identificá-las em superfície, já que são variações graduais.

A Formação Rio do Rasto apresenta cores avermelhadas, dominantes tanto em afloramento quanto nas rochas frescas em subsuperfície. Os siltitos e arenitos apresentam laminação lenticular e paralela, wavy, mais comuns nos pelitos, enquanto os corpos arenosos, geralmente finos e bem

classificados, mostram ondulações, laminação cruzada e estratificação por truncamento de ondas. Os corpos arenosos apresentam-se com formas lenticulares e sigmoidais.

O contato com a Formação Estrada Nova sotoposta é transicional, marcado pelo progressivo aparecimento de cores avermelhadas e corpos arenosos. O ambiente deposicional dessa unidade caracteriza uma gradual restrição e regressão marinha, sendo marinho raso na base, passando a litorâneo e flúvio-deltaico no topo. Sua posição cronoestratigráfica é colocada no limite Permiano Superior-Triássico Inferior.

Ocorre na região Sudoeste da AI, sendo a unidade com maior representação em área do município de Aceguá.

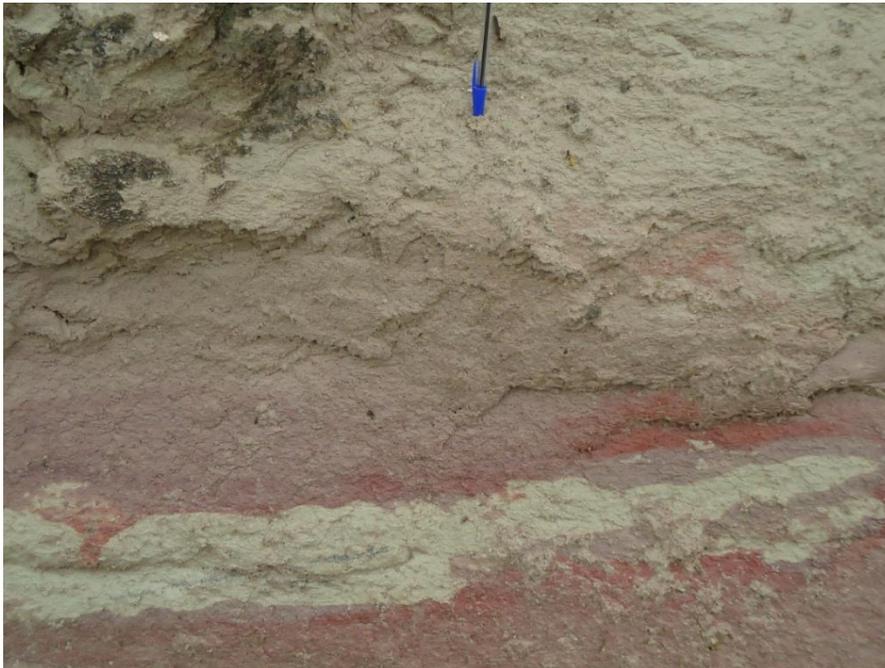


Figura 29: Detalhe dos afloramentos da Formação Rio do Rasto, próximo a intersecção da linha de transmissão junto a Rodovia BR-153.

Coordenadas: Fuso 21, Lat. 31°50'13,98"S e Long. 54°09'36,42"O.

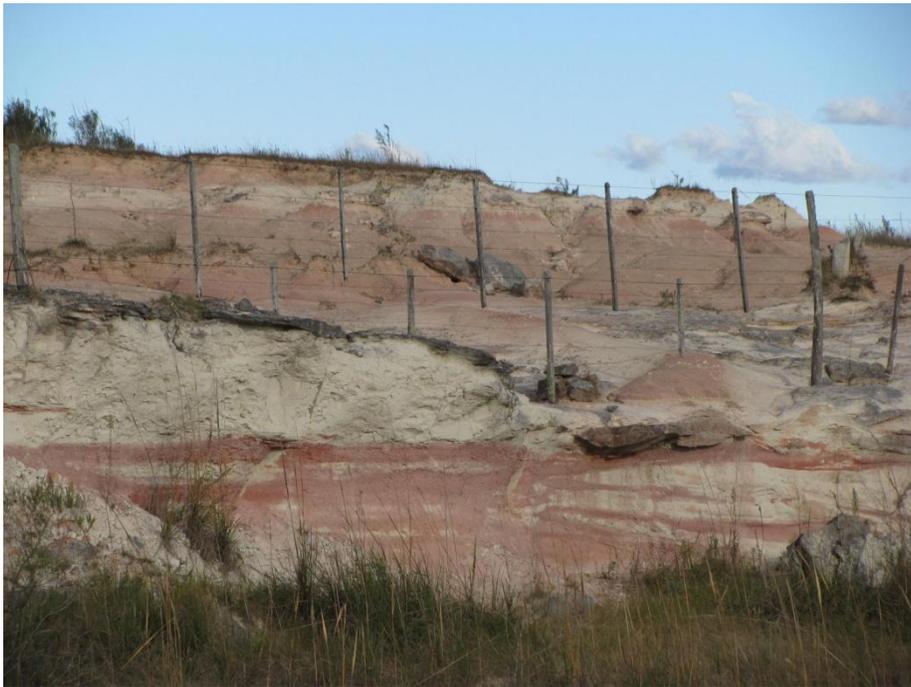


Figura 30: Afloramentos típicos da Formação Rio do Rasto, já fora da área de influência do empreendimento, junto a BR-153, entre Aceguá e Bagé.

Coberturas Cenozóicas

As coberturas cenozóicas ocorrentes na AII compreendem os sedimentos continentais de Formação Santa Tecla, uma delgada cobertura terciária que se sobrepõe às rochas gonduânicas e cristalinas na porção central do escudo.

Na área em foco, essas coberturas sedimentares encontram-se bem distribuídas ao longo da AII. Faixas aluvionares expressivas, caracterizadas por sedimentos inconsolidados (areias, cascalhos, argilas), são ainda encontradas ao longo dos principais cursos d' água e seus afluentes.

Formação Santa Tecla

Essa unidade foi criada por Carvalho (1932) sob a denominação de Série Santa Tecla e tendo por localidade tipo a serra homônima situada ao Norte da cidade de Bagé. Trabalhos posteriores de Formoso & Willig (1966), Tessari & Giffoni (1970) e Horbachtet al. (1986) vieram a caracterizar melhor a unidade, tanto do ponto de vista litológico, quanto ao seu posicionamento estratigráfico.

A Formação Santa Tecla ocorre na porção Norte de Hulha Negra, e estende-se para Oeste, para além dos limites da área mapeada. Morfologicamente corresponde a um grande platô com uma

drenagem dendrítica pouco encaixada e grande número de lagos, o que a torna muito característica em fotografias aéreas.

Nas bordas desse platô, onde a erosão seccionou mais profundamente seus sedimentos, desenvolve feições tabulares características, compondo pequenas elevações de topo achatado e vertentes íngremes. Essas feições, todavia, como ressaltaram Tessari & Giffoni (op. cit.), podem dar origem a interpretações errôneas, uma vez que os arenitos do topo da Formação Rio Bonito podem responder fisicamente da mesma forma. Esse fato foi constatado no âmbito da Folha Pedro Osório, razão pela qual houve uma redução na área mapeada da Folha Santa Tecla, quando comparada aos mapas geológicos precedentes.

Litologicamente está representada por arenitos e conglomerados que constituem um pacote maciço com estratificação pouco evidente ou ausente, e que foi afetado por fenômenos posteriores de silicificação e ferrificação. Em afloramento os arenitos apresentam um aspecto cavernoso, sendo mais comuns os arenitos ferruginosos, friáveis, avermelhados. Subordinadamente ocorrem arenitos com cimento silicoso de coloração esbranquiçada, amarelada e também rósea, bastante resistentes. É comum ocorrerem associadas, concreções silicosas de hábito mamelonar, distribuídas ao longo de certos níveis ou concentradas na superfície.

Os arenitos que compõem a Formação Santa Tecla são finos, bem selecionados, constituídos por grãos de quartzo arredondados a subarredondados, com grânulos de quartzo e feldspato dispersos. Localmente apresentam matriz argilosa e cimento carbonático ou ainda concreções carbonáticas. Não apresentam estratificação visível, salvo em raros casos, em que se intercalam níveis de um argilito róseo, localmente carbonático. Descrições mais completas desses arenitos são encontradas em Formoso & Willig (1966).

Os conglomerados são de ocorrência mais restrita, situando-se normalmente no terço inferior do pacote ou junto ao próprio contato inferior. Apresentam coloração rósea ou esbranquiçada devido ao cimento silicoso ou carbonático, e matriz arenosa ou caulínica, que envolve grânulos de quartzo e seixos arredondados de granito e quartzo. O conjunto possui aparência grosseira, imatura, com os seixos dispersos caoticamente (Tessari & Giffoni, 1970).

Tessari & Giffoni (op. cit.) constataram que a Formação Santa Tecla não foi afetada pelas falhas e fraturas que alcançaram toda a seqüência sedimentar gonduânica, e admitiram que a deposição da unidade se processou após terem cessado as últimas manifestações tectônicas relacionadas ao vulcanismo basáltico juro-cretácico da Formação Serra Geral. Em razão disso, admitiram que a unidade seria posterior ao Cretáceo, possivelmente do Terciário Inferior. Os trabalhos posteriores vieram a confirmar essas observações. Adicionalmente, a ausência de relações de contato com as

rochas alcalinas da Suíte Intrusiva Passo da Capela, reconhecidamente de posicionamento cronológico no Cretáceo Superior, também aponta para uma idade terciária para essas litologias.

Depósitos Aluvionares

Os Depósitos Aluvionares registrados na AII incluem os Depósitos de Tálus, Depósitos Coluvionares e Aluviões subatuais e atuais.

Os depósitos de Tálus são formados por blocos de rocha e agregados que, carregados pela gravidade, atulham os vales em forma de “V” da porção montante dos cursos d’água. Foram observados entre a divisa dos municípios Candiota, Pinheiro Machado e Pedras Altas, principalmente associados a uma zona de falha, no entanto estão fora da área de estudo.

Os Depósitos Coluvionares mais expressivos foram registrados na área sedimentar gonduânica, às margens do Arroio Candiota. Trata-se de produto de alteração de rochas, constituído especialmente por silte e argila.



Figura 31: Aluviões cascalhosos típicos junto ao Arroio do Tigre. Coordenadas: Fuso 22, Lat. 31°35'37,50”S e Long. 53°44'36,20”O.

Os Aluviões são encontradas ao longo dos principais cursos d’água. Na porção ocidental da área, sobre os terrenos sedimentares gonduânicos, as faixas aluvionares acompanham os cursos dos rios Negro e Jaguarão, bem como de seus afluentes, Vime e Candiota. Estes cursos d’água

apresentam planícies aluviais mais amplas, o que é explicado pela natureza sedimentar pouco resistente das litologias vizinhas, e por sua situação em terrenos relativamente planos e baixos. Como consequência, no regime de chuvas, os rios e arroios transbordam de suas margens, ocupam a planície de inundação, onde se dá uma sedimentação fina. Nessas drenagens os aluviões são formados por areias finas e materiais siltico-argilosos, com depósitos rudáceos muito restritos.

Ao contrário, os demais cursos d'água correm sobre terrenos cristalinos, e seus produtos aluvionares são mais grosseiros, com areias grossas e cascalhos dominantes.

1.3 ESPELEOLOGIA

Segundo o Centro Nacional de Estudo, Manejo e Proteção de Cavernas - CECAV, do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, em todo o Estado do Rio Grande do Sul existem apenas sete cavidades naturais cadastradas, no banco de dados que integra o Cadastro Nacional de Cavernas - CNC da Sociedade Brasileira de Espeleologia - SBE, todas distantes do empreendimento em estudo. Na área de influência do empreendimento em tela não foram constatados a existência de cavidades naturais tais como: cavernas, grutas, lapa, toca, abismo, fuma, entre outros cadastrados. De acordo com a literatura consultada, a Unidade Pelito-Carbonática do Complexo Metamórfico Porongos apresenta lentes de mármore, que são exploradas comercialmente pela Votorantim Cimentos, porém não há registro de carstificação ou dolinamentos associados a essa litologia. As áreas de afloramento do Complexo Metamórfico Porongos limitam-se ao extremo Nordeste da AII, portanto a área de implantação proposta para o empreendimento não está sujeita a ocorrência de dolinamentos ou outras feições cársticas como cavernas e sumidouros.

1.4 SISMICIDADE

O Brasil por está situado na porção central da Plataforma Sul Americana apresenta atividade sísmica relativamente baixa, ainda que se registrem, eventualmente, sismos de destaque, sobretudo na região Nordeste, Sudeste e na parte Norte do estado do Mato Grosso, associado às concentrações de tensões de origens diversas. Em regiões inter-placas, caracterizadas por baixa sismicidade, a ocorrência de abalos sísmicos pode estar relacionada à intervenção antrópica na natureza como barramentos, entre outros. Embora os pequenos esforços no maciço rochoso gerados pela sobrecarga causada pela massa de água no reservatório sejam insuficientes para provocar sismos, os efeitos da sobre carga e do aumento da pressão da água nos poros e fraturas das rochas, causados pela variação do nível hidráulico, favorecem a diminuição da resistência ao cisalhamento dos materiais atuando assim, como disparadores na liberação dos esforços pré-existentes na área do reservatório.

Conforme o Catálogo de Sismos do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo - IAG/USP, a ocorrência de abalos sísmicos no estado do Rio Grande do Sul é relativamente baixa, totalizando 15 sismos em um período de aproximadamente 200 anos. Considerando os dados apresentados acima, verifica-se que a área objeto do presente estudo apresenta baixa potencialidade à ocorrência de sismos, tendo em vista a sua condição inter-placas e a ausência de registros históricos de sismos naquela região.

Não existem dados históricos de ocorrência de movimentos sísmicos na AII e AID do empreendimento. A Figura 32, retirado do Boletim Sísmico Brasileiro – IAG/USP ilustra a sismicidade no Rio Grande do Sul e a localização do empreendimento.

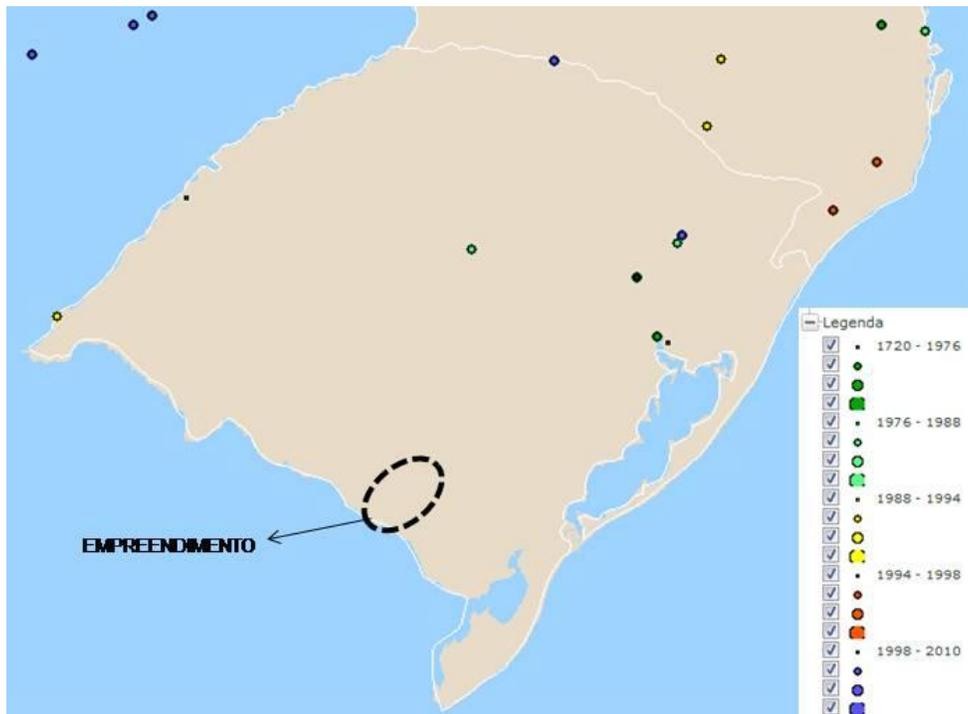


Figura 32: Ocorrências históricas de sismicidade no RS.
Fonte: USP, 2012.

1.5 GEOMORFOLOGIA E GEOTECNIA

A Geomorfologia na área de influência direta e indireta do empreendimento foi obtida da classificação geomorfológica do Rio Grande do Sul efetuada pelo projeto RADAMBRASIL (1986). Essa classificação parte da definição dos domínios morfoestruturais correspondentes às províncias geológicas. Os domínios morfoestruturais são definidos pelo conjunto de fatos geomorfológicos ligados aos aspectos geológicos de caráter amplo. Evidenciam grandes diferenciações geomorfológicas controladas por condições estruturais generalizadas ou por grandes extensões de litologia homogênea.

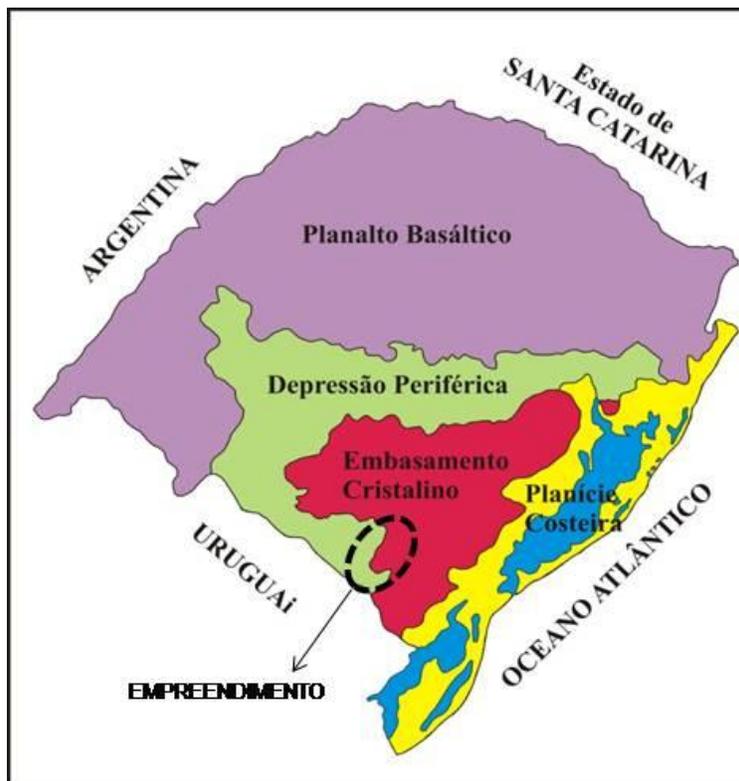


Figura 33: Compartimentação Geomorfológica esquemática do Rio Grande do Sul.
Fonte: UFRGS, 2012.

O estado do Rio Grande do Sul é dividido em 3 domínios morfoestruturais: Domínio dos depósitos sedimentares, Domínio das bacias e coberturas sedimentares, Domínio dos embasamentos em estilos complexos. Estes se correlacionam à 3 províncias geológicas: Província Costeira, Província Paraná e Província Mantiqueira. A área de estudo está inteiramente situada no Domínio

das Bacias e Coberturas Sedimentares, na Região Geomorfológica da Depressão Central Gaúcha, na unidade correspondente à Depressão Rio Ibicuí - Rio Negro.

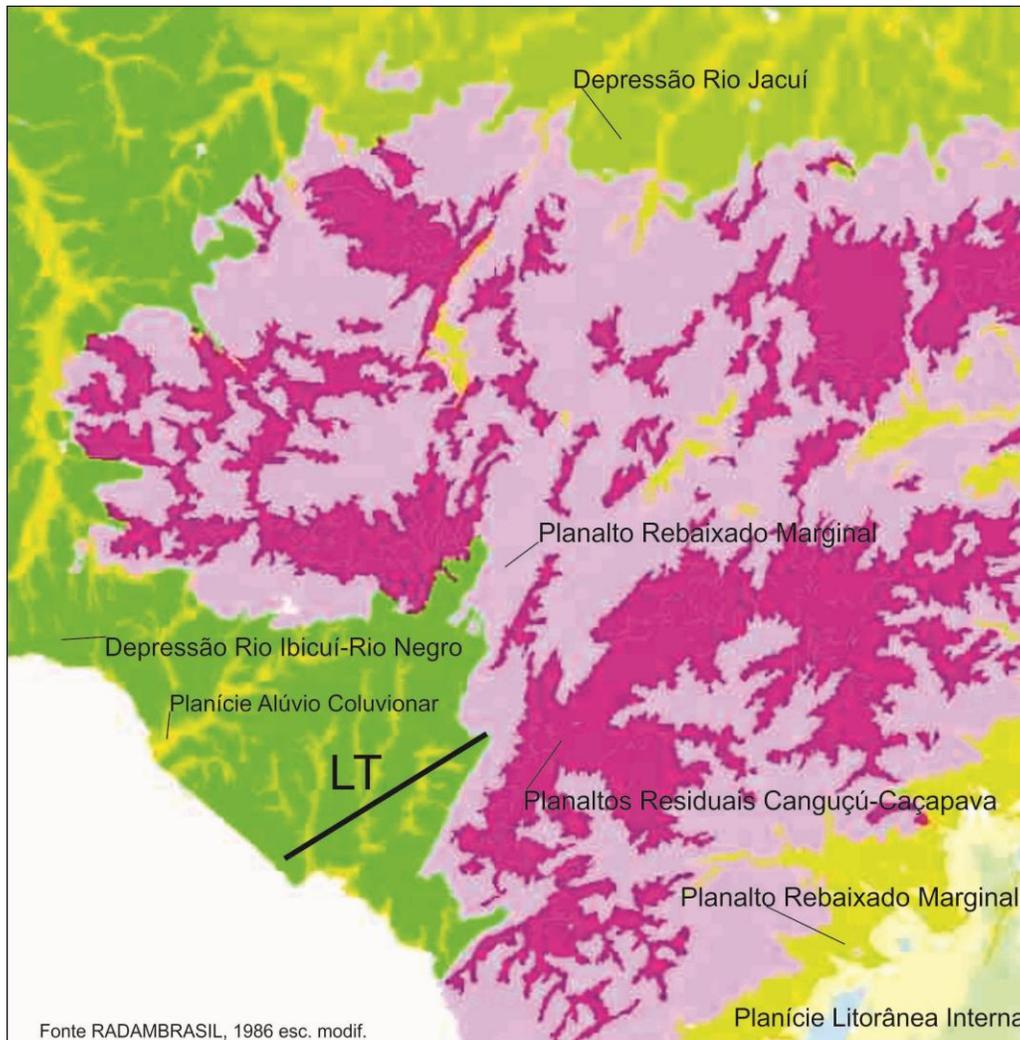


Figura 34: Mapa geomorfológico da região do empreendimento, destacando os principais elementos fisiográficos e o posicionamento da linha de transmissão.
Fonte modif. RADAMBRASIL, 1986.

A Depressão Central Rio-Grandense está posicionada na porção central do estado, sendo constituída por terrenos da Era Paleozóica. A região geomorfológica forma um arco em torno do Planalto Dissecado de Sudeste, envolvendo-o dos lados Norte, Oeste e Sul.

A unidade geomorfológica correspondente à Depressão Rio Ibicuí - Rio Negro está situada no Centro-Sul do Estado. Particularmente na área de estudo corresponde a uma superfície dissecada posicionada altimetricamente entre 100 a 400 metros do nível do mar, onde ocorrem vastas áreas

com superfícies levemente onduladas, sem grandes variações altimétricas. Ao Norte da AI, observamos as maiores cotas altimétricas e ao Sul altitudes mais próximas do nível do mar, principalmente nas imediações do Rio Jaguarão. A maior concentração de valores altimétricos está situada no intervalo de 100 a 220 metros, tendo com média das observações a cota de 200 metros aproximadamente. Neste segmento, dominam as amplas e alongadas formas de topos convexos ou planos, cujas encostas caem suavemente em direção aos vales, com aprofundamentos médios em torno dos 40 m. Essas formas de relevo são conhecidas, regionalmente, como coxilhas ou coxilhas baixas. No Anexo II é apresentado o Mapa Hipsométrico da Área de Influência Indireta – AI do empreendimento.

Na Figura 35 observa-se a vista panorâmica de leste para oeste a partir do embasamento cristalino em direção a área do empreendimento junto a Termoelétrica ao fundo, cujas altitudes aproximam-se de 400 metros, em direção a bacia sedimentar paleozoica, cujas altitudes giram em torno de 170 metros próximos a Candiota.



Figura 35: Vista panorâmica da fisiografia da região.



Figura 36: Visualização do relevo dissecado na Área de Influência Indireta do Empreendimento.

A Figura 36 ilustra as escarpas das serras sustentadas pelas rochas granitóides, com destaque para o relevo dissecado, observando-se a diferença entre as planícies aluvionares que dominam grande parte dos terrenos sedimentares retrabalhados nos períodos terciário e quaternário ocorrentes na porção sul do traçado da Linha de Transmissão de 525kV, conforme ilustra a Figura 37.



Figura 37: Planícies Sluvionares
Coordenadas: Fuso 21, Lat. 31°47'2,68"S e Long. 54°06'40,62"O.

Superposta a essas formas de relevo ocorre a unidade correspondente Planície Alúvio-Coluvionar. Caracterizada por vastas superfícies planas, rampeadas, recoberta por colúvio e com dissecação incipiente, localizada geralmente nos fundos de vale das coxilhas e se estendendo por faixas aluvionares marginais aos cursos d'água presentes na região.

Esses modelados estão relacionados ao trabalho erosivo dos rios e demais elementos hídricos, correndo preferencialmente no sentido N-S, os quais comandam uma rede de drenagem de padrões dendríticos e subdendríticos.

Esses rios apresentam ao longo de suas margens, bem como nas margens de seus afluentes, amplas áreas de acumulação fluvial, com uma extensão de 27.562 km². As margens baixas e planas desses rios e seus afluentes, resultantes da acumulação fluvial, apresentam áreas brejosas sujeitas a inundações periódicas, correspondentes às várzeas atuais ou áreas levemente inclinadas, apresentando rupturas de declive em relação à várzea e ao leito dos rios (terraços fluviais). Essas áreas de baixa declividade (0 a 4%) apresentam sedimentos quaternários com variação textural (depósitos arenosos, areno-argilosos e cascalhos), permeabilidade e erosão variáveis e com lençol freático próximo ou na superfície (áreas periodicamente ou permanentemente alagadas), favorecendo o escoamento superficial, com possibilidade de formações de sulcos ou ravinas. Os vales das bacias desses rios são geralmente largos e de fundo plano.

Dentro da Área de Influência Direta – AID foram observados na paisagem, aspectos representativos do modelado local, tais como formas de relevo predominantes, padrões gerais de altitudes e declividades, estrutura da rede de drenagem e padrões de uso e ocupação da terra.

A Figura 38 reproduz as feições geomorfológicas transicionais das áreas de relevo um pouco mais acidentado para as baixadas com desníveis entre as cotas 225 a 180 metros de altitude, aproximadamente. Vista de leste para oeste distanciando-se da área de influencia direta. São relevos estáveis geotecnicamente, assentados sobre sedimentos arenosos e silicosos, por vezes bem consolidados, cimentados, silicificados, minimizando o agravamento de processos erosivos.



Figura 38: Feições geomorfológicas transicionais.
Coordenadas: Fuso 22, Lat. 31°34'42,68" S e Long. 53°41'17,36" O.

Em direção a Linha de Transmissão 525kV, ainda dentro do município de Candiota o relevo é suave não ocorrendo problemas com processos erosivos nem tampouco instabilidades geotécnicas, conforme ilustra a Figura 39.



Figura 39: Vista da área de influencia direta, com destaque ao relevo suave.

O tipo de geomorfologia dominante em quase todo o trecho da linha de transmissão dizem respeito as Planícies e Terraços Aluviais, que são áreas planas situadas às margens dos rios, sujeitas aos processos de inundação atuais ou que tenham sido submetidas a estes processos em períodos pretéritos, sobretudo dos cursos d'água de maior ordem.

Estas planícies aluviais são constituídas por depósitos sedimentares arenosos, areno-argilosos e argilosos, por vezes contendo cascalhos, caracterizando-se por baixas declividades. Na área em estudo, as amplas planícies aluviais são encontradas com mais frequência ao longo das calhas dos Rios Jaguarão e Arroio Candiota no Município de Candiota, Arroio do Vime em Hulha Negra.

A Figura 40 ilustra a vista em direção nordeste dentro da Área de Influência Direta – AID, com destaque para a quebra suave de relevo existente entre as litologias metamórficas ao fundo, os terrenos da Formação rio Bonito e em primeiro plano as planícies aluviais. Em primeiro plano uma barragem rasa quase completamente seca, devido ao forte período de estiagem.



Figura 40: Vista de planícies aluvionares à frente e litológicas metamórficas ao fundo.

As planícies aluviais são bastante abundantes em todo o traçado da futura linha de transmissão 525kV, em especial no município de Aceguá, conforme ilustra a Figura 41.



Figura 41. Vista de sudoeste para nordeste, próxima a Aceguá
Coordenadas: Fuso 21, Lat. 31°47'2,68"S e Long. 54°06'40,62"O.

Outro tipo de geomorfologia que se alternam entre as bacias hidrográficas são as Colinas Médias que são caracterizadas por formas amplas com topos amplos e suaves e vertentes dissecadas. Tem como principal fator a condicionante geológica. São feições de relevo que estão associadas a níveis siltsos a arenosos por vezes mais competentes que sustentam pequenas elevações e colinas.



Figura 42: Vista da Área de Influência Direta.

Mesmo as colinas mais acidentadas mostram vertentes suavizadas pelo espesso solo desenvolvido sobre as litologias sedimentares. Os relevos mais acidentados estão localizados na parte inicial da linha de transmissão, como esta fotografia ilustra

Com relação aos processos erosivos na paisagem que compreende a área de influência do empreendimento foi conduzido com o intuito de se estabelecer a relação existente entre o diagnóstico realizado, o manejo do solo, a ocupação antrópica e os impactos ambientais existentes. A paisagem estudada, vista sob uma abordagem sistêmica, pode ser definida como uma unidade resultante das inter-relações entre os elementos físicos e biológicos da natureza e suas interações com as atividades antrópicas, ocorridas no espaço e no tempo (GUERRA & MARÇAL, 2006).

Segundo Guerra (2000), para se estudar as feições erosivas deve-se levar em consideração o conjunto dos fatores que controlam os processos que lhes dão origem. No geral, estes processos são determinados pelos seguintes fatores: compartimentação geomorfológica; declividade dos terrenos; características meteorológicas (principalmente pluviosidade); aspectos geológicos estruturais; uso e ocupação do solo; classes de solo e seus graus de suscetibilidade à erosão. Por meio dos processos de erosão laminar, em sulcos incisivos e voçorocamentos, que integram os processos de transporte de sedimentos da dinâmica das encostas, os movimentos de massa

também se comportam como agentes de transporte de sedimentos, agindo diretamente na modificação e reafeiçoamento da paisagem.

Com relação aos processos erosivos podemos constatar que a maior interferência neste quesito refere-se a ação antrópica, principalmente relacionada com a agricultura, abertura de acessos e secundariamente a mineração, mais concentrada e pontual associado as atividades de mineração de carvão.

As culturas que apresentam ciclo anual em determinado período do ano (colheita) podem expor o solo. A pecuária extensiva ou leiteira, desenvolvida em diversos locais, pode acarretar na compactação do solo, causada pelo pisoteio excessivo do gado. Abertura de acessos e estradas vicinais ou atividades de manutenção destas, aliadas à ausência de redes eficientes de escoamento de águas superficiais, podem contribuir na formação de feições erosivas ao logo destas vias.

Como já citamos a atividade mineradora ocorre com mais intensidade na porção NE da AII, é a responsável pelas maiores degradações geomorfológicas e paisagísticas da região. A atividade tem alto potencial de degradação, uma vez que altera significativamente as condições naturais nas áreas mineradas. Ressalta-se que a mineração ocorre em minas a céu aberto, dada a condição dos depósitos superficiais dos recursos minerais extraídos.

Durante o processo extrativo do carvão e calcário, responsáveis por grande parte das atividades econômicas do local, diversos maquinários pesados são utilizados para retirada e transporte do minério. A lavra resultante do processo é muitas vezes estéril, e de difícil recuperação. Os processos erosivos decorrentes da atividade podem acarretar movimentações de massa locais restritas aos locais de jazida, sendo os mineradores responsáveis pela plena recuperação da mina. Na AID, os processos são pontuais de baixa interferência e não há registros de movimentos intensos tais como deslizamentos, queda ou rolamento de blocos que movimentem grandes volumes que possam provocar risco ao meio e às comunidades circunvizinhas.

Durante as análises efetuadas para caracterização geomorfológica da área em estudo, não foram identificados pontos com grande suscetibilidade ao desencadeamento de processos erosivos. Como foi citado anteriormente dadas as características explicitadas, considerando as condições geológicas e geomorfológicas descritas, associadas aos processos deflagrados na área de influência da Interligação Brasil-Uruguai e no seu entorno, podemos concluir que a atividade não oferece riscos de desencadear processos erosivos com maior intensidade, provocando grandes movimentações de terra que possam promover assoreamentos de rios e cursos d'água ou atingir benfeitorias e restringir o uso de propriedades.

1.6 PEDOLOGIA

Para este estudo foram realizados levantamentos de campo, consultas a cartas topográficas, fotografias aéreas e imagens de satélite, visando auxiliar os técnicos envolvidos nos levantamentos de solos das áreas de influência direta e indireta do empreendimento.

O diagnóstico de solos existentes nesta região foi realizado seguindo-se como base o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, apresentado em 1999 durante o XXVII Congresso Brasileiro de Classificação de Solos e atualizado no ano de 2006. Este sistema é caracterizado por ser multicategórico, hierárquico e aberto, sendo estruturado em seis níveis categóricos. Neste estudo foram considerados os dois primeiros níveis para classificação dos solos, sendo eles: ordem e subordem.

As Ordens de solos (13 classes ao todo) são definidas devido a critérios relacionados com o processo de formação dos solos, com propriedades passíveis de identificação em campo. As subordens são separadas por características que possam refletir a atuação de processos secundários de formação ou que ressaltem a ausência de diferenciação entre horizontes ou resultantes da própria formação do solo que tenham algum efeito na importância agrícola. As informações de solo são de suma importância na avaliação ambiental, pois os diferentes tipos de solos remetem a informações relacionadas às suas características de formação, podendo fornecer informações como presença constante de água, formações aluviais, susceptibilidade a processos erosivos, resistência do sistema (solo + micro-fauna) a contaminação química, capacidade de recuperação natural dos mesmos, etc. A área do estudo está na abrangência de quatro municípios, sendo eles, Aceguá, Hulha Negra, Candiota e Pedras Altas. Caracterizam-se da seguinte forma:

Município de Aceguá

Está totalmente inserido no Domínio Morfoestrutural das Bacias e Coberturas Sedimentares. (IBGE, 1986). A região geomorfológica da Depressão Central Gaúcha apresenta dois segmentos: um leste-oeste e outro norte-sul, separando o Planalto Meridional ao norte do Planalto Sulriograndense ao sul e sudeste, a leste com a Planície Costeira interna e a oeste com o Planalto da Campanha. É uma região de baixa altitude entre dois planaltos onde os processos erosivos sobre rochas paleozóicas, triássicas e jurássicas produziram relevo ondulado. Esta região foi

dividida em duas unidades geomorfológicas: a Depressão do Rio Jacuí com orientação predominante leste-oeste e a Depressão Rio Ibicuí-Rio Negro com orientação predominante norte-sul.

Município de Hulha Negra

Está em um ambiente favorável metalogeneticamente. Trata-se de uma área com elevado potencial para mineralizações de metais-base (cobre, chumbo e zinco) associados a metais nobres (ouro e prata), além de possuir as maiores reservas de calcário dolomítico (corretivos de solo) do estado e as jazidas de carvão de Hulha Negra e Seival.

Município de Candiota

Está inserido predominantemente no Domínio Morfoestrutural das Bacias e Coberturas Sedimentares. O norte do município, entretanto, encontra-se no contato com o Domínio Morfoestrutural de Estilos Complexos. e situa-se na região geomorfológica da Depressão Central Gaúcha no contato com a região geomorfológica do Planalto Sulriograndense. Os projetos de assentamento do INCRA em Candiota situam-se integralmente sobre a unidade geomorfológica Depressão do Rio Ibicuí-Rio Negro (UFRGS, 2007: 7,8).

Município de Pedras Altas

Faz parte da porção meridional do Estado do Rio Grande do Sul, sobre terrenos cristalinos do Escudo Sul-Riograndense. A origem do Escudo Sul-Riograndense está vinculada ao Ciclo Orogênico Brasileiro, entre 450 e 700 m.a., (SCHOBENHAUS E CAMPOS, 1984), e é constituído pelo Cráton do Rio de La Plata, de idade Arqueana, e pela faixa móvel Brasileira desenvolvida na sua borda oriental - o Cinturão Dom Feliciano (CÉSAR, 1980).

Compreende associações de rochas metamórficas, ígneas e sedimentares, que estão distribuídas num complexo arranjo tectonoestratigráfico. Nas áreas ao norte e oeste do município, os terrenos estão recobertos pelas rochas sedimentares gonduânicas da Província Paraná que pertencem ao

Fanerozóico, além de alguns depósitos recentes.

Ocorrência de áreas degradadas e processos erosivos na AID

Em relação à ocorrência de áreas degradadas ou com processos erosivos, estas se localizam principalmente na porção inicial do traçado, em propriedades onde é realizada a extração de carvão e nas margens das estradas vicinais do início do traçado da linha de transmissão Candiota – Aceguá. Nestes locais observam-se a presença de óxido de ferro junto ao Arroio dos Tigres e grandes processos erosivos avançando sobre o leito estradal. Outro local que merece destaque é a travessia sobre a bacia de inundação do Rio Jaguarão, que durante as épocas de chuvas expressa as propriedades plásticas dos solos existentes nesta baixada. Recomenda-se que durante a realização das obras, o trânsito de veículos neste local seja antecipado de preparo da via, com a utilização de saibro pouco argiloso ou através do espalhamento de britas e pedriscos para se evitarem danos à estrada e transtornos ao fluxo de moradores locais. Na Figura 43 é visualizada a estrada em questão, com destaque para veículo tracionado sendo rebocado por trator.

Para cada tipo de solo encontrado na área de influência indireta é apresentado o fator de erodibilidade do solo, que é componente da Equação Universal da Perda de Solo, que é um dos modelos de precisão mais aceitos tecnicamente para determinação de perdas de solo por processos erosivos. O Fator de Erodibilidade é composto por uma relação entre a textura do solo, seu teor de matéria orgânica, sua estrutura e permeabilidade, que são determinantes para uma maior resistência ou não de determinado solo à ação dos fatores de erosão, como vento e água. A ocorrência de processos erosivos ainda é uma variável que depende da cobertura do solo e das declividades. No Anexo III é apresentado o Mapa de Declividades da Área de Influência Indireta do Empreendimento, com a indicação das áreas com maior susceptibilidade à ocorrência de processos erosivos.

Indicação dos graus de aptidão agropecuária dos solos da AID/AII

A indicação dos graus de aptidão agropecuária foi baseada no método definido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, que se denomina Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras. Utilizar o recurso solo com ponderação, ocupando áreas adequadas

ao uso demandado garante uma continua oferta de estrutura ao desenvolvimento de sistemas produtivos.

Outra referencia para a definição das aptidões agrícolas de determinados solos foi proposta pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – FAO, que em boletim emitido no ano de 1977 definiu as classes de aptidão agrícola em:

- Classe Boa - terras sem limitações significativas para a produção sustentável de um determinado tipo de utilização, observando as condições do manejo considerado. Há um mínimo de restrições que não reduzem a produtividade ou os benefícios, expressivamente, e não aumentam os insumos acima de um nível aceitável.
- Classe Regular - terras que apresentam limitações moderadas para a produção sustentável de um determinado tipo de utilização, observando as condições do manejo considerado. As limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, elevando a necessidade de insumos para garantir as vantagens globais a serem obtidas com o uso. Ainda que atrativas, essas vantagens são sensivelmente inferiores àquelas auferidas nas terras de classe Boa.
- Classe Restrita - terras que apresentam limitações fortes para a produção sustentável de um determinado tipo de utilização, observando as condições do manejo considerado. Essas limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, ou então aumentam os insumos necessários, de tal maneira que os custos só seriam justificados marginalmente.
- Classe Inapta - terras que apresentam condições que parecem excluir a produção sustentável do tipo de utilização em questão. Ao contrário das demais, esta classe não é representada por símbolos. Sua interpretação é feita pela ausência das letras no tipo de utilização considerado.

Juntamente com o Mapa de Pedológico, apresentado no Anexo IV, são demonstradas as classes de aptidão de cada solo observado na Área de Influência Indireta.

Descrição dos Solos Ocorrentes na Região do Empreendimento

O Rio Grande do Sul caracteriza-se por uma heterogeneidade muito grande de tipos de solos, tendo em vista a grande diversidade dos fatores responsáveis pela formação desses solos.

Ocorrem nas Áreas de Influência do Empreendimento, os seguintes tipos de solos:

Brunizém Vértico (Chernossolo), Planossolo eutrófico (Planossolo), Planossolo Vértico (Planossolo), Vertissolo (Vertissolo), Gleissolo Húmico eutrófico (Gleissolo), Litólicos distróficos e eutrófico (Neossolos), Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico e eutrófico (Argissolo), Aluviais eutróficos (Alissolo), Podzólico Vermelho-Escuro distrófico (Argissolo).

É apresentado no Anexo IV o Mapa Pedológico da Área de Influência Indireta do Empreendimento contendo elementos de aptidão agrícola dos mesmos. O mapa de uso do solo na área de influência indireta é apresentado em anexo ao Volume III – caracterização do meio biótico, por fazer relação com os diferentes usos relacionados à cobertura vegetal existente na AII.

BT – Brunizém Vértico (Chernossolo)

[Suscetibilidade à erosão K = 0,82]

Esses são solos sempre eutróficos, com valores muito elevados da soma e saturação em bases, sendo praticamente nulos os teores de alumínio trocável. Distinguem – se das classes dos Vertissolos por apresentarem nítido desenvolvimento do horizonte B, boa diferenciação de cor entre os horizontes, principalmente com o solo seco, e/ou evidências de podzolização mostrada através do gradiente textural e/ou expressão de cerosidade. São solos moderadamente drenados, de coloração bruno – escura ou bruno – acinzentada muito escura, sendo derivados de diferentes litologias. Nas partes mais movimentadas os declives normalmente são curtos e os solos são bastante sujeito à erosão.

De maneira geral, os solos desta classe são de ótima fertilidade natural, no entanto apresentam propriedades físicas adversas ao uso, principalmente com cultivos anuais. Sua alta densidade aparente, baixa porosidade e alto grau de expansão volumétrica, notadamente no horizonte subsuperficial, tornam esses solos pouco permeáveis, muito plásticos e pegajosos quando molhados e muito duros quando secos, dificultando, sobretudo, o manejo. Na maior parte das vezes são utilizados por pastagens naturais ou cultivados e por arroz irrigado nas áreas onde o relevo plano favorece (IBGE, 1986).

TABELA 1 – Resumo das características do solo.

BT

Horizonte Simb.	Prof. cm	Frações da amostra total %		Comp. Granulométrica (tfsa) %			Argila dispersa em água %	Umidade equivalente %	K
		Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,2-0,5 mm	Silte 0,5-0,002 mm	Argila <0,002 mm			
A	0-30	100	13	12	50	25	17	26	0,82

Fonte: IBGE, 1986.

PLe – Planossolo eutrófico (Planossolo)

[Suscetibilidade à erosão K = 1,02]

São solos típicos de áreas baixas, onde o relevo permite excesso permanente ou temporário de água, ocasionando fenômenos de redução que resultam no desenvolvimento de perfis com cores cinzentas, indicativas da gleização. Uma característica marcante desta classe é a presença de horizonte superficial eluvial de textura arenosa ou média, que contrasta abruptamente com horizonte subjacente B, de elevada concentração de argila.

São derivados de sedimentos aluvionares referentes ao período quaternário, provenientes de arenitos e siltitos. A principal limitação ao uso agrícola destes solos diz respeito à sua má drenagem, dificultando o manejo por excesso de umidade. Vêm sendo adequadamente utilizados com arroz irrigado em rotação com pastagens, observando-se igualmente cultivos de soja em áreas de melhor drenagem (IBGE, 1986).

TABELA 2 – Resumo das características do solo.

PLe

Horizonte Simb.	Prof. cm	Frações da amostra total % Terra fina <2 mm	Comp. Granulométrica (tfsa) %				Argila dispersa em água %	Umidade equivalente %	K
			Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,2-0,5 mm	Silte 0,5-0,002 mm	Argila <0,002 mm			
A	0-30	100	21	43	26	10	4	14	1,02

Fonte: IBGE, 1986.

PLv Planossolo Vértico (Planossolos)

São solos cujas características morfológicas assemelham-se aos planossolos anteriormente descritos. Apresentam sequência de horizonte A, Bt e C, colorações bruno-escuras, bruno-acinzentadas muito escuras, sendo o horizonte A do tipo chernozêmico ou moderado, normalmente de textura média.

O horizonte Bt é de textura argilosa ou muito argilosa, estrutura prismática composta de blocos subangulares e angulares moderada a fortemente desenvolvida, muito plástico e muito pegajoso, sendo comum à presença de slickensides em sua porção inferior, daí sua caracterização como vértico.

Geralmente, estes solos possuem alta soma de bases, com valores acima de 20mE/100 g de solo no horizonte B, onde o cálcio contribui com mais de 80%. Podem ou não apresentar concentrações de carbono de cálcio neste horizonte e/ou no C e estas,

quando presentes, caracterizam os solos cálcicos.

São encontradas na Unidade de Relevo Depressões Periféricas da Bacia do Paraná, nas proximidades de Bagé e Dom Pedrito, em altitudes de 100 a 250 m, sob vegetação do tipo Estepe. São originados de arenitos finos, siltitos argilosos e folhelhos e também de siltitos arenosos com ocasionais intercalções calcíferas.

Estes solos, apesar das boas características químicas lhes conferir alta fertilidade natural, apresentam sérias limitações devido às más propriedades físicas e a drenagem imperfeita. Apesar de ocuparem áreas de relevo plano e suave ondulado, a estruturação relativamente pobre no horizonte A, aliada a baixa permeabilidade do B, torna estes solos propícios à erosão, quando cultivados.

O trabalho mecânico é bastante dificultado, dados os seus elevados índices de contração e expansão, tornando-se muito plásticos e pegajosos, quando molhados, e muito duros, quando secos.

A utilização mais apropriada para estes solos é com pastagens. Os campos geralmente apresentam cobertura com gramíneas e leguminosas de ótima qualidade.

Eventualmente, poderão ser cultivados com culturas anuais (milho, trigo, sorgo, arroz).

V – Vertissolo (Vertissolo) [Suscetibilidade à erosão K = 0,90]

Compreende solos minerais argilosos que apresentam pronunciadas mudanças em volume decorrente da variação no teor de umidade, em especial, nas regiões onde há pelo menos algum período seco, presença de superfície de ficção ou *slickensides* decorrente da movimentação da massa do solo, microrrelevo e agregados estruturais cuneiformes. São solos difíceis de serem trabalhados, pois são muito duros quando secos, formando torrões compactos, e muito plásticos e muito pegajosos quando molhados, aderindo aos implementos agrícolas. Suas propriedades de contração e fendilhamento quando secos e expansão quando úmidos são devidas ao predomínio de argila do tipo 2:1, com dominância da montmorilonita, seguida da vermiculita. A ocorrência destes solos na AID merece atenção sobre o aspecto de manutenção de vias para o fluxo de veículos durante a realização das obras, sendo necessárias medidas como cobertura das vias com materiais pétreos junto a travessia da baixada aluvionar do rio Jaguarão.

Os solos dessa classe, em razão de suas características, necessitam de um estado ótimo de umidade para serem arados. Utilizados, na maior parte das vezes, por pastagens naturais de boa

qualidade, trigo, sorgo e milho, são moderadamente sujeitos à erosão, requerendo cuidados especiais de conservação quando cultivados (IBGE, 1986).

TABELA 3 - Resumo das características do solo.

V

Horizonte	Frações da amostra total %	Comp. Granulométrica (tfsa) %					Argila dispersa em água %	Umidade equivalente %	K
		Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,2-0,5 mm	Silte 0,5-0,002 mm	Argila <0,002 mm			
Simb.	Prof. cm								
A	0-15	99	3	2	43	52	37	57	0,90

Fonte: IBGE, 1986.



Figura 43: Vista de Vertissolo em estrada próxima a área de influencia direta. Destaque para as características plásticas destes solos.

HGHe – Gleissolo Húmico eutrófico (Gleissolo)

[Suscetibilidade à erosão K= 0,66]

Essa classe compreende solos hidromórficos que se caracterizam pela presença de um horizonte Glei dentro de 60 cm da superfície. Esse horizonte é formado em condições de excesso de umidade, temporário e permanente, resultando em cores de redução acentuadas, comumente cinzentas ou cinzento-oliváceas. São solos medianamente profundos, mal drenados e com permeabilidade muito baixa. Apresentam argila de atividade alta e usualmente textura argilosa no horizonte subsuperficial. Ocorrem, geralmente, em áreas deprimidas, sujeitas a inundações, e margens de cursos de água, sendo desenvolvidos sobre sedimentos do Quaternário.

Os principais fatores limitantes à utilização destes solos dizem respeito às suas más propriedades físicas e drenagem, uma vez que o lençol freático se mantém geralmente muito próximo à superfície, utilizados com frequência por culturas anuais de verão com bons rendimentos, sendo muito recomendáveis para produção de hortaliças (IBGE, 1986).

TABELA 4 – Resumo das características do solo.

Ghe

Horizonte	Prof. cm	Frações da amostra total %					Argila dispersa em água %	Umidade equivalente %	K
		Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,2-0,5 mm	Silte 0,5-0,002 mm	Argila <0,002 mm			
A	0-15	99	4	3	52	41	24	34	0,66

Fonte: IBGE, 1986.



Figura 44: Vista parcial de local com cultivo de arroz na Área Diretamente Afetada, sob Gleissolos eutróficos.

Rd e Re – Litólicos distróficos e eutrófico (Neossolos)

[Suscetibilidade à erosão <Rd> K = 0,72; <Re> K = 0,33]

Esta classe compreende solos poucos desenvolvidos, rasos, que possuem o horizonte A diretamente assentados sobre a rocha ou sobre um pequeno horizonte C, geralmente com muito material de rocha em decomposição. Apresentam-se bem acentuadamente drenados e com características morfológicas, físicas e químicas muito variáveis em função do material litológico o qual se origina: Planalto da Araucárias, Planalto da Campanha e Planalto Sul-riograndense.

Dentre todas é no Planalto Sul-rio-grandense que esta classe de solos apresenta maiores variações na sua fertilidade natural, principalmente em função da grande diversidade geológica encontrada. A ocorrência desses solos engloba porções de relevo desde ondulado até montanhoso.

Sua utilização é restringida pela pequena espessura da camada superficial e pelo relevo em grande parte da área, bem como pela pedregosidade e presença de afloramentos rochosos nas porções muito dissecadas. Sendo a maior parte desses solos utilizada por pastagens naturais, de

média a baixa qualidade, sendo também usados para a produção de culturas anuais como milho, feijão e outras, principalmente nas áreas de colônia, onde predominam pequenas propriedades rurais (IBGE, 1986).

TABELA 5 – Resumo das características do solo.

Rd

Horizonte	Frações da amostra total %	Comp. Granulométrica (tfsa) %				Argila dispersa em água %	Umidade equivalente %	K	
		Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,2-0,5 mm	Silte 0,5-0,002 mm				Argila <0,002 mm
A	0-25	85	8	6	44	42	28	39	0,72

Fonte: IBGE, 1986.

TABELA 6 – Resumo das características do solo.

Re

Horizonte	Frações da amostra total %	Comp. Granulométrica (tfsa) %				Argila dispersa em água %	Umidade equivalente %	K	
		Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,2-0,5 mm	Silte 0,5-0,002 mm				Argila <0,002 mm
A	0-30	84	33	9	25	33	12	24	0,33

Fonte: IBGE, 1986.

PVd e Pve – Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico e eutrófico (Argissolo)

[Suscetibilidade à erosão <Pvd> K = 0,33; <Pve> K = 0,92]

Esta classe compreende a solos minerais, não hidromórficos, caracterizando-se pela presença de horizonte B textural, com considerável iluviação de argila evidenciada pela expressiva relação textural e/ou recolhimento por filmes de material coloidal na superfície de contato das unidades estruturais. São solos medianamente profundos e profundos (raramente rasos), com coloração variável.

Na sua grande maioria são solos bem drenados e apresentam argila de atividade baixa. Em geral, predominam solos de baixa fertilidade natural, tendo baixos valores da soma e saturação em bases. Esses solos ocorrem em áreas de relevo desde o suave ondulado até o forte ondulado e são derivados de diferentes litologias. Dependendo da litologia responsável pela sua formação podem apresentar diferenças edáficas importantes, bem como implicações distintas ao uso. Em geral, são utilizados com pastagens naturais na maior parte da área, sendo também expressivos

os cultivos anuais, onde os Afloramentos de Rocha constituem empecilho a qualquer atividade agrícola. No local onde esta prevista a construção da Subestação Candiota ocorrem estes Argissolos Vermelho-Amarelos, conforme visualização de perfil apresentada na Figura 45.



Figura 45: Perfil de Argissolo Vermelho-Amarelo em área próxima ao local da Subestação Candiota.

Os principais fatores que limitam a sua utilização referem-se á baixa fertilidade natural e ao relevo em que ocorrem, exigindo calagens e adubações além de práticas de conservação do solo intensivas para controle de erosão.

A adoção de técnicas conservacionistas adequadas bem como a colagem e as adubações químicas e orgânicas constituem práticas fundamentais para o bom aproveitamento agrícola destes solos, atualmente utilizados por culturas permanentes de acácia, eucalipto e *citrus*, e de ciclo anual como milho, mandioca, abóbora e melancia (IBGE, 1986).

TABELA 7 - - Resumo das características do solo.

PVd

Horizonte	Frações da amostra total %	Comp. Granulométrica (tfsa) %					Argila dispersa em água %	Umidade equivalente %	K
		Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,2-0,5 mm	Silte 0,5-0,002 mm	Argila <0,002 mm			
A	0-30	98	57	12	20	11	4	10	0,33

Fonte: IBGE, 1986.

TABELA 8 – Resumo das características do solo.

Pve

Horizonte Simb.	Prof. cm	Frações da amostra total %		Comp. Granulométrica (tfsa) %			Argila dispersa em água %	Umidade equivalente %	K
		Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,2-0,5 mm	Silte 0,5-0,002 mm	Argila <0,002 mm			
A	0-30	100	11	47	26	16	9	18	0,92

Fonte: IBGE, 1986.

Ae – Aluviais eutróficos (Alissolo)

[Suscetibilidade a

erosão K = 0,72]

Essa classe compreende solos pouco desenvolvidos, apresentando horizonte A usualmente do tipo moderado, sobrepondo camadas estratificadas sem relação pedogenética entre si e de composição química, mineralógica e granulométrica variada. Consiste de depósito de sedimentos aluvionares lacustres do Holoceno, sofrendo frequente acréscimo por ocasião das inundações. As condições de má drenagem e inundações limitam com frequência o uso agrícola destes solos (IBGE,1986).

TABELA 9 – Resumo das características do solo.

Ae

Horizonte Simb.	Prof. cm	Frações da amostra total %		Comp. Granulométrica (tfsa) %			Argila dispersa em água %	Umidade equivalente %	K
		Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,2-0,5 mm	Silte 0,5-0,002 mm	Argila <0,002 mm			
A	0-25	85	8	6	44	42	28	39	0,72

Fonte: IBGE, 1986.

Ped – Podzólico Vermelho-Escuro distrófico (Argissolo)

[Suscetibilidade à erosão K = 0,51].

São solos muito profundos com pequenas diferenciação entre os horizontes. A cerosidade quando presente é fraca e pouca e a estrutura fraca ou moderadamente desenvolvida geralmente em blocos subangulares. Apresenta sequência de horizonte A, Bt e C, baixa saturação e soma de

bases, com alumínio trocável e saturação com alumínio elevados, constituindo os fatores mais limitantes ao seu aproveitamento agrícola.

Esses solos ocorrem em áreas de relevo suave ondulado, utilizadas principalmente com pastagem e reflorestamento com eucalipto. O seu uso carece de cuidados, devendo ser empregados sempre que possível, práticas conservacionistas ajustam a essas características (IBGE, 1986).

TABELA 10 – Resumo das características do solo.

Ped

Horizonte Simb.	Prof. cm	Frações da amostra total %		Comp. Granulométrica (tfsa) %				Argila dispersa em água %	Umidade equivalente %	K
		Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,2-0,5 mm	Silte 0,5-0,002 mm	Argila <0,002 mm				
A	0-30	100	15	11	34	40	35	25,4	0,51	

Fonte: IBGE, 1986.

1.7 RECURSOS MINERAIS

No DNPM - Departamento Nacional da Produção Mineral, em consulta realizada no dia 17 de julho de 2012, estão cadastrados 37 (trinta e sete) processos nos municípios de Candiota, Hulha Negra e Aceguá, conforme Mapa dos Recursos Minerais apresentados no Anexo V.

Cabe ressaltar que somente 11 processos sofrem interferência direta com a Linha de transmissão a ser implantada e somente 01 (um) processo está na fase de Concessão de Lavra, próximo a Candiota, pertencente a Companhia Riograndense de Mineração (Carta de Anuência da CRM e Cópia da Publicação do Bloqueio Minerário DNPM, apresentados no Anexo VI). A seguir uma recente pesquisa realizada junto aos processos de interesse, organizados seqüencialmente de nordeste para sudoeste, Isto é de Candiota para Aceguá, ao longo do traçado do empreendimento:

810.763/2006 - Indústria de Calcário Caçapava – Requereu pesquisa para calcário e granito, em fase de alvará de pesquisa até 2014.

816.817/1973 – CRM – Companhia Riograndense de Mineração – Possui Portaria de Lavra para carvão.

810.480/2011 – CBC – Companhia Brasileira do Cobre – Possui requerimento de pesquisa para calcário.

802.355/1975 – CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – Possui Relatório Final de Pesquisa aprovado em 1984.

810.188/1975 – CRM – Companhia Riograndense de Mineração – Possui Portaria de Lavra para carvão, com lavra paralisada desde 1998.

810.189/1975 – CRM – Companhia Riograndense de Mineração – Possui Requerimento de Lavra para carvão e sapropelito.

814.965/1974 – CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – Possui Relatório Final de Pesquisa aprovado para carvão em 1984.

814.978/1974 – CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – Possui Relatório Final de Pesquisa aprovado para carvão em 1984.

814.977/1974 – CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – Possui Relatório Final de Pesquisa aprovado para carvão em 1985.

814.976/1974 – CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – Possui Relatório Final de Pesquisa aprovado para carvão em 1985.

810.029/1984 – CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – Possui Relatório Final de Pesquisa para carvão e folhelho betuminoso aprovado em 1996.

Quando a disponibilidade de possíveis fornecedores de materiais como brita, pedras, material para aterro e areia foram identificados nas áreas de influencia diversos processos regularizados que poderiam dispor de volumes suficientes para o atendimento às obras. Como destaque, são listados abaixo os fornecedores de materiais básicos, sendo esta informação apresentada no Mapa de Localização de jazidas e fornecedores, anexado ao Volume I – Caracterização do empreendimento.

- Areia: Comércio de Areia Nossa Senhora dos Navegantes, implantado no município de Hulha Negra. (DNPM 810.792/2011)
- Saibro para aterro: Construbrás Construtora Ltda, implantado no município de Candiota. (DNPM 810.558/2008)
- Saibro para aterro: Saibreira Municipal de Aceguá, implantado no município de Aceguá (DNPM 810.023/2004)
- Brita/Pedras: Entel Ltda, implantada no município de Bagé. (DNPM 811.263/2010)

Como bota fora, devido ao pequeno volume a ser escavado durante as obras, recomenda-se que seja realizado acordo com a Companhia Riograndense de Mineração para que o material seja destinado aos bota-foras das jazidas de carvão da empresa, próximas às obras da subestação, de onde sairão os maiores volumes de material. As imagens abaixo ilustram possíveis jazidas de empréstimo próximas ao traçado da Interligação Elétrica Brasil – Uruguai.



Figura 46: Saibreira municipal de Aceguá.



Figura 47: Lavra de calcário realizado pela Votoram.



Figura 48: Lavra de carvão em andamento pela CRM.

1.8 PALEONTOLOGIA

Paleontologia deriva do grego *palaios* que significa antigo, *ontos* que significa ser e *logos* que significa estudo, portanto é a ciência que estuda os fósseis animais e vegetais, sua descrição, classificação, evolução, interação dos seres pré-históricos com seus antigos espaços, distribuição e datação de rochas portadoras de fósseis, entre outros.

A paleontologia é dividida em dois grandes grupos de estudos: a paleobotânica ou fitopaleontologia (fósseis vegetais); e, a paleozoologia (fósseis animais).

A fim de realizar a caracterização da paleontologia da AID do empreendimento Interligação Elétrica Brasil – Uruguai, compilou-se dados do Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul, na escala 1:750.000 (CPRM, 2012) e consultas bibliográficas.

No Rio Grande do Sul existem diversos sítios paleontológicos registrados, os quais podem ser visualizados na Tabela 21.

Tabela 21: Sítios paleontológicos do Rio Grande do Sul.

NOME DO SÍTIO	LOCALIDADE	CARACTERÍSTICAS	ERA
Sítios Paleobotânicos do Arenito Mata	Nos Municípios de Mata e São Pedro do Sul	Lenhos fósseis silicificados – densa floresta de coníferas com até 30 metros de altura	Meso-neotriássico
Tetrápodes triássicos do Rio Grande do Sul	Nas Formações Sanga do Cabral, Santa Maria e Caturrita	Paleofauna de sinápsidos (cinodontes e dicinodontes), diápsidos (rincossauros, tecodontianos e dinossauros) e pararreptilianos (procolofonídeos)	Eo-triássico, Neoisotriássico, Carniano, e Neocarniano a Eo-noriano
Minas do Camaquã	Município de Caçapava do Sul – região central do Escudo Sul Riograndense	Sítio geológico-metalogenético, já se constituiu na principal reserva de cobre do sul do Brasil.	Grupo Guaritas: Farenozóico–Paleozóico–Ordoviciano Grupo Santa Bárbara: Proterozóico–Neoproterozóico–Ediacariano
Canyons do Itaimbezinho	Entre os Estados do	Sítios geomorfológicos: ligados à erosão de talvegue que os	Acidentes Triássico Superior

NOME DO SÍTIO	LOCALIDADE	CARACTERÍSTICAS	ERA
Fortaleza	Rio Grande do Sul e Santa Catarina	muitos cursos de rios obseqüentes regionais efetuaram transversalmente às escarpas basálticas, expondo o ventre rochoso contínuo da extraordinária pilha de rochas vulcânicas	
Dunas do Albardão	Lagoa da Mangueira (litoral sul do RS). Entre os Municípios de Santa Vitória do Palmar e Rio Grande.	Sítios geomorfológicos: sedimentos arenosos que a constituem são essencialmente siliciclásticos terrígenos provenientes da erosão das rochas do Escudo Sul-Riograndense, da Depressão Central e do Planalto das Araucárias.	Entre o Cretáceo e o Neógeno
Afloramento Morro do Papaléo	Município de Mariana Pimentel	Sítios Paleontológicos: fonte de fósseis vegetais preservados de depósitos do Subgrupo Itararé e da Formação Rio Bonito.	Permiano Inferior
Barrancas Fossilíferas	Província Costeira do Rio Grande do Sul. Município de Arroio Chuí.	Sítios Paleontológicos: cerca de 4m abaixo da superfície camada de espessura indeterminada, composta por areias de granulação média, amarelo-avermelhadas, exibindo estratificação plano-paralela e cruzada de baixo ângulo. Acima desta camada encontram-se areia lamosa de coloração bege. Acima desta há uma camada com sedimentos finos e restos vegetais. A camada superficial contém solo atual e areia com matéria orgânica, recoberta por gramíneas.	Eventos tectônicos iniciados no Jurássico
Afloramento Quitéria	Município de Encruzilhada do Sul	Sítios Paleontológicos: registros fitofossilíferos únicos O afloramento é dividido em dois níveis bastante distintos, um inferior com grande acúmulo de matéria orgânica, e outro superior, clástico e com rico registro de mega-flora fóssil.	Paleozóico Superior
Passo das Tropas	Município de Santa Maria	Sítios Paleontológicos: associação fitoflorística identificada como Flora <i>Dicroidium</i> .	Triássico
Paleotoca	Município de	Sítios Paleontológicos: túneis de grandes dimensões escavados em	Cenozóico

NOME DO SÍTIO	LOCALIDADE	CARACTERÍSTICAS	ERA
	Cristal	sedimentos terciários. Sugerem que tenha sido produzido por um xenartro dasipodídeo (tatu-gigante).	
Sítio Fossilífero Predebon	Quarta Colônia – Formação Santa Maria. Município de São João do Polêsine.	Sítios Paleontológicos: Pegadas de vertebrados triássicos no sul da Bacia do Paraná	Triássico
Guaritas Camaquã	do Município de Caçapava do Sul	Sítios sedimentológicos: feições geomorfológicas na forma de morros escarpados que, em conjunto, definem uma aparência ruiniforme.	Cambriano

Fonte: CPRM, 2012.

Segundo MCT – PUCRS (2012) o Rio Grande do Sul é um dos estados do Brasil mais privilegiados em termos paleontológicos, pois apresenta exposições de sedimentos triássicos únicos no Brasil e no Mundo, que se chama Formação Santa Maria. A PUCRS não registrou fósseis na AID do empreendimento.

A UFRGS (2012) menciona que os tipos de fósseis encontrados no sul do Brasil são as Formas Permianas e as Formas Triássicas. Em estudos da UFRGS encontrou-se próximo da AID na rodovia Bagé-Aceguá, há aproximadamente de 200 m a 42 km do empreendimento, um crânio de pareiassáuro *Provelosaurus americanus*.

Em análise aos dados do SIGEP – Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (CPRM, 2012) não há registros de sítios paleontológicos na AID do empreendimento.

Na Figura 49 podem-se observar as localizações dos sítios paleontológicos existentes no Rio Grande do Sul, destacando em vermelho o empreendimento.

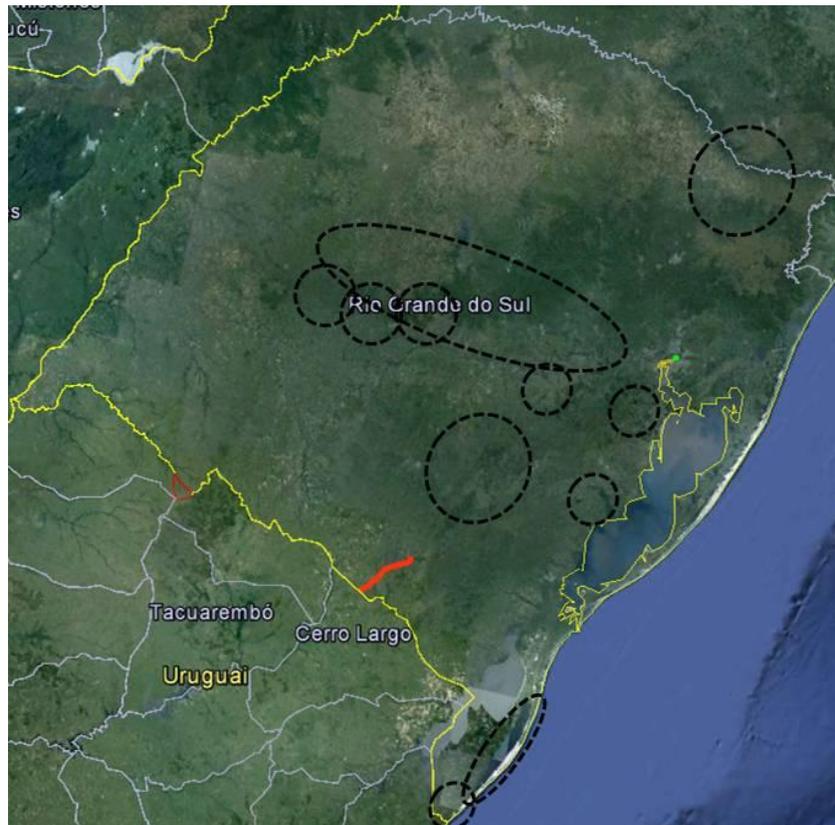


Figura 49: Localização dos sítios paleontológicos registrados RS.

Segundo dados do Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul, na escala 1:750.000 (CPRM, 2012), a geologia local da AID do empreendimento Interligação Elétrica Brasil-Uruguai é constituída da Formação Rio do Rasto, Subgrupo Estrada Nova e Formação Irati, todos pertencentes ao Grupo Passa Dois pertencentes à Era Paleozóica e Período Permiano; da Formação Rio Bonito pertencente ao Grupo Guatá pertencente à Era Paleozóica e Período Permiano; e dos Depósitos Aluviais relacionados à barreiras-holocênicas pertencente à Era Cenozóica, Período Neógeno e Época Holoceno.

1.9 HIDROGEOLOGIA

Com base no Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB, cuja execução teve como metodologia uso simultâneo e integrado de diferentes técnicas de pesquisa geológica obteve-se um cadastro hidrogeológico realizado paralelamente ao levantamento geológico e serviu de base para a elaboração do presente texto. Neste trabalho foram cadastrados na área 197 pontos d'água, compreendendo 148 poços tubulares profundos e rasos (96 localizados na folha, e 52 em áreas adjacentes), 21 poços escavados rasos, sete captações de vertentes, três “olhos d'água” e 18 furos de sonda para pesquisa de carvão com surgência das águas subterrâneas.



Figura 50: Mapa Hidrogeológico da região do empreendimento.
Fonte: modif. Mapa Hidrogeológico do RS MME-CPRM-DRH-RS, 2005.

Na Figura 50 destaca-se que em geral as águas subterrâneas são mal distribuídas, na maioria dos casos ausente e de péssima qualidade. Os aquíferos subterrâneos estão relacionados com o

sistema aquífero do embasamento cristalino, compreendendo em geral litologias graníticas fraturadas, com capacidades específicas inferiores a $0,5 \text{ m}^3/\text{h/m}$.

Outro sistema aquífero denomina-se Palermo-Rio Bonito, constituindo-se de arenitos finos a médios esbranquiçados intercalados com siltitos e argilitos onde as capacidades específicas são em média inferiores a $0,5 \text{ m}^3/\text{h/m}$. Neste aquífero as salinidades variam entre 800 e $1500 \text{ m}^3/\text{h/m}$. Em maiores profundidades são salinos.

Os demais sistemas hidrogeológicos apresentam vazões muito baixas ou estão secos como os aquíferos permianos ou os aquíferos eo-paleozóicos, que em geral possuem poços tubulares secos.

A quase totalidade dos pontos de água subterrânea cadastrados localiza-se nas sedes municipais e vilas adjacentes. Os 52 poços tubulares profundos de captação de água subterrânea cadastrados em áreas adjacentes localizam-se principalmente nas sedes dos municípios de Bagé e Herval.

Foram identificados e caracterizados dois sistemas aquíferos principais, com comportamentos hidrogeológicos distintos, classificados de acordo com a sua importância regional. Esses sistemas estão representados pelas rochas do embasamento cristalino, principalmente granitóides, e pelas rochas sedimentares da Formação Rio Bonito.

Embasamento Cristalino (Granitóides)

O maior número de poços tubulares profundos cadastrados está relacionado aos granitóides e, de modo geral, às demais rochas do embasamento cristalino. Essas rochas cristalinas comportam-se como maus aquíferos, produzindo poços tubulares profundos freqüentemente secos e com vazões comumente baixas.

Os perfis dos poços tubulares cadastrados pela CRM, que atravessaram rochas do embasamento cristalino, geralmente não registram entradas d'água que possam caracterizar a existência de fraturas abertas nessas rochas. As observações de campo, por sua vez, evidenciam que as pequenas acumulações de águas subterrâneas nesses aquíferos estão restritas às zonas superficiais (não superiores a 15m de profundidade) de alteração das rochas, podendo ser ampliadas pela presença de: depósitos gravitacionais de encostas; restos de rochas sedimentares paleozóicas intemperizadas; sedimentos da cobertura cenozóica, como ocorre nos poços perfurados pela CPRM em vilas próximas à sede do município de Capão do Leão, adjacente à área da folha.

Formação Rio Bonito

Os poços tubulares profundos cadastrados, com melhor desempenho hidrogeológico, estão relacionados às rochas sedimentares gonduânicas que cobrem parcela significativa da área de influência.

Os aquíferos normalmente buscados são os arenitos da Formação Rio Bonito, de granulação predominantemente fina a média, extensos e intercalados com camadas de siltitos argilosos e folhelhos, o que lhes confere um caráter confinado e artesianos.

Apresentam efetivos riscos de contaminação química, quando os poços atravessam as camadas de carvão que se intercalam na seção dessa unidade estratigráfica. Esses aquíferos são responsáveis pelo abastecimento de água das vilas Seival, São Simão, Dario Lassance e João Emílio, no município de Candiota, e da sede municipal de Hulha Negra.

A Cobertura da Camada de Carvão Candiota constituída de intercalações de arenitos friáveis e folhelhos carbonosos, com camadas de carvão descontínuas e espessura aproximada de 10m a 15m, é responsável pelas inúmeras fontes e poços rasos escavados que abastecem as propriedades, respectivamente, das vilas João Emílio e Dario Lassance, no município de Candiota (GIARDIN,1985). Segundo os moradores locais, esses dois meios de captação de águas subterrâneas não secam, mesmo em períodos de prolongada estiagem.

A seção inferior a Camada de Carvão Candiota composta por um conjunto sedimentar, abriga os principais aquíferos da Formação Rio Bonito, representados por arenitos de granulação fina a média dominante, bem classificados e com grande extensão lateral, produzindo poços tubulares profundos, em geral surgentes, e com vazões superiores a 10m³/hora.

As águas subterrâneas contidas neste conjunto são normalmente de má qualidade química, em face da grande disponibilidade de contaminantes à base de óxidos de ferro, enxofre e gás sulfídrico, produzidos pela alteração da pirita existente nas camadas de carvão.

O Exército Brasileiro opera um poço tubular situado no Assentamento Boa Vista do Butiá e distribui água para as comunidades afetadas pela histórica seca da região. Está situado sobre o aquífero Palermo-Rio Bonito, possui as seguintes coordenadas Fuso 22 Lat. 31°38'7,82"S e Long. 53°46'38,58"O, conforme ilustra a Figura 51.



Figura 51: Captação de água pelo exército, para distribuição a população.

Cobertura Sedimentar Cenozóica

Outro sistema aquífero bem representado, mas pouco explorado, está associado à cobertura sedimentar cenozóica, na qual estão incluídas as associações litológicas a seguir referidas. Aluviões – apresentam exposições expressivas nos vales do rio Piratini (baixo curso) e dos afluentes dos rios Camaquã (da margem direita) e do Jaguarão (da margem esquerda); e menores afloramentos na faixa Oeste da área, nas margens do Arroio Candiota e nas cabeceiras do Rio Negro.

Não foi cadastrado nenhum poço tubular profundo de captação de águas subterrâneas nesses aluviões.

1.10 HIDROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS

Segundo SEMA (2012), a bacia hidrográfica se refere a “área de captação natural da água da chuva que escoam superficialmente para um corpo de água ou seu contribuinte”, sendo os limites determinados pelo relevo, e os divisores de águas as áreas significativamente elevadas. O corpo d’água principal da bacia é a origem do nome da mesma, e este recebe água de diversos afluentes, os quais podem ter diversos contribuintes menores, que surgem como sub-bacias.

Neste item, primeiramente serão caracterizadas as regiões hidrográficas do Brasil e as regiões hidrográficas do Rio Grande do Sul, posteriormente as bacias na Área de Influência Indireta (AII) da Interligação Elétrica Brasil-Uruguai e a caracterização hídrica localizada na Área de Influência Direta (AID) do empreendimento.

As informações foram obtidas por meio de pesquisa bibliográfica atualizada, no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Agência Nacional de Águas (ANA), Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Secretaria do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul (SEMA), Departamento de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul, Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul (PERH-RS), Fundação ZOO Botânica RS, bem como em periódicos e livros. Para as análises dos recursos hídricos, realizou-se trabalho de campo desempenhado no período de 07/05/2012 a 25/05/2012. A realização da coleta e análise da água foi feita pelo Laboratório ALAC, o qual possui sede no município de Porto Alegre/RS. A coleta aconteceu no dia 25/05/2012, em três cursos d’água principais atingidos pela Interligação Elétrica Brasil-Uruguai. Os parâmetros analisados foram: Clorofila a, Coliformes Termotolerantes, Cor Aparente, DBO5, DQO, Fósforo Total, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio Amoniacal, Óleos e Graxas, Oxigênio Dissolvido, pH, Sólidos Dissolvidos Totais, Sólidos Totais, Temperatura da Água e Turbidez.

1.10.1 Hidrografia do Brasil

A América do Sul, em se tratando de recursos hídricos, possui bacias consideradas as maiores do mundo, como exemplo, a Bacia do Amazonas. Por ser característica da região os climas úmidos, equatorial e tropical úmido, com altos índices pluviométricos, explica o elevado potencial hídrico da região. As principais bacias contempladas são: Bacia do Amazonas (1), Bacia do Prata (2), Bacia Orinoco (3) e Bacia do Rio São Francisco (4), conforme mostra a Figura 52.

O Brasil possui uma vasta rede hidrográfica, a qual é subdividida em oito Bacias Hidrográficas: Bacia do Rio Amazonas, Bacia do Tocantins-Araguaia, Bacia do Atlântico trechos Norte/Nordeste, Bacia do Rio São Francisco, Bacia do Atlântico Leste, Bacia do Rio Paraná, Bacia do Rio Uruguai e Bacia do Atlântico Sul trecho Sudeste. A Figura 52, lado direito, apresenta as Bacias Hidrográficas do Brasil, identificando em círculo preto pontilhado a região da Interligação Elétrica Brasil-Uruguai (Estado do Rio Grande do Sul), que fica inserido nas BH do Uruguai e do Atlântico Sul trecho Sudeste.

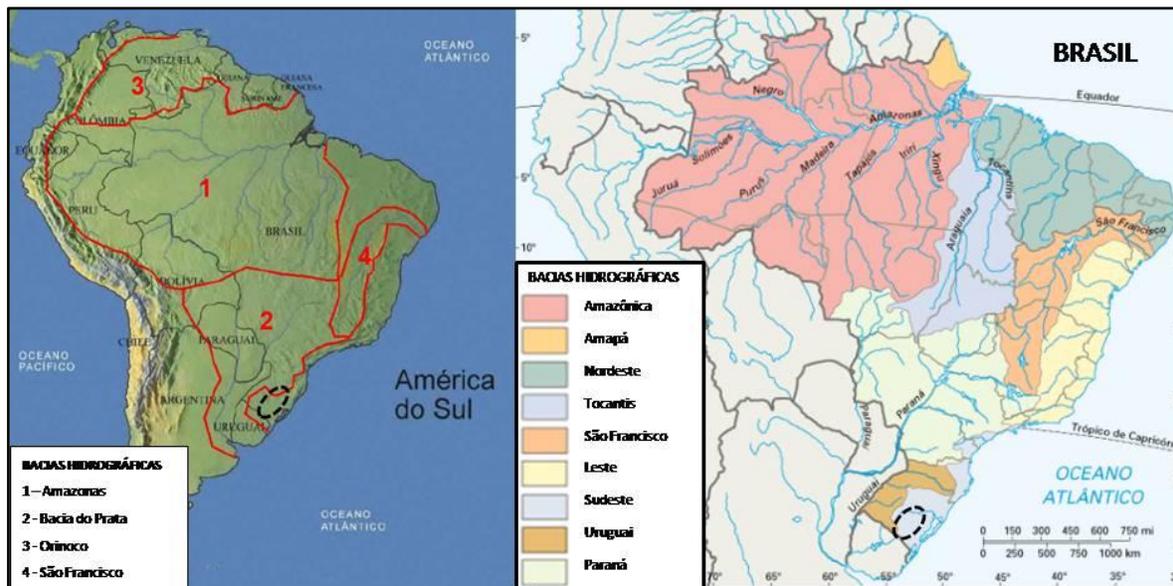


Figura 52: Bacias Hidrográficas da América e Brasileiras identificando a região da LT em pontilhado preto.

Fonte: adaptado da Geografia das Dinâmicas Hídricas e da Web Carta, 2012.

A Bacia do Rio Uruguai abrange uma área de aproximadamente 384.000 km², sendo 176.000 km² situado em território nacional, compreendendo os Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Esta bacia possui vazão média anual de 3.600 m³/s.

A bacia do Atlântico Sul – Trecho Sudeste possui área de drenagem em território nacional de 224.000 Km², banha extensas áreas do Estado do Rio Grande do Sul e parte dos Estados de Santa Catarina, Paraná e São Paulo.

1.10.2 Hidrografia no Rio Grande do Sul

O Rio Grande do Sul é dividido em três regiões hidrográficas conforme o artigo 38 da Lei 10.350/1994, que regulamentou o artigo 171 da Constituição Estadual do Rio Grande do Sul. Essas regiões foram subdivididas em 25 unidades de bacias hidrográficas (BH), 22 são de domínio estadual. As três regiões hidrográficas são: a região do rio Uruguai que coincide com a bacia nacional do Uruguai, a região do Guaíba e a região do Litoral, as quais coincidem com a bacia nacional do Atlântico Sudeste.

A Figura 53 apresenta a divisão das Regiões Hidrográficas e bacias hidrográficas no Rio Grande do Sul. O círculo pontilhado é a região onde a Interligação Elétrica Brasil - Uruguai irá atravessar.

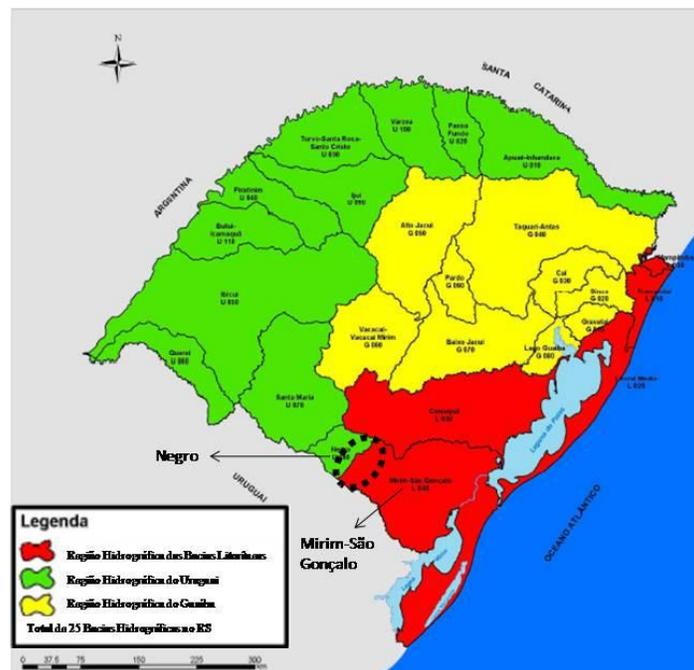


Figura 53: Regiões e bacias hidrográficas do rio Grande do Sul.
 Fonte: Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul, 2006

1.10.3 Regiões e Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul

Conforme citado anteriormente o estado é dividido em três regiões hidrográficas, as quais serão detalhadas a seguir.

A região hidrográfica do Uruguai (Figura 54) é subdividida em onze bacias hidrográficas e é formada pelas bacias do extremo norte e oeste do Estado que drenam diretamente para o rio Uruguai: BH dos rios Apuaê-Inhandava, BH do rio Passo Fundo, BH do rio da Várzea, BH dos rios

Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo, BH do rio Ijuí, BH do rio Piratinim, BH dos rios Butuí-Icamaquã, BH do rio Ibicuí, BH do rio Quaraí. A BH do rio Santa Maria drena indiretamente o rio Uruguai. Já a BH do rio Negro não drena para o rio Uruguai.

Esta região ocupa uma área de aproximadamente 127.031,13 km², correspondendo a 47,88% do Estado. Entre os usos do solo, os mais preponderantes são a irrigação e a geração de energia. Os principais impactos ambientais são o lançamento de esgotos (urbano e rural) sem prévio tratamento, erosão do solo nas áreas rurais, assoreamento dos cursos d'água, a contaminação por agrotóxicos e a mineração.

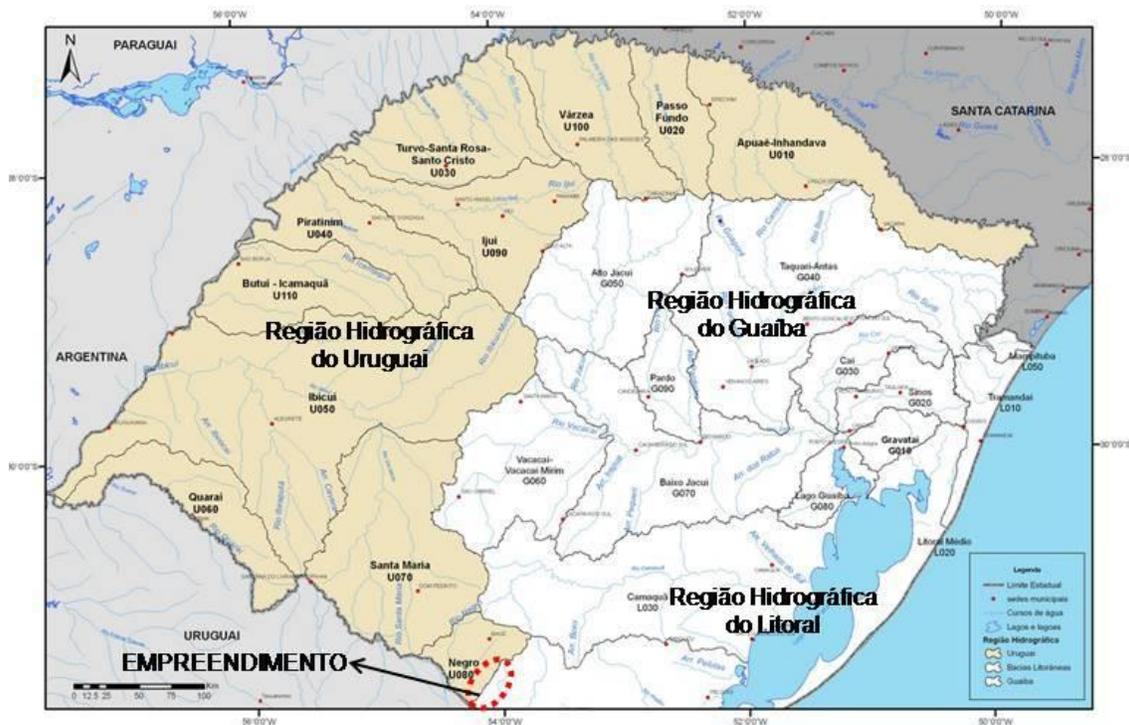


Figura 54: Região Hidrográfica do Uruguai, destacada em bege.
 Fonte: Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA), 2012

A região hidrográfica do Guaíba (Figura 55) é subdividida em nove bacias hidrográficas e é formada pelas bacias da porção norte e central do Estado que drenam para o Lago Guaíba, o qual também foi subdividido em uma bacia individualizada: BH do Lago Guaíba. As bacias que drenam para o lago são: BH do rio Gravataí, BH do rio dos Sinos, BH do rio Caí e BH do Baixo Jacuí. As bacias seguintes drenam para o rio Jacuí: BH do rio Taquari-Antas, BH do rio Pardo, BH do rio Alto Jacuí e BH dos rios Vacacaí-Vacacaí Mirim.



Figura 56: Região Hidrográfica do Litoral, destacada em bege.
Fonte: Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA), 2012.

1.10.4 Bacias hidrográficas na área de influência indireta (AII)

A AII que compreende os municípios de Aceguá, Candiota, Hulhas Negras e Pedras Altas, está inserida nas regiões hidrográficas do Uruguai e do Litoral, mas especificamente nas Bacias Hidrográficas do rio Negro, do rio Jaguarão, do rio Camaquã e Piratini-São Gonçalo-Mangueira. No Gráfico 5 estão identificadas as bacias hidrográficas atingidas por município da AII do empreendimento. No anexo VII é apresentado o Mapa de Microbacias Hidrográficas da Área de Influência Indireta do Empreendimento.

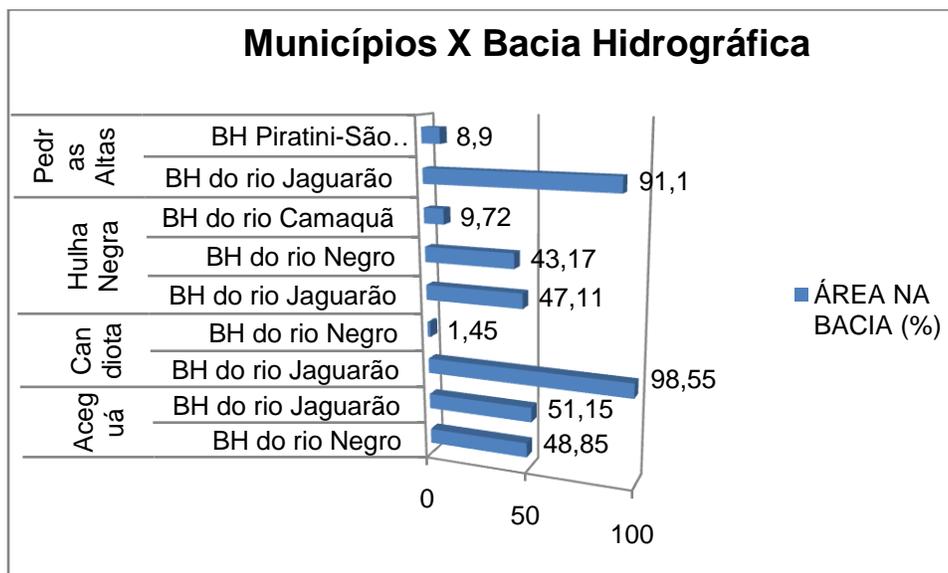


Gráfico 5: Municípios da All do empreendimento e porcentagem das BH que atingem.
Fonte: Relatório Anual Sobre a Situação dos Recursos Hídricos no Estado do Rio Grande do Sul, 2012.

As demandas hídricas (m³/s) de todas as bacias hidrográficas que atingem a All do empreendimento podem ser observadas na Tabela 22.

Tabela 22: Demanda hídrica (m³/s) das Bacias Hidrográficas que atingem a All.

BACIA HIDROGRÁFICA	HUMANO	IRRIGAÇÃO	ANIMAL	INDUSTRIAL	TOTAL	TOTAL ESPECÍFICA (L/S/KM ²)
Negro	0,30	4,77	0,14	0,012	5,22	1,741
Jaguarão	--	--	--	--	--	--
Camaquã	0,47	35,69	0,86	0,036	37,05	1,721
Piratini-São Gonçalo- Magueira	--	--	--	--	--	--

Fonte: Plano Estadual de Recursos Hídricos. Relatório da Atividade A.1 – Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas. Ecoplan, 2006.

1.10.4.1 Bacia Hidrográfica do Rio Negro

A bacia hidrográfica do Rio Negro (Figura 57) situa-se na região sudoeste do Estado, mais precisamente nas coordenadas geográficas: 31°08' a 31°50'S e 53°46' a 54°41'W, tendo uma população total atingida de 110.317 habitantes, área de drenagem de 3.071,49 km², vazão média próxima da foz de 86,3 m³/s (ponto do rio Jaguarão na confluência do Arroio Bote), descarga específica média (vazão média/área) de 18,2 l/s/km².

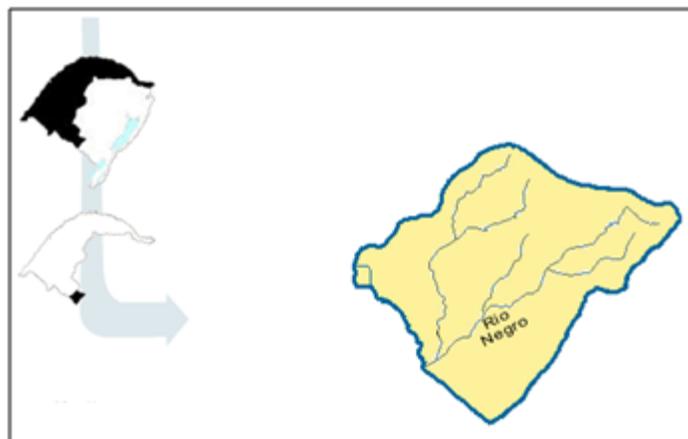


Figura 57: Bacia Hidrográfica do Rio Negro.
Fonte: FEPAM, 2012.

A Figura 58 apresenta a BH do Rio Negro (destacada em azul) e os municípios (destacados em verde) atingidos pela mesma, a linha em vermelho será a Interligação Elétrica Brasil-Uruguai.

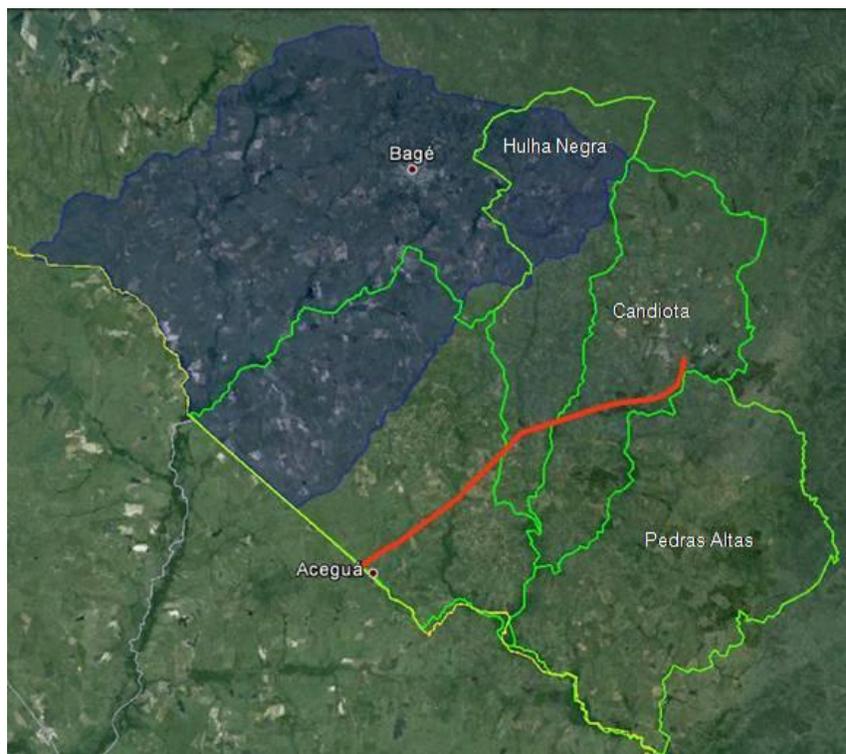


Figura 58: BH Rio Negro (azul) e municípios atingidos.
 Fonte: adaptado do Google Earth, 2012.

Os principais usos consuntivos da água superficial da bacia são: Abastecimento humano, animal e industrial e a irrigação.

A estimativa de reservas reguladoras de águas subterrâneas para a BH do Rio Negro pode ser observado na Tabela 23.

Tabela 23: Reservas reguladoras de águas subterrâneas para BH do Rio Negro.

RESERVA REGULADORA (HM ³ /ANO)	PRINCIPAIS SISTEMAS AQUÍFEROS AFLORANTES	% DE OCORRÊNCIA NA BACIA	VAZÃO (Q) (M ³ /H)	CAPACIDADE ESPECÍFICA (QS) (M ³ /H/M)
	Aquitardos permeanos	61.85		Em geral muito baixa
13	Embasamento Cristalino	30.95	4.5	
5	II Palermo/Rio Bonito	7.20	9.6	

Fonte: Plano Estadual de Recursos Hídricos. Relatório da Atividade A.1 – Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas. Ecoplan, 2006.

1.10.4.2 Bacia Hidrográfica do Rio Jaguarão

A bacia hidrográfica do Rio Jaguarão (Figura 59) situa-se na região sudoeste do Estado, mais precisamente nas coordenadas geográficas: 31°30' a 34°35'S e 52°15' a 55°15'W, tendo uma população total atingida de 45.415 habitantes, área de drenagem de 5.780,60 km², vazão média próxima da foz de 86,3 m³/s (ponto do rio Jaguarão na confluência do Arroio Bote), descarga específica média (vazão média/área) de 18,2 l/s/km².

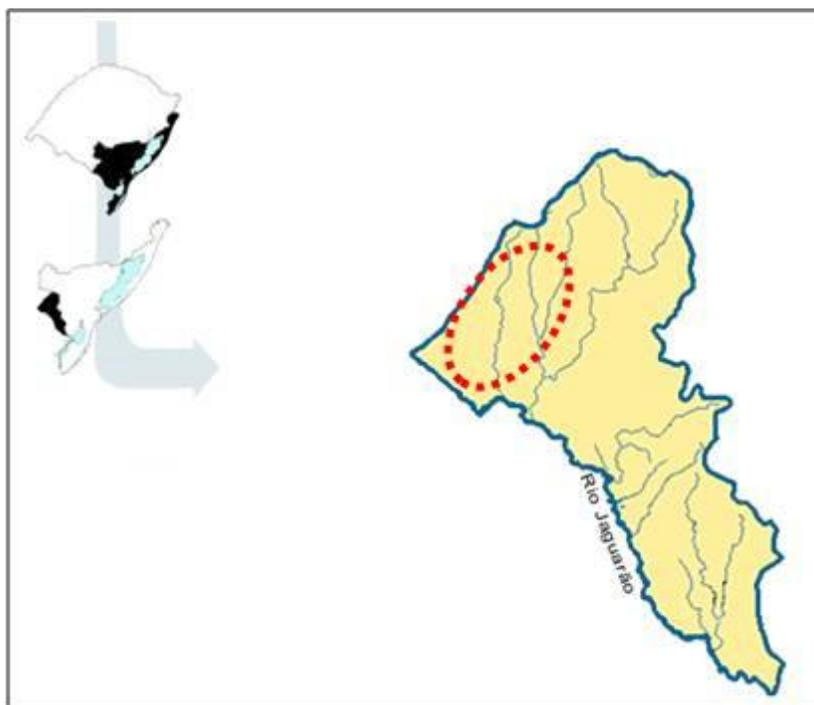


Figura 59: Bacia Hidrográfica do Rio Jaguarão.
Fonte: FEPAM, 2012.

A Figura 60 apresenta a BH do Rio Jaguarão (destacada em azul) e os municípios (destacados em verde) atingidos pela mesma, a linha em vermelho será a Interligação Elétrica Brasil-Uruguai.



Figura 60: BH Rio Jaguarão (azul) e municípios atingidos.
Fonte: adaptado do Google Earth, 2012.

Esta bacia abrange uma pequena área da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. As Reservas da Biosfera são “áreas de ecossistemas terrestres e/ou marinhos reconhecidos pelo programa MAB/UNESCO como importantes em nível mundial para a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento sustentável” (RBMA, 2012). O Brasil possui a meta de criar ao menos uma grande Reserva em cada um dos seus biomas. As reservas foram oficializadas como Áreas Protegidas especiais (Cap VI, Lei nº 9.985/2000).

A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica foi dividida em várias zonas, a Zona de Núcleo (unidades de conservação legalizadas), a Zona de Amortecimento, a Zona de Transição, a Zona Especial de Interação Mata Atlântica-Pampa. O município de Hulhas Negras e a BH do Rio Jaguarão, incluído na All do empreendimento, são atingidos por uma pequena parte da zona especial de interação Mata Atlântica-Pampa, conforme mostra a Figura 61.

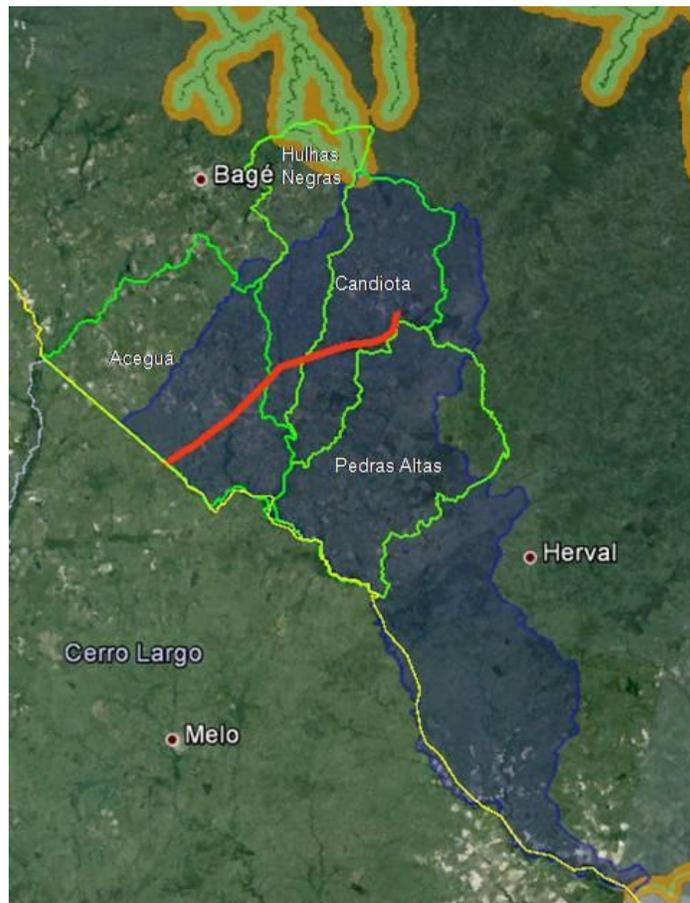


Figura 61: Zona Especial da RBMA, BH Rio Jaguarão (azul) e municípios da AII da LT.
Fonte: Adaptado Google Earth e RBMA, 2012.

Os principais usos consuntivos da água superficial da bacia são: Abastecimento público (CORSAN, Prefeituras e CEEE), abastecimento industrial e irrigação. Sendo a irrigação a atividade com maior captação de água superficial.

Os principais usos não consuntivos são: geração de energia, diluição de esgoto doméstico, diluição de esgoto industrial, drenagem urbana e mineração.

1.10.4.3 Bacia Hidrográfica do Rio Camaquã

A bacia hidrográfica do Rio Camaquã (Figura 62) situa-se na região central do Estado, mais precisamente nas coordenadas geográficas: 28°50' e 30°00' S; e, 52°15' e 53°00' O, tendo uma

população total atingida de 236.203 habitantes, área de drenagem de 17.033,67 km², vazão média próxima da foz de 304 m³/s (estação Passo do Mendonça), descarga específica média (vazão média/área) de 19,55 l/s/km².

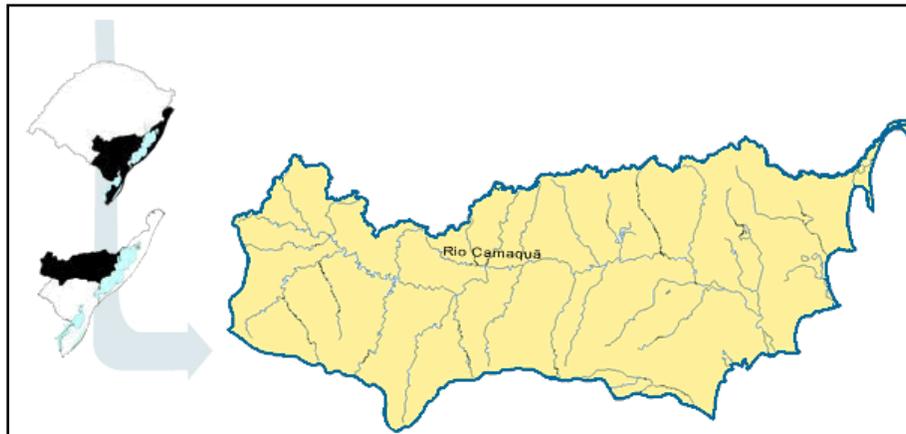


Figura 62: Bacia Hidrográfica do Rio Camaquã.
Fonte: FEPAM, 2012.

A Figura 63 apresenta a BH do Rio Camaquã (destacada em azul) e os municípios (destacados em verde) atingidos pela mesma, a linha em vermelho será a Interligação Elétrica Brasil-Uruguai.

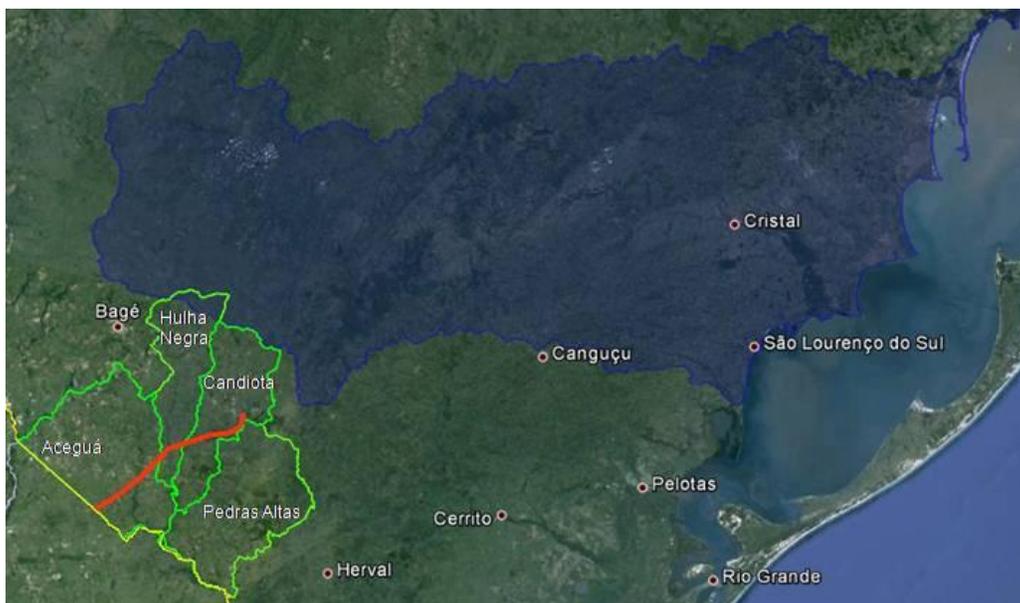


Figura 63: BH Rio Camaquã (azul) e municípios atingidos.
Fonte: adaptado do Google Earth, 2012.

Nesta bacia localiza-se a Unidade de Conservação Parque Estadual do Camaquã, o qual foi criado em 1975 pelo Decreto Estadual nº 23.798, com uma área de 7.992,50 ha entre os municípios de Camaquã e São Lourenço do Sul às margens da Lagoa dos Patos, sendo seu objetivo a preservação do rio Camaquã.

Os principais usos consuntivos da água superficial da bacia são: Abastecimento público (CORSAN e Prefeituras), dessedentação animal (bovino, eqüino, bufalino, caprino, ovino, suíno e aves), irrigação (arroz 99,9%) e indústria (abatedouro, beneficiamento de arroz e metalurgia). Sendo a irrigação a atividade com maior captação de água superficial.

Os principais usos não consuntivos são: recreação, lazer e turismo, piscicultura, pesca e navegação.

A estimativa de reservas reguladoras de águas subterrâneas para a BH do Rio Negro pode ser observado na Tabela 24.

Tabela 24: Reservas reguladoras de águas subterrâneas para BH do Rio Negro.

RESERVA REGULADORA (HM ³ /ANO)	PRINCIPAIS SISTEMAS AQUÍFEROS AFLORANTES	% DE OCORRÊNCIA NA BACIA	VAZÃO (Q) (M ³ /H)	CAPACIDADE ESPECÍFICA (QS) (M ³ /H/M)
2.046	Barreira Marinha	0.19	5	Na porção oeste Q/s muito baixas; na planície costeira Q/s variando de médias a altas; ao longo do Camaquã Quaternário Indiferenciado com Q/s altas
	Embasamento Cristalino II	44.42		
	Embasamento Cristalino III	26.41		
	Aquiclude Eo-Paleozóico	1.40	34.1	
	Palermo/Rio Bonito	3.78		
	Quaternário Costeiro I	11.36		
	Quaternário Costeiro II	1.62		
	Quaternário Indiferenciado			

Fonte: Plano Estadual de Recursos Hídricos. Relatório da Atividade A.1 – Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas. Ecoplan, 2006.

1.10.4.4 Bacia Hidrográfica Piratini-São Gonçalo-Mangueira

A Bacia Hidrográfica Piratini-São Gonçalo-Mangueira (Figura 64) situa-se no sudeste do Estado, mais precisamente entre as coordenadas geográficas 31°30' a 34°35'S e 53°31' a 55°15' O, tendo uma população total atingida de 671.064 habitantes, área de drenagem de 20.441,69 km², vazão média de afluência na Lagoa Mirim de 787 m³/s e descarga específica média (vazão média/área) de 38,50 l/s/km².

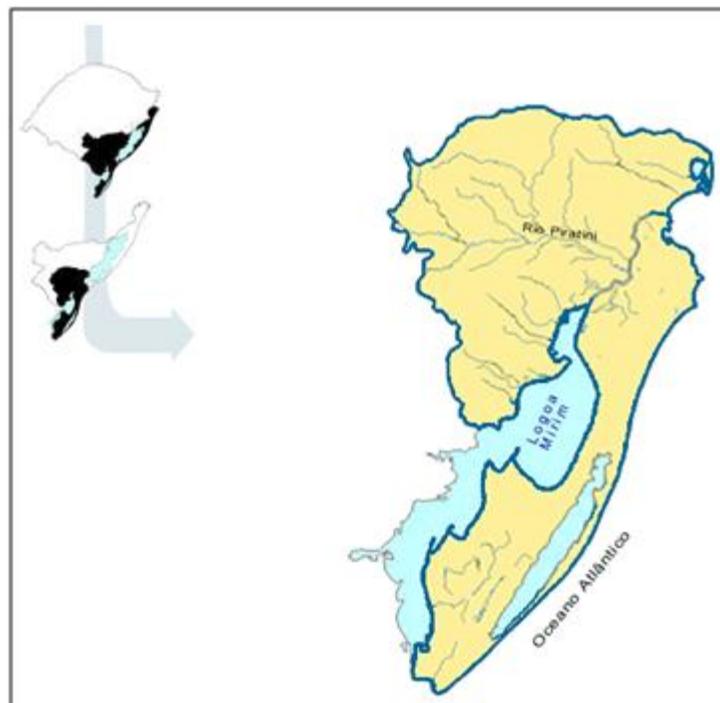


Figura 64: Bacia Hidrográfica Piratini - São Gonçalo - Mangueira.
Fonte: FEPAM, 2012.

A Figura 65 apresenta a BH Piratini-São Gonçalo-Mangueira (destacada em azul) e os municípios (destacados em verde) atingidos pela mesma, a linha em vermelho será a Interligação Elétrica Brasil-Uruguaí.

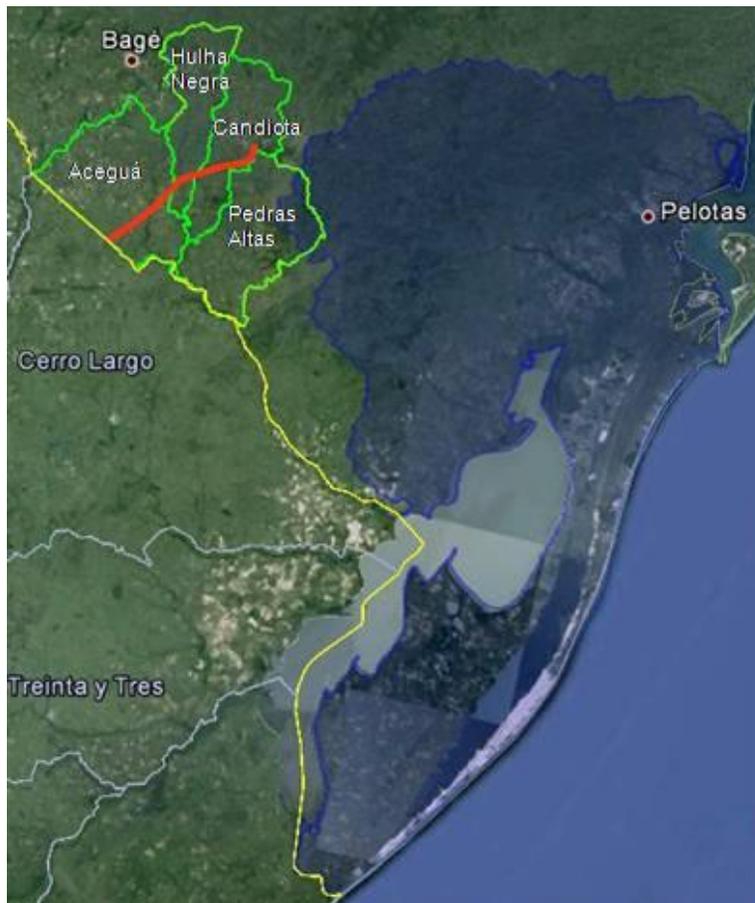


Figura 65: BH Piratini-São Gonçalo-Mangueira (azul) e municípios atingidos.
Fonte: adaptado do Google Earth, 2012.

Nesta bacia localizam-se o Eco-museu Ilha do Pólvora, a Reserva Biológica do Mato Grande e a Estação Ecológica do Taim.

O eco-museu Ilha da Pólvora foi inaugurado em 22 de abril de 1999, apresenta uma exposição sobre a história natural do estuário do Rio Grande. “A Ilha da Pólvora, patrimônio do Exército Brasileiro localiza-se no estuário da Laguna dos Patos e possui 42 hectares de marismas, que são áreas periodicamente alagadas pela maré e servem de habitat para várias espécies” (FURG, 2012)

A Reserva Biológica do Mato Grande foi oficializada pelo Decreto Estadual nº 23.798 de 12 de março de 1975 e localiza-se acima da Lagoa Mirim.

A Estação Ecológica do Taim localiza-se no sul do Rio Grande do Sul, foi criada em junho de 1979, ocupa uma área de 34.000 ha, ou seja, 70% do município de Santa Vitória do Palmar e 30% em

Rio Grande. O Taim é um importante berçário de aves migratórias da Ártica e Antártica. Abriga, também, uma diversidade de espécies.

Os principais usos consuntivos da água superficial da bacia são: Abastecimento público (CORSAN, EMBRAPA, SANEP-Pelotas e Cia de Cimento Portland Gaúcho), abastecimento industrial e irrigação. Sendo esta última a responsável pela maior captação.

Os principais usos não consuntivos são: geração de energia (CGTEE), diluição de esgoto doméstico (CORSAN e Prefeituras), diluição de esgoto industrial, drenagem urbana (Prefeituras), navegação e mineração.

1.10.5 Caracterização Hídrica na Área de Influência Direta (AID)

A Interligação Elétrica Brasil – Uruguai irá cruzar os seguintes cursos d’água/Microbacias: Arroio Candiota Norte, Arroio Candiota Sul, Arroio Poacá, Rio Jaguarão, Arroio Vime, Arroio Jaguarão-Chico, Sanga do Peixe e Arroio Minuano. No Anexo VIII são apresentados os Mapas de Recursos Hídricos atravessados ao longo do Empreendimento.

Estas Microbacias são pertencentes à Bacia Hidrográfica do Rio Jaguarão, porém esta Bacia atinge uma área territorial maior que área de estudo e pertencente a AID da LT. O empreendimento irá atravessar essa bacia numa extensão de 63 Km. A Figura 66 mostra as Microbacias, a interligação em vermelho e os pontos de coleta de água realizados.

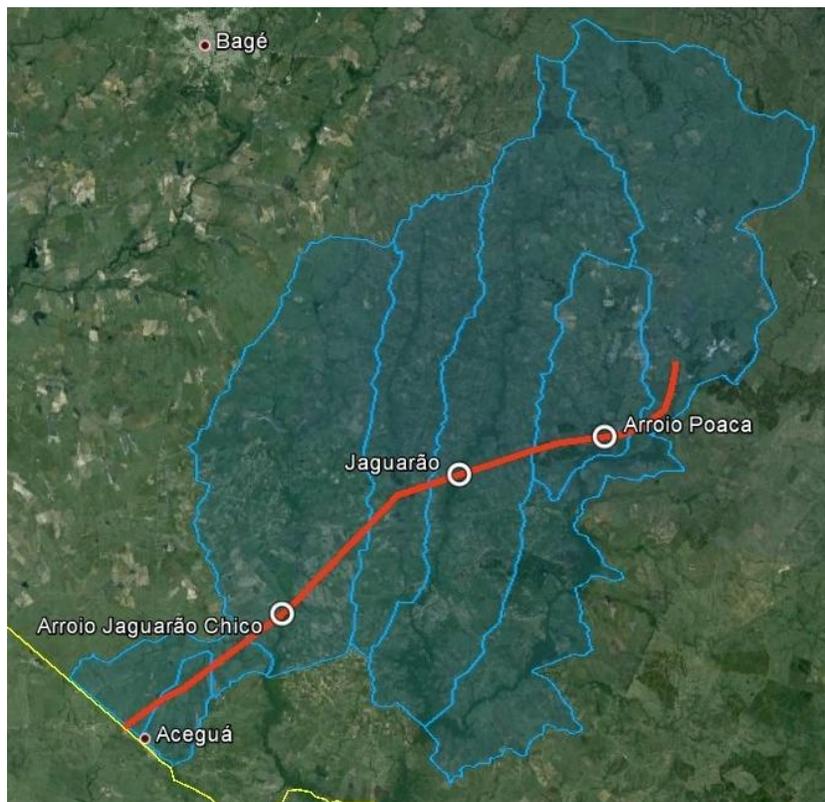


Figura 66: Microbacias, Interligação e Pontos de Coleta de Água.
Fonte: Geo Consultores, 2012.

1.10.5.1 Microbacias Arroio Candiota e Arroio Poacá

O Arroio Candiota e o Arroio Poacá localizam-se no município de Candiota/RS, e recebem grande carga de poluentes provenientes da drenagem das áreas de mineração de carvão, ativas e desativadas, efluentes da usina termelétrica, águas residuárias de diversas atividades antrópicas. O Arroio Candiota, segundo informações do HidroWeb da ANA (2012), é considerado água doce classe 2, não navegável, com sedimentos, e possui área de drenagem de 297 km².

Segundo dados de um estudo realizado por Streck (2000), a bacia do Arroio Candiota “recebe contribuições antrópicas de diversas atividades relacionadas ao processamento do carvão, provocando alterações significativas”. Essa mesma autora analisou 11 pontos, considerando fontes poluidoras a jusante e a montante ao longo da bacia, a fim de caracterizar a qualidade dos recursos hídricos e destacou que o ponto de coleta para abastecimento público no Arroio Candiota apresenta valores aceitáveis, os demais pontos apresentam valores que perante CONAMA atende

a classe 2. Ainda obteve a conclusão de que o arroio Poacá é o mais impactado pela mineração de carvão.

A Microbacia Arroio Candiota Sul (Figura 67), cujo rio principal é o Arroio Candiota, ocupa uma área de aproximadamente 20.334,6 ha, com perímetro de aproximadamente 4.395,5 km, e, centróide localizado nas coordenadas 31°46'20.21"S e 53°48'39.16"O.

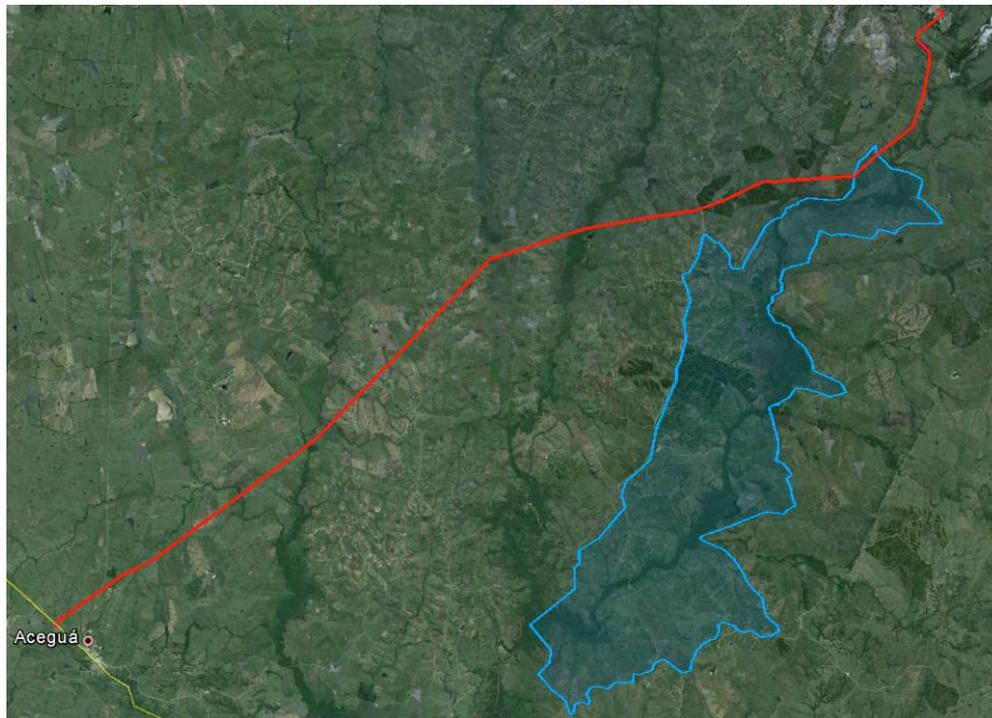


Figura 67: Interligação e Microbacia Arroio Candiota Sul.

A Microbacia Arroio Candiota Norte (Figura 68), cujo rio principal também é o Arroio Candiota, ocupa uma área de aproximadamente 38.052,5 ha, com perímetro de aproximadamente 4.282 km, e, centróide localizado nas coordenadas 31°27'2.57"S e 53°40'25.84"O.

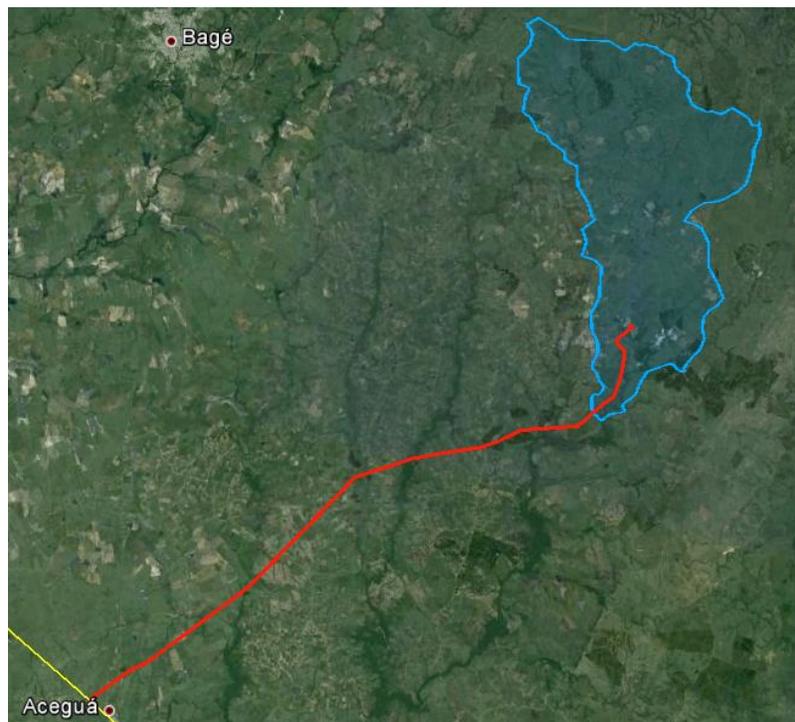


Figura 68: Interligação e Microbacia Arroio Candiota Norte.

A Microbacia Arroio Poacá (Figura 69), cujo rio principal também é o Arroio Poacá, ocupa uma área de aproximadamente 14.019,7 ha, com perímetro de aproximadamente 2.234,9 km, e, centróide localizado nas coordenadas 31°34'55.97"S e 53°45'34.99"O.

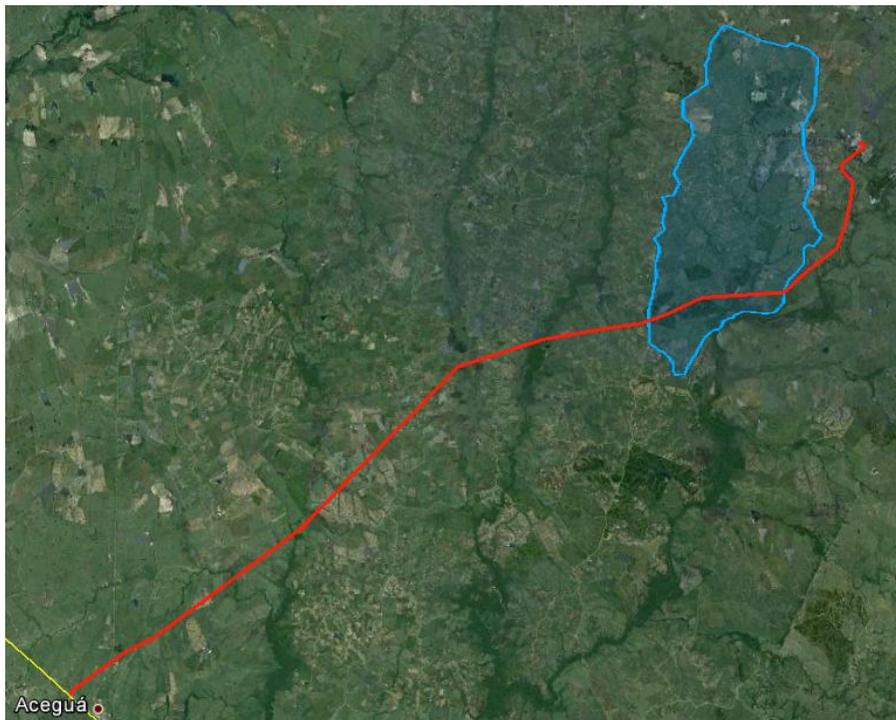


Figura 69: Interligação e Microbacia Arroio Poacá.

1.10.5.2 Microbacia Rio Jaguarão

O Rio Jaguarão é navegável por 32 quilômetros, com média de 2,50 metros de profundidade, faz divisa com os dois países, Brasil e Uruguai.

Esta Microbacia, cujo rio principal é o Rio Jaguarão (Figura 70), ocupa uma área de aproximadamente 45.663,7 ha, com perímetro de aproximadamente 5.769,5 km, e, centróide localizado nas coordenadas 31°36'1.66"S e 53°50'36.44"O.

Segundo dados da Magna Engenharia Ltda (1997) e das estações IPH/UFRGS (1998), o Rio Jaguarão apresenta uma vazão média de longo período (Qlp) até a confluência com o Jaguarão Chico de 39,2 m³/s, e até confluência com o Arroio Bote de 86,3 m³/s.

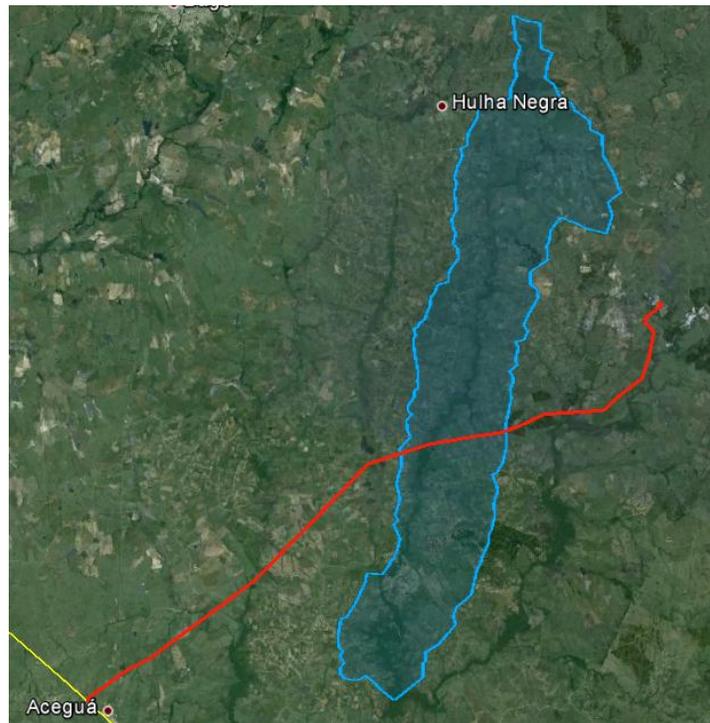


Figura 70: Interligação e Microbacia Rio Jaguarão.

1.10.5.3 Microbacia Arroio Vime

A Microbacia Arroio Vime (Figura 71), cujo nome corresponde ao título do rio principal, ocupa uma área de aproximadamente 22.671 ha, com perímetro de aproximadamente 3.888,6 km, e, centróide localizado nas coordenadas 31°36'10.74"S e 53°55'19.38"O.



Figura 71: Interligação e Microbacia Arroio Vime.

1.10.5.4 Microbacia Arroio Jaguarão Chico

A Microbacia Arroio Jaguarão Chico (Figura 72), cujo nome corresponde ao título do rio principal, ocupa uma área de aproximadamente 42.618,07 ha, com perímetro de aproximadamente 4.025,1 km, e, centróide localizado nas coordenadas 31°38'48.43"S e 54°1'34.41"O.

Segundo dados da Magna Engenharia Ltda (1997) e das estações IPH/UFRGS (1998), o Arroio Jaguarão Chico apresenta uma vazão média de longo período (Q_{lp}) de 17,6 m³/s.



Figura 72: Interligação e Microbacia Arroio Jaguarão Chico.

1.10.5.5 Microbacia Arroio Sanga do Peixe

A Microbacia Arroio Sanga do Peixe (Figura 73), cujo nome corresponde ao título do rio principal, ocupa uma área de aproximadamente 3.331,6 ha, com perímetro de aproximadamente 1.007,1 km, e, centróide localizado nas coordenadas 31°50'27.78"S e 54°8'3.99"O.

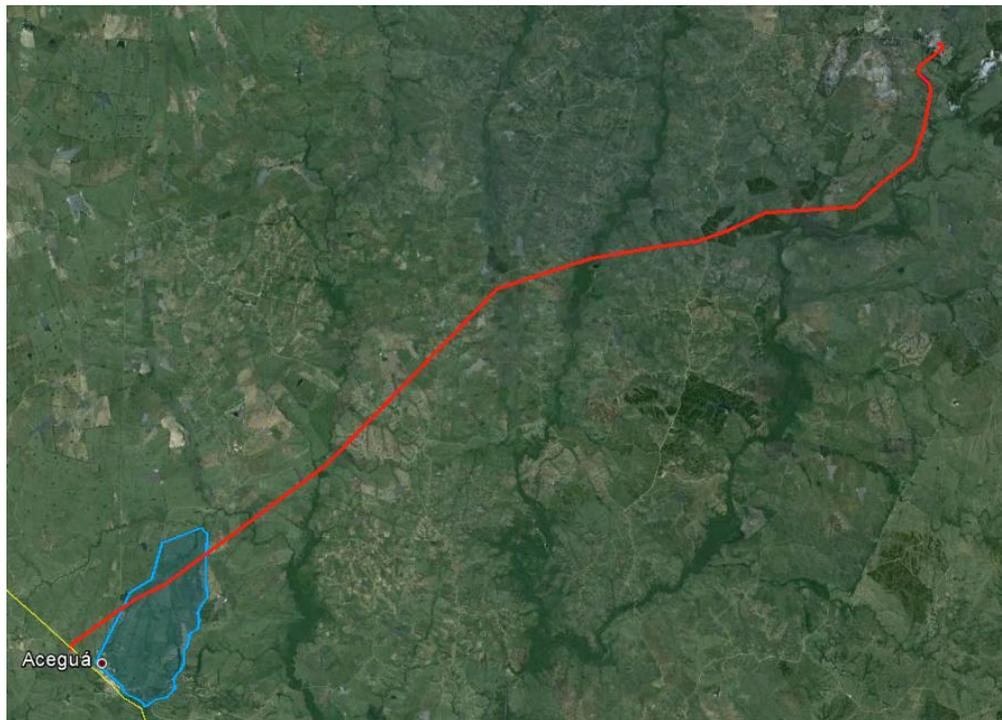


Figura 73: Interligação e Microbacia Arroio Sanga do Peixe.

1.10.5.6 Microbacia Arroio Minuano

A Microbacia Arroio Minuano (Figura 74), cujo nome corresponde ao título do rio principal, ocupa uma área de aproximadamente 6.815,6 ha, com perímetro de aproximadamente 2.063,1 km, e, centróide localizado nas coordenadas 31°48'39.04"S e 54°8'56.48"O.

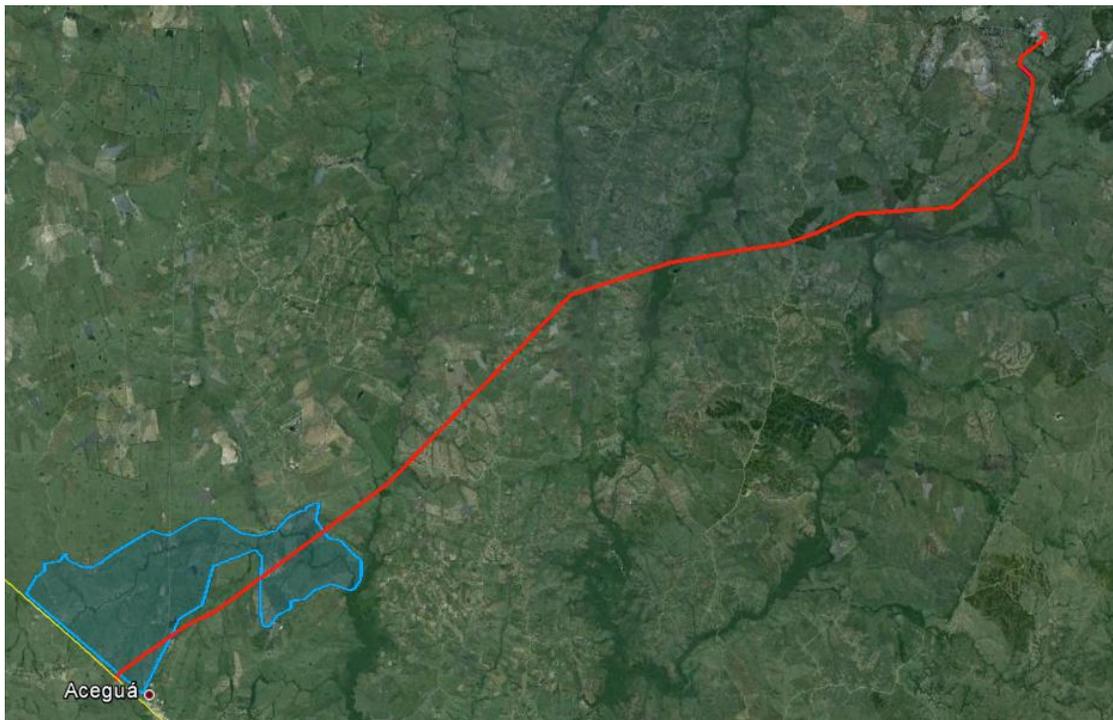


Figura 74: Interligação e Microbacia Arroio Minuano.

1.10.6 Travessia do Empreendimento

A Interligação Elétrica Brasil - Uruguai iniciará em Candiota/RS, mais precisamente na Usina Termelétrica Presidente Médici, de onde partirá a LT de 230 kV para uma Subestação (SE), a se localizar nas proximidades desta Usina. Desta SE, a LT de 525 kV cortará o município de Candiota, iniciando a travessia pela Microbacia Arroio Candiota Norte em 6,75 km, aproximadamente, onde irá sobrepor o Arroio Candiota, após, irá atravessar uma pequena parte da Microbacia Arroio Candiota Sul de aproximadamente 0,8 km, não sobrepondo cursos d'água nesta região.

A Microbacia Arroio Poacá é a próxima a ser atravessada em aproximadamente 8,8 km, onde a LT irá sobrepor o Arroio Poacá, no qual foi realizada uma coleta de amostra da água, a fim de verificar parâmetros de qualidade desta. A análise desta água será apresentada posteriormente no item 1.3.8.1.

Após, a LT irá atravessar aproximadamente 9,4 km a Microbacia Rio Jaguarão, sobrepondo o Rio Jaguarão, onde também houve coleta para análise da qualidade da água e que será apresentada no item 1.3.8.1. Após esta, a LT atravessará a Microbacia Arroio Vime em aproximadamente 6,3

km, a qual se localiza no município de Hulha Negra/RS, a LT irá sobrepor o Arroio Vime nesta localidade.

A LT posteriormente atravessará a Microbacia Arroio Jaguarão Chico em aproximadamente 14,4 km, sobrepondo o Arroio Jaguarão Chico, no qual foi realizada a análise de água e que será apresentada no item 1.3.8.1. Em seguida, a LT irá cortar a Microbacia Arroio Minuano aproximadamente 4,1 km, localizada no município de Aceguá/RS, sobrepondo o Arroio Minuano, depois, irá cruzar a Microbacia Sanga do peixe aproximadamente 5,5 km, sobrepondo a Sanga do peixe. E por último a LT atravessará a outra parte da Microbacia Arroio Minuano, aproximadamente 3,3 km, até a divisa do Brasil com o Uruguai.

Segundo Germano e Sotério (2011) a caracterização do regime hidrológico referente à um curso d'água é realizada onde existem estações fluviométricas que disponibilizam registros sucessivos das cotas linimétricas e medições sistemáticas das descargas líquidas. Portanto no caso de algumas Microbacias citadas não existem estações fluviométricas com dados contínuos e permissíveis para uso dos dados.

1.10.7 Áreas alagáveis

A região por onde o empreendimento irá atravessar é caracterizado por chuva bem distribuída ao longo do ano e por uma grande malha hídrica composta por cursos d'água perenes, intermitentes e sazonais, bem como por açudes.

As áreas alagáveis, não são passíveis de inundação, visto que a região sofre com épocas de seca, ou seja, são alagáveis em épocas de chuva, não excedendo estes limites para inundação.

No trajeto das LT's podemos verificar os pontos alagáveis conforme mostra o perfil longitudinal na Figura 75. O primeiro ponto de possível alagamento ocorre no Arroio Poacá, o qual se estende por aproximadamente 290 metros, o segundo ponto é no Rio Jaguarão podendo alagar uma área de aproximadamente 400 metros, o terceiro ponto no Arroio Vime alagando aproximadamente 90 metros, o quarto ponto no Arroio Jaguarão-Chico pode alagar aproximadamente 240 metros, e o último ponto no Arroio Minuano pode alagar uma área de aproximadamente 200 metros.

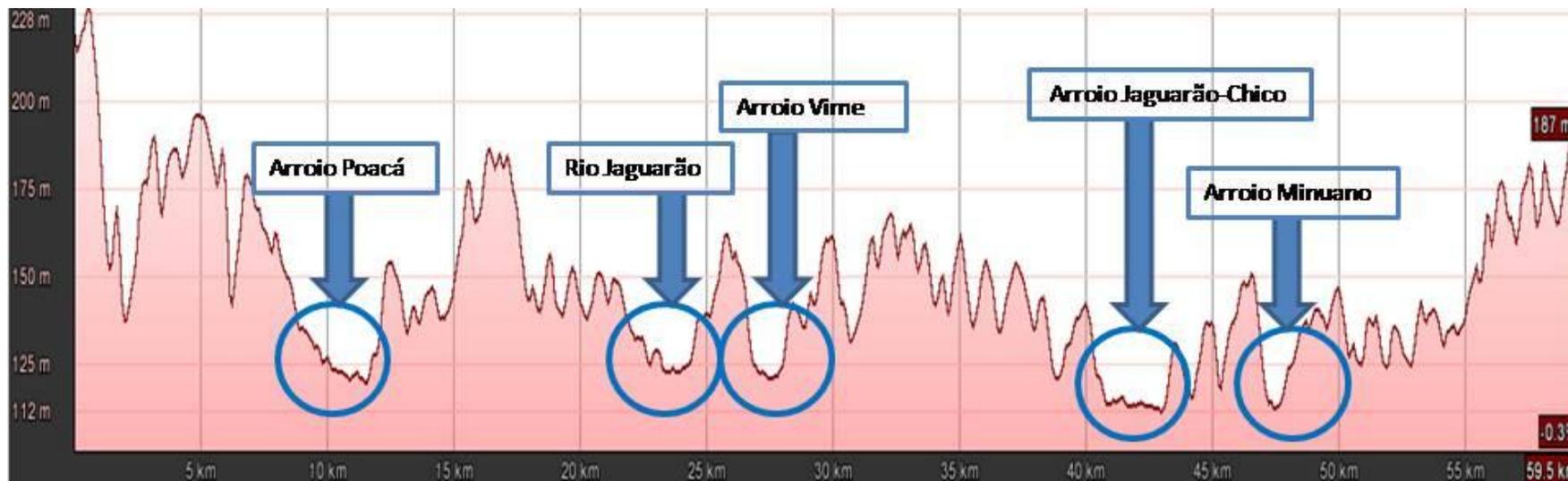


Figura 75: Pontos de baixa altitude e passíveis de alagamento.
Fonte: Adaptado do Google Earth, 2012.

O conhecimento das áreas alagáveis são importantes para a escolha da localização das estruturas das torres, pois estas se instaladas nestes locais, podem sofrer danos em suas estruturas e prejudicar o abastecimento elétrico, objetivo deste empreendimento. No levantamento topográfico e a utilização de geoprocessamento são ferramentas de extrema importância para identificar em detalhes as áreas úmidas, de várzea e/ou sujeitas à inundação por onde será instalado a Interligação Elétrica Brasil-Uruguaí. As fundações das torres devem ocorrer em solos com resistência adequada, não sendo colapsíveis ou expansíveis, além de que a perfuração dos solos para ancoragem das fundações das torres pode impactar os ecossistemas hídricos, em baixa magnitude devido à baixa movimentação de materiais.

1.10.8 Caracterização da qualidade d'água na AID da Interligação Elétrica Brasil - Uruguai

Para definição da qualidade de água é necessário analisar a sua composição química, física e bacteriológica. Esta análise dos corpos de água fluente tem como objetivo apresentar a qualidade dos principais cursos d'água que serão atravessados pela Interligação Elétrica Brasil - Uruguai, a fim de realizar posterior acompanhamento durante a execução das obras de montagem da linha, com a meta de verificar se o empreendimento causará impacto na qualidade de água das Microbacias.

Os parâmetros químicos selecionados para análise foram: oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅), potencial de Hidrogênio (pH), fósforo total, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal, e, óleos e graxas. Quanto aos físicos foram temperatura da água, cor aparente, turbidez, sólidos totais, sólidos dissolvidos totais e clorofila "a". Já os biológicos foram coliformes totais e os coliformes fecais.

Os rios principais da AID selecionados para análise foram: Arroio Jaguarão-Chico, Arroio Poacá, e, Rio Jaguarão, sendo o primeiro localizado no município de Aceguá, e, os outros dois localizados no município de Candiota. A escolha destes foi em atendimento ao Termo de Referência e a coleta foi realizada pelo Laboratórios ALAC, localizado à rua Rua David Sartori, 601 – Bairro Alfândega, no município de Garibaldi, Estado do Rio Grande do Sul. Os Laboratórios ALAC possuem certificado da Fepam de nº 00049/2011-DL e ensaio reconhecido pela Rede Metrológica/RS, conforme NBR ISO/IEC 17025:2005.

Na Tabela 25 apresentam-se os dados e as coordenadas geográficas dos três pontos de coleta de água. No ANEXO IX apresentamos os laudos das análises realizadas pelo Laboratórios ALAC.

Tabela 25: Dados dos pontos de coleta de água.

CURSO D'ÁGUA	MUNICÍPIO	UF	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		ALTITUDE
			LATITUDE	LONGITUDE	
Arroio Jaguarão Chico	Aceguá	RS	31°46'20,7408 0"	54°02'28,093 20"	105,119 m
Rio Jaguarão	Candiota	RS	31°39'49,4316	53°53'04,772	125,239 m

			0"	40"	
Arroio Poacá	Candiota	RS	31°38'04,2216 0"	53°44'48,141 60"	128,704 m

Na Tabela 26 podem-se verificar os parâmetros e os resultados obtidos na análise comparando-os com a Resolução CONAMA 357/2005 alterada pelas resoluções 410/2009 e 430/2011, os métodos utilizados correspondem aos: Standard Methods - 22 st e ABNT NBR 12620 (Determinação do nitrato). É importante citar que os rios selecionados para análise não foram enquadrados diante a classificação de cursos d'água exigidos pela Política Nacional de Recursos Hídricos - Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1997.

Tabela 26: Resultados das análises de água x CONAMA

PARÂMETRO	UNIDADE	CONAMA 357/2005, 410/2009 e 430/2011 Água Doce Classe II	CONAMA 357/2005, 410/2009 e 430/2011 Água Doce Classe III	ARROIO JAGUARÃO CHICO	RIO JAGUARÃO	ARROIO POACÁ
Clorofila a	µg/L	30	60	48,1	5,34	21,4
Cor Verdadeira	mg/L Pt/Co	75	75	165	20	8
DBO ₅	mg/L	5	10	14	8,20	2,7
DQO	mg/L	--	--	41	25,0	7,99
Fósforo Total	mg/L	Lótico: 0,1	Lótico: 0,15	0,158	0,080	0,046
Nitrato (como N)	mg/L	10,0	10,0	0,169	0,085	0,043
Nitrito (como N)	mg/L	1,0	1,0	n.d.	n.d.	n.d.
Nitrogênio amoniacoal	mg/L	3,7; para pH ≤ 7,5	13,3; para pH ≤ 7,5	0,306	0,539	0,626
		2,0; para 7,5 < pH ≤ 8,0	5,6; para 7,5 < pH ≤ 8,0			
		1,0; para 8,0 < pH ≤ 8,5	2,2; para 8,0 < pH ≤ 8,5			
		0,5; para pH > 8,5	1,0; para pH > 8,5			
Óleos e Graxas totais	mg/L	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes	< 10,0	< 10,0	< 10,0

Oxigênio Dissolvido	mg/L	Maior que 5	Maior que 4	10,8	8,10	10,6
pH	--	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	8,2	7,80	4,5
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	--	--	18	132	11
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	500	500	141	164,00	526
Temperatura da amostra	°C	--	--	16,6	15,8	19,1
Turbidez	UNT	100	100	26,11	18,27	< 0,08
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	1000	2500 a 4000	< 100,0	310,0	< 100,0

Fonte: Laudo de Análise do Laboratórios ALAC e Resolução CONAMA 357/2005, alterada pela Resolução CONAMA 410/2009 e pela 430/2011.

1.10.8.1 Avaliação dos resultados

1.10.8.1.1 Arroio Jaguarão Chico

A coleta de água deste arroio foi realizada no dia 25/05/2012 às 10h e 27min. Na Figura 76 pode-se visualizar a localização do ponto de coleta.

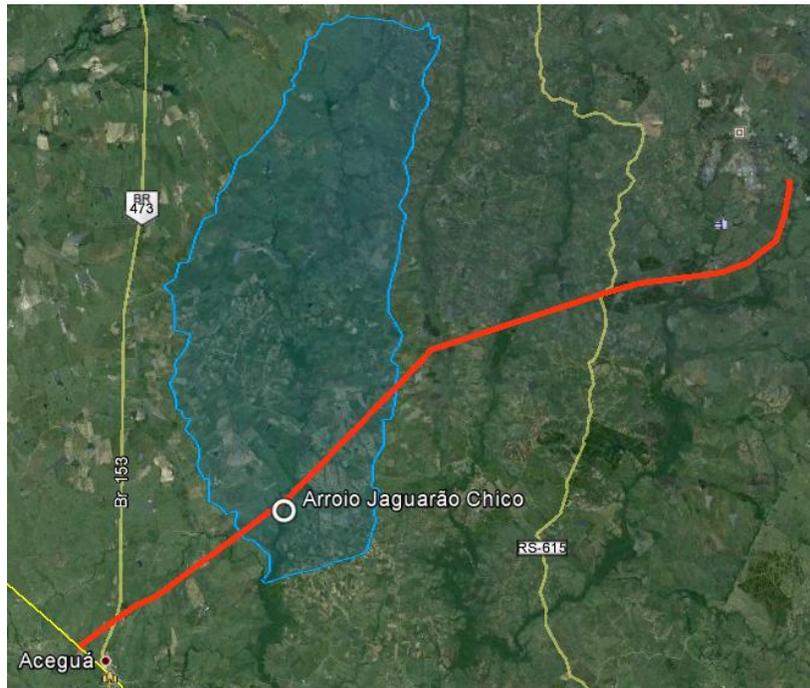


Figura 76: Localização do ponto de coleta no Arroio Jaguarão Chico.

A Figura 77 e a Figura 78 ilustram o momento da coleta. No Anexo X encontra-se o Croqui de Localização deste ponto.



Figura 77: Coletando água no Arroio Jaguarão Chico.
Fonte: Geo Consultores Eng. e Meio Amb. Ltda., 2012.



Figura 78: Material de coleta.
Fonte: Geo Consultores Eng. e Meio Amb. Ltda., 2012.

Em conformidade com os resultados apresentados na análise de qualidade da água e os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 alterada pelas resoluções 410/2009 e 430/2011, pode-se observar que o Arroio Jaguarão Chico no que se refere à Água Doce Classe 1 atende a maioria dos parâmetros, sendo esses: nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, OD, pH, sólidos totais dissolvidos, turbidez e coliformes termotolerantes. Abaixo podem ser observados os gráficos de cada um destes parâmetros citados comparados com a Classe 1 das Resoluções CONAMA.

Gráfico 6: Resultado do Nitrato X CONAMA.

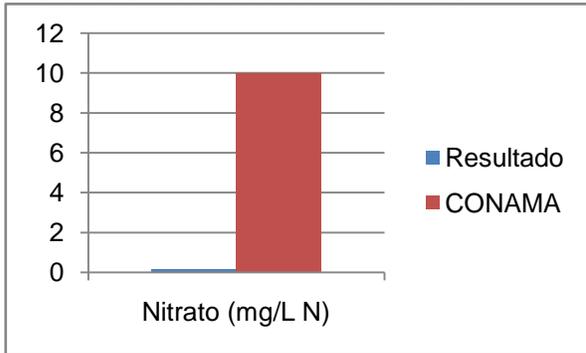


Gráfico 7: Resultado do Nitrito X CONAMA.

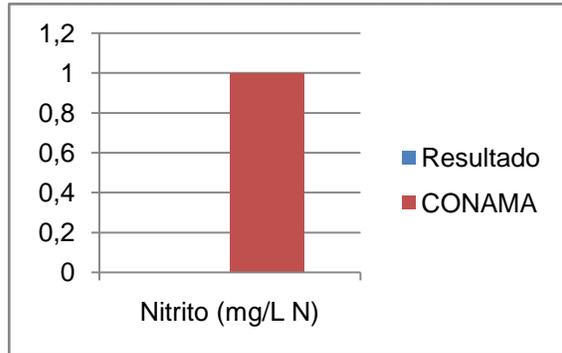


Gráfico 8: Resultado do Nitrogênio Amoniacal X CONAMA.

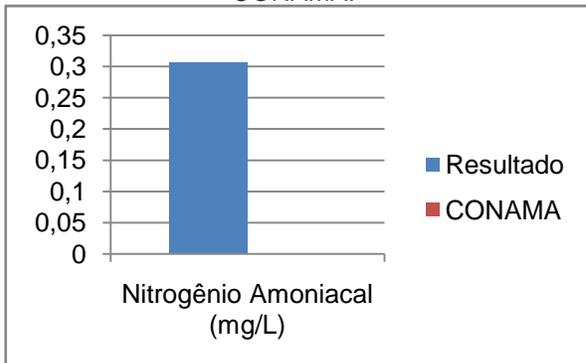


Gráfico 9: Resultado do OD X CONAMA.

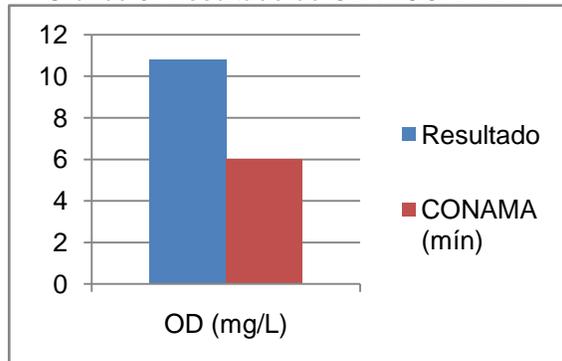


Gráfico 10: Resultado do pH X CONAMA.

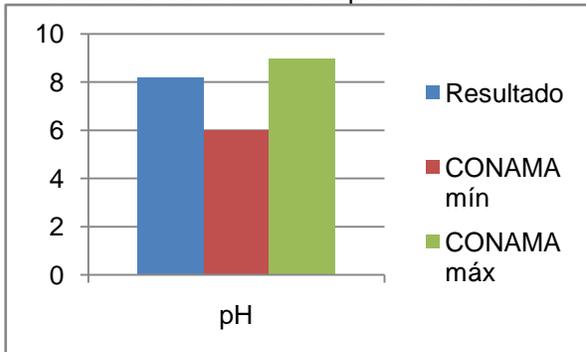


Gráfico 11: Resultado dos Sólidos Totais Dissolvidos X CONAMA.

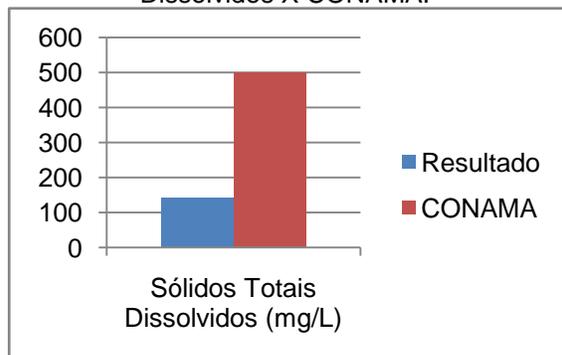


Gráfico 12: Resultado da Turbidez X CONAMA.

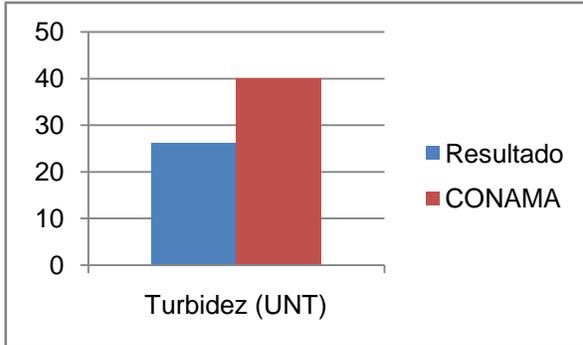
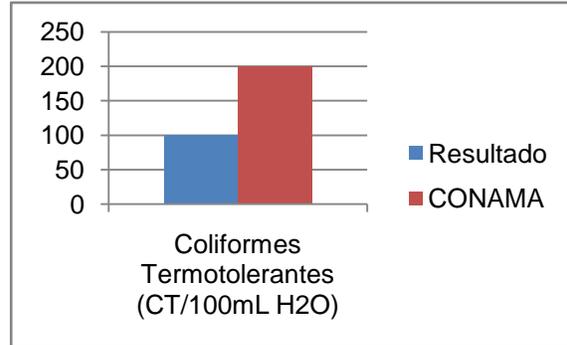
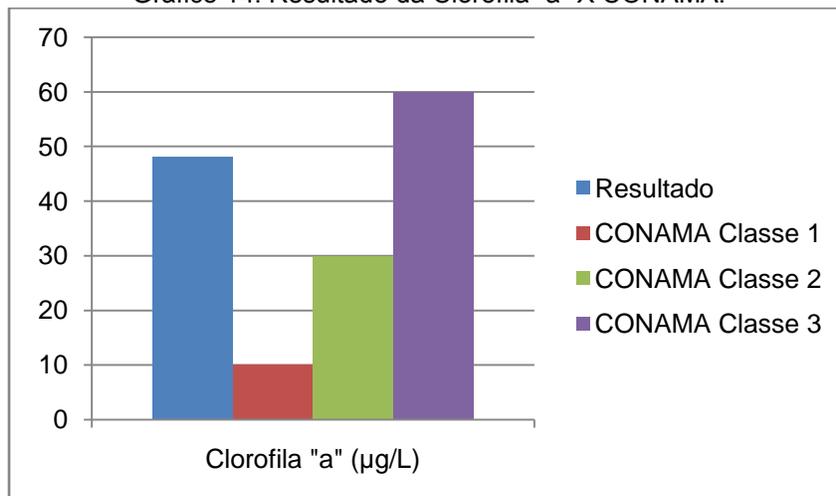


Gráfico 13: Resultado dos Coliformes Termotolerantes X CONAMA.



O parâmetro Clorofila "a" não atende as Classe 1 e 2 da CONAMA, que estabelece o limite de 10 e 30 µg/L, respectivamente, sendo o resultado obtido no valor de 48,1 µg/L. Este parâmetro atende a Classe 3 da CONAMA que estabelece limite de até 60 µg/L, conforme mostra oGráfico 14.

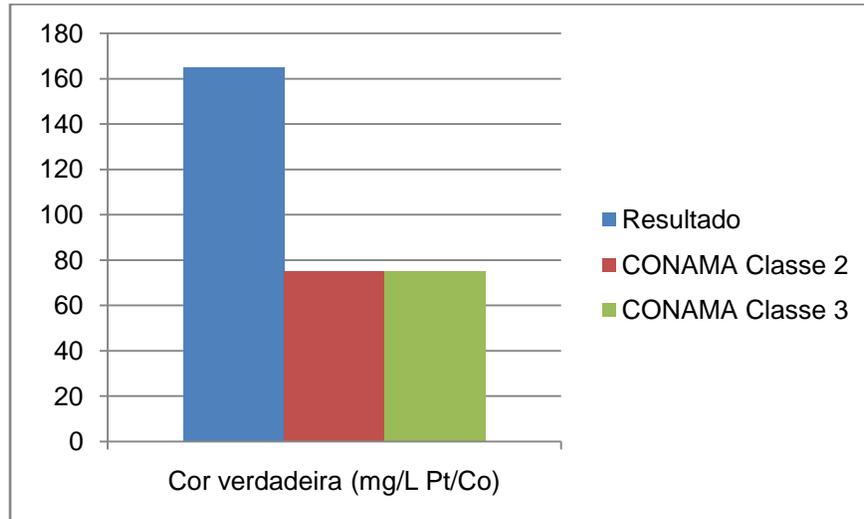
Gráfico 14: Resultado da Clorofila "a" X CONAMA.



A cor verdadeira, de resultado 165 mg/L Pt/Co, não atende aos parâmetros das Classe 2 e 3 (Gráfico 15). Este valor elevado, juntamente com a baixa turbidez detectada, pode ser indícios de

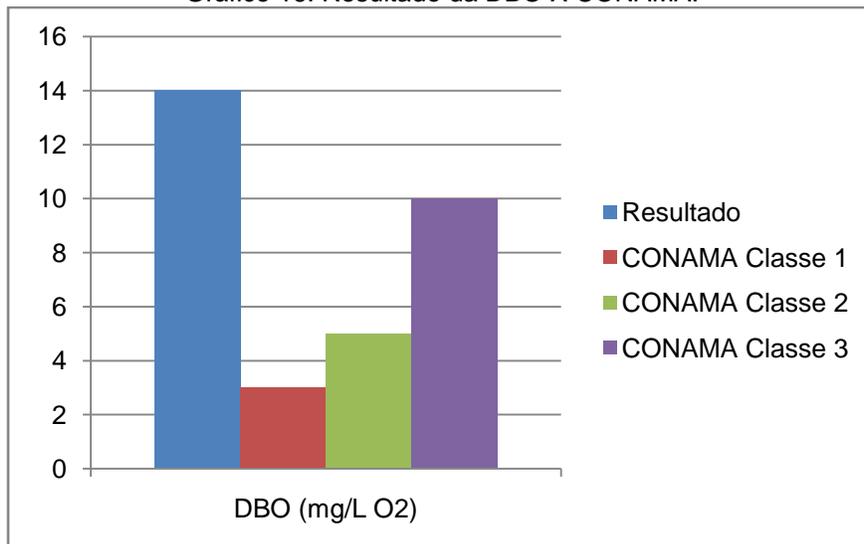
bactérias do tipo moneras presentes na água no ponto de coleta do arroio, pois estas alteram a cor da água.

Gráfico 15: Resultado da Cor verdadeira X CONAMA.



O arroio apresentou valor de 14 mg/L de DBO, porém não se enquadra nas Classes 1, 2 e 3 da CONAMA, a comparação pode ser observada no Gráfico 16.

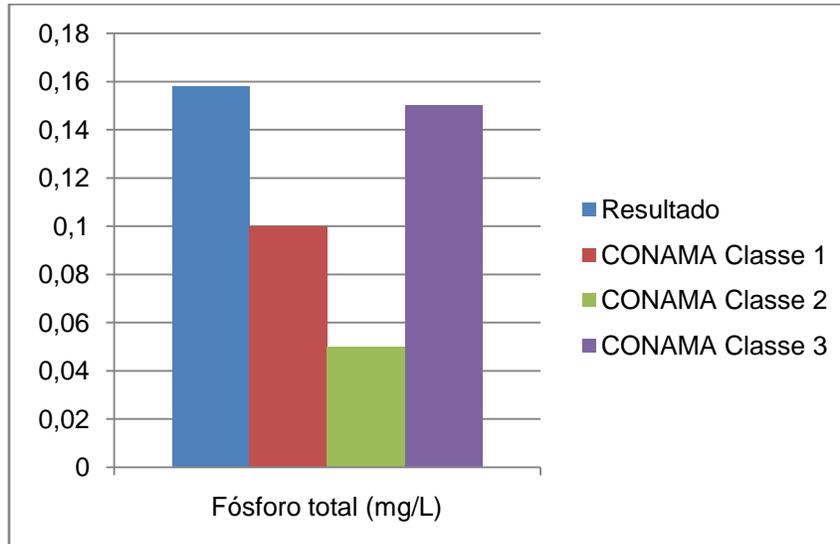
Gráfico 16: Resultado da DBO X CONAMA.



No que se refere à fósforo total, o Arroio Jaguarão Chico não se enquadrou nas Classes 1 e 2 e apresentou pequena elevação de 0,008 aos limites da Classe 3 (Gráfico 17). Pode-se concluir que

a alteração destes dois parâmetros ocorre devido ao lançamento de matérias orgânicas as quais poderão ser provenientes das pastagens e agriculturas existentes na região.

Gráfico 17: Resultado do Fósforo total X CONAMA.



Quanto aos óleos e graxas este curso d'água, pelo método utilizado, não foram detectados. A CONAMA para as Classes 1, 2 e 3 solicita que seja virtualmente ausentes, portanto este parâmetro se enquadrar na legislação vigente.

1.10.8.1.2 *Rio Jaguarão*

A coleta de água deste rio foi realizada no dia 25/05/2012 às 11h e 53min. Na Figura 79 pode-se visualizar a localização do ponto de coleta.

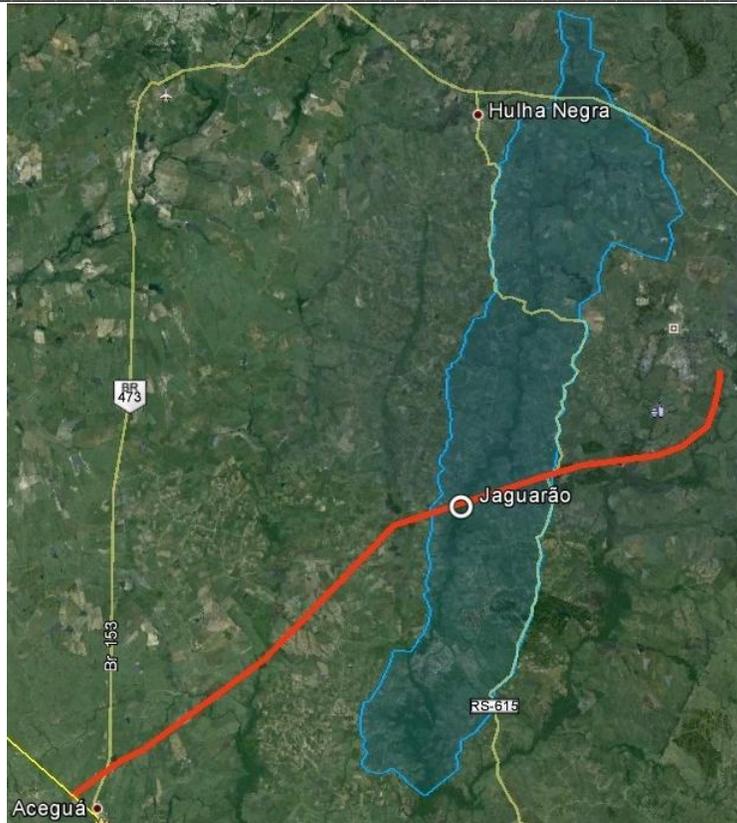


Figura 79: Localização do ponto de coleta no rio Jaguarão.

A Figura 80 e a Figura 81 ilustram o momento da coleta. No Anexo X encontra-se o Croqui de Localização deste ponto.



Figura 80: Coletando água do Rio Jaguarão.
Fonte: Geo Consultores Eng. e Meio Amb. Ltda., 2012.



Figura 81: Material de coleta.
Fonte: Geo Consultores Eng. e Meio Amb. Ltda., 2012.

Comparando os resultados analíticos com a Resolução CONAMA pode-se dizer que o Rio Jaguarão atende os seguintes parâmetros da Classe 1 de água doce: clorofila "a", fósforo total, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, OD, pH, sólidos totais dissolvidos e turbidez. Abaixo podem ser observados os gráficos de cada um destes parâmetros citados comparados com a Classe 1 das Resoluções CONAMA.

Gráfico 18: Resultado de Clorofila "a" X CONAMA.

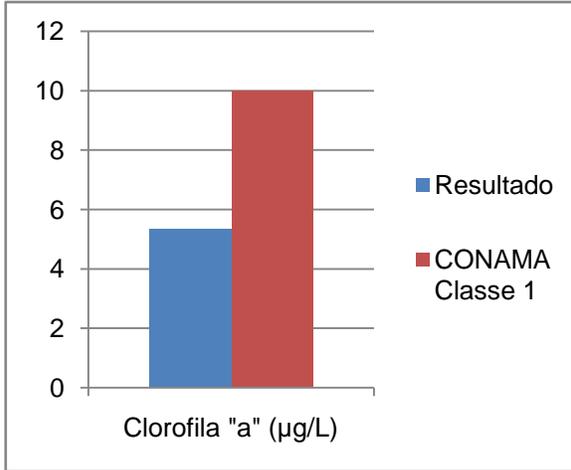


Gráfico 19: Resultado de Fósforo Total X CONAMA.

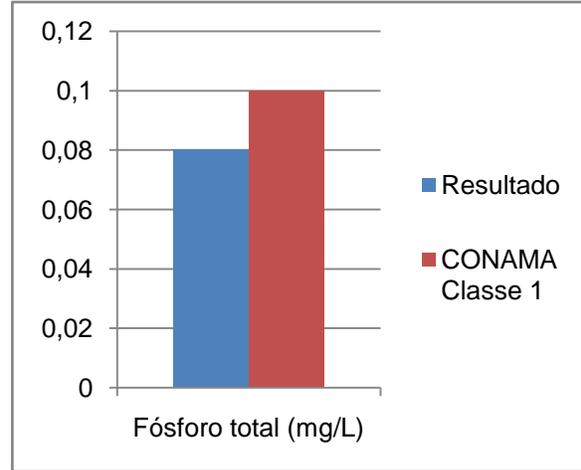


Gráfico 20: Resultado de Nitrato X CONAMA.

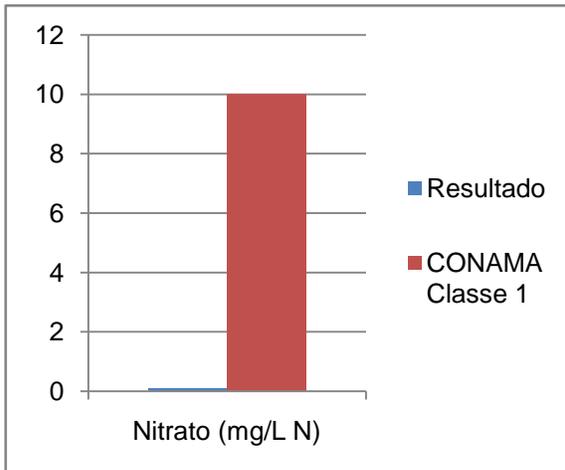


Gráfico 21: Resultado de Nitrito X CONAMA.

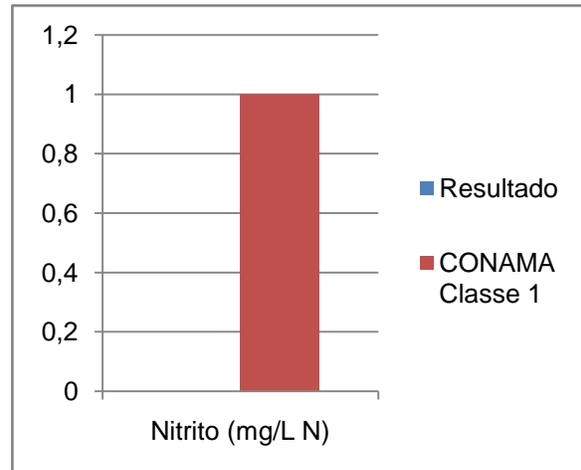


Gráfico 22: Resultado de Nitrogênio Amoniacal X CONAMA.

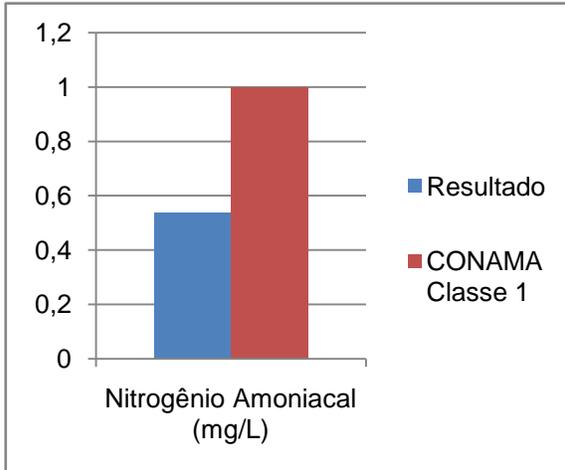


Gráfico 23: Resultado de Oxigênio Dissolvido X CONAMA.

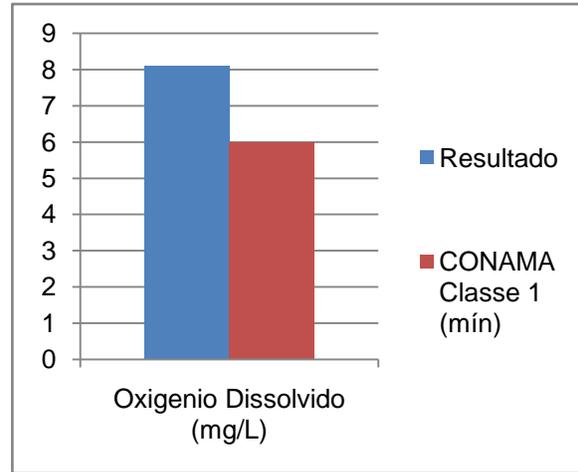


Gráfico 24: Resultado de pH X CONAMA.

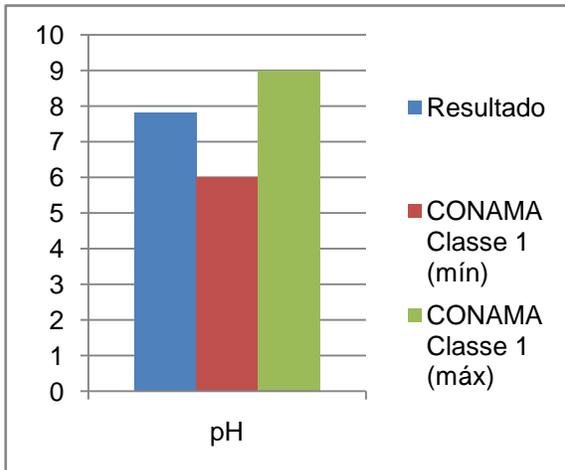


Gráfico 25: Resultado de Sólidos Totais Dissolvidos X CONAMA.

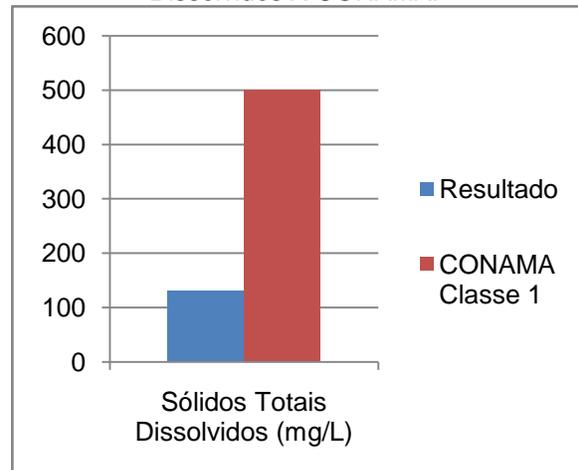
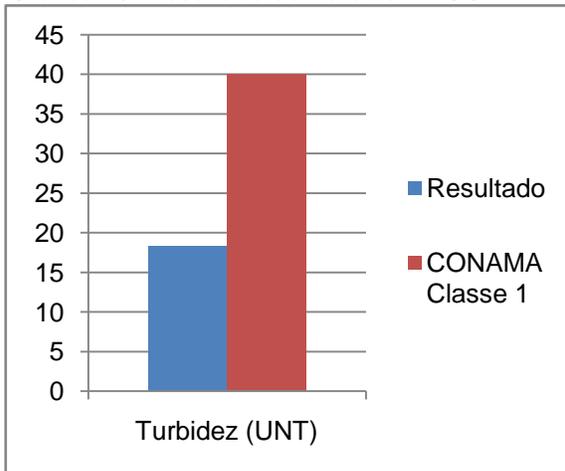


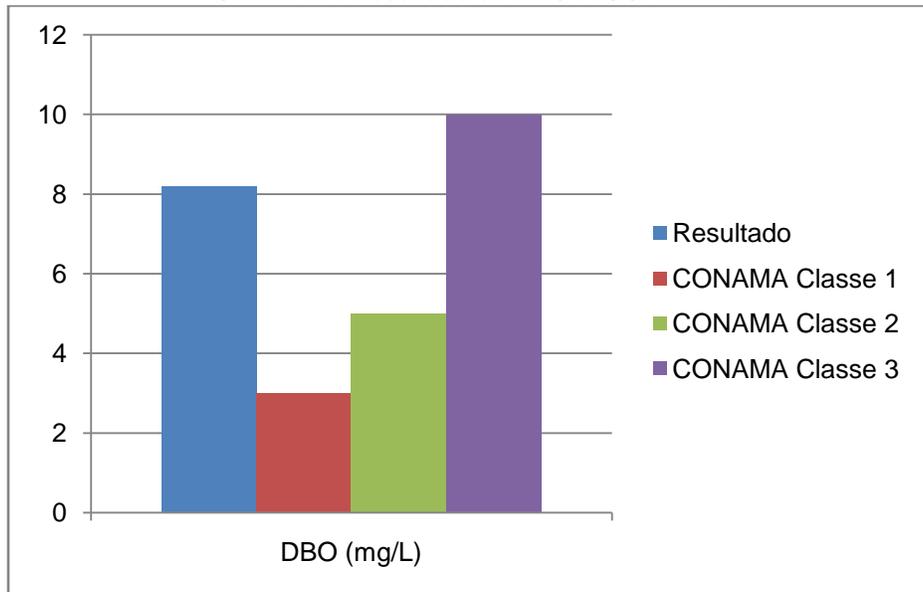
Gráfico 26: Resultado de Turbidez X CONAMA.



Em se tratando da cor verdadeira a Resolução CONAMA dispõe na Classe 1 das águas doces que deve ser do nível de cor natural do corpo de água (mg Pt/L), a análise resultou no valor de 20 mg/L Pt/Co, porém no ato da coleta não foi constatado coloração forte ou diferente, apenas natural da água, se enquadrando na Classe 1 desta resolução.

Quanto a DBO (Gráfico 27), o rio não se enquadra nas Classes 1 (limite de 3,0 mg/L) e Classe 2 (limite de 5 mg/L), apenas na Classe 3, sendo o limite estabelecido pela CONAMA em 10 mg/L, e o resultado da análise foi de 8,2 mg/L.

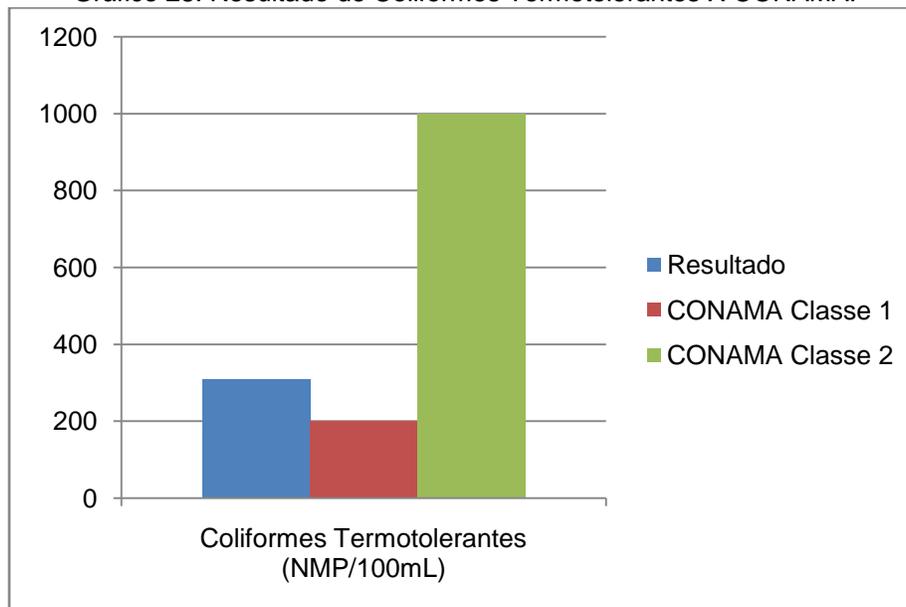
Gráfico 27: Resultado de DBO X CONAMA.



Os óleos e graxas, pelo método utilizado, não foram detectados. A CONAMA para as Classes 1, 2 e 3 solicita que seja virtualmente ausentes, portanto este parâmetro se enquadrou na legislação vigente.

O resultado da análise dos coliformes termotolerantes se enquadram na Classe 2, a qual os limites por lei é de 1.000 NMP/100 mL, porém o resultado da análise apresentou 310 NMP/100 mL (Gráfico 28).

Gráfico 28: Resultado de Coliformes Termotolerantes X CONAMA.



1.10.8.1.3 Arroio Poacá

A coleta de água deste rio foi realizada no dia 25/05/2012. pode-se visualizar a localização do ponto de coleta.

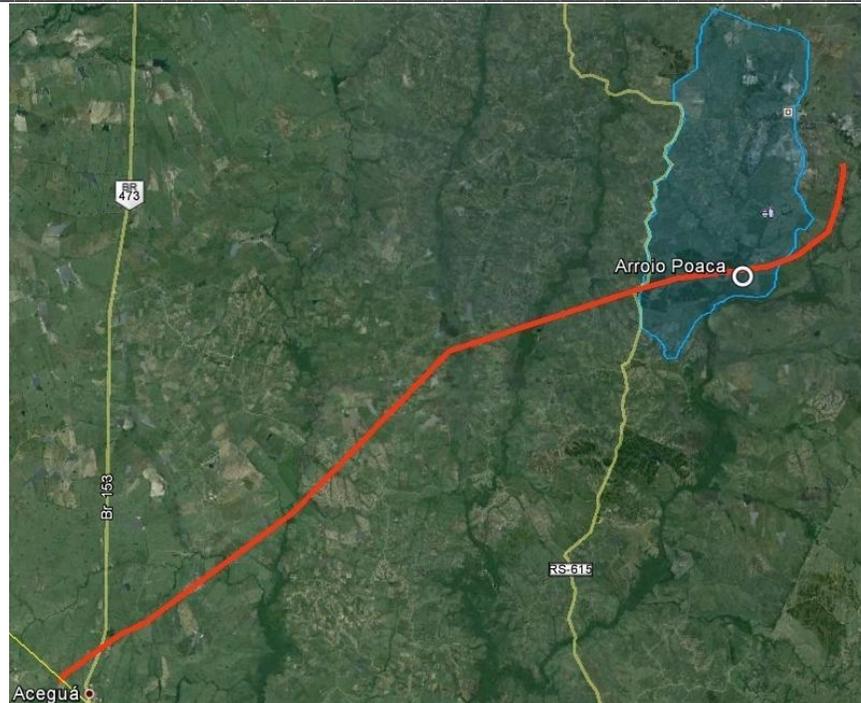


Figura 82: Localização do ponto de coleta no Arroio Jaguarão Chico.

A Figura 83 e a Figura 84 ilustram o momento da coleta. No Anexo X encontra-se o Croqui de Localização deste ponto.



Figura 83: Coletando água do Arroio Poacá.
Fonte: Geo Consultores Eng. e Meio Amb. Ltda., 2012.



Figura 84: Material de coleta.
Fonte: Geo Consultores Eng. e Meio Amb. Ltda., 2012.

Analisando os resultados é possível observar que a maior parte dos parâmetros é atendida pela Classe 2 da CONAMA, os quais são: DBO, fósforo total, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, OD, turbidez e coliformes termotolerantes. Abaixo podem ser observados os gráficos de cada um destes parâmetros citados comparados com a Classe 1 das Resoluções CONAMA.

Gráfico 29: Resultado de DBO X CONAMA.

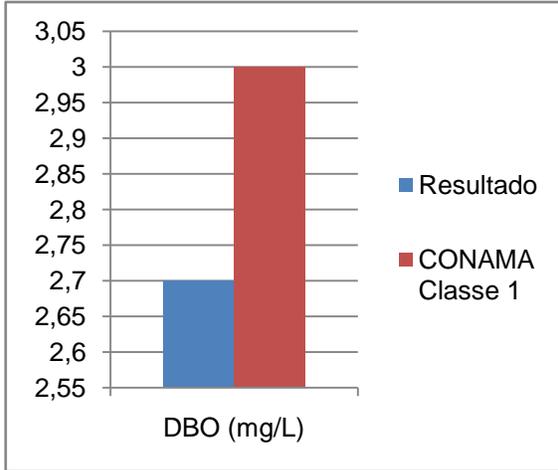


Gráfico 30: Resultado de Fósforo Total X CONAMA.

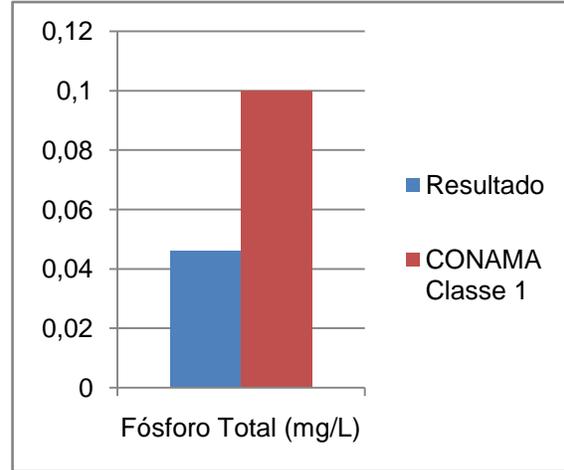


Gráfico 31: Resultado de Nitrato X CONAMA.

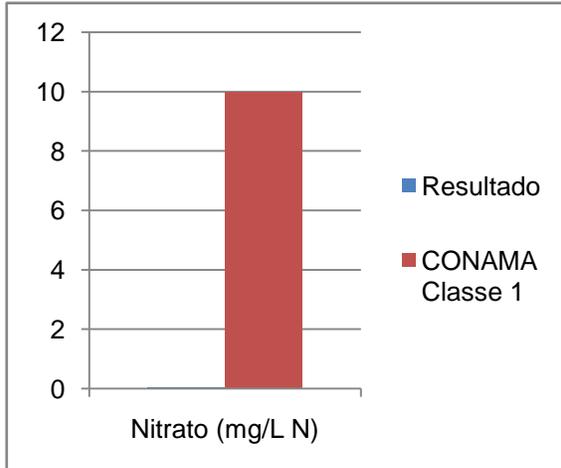


Gráfico 32: Resultado de Nitrito X CONAMA.

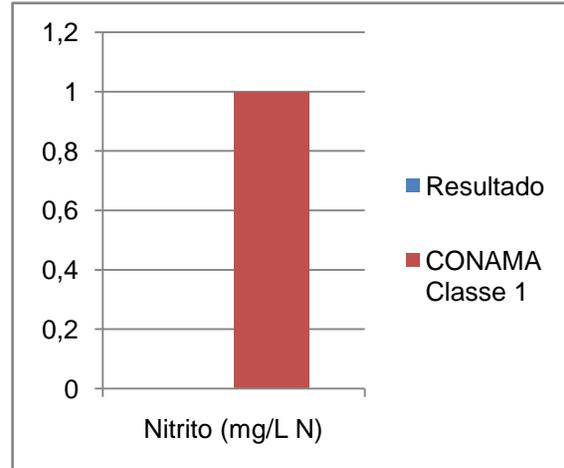


Gráfico 33: Resultado de Nitrogênio Amoniacal X CONAMA.

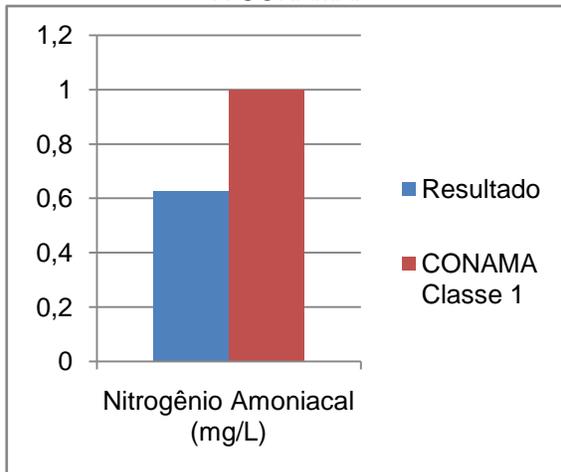


Gráfico 34: Resultado de Oxigênio Dissolvido X CONAMA.

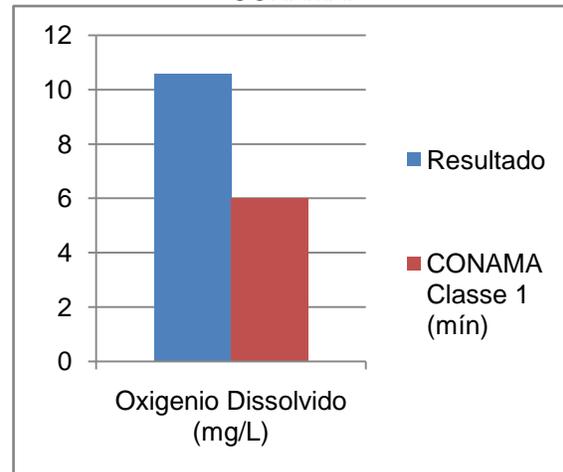


Gráfico 35: Resultado de Turbidez X CONAMA.

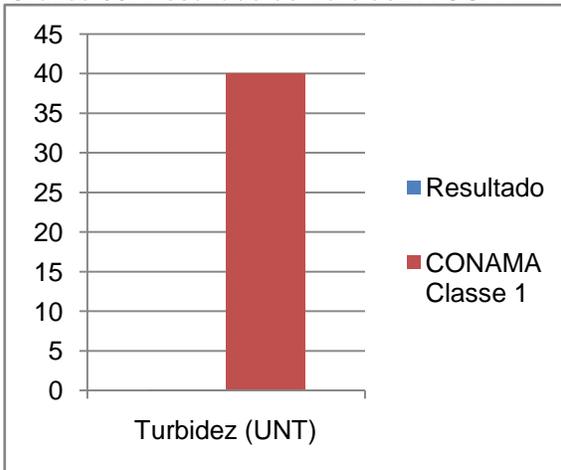
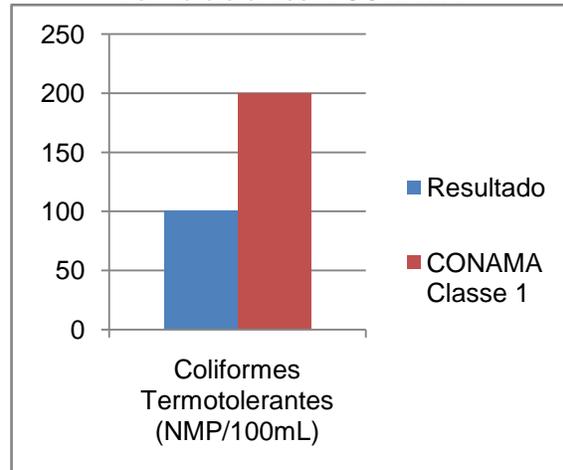


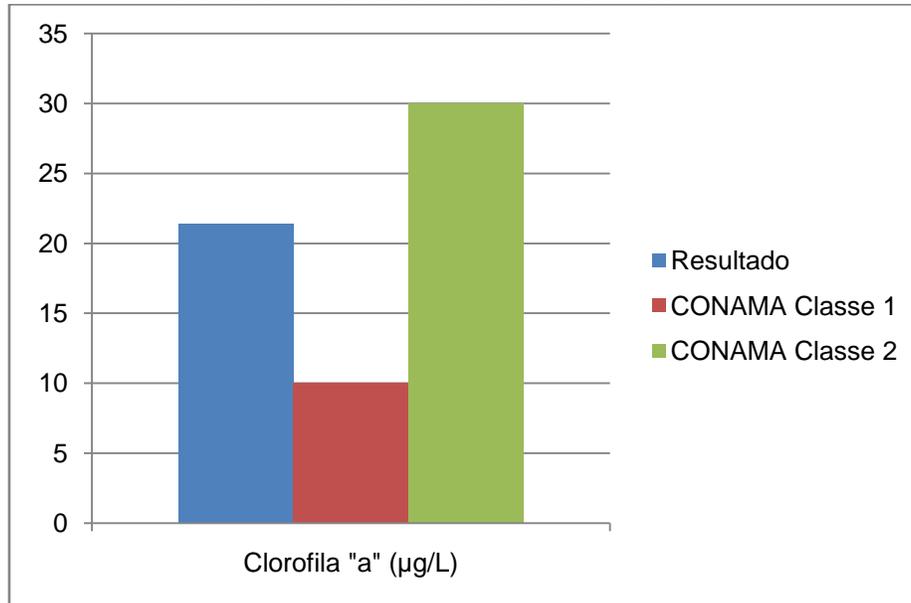
Gráfico 36: Resultado de Coliformes Termotolerantes X CONAMA.



Em se tratando da cor verdadeira a Resolução CONAMA dispõe na Classe 1 das águas doces que deve ser do nível de cor natural do corpo de água (mg Pt/L), a análise resultou no valor de 8 mg/L Pt/Co, porém no ato da coleta não foi constatado coloração forte ou diferente, apenas natural da água, se enquadrando na Classe 1 desta resolução.

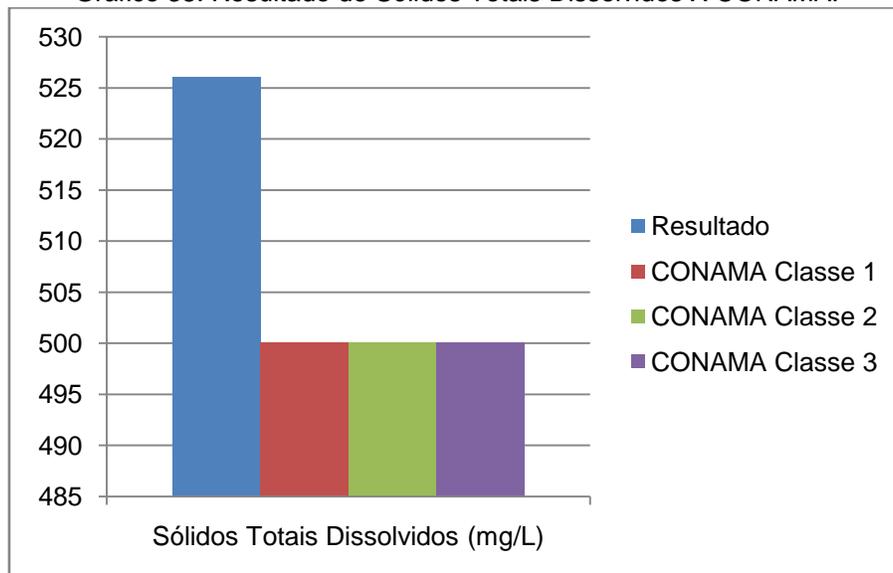
A CONAMA estabelece o limite de resultado da clorofila "a" na Classe 1 das águas doces no valor de 10 µg/L e na Classe 2 de 30 µg/L. O resultado da análise do Arroio Poacá constatou-se o valor de 21,4 µg/L, enquadrando na Classe 2 das águas doces, conforme Gráfico 37.

Gráfico 37: Resultado de Clorofila "a" X CONAMA.



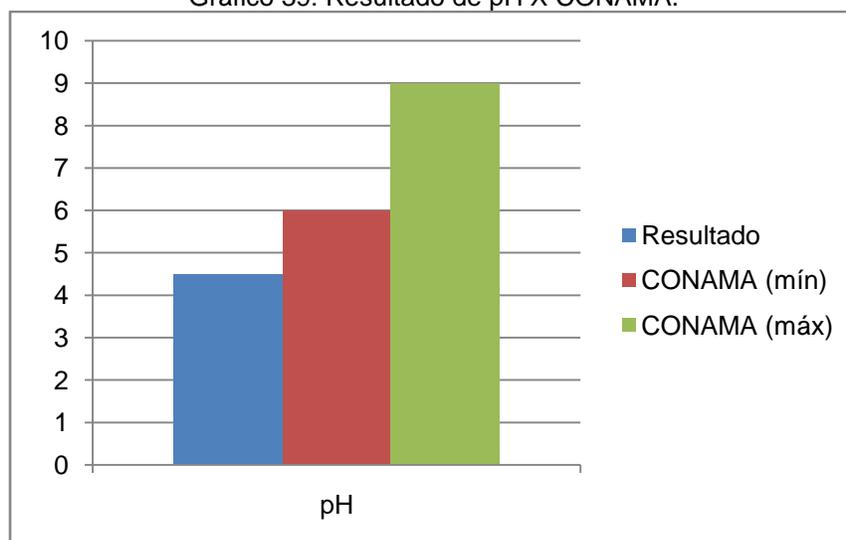
No Gráfico 38 mostra que foi detectado na análise 526 mg/L de sólido totais dissolvidos, as Classes 1, 2 e 3 da CONAMA estabelecem limite de 500 mg/L, este resultado pode ser proveniente de carbonatos, bicarbonatos, cloretos, sulfatos, fosfatos e, possivelmente, nitratos de cálcio, magnésio, potássio, baixos teores de ferro, magnésio ou outras substâncias.

Gráfico 38: Resultado de Sólidos Totais Dissolvidos X CONAMA.



O parâmetro pH resultou em 4,5, caracterizando a água mais ácida que os limites estabelecidos pela CONAMA (6,0 a 9,0), isto pode ter ocorrido devido a chuvas ácidas ou lançamentos de efluentes não tratados. Na região existe a predominância de agropecuárias, o que pode ter sido a causa desta alteração. Portanto, este parâmetro não se enquadra nos limites de Classe 1, 2, 3 (Gráfico 39).

Gráfico 39: Resultado de pH X CONAMA.



Os óleos e graxas, pelo método utilizado, não foram detectados. A CONAMA para as Classes 1, 2 e 3 solicita que seja virtualmente ausentes, portanto este parâmetro se enquadrou na legislação vigente.

1.10.9 Índice de Qualidade da Água (IQA)

Foi criado em 1970 pelo National Sanitation Foundation, nos Estados Unidos, o Índice de Qualidade das Águas (IQA). A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) começou a utilizá-lo em 1975, depois disso outros estados do Brasil começaram a utilizá-lo e hoje este índice é referência.

Segundo informações da ANA (2012) “o IQA foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público”. O IQA incorpora nove variáveis avaliadas como importantes na qualidade das águas, as quais são: OD, coliformes termotolerantes, pH, DBO_{5,20}, temperatura da água, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e sólidos totais.

“O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis que integram o índice” (CETESB, 2012), utilizando-se a fórmula:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Onde:

IQA: é o Índice de Qualidade das Águas, expresso em número de 0 a 100;

qi: é a qualidade do i-ésimo parâmetro, expresso em número de 0 a 100, obtido da “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida; e,

wi: é o peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Considerando:

n: o número de variáveis que entram no cálculo do IQA.

O peso (w) de cada parâmetro foi fixado devido à importância dos mesmos para a conformação global da qualidade da água, a Tabela 27 mostra os pesos estabelecidos.

Tabela 27: Parâmetros do IQA x pesos.

PARÂMETRO	PESO
OD	0,17
Coliformes termotolerantes	0,15
pH	0,12
DBO5,20	0,10
Temperatura da água	0,10
Nitrogênio total	0,10
Fósforo total	0,10
Turbidez	0,08
Sólidos totais	0,08

Fonte: CETESB, 2012.

Na Figura 85 abaixo, pode-se verificar as curvas médias de variação de qualidade das águas para os nove parâmetros.

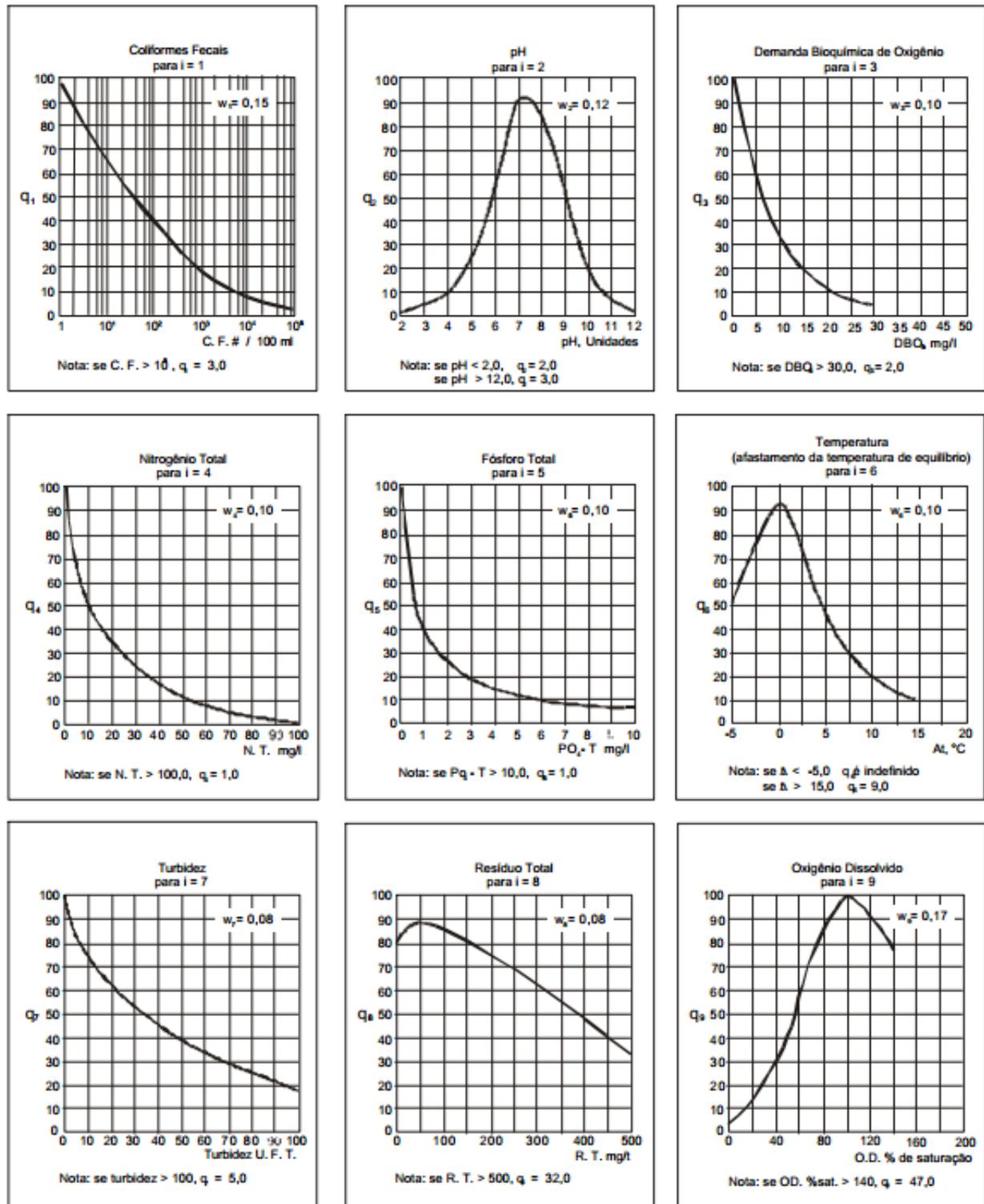


Figura 85: Curvas médias de variação de qualidade das águas.
Fonte: CETESB, 2012.

Após realizar o cálculo do IQA pode-se comparar a qualidade dos cursos d'água estudados, determinando a qualidade das águas brutas, variando de 0 a 100, conforme a Tabela 28.

Tabela 28: Classificação do IQA.

CATEGORIA	PONDERAÇÃO
Ótima	$79 < \text{IQA} \leq 100$
Boa	$51 < \text{IQA} \leq 79$
Regular	$36 < \text{IQA} \leq 51$
Ruim	$19 < \text{IQA} \leq 36$
Péssima	$\text{IQA} \leq 19$

Fonte: CETESB, 2012.

Com as informações podemos analisar (Tabela 29) o IQA dos cursos d'água que foram realizados as coletas e análise das águas, e para tanto se resultou nas seguintes qualidades das águas:

Tabela 29: Resultados do IQA para os cursos d'água analisados.

CURSO D'ÁGUA	IQA	CATEGORIA
Arroio Jaguarão-Chico	69,26	Boa
Rio Jaguarão	76,43	Boa
Arroio Poacá	68,28	Boa

Os resultados obtidos mostram que a qualidade das águas para abastecimento humano é de categoria Boa.

1.10.10 Possíveis Fontes Poluidoras dos Recursos Hídricos

Considerando o uso e ocupação do solo na área estudada, bem como as características dos empreendimentos e atividades antrópicas realizadas na região, pode-se concluir que as principais fontes de poluição dos recursos hídricos da região são: as atividades de mineração (carvão) realizadas na região, o despejo de efluentes líquidos e sólidos originados de despejos domésticos (pequena escala), a atuação de processos erosivos em áreas próximas ao leito destes corpos hídricos, acarretadas pela ausência ou descaracterização da mata ciliar destes, principalmente através de atividades agropecuárias, a agricultura propriamente dita com uso indiscriminado de pesticidas, corretivos, fertilizantes entre outros, bem como a pecuária, incluindo a bovinocultura, suinocultura, ovinocultura, entre outros.

As atividades agropecuárias relacionadas ao aporte de poluentes liberados nos recursos hídricos superficiais e subterrâneos da região estão principalmente relacionadas à emissão de efluentes provenientes de criadouros confinados, à utilização indiscriminada de fertilizantes, corretivos, herbicidas e afins, que são indiretamente ou diretamente despejados nos corpos hídricos da região.

Na agricultura esse despejo pode estar relacionado entre outras coisas, ao uso excessivo de defensivos agrícolas e fertilizantes, estes últimos normalmente bastante solúveis em água, causando a contaminação das águas subterrâneas e posteriormente das águas superficiais, ou sendo drenados diretamente para as águas superficiais, quando a aplicação é seguida de fortes chuvas. Os pesticidas utilizados atualmente vêm sendo fabricados para que em sua meia-vida, não perdem muito tempo no meio ambiente causando maiores problemas. Porém com o seu uso indiscriminado e sem acompanhamento técnico, estes produtos contribuem de forma negativa para a poluição dos recursos hídricos da região.

Já na pecuária, as principais fontes de efluentes são as criações intensivas e confinadas de gado, grande concentradora de dejetos animais. Segundo Matos (2005), estes dejetos são sabidamente possuidores de grande concentração de poluentes, provenientes tanto de sua carga orgânica, de bactérias nocivas derivadas do trato digestivo do animal, metais pesados e outros componentes tóxicos, oriundos da inclusão de vacinas, antibióticos e suplementos alimentares minerais. Deve se ressaltar que a situação evidenciada anteriormente se dá onde não há o tratamento dos efluentes líquidos provenientes de lavagens de estábulos, pocilgas, baias e galpões para retirada de leite, avicultura, bovinocultura e suinocultura (ASSIS & MURATORI, 2007).

Outro agravante da pecuária é a atividade pecuária extensiva, que emprega grandes extensões de terra. Esta atividade normalmente utiliza corpos hídricos para a dessedentação de animais, causando uma série de problemas, como o aumento de processos erosivos nas margens,

destruição de mata ciliar, contaminação por coliformes fecais e aumento da concentração de orgânicos na água.

Além dos efluentes provenientes das atividades agropecuárias, as atividades de beneficiamento de alimentos também são importantes fontes de poluição. Os resíduos provenientes de atividades agroindustriais são detentores de grande concentração de material orgânico, além de uma série de produtos químicos adicionadas durante o processamento (MATOS, 2005).

A lavagem de maquinário, os descartes do processamento, bem como todo o material proveniente dos processos de beneficiamento de alimentos, como águas residuais e bens de consumo utilizados em processos distintos da produção, se não forem conduzidos a local apropriado e tratados por processo específico e adequado, são fontes de poluição para o solo, ar e principalmente para os recursos hídricos.

Os resíduos provenientes destas atividades apresentam em geral grande concentração de material orgânico, ocasionando grande decréscimo de oxigênio dissolvido no meio aquático, devido ao aumento da atividade de bactérias e algas anaeróbicas, causando entre outros problemas, eutrofização do corpo hídrico e a mortandade de peixes e outros organismos por asfixia. (SILVA & ROSTON, 2010)

Estudos realizados na região de Candiota, com enfoque a contaminação proveniente da mineração de carvão, evidenciam o grande impacto causado pela atividade nos recursos hídricos da região. A exploração de minas de carvão a céu aberto, bem como outras minas já exploradas e sem previsão para recuperação, segundo Streck *et al.*(2010) tem provocado a contaminação de mananciais hídricos e a acidificação de suas águas, causando uma série de impactos ambientais e sociais, com a limitação do seu uso pela comunidade e a contaminação dos sedimentos e da vida aquática.

A drenagem ácida de mina, com origem da oxidação dos rejeitos de carvão, principalmente do carvão piritoso, aumenta a solubilidade e a mobilização de metais pesados nas águas de drenagem, acarretando sérias contaminações nas águas superficiais e subterrâneas. Aliado a este risco, a região de Candiota caracteriza-se como produtora de carne e arroz, sendo estas atividades bastante dependentes de recursos hídricos regionais, temendo-se a incorporação de metais pesados na cadeia alimentar. (SOARES *et al.* 1997)

Dadas as características do empreendimento e os impactos ambientais causados pela sua implantação, este se caracteriza de baixo impacto ambiental e com pequeno potencial de degradação para este recurso. Os impactos ambientais relacionados ao empreendimento se limitam a fase de implantação, sendo passíveis de mitigação através de medidas de controle.

A seguir são apresentados as atividades antrópicas cadastradas pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler – FEPAM – fundação responsável por licenciar grande parte das atividades econômicas desenvolvidas nos municípios da Área de Influência Indireta. Essas atividades se encontram disponíveis no site da fundação, como apresentado nas (Tabela 30), (Tabela 31), (Tabela 32) e (Tabela 33)

Tabela 30: Tabela de atividades antrópicas cadastradas na FEPAM, no município de Pedras Altas, RS.

TABELA DE ATIVIDADES ANTRÓPICAS CADASTRADAS NA FEPAM, PEDRAS ALTAS, RS	
RAMOS DE ATIVIDADE	QUANTIDADE
Irrigação superficial	29
Irrigação por aspersão/localizada	4
Criação de Bovinos de Corte Em Sistema Extensivo a Campo	3
Culturas Agrícolas Não Irrigadas	2
Silvicultura de Exóticas com Alta Capacidade Invasora (Pinus Sp e Outras)	1
Silvicultura de Exóticas com Baixa Capacidade Invasora (Eucalyptus Sp, Acacia Mearnsii e Outras)	27
Lavra de Rocha Para Uso Imediato Na Construção Civil – a Céu Aberto, com Uso de Explosivos, com Britagem e com Recuperação de Área Degradada	2
Lavra de Saibro- a Céu Aberto, sem beneficiamento, fora de recurso hídrico e com Recuperação de Área Degradada	2
Lavra de Areia E/ou Cascalho- a Céu Aberto, Em Recurso Hídrico e com Recuperação de Área Degradada	1
Moinho de Trigo E/ou Milho	1
Outras Operacoes de Beneficiamento de Graos	1
Beneficiamento e Industrializacao de Leite e Seus Derivados	1

Engarraamento de Bebidas, Inclusive Engarraamento e Gaseificacao de Agua Mineral, com Ou Sem Lavagem de Garrafas	1
Servicos de Comunicacoes	1
Parcelamento do Solo Rural Para Fins de Reforma Agraria	5
Sistema de abastecimento de de água (q<20% vazão fonte de abastecimento)	2
Loteamento residencial – condomínio unifamiliar	1
Sistema de esgoto sanitário	1
Geração de hidroeletricidade	1
Rodovias (implantação/alteração de traçado/ampliação da faixa de rolamento) Exceto rodovia de domínio municipal	2
Geração de energia elétrica a partir de energia eólica	1
Rede de distribuição de água	4
Depósito / Comercio varejista de combustíveis (posto de gasolina)	2

Fonte: Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler – FEPAM (acesso em 02/07/2012)

Tabela 31: Tabela de Atividades Antrópicas Cadastradas na FEPAM no município de Aceguá/RS

TABELA DE ATIVIDADES ANTRÓPICAS CADASTRADAS NA FEPAM, ACEGUÁ, RS	
RAMOS DE ATIVIDADE	QUANTIDADE
Barragem/Açude para irrigação – apenas para fornecimento de água	1
Depósito/Comércio varejista de combustíveis (posto de gasolina)	3
Disposição no solo de efluentes líquidos industriais	1
Irrigação por aspersão/localizada	3

Irrigação superficial	72
Lavra de areia e/ou cascalho – a céu aberto, sem beneficiamento, em recurso hídrico e com Recuperação de Área Degradada	1
Lavra de Saibro- a Céu Aberto, sem beneficiamento, fora de recurso hídrico e com Recuperação de Área Degradada	2
Loteamento residencial – condomínio pluri-familiar	1
Parcelamento do Solo Rural Para Fins de Reforma Agrária	5
Rodovias (implantação/alteração de traçado/ampliação da faixa de rolamento) Exceto rodovia de domínio municipal	1
Silvicultura de Exóticas com Baixa Capacidade Invasora (<i>Eucalyptus Sp</i> , <i>Acacia Mearnsii</i> e Outras)	13
Sistema de abastecimento de água (q<20% vazão fonte de abastecimento)	1
Transporte rodoviário de produtos e/ou resíduos perigosos	3

Fonte: Modificado de ECOSFERA (2011).

Tabela 32: Tabela de Atividades Antrópicas Cadastradas na FEPAM no município de Hulha Negra/RS

TABELA DE ATIVIDADES ANTRÓPICAS CADASTRADAS NA FEPAM, HULHA NEGRA, RS	
RAMOS DE ATIVIDADE	QUANTIDADE
Armazenamento ou comercialização de resíduo sólido industrial classe iii (inclusive sucaterios)	1
Berçário micro-empresa	1
Construções civis genéricas	3
Creches	1

Criação de bovinos (semi-extensivo)	2
Depósito/ comércio varejista de combustíveis (posto de gasolina)	3
Distrito/loteamento industrial/pólo industrial	1
Fabricação de cimento	1
Fabricação de conservas, exceto de carne e pescado	1
Geração de energia elétrica a partir de energia eólica	2
Irrigação por aspersão/localizada	2
Irrigação superficial	39
Lavra de argila – a céu aberto, sem beneficiamento, fora de recurso hídrico e com recuperação de área degradada.	1
Lavra de calcário/caulin/fosfato – a céu aberto, sem beneficiamento e com recuperação de área degradada.	1
Lavra de saibro – a céu aberto, sem beneficiamento, fora de recurso hídrico e com recuperação de área degradada.	2
Matadouro/ abatedouros de bovinos e suínos, com fabricação de embutidos ou industrialização de carnes	2
Parcelamento do Solo Rural Para Fins de Reforma Agrária	15
Preparação de conservas de carne	1
Rede de distribuição de água	6
Rodovias (implantação/alteração de traçado/ampliação da faixa de rolamento) Exceto rodovia de domínio municipal	1
Silvicultura de Exóticas com Baixa Capacidade Invasora (<i>Eucalyptus Sp</i> ,	14

Acacia Mearnsii e Outras)	
Sistema de abastecimento de água (q<20% vazão fonte de abastecimento)	2
Sistema de esgoto sanitário	3
Usina de asfalto e concreto asfáltico, quente	1

Fonte: Modificado de ECOSFERA (2011).

Tabela 33: Tabela de Atividades Antrópicas Cadastradas na FEPAM, para o município de Candiota, RS.

TABELA DE ATIVIDADES ANTRÓPICAS CADASTRADAS NA FEPAM, CANDIOTA, RS	
RAMOS DE ATIVIDADE	QUANTIDADE
Aterro controlado de resíduo sólido urbano	1
Aterro de resíduo sólido industrial classe II	1
Aterro sanitário de resíduo sólido urbano	2
Barragem para uso múltiplo	2
Barragens de saneamento	1
Beneficiamento de minerais não-metálicos, sem tingimento e com britagem	2
Berçário micro-empresa	1
Construções civis genéricas	1
Depósito/ comércio varejista de combustíveis (posto de gasolina)	3
Depósitos em geral	1
Distrito/ loteamento industrial/ pólo industrial	1
Fabricação	1

Fabricação de telhas/tijolos/outras artigos de barro cozido, sem tingimento	1
Fabricação de vinhos	1
Hotel	1
Irrigação superficial	27
Laboratório de análises ambientais	1
Lavra de areia – a céu aberto, sem beneficiamento, fora de recurso hídrico e com recuperação de área degradada.	1
Lavra de calcário/ caulim – a céu aberto, com beneficiamento e com recuperação de área degradada.	2
Lavra de carvão/turfa/combustíveis minerais – a céu aberto com beneficiamento e com recuperação de áreas degradadas.	2
Lavra de carvão/turfa/combustíveis minerais – a céu aberto sem beneficiamento e com recuperação de áreas degradadas.	5
Lavra de rocha ornamental (granito/basalto/talco/etc.) – a céu aberto, sem beneficiamento e com recuperação de áreas degradadas	1
Lavra de saibro – a céu aberto, sem beneficiamento, fora de recurso hídrico e com recuperação de área degradada.	1
Loteamento residencial – condomínio uni familiar	8
Parcelamento do Solo Rural Para Fins de Reforma Agrária	20
Posto de abastecimento próprio com tanques aéreos (depósito de combustíveis) <= 15 m ³	1
Posto de abastecimento próprio com tanques aéreos (depósito de combustíveis) > 15 m ³	2

Posto de resfriamento de leite	1
Produção de energia termelétrica (usina termelétrica)	4
Recuperação de áreas mineradas	2
Rede de distribuição de água	2
Rede de esgoto doméstico	2
Rede e antena para telefonia móvel	1
Silvicultura de Exóticas com Baixa Capacidade Invasora (<i>Eucalyptus Sp</i> , <i>Acacia Mearnsii</i> e Outras)	27
Sistema de abastecimento de água (q<20% vazão fonte de abastecimento)	3
Sistemas de esgoto sanitário	10
Terminal de minérios	1
Transmissão de energia elétrica (>38 kv)	1
Transporte de resíduos sólidos urbanos	1
Transporte Rodoviário De Produtos E/Ou Resíduos Perigosos	2
Usina de produção de concreto	1

Fonte: Modificado de ECOSFERA (2011).

1.11 RUÍDO

“Ruído é qualquer som indesejado”, esta é a definição estabelecida por Kinsler *et al.* (1982), de forma simples e objetiva, ruído nada mais é que todo o som desagradável ou indesejável ao receptor.

Para se determinar a reação ao ruído, deve-se ir além das medições físicas de exposição ao ruído, por que para uma variedade de sons é necessário que seja considerada uma ampla variedade de reações auditivas entre as pessoas.

Os ruídos aeronáuticos, de tráfego rodoviário e industrial, normalmente são mais aceitáveis por algumas pessoas, devido aos benefícios relacionados às atividades. Porém, essa situação só pode ser aceitável quando o ruído não é percebido ou não é frequente, em função dos riscos à saúde.

Além de trazer malefícios à saúde, o ruído também são estressores ambientais, prejudicando, principalmente a fauna local.

Segundo a Resolução CONAMA nº 01/90, Cap. V, seção III, art. 54, a ABNT NBR 10.151:2000 é o critério técnico a ser seguido e atendido. A NBR 10.151 estabelece nível de critério de avaliação (NCA) de ruídos para ambientes externos em dB (A), os quais dependem da área, conforme mostra a Tabela 34.

Tabela 34: Nível de critério de avaliação (NCA) de ruído permitidos para ambientes externos, em dB(A).

TIPOS DE ÁREAS	DIURNO	NOTURNO
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: ABNT NBR 10.151:2000.

O empreendimento utilizará diversos equipamentos, os quais emitem ruídos conforme mostra a Tabela 35. Estes valores são aproximados.

Tabela 35: Equipamentos x emissão de ruído.

	TIPO	EMIÇÃO DE RUÍDO (dB (A))
SUBESTAÇÃO	Caminhões	87,2
	Retroescavadeiras	76
	Guindastes	118
	Geradores	110
LINHA DE TRANSMISSÃO	Guindastes	118
	Tratores	97,5
	Pullers	--*
	Retroescavadeiras	76
	Caminhões	87,2
	Caminhões Betoneria	87,2
	Caminhonetes 4x4	88
Carros pequenos	78	

*Valor não encontrado na literatura.

Considerando que a cada duplicação da distância o ruído minimiza em 6 dB(A) em campo livre e que as obras em cada local de implantação da torre irão durar poucos dias, pode-se induzir que os incômodos serão pouco sentidos pelos moradores.

A AID do empreendimento compreende áreas de sítios e fazendas; área de escolas; e, área mista, predominantemente residencial, então deverá atender à 40 dB (A) diurno.

Linhas de transmissão geram ruídos audíveis, as quais possuem denominação de descarga de “corona” (corona discharge) e intervalo de centelha (spark-gap). Efeito corona é a ação de um campo elétrico próximo a um condutor com forte diferença de potencial fazendo com que os elétrons das moléculas do ar sejam retirados ficando ionizadas, elevando a capacidade do ar em conduzir corrente elétrica. Essas descargas provocam ruído apenas nos semiciclos positivos afetando a radiorecepção nas faixas de frequência das transmissões em AM, nos demais

constituintes das linhas de transmissão são ocasionados ruídos bem inferiores. Este efeito corona aumenta com a umidade e a chuva por tornar o ar mais condutivo.

Ruídos provenientes das falhas em isoladores causam muita interferência em linhas de transmissão, isto ocorre quando uma centelha pula entre dois condutores. Diferentemente do efeito corona, o ruído gerado pela centelha é relacionado às boas condições do tempo.

Em casos de chuvas fortes o ruído da chuva é bem superior ao ruído da linha de transmissão, portanto ele não se torna agressivo. No limite da faixa de servidão, quando a LT estiver em sua tensão máxima operativa, a relação sinal-ruído deve ser no mínimo igual a 24 dB, já o ruído audível deve ser no máximo de 58 dB durante chuva fina, durante névoa de quatro horas ou durante os quinze primeiros minutos em seguida ao episódio de chuva.

A operação da subestação gera níveis de ruídos provenientes dos transformadores, os quais são projetados para operarem com baixo nível de ruído, com no máximo 63 dB medido à 2,0 metros.

O ruído é um impacto negativo, portanto faz-se necessário o monitoramento e manutenção periódica dos equipamentos os níveis a fim de não ultrapassar os limites estabelecidos pela legislação. Para tanto será elaborado e aplicado um programa para monitoramento dos níveis de ruído durante a execução das obras, a fim de verificar se estes estarão dentro dos níveis estabelecidos pela legislação. Durante a fase de operação, recomenda-se a manutenção periódica dos equipamentos.

1.12 NÍVEIS DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

A qualidade do ar local e do entorno da LT é diretamente influenciada pelo perfil das emissões de poluentes provenientes da operação, durante a execução das obras, de caminhões e máquinas.

Conforme a Resolução CONAMA Nº 03, de 28/06/1990, considera-se poluente atmosférico:

“qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade”.

A concentração dos poluentes no ar depende tanto dos mecanismos de dispersão como de sua produção e remoção. Normalmente, a própria atmosfera é capaz de dispersar os poluentes, misturando-os eficientemente a um grande volume de ar, o que contribui para que a poluição se estabilize em níveis aceitáveis.

A capacidade de dispersão varia muito com o relevo com as condições meteorológicas locais, especialmente no que se refere ao efeito de ventos, chuvas e pressão atmosférica. Dessa forma, é a interação entre as fontes de poluição e a atmosfera que vai definir a qualidade do ar. As condições meteorológicas determinam uma maior ou menor diluição dos poluentes, mesmo que as emissões não variem. Já o relevo, por sua vez, é responsável por determinar maior ou menor intensidade de variáveis meteorológicas, principalmente dos ventos. A interação entre as condições meteorológicas e a dispersão de poluentes na atmosfera é permanente. Por isso, é de grande importância que esses fatores sejam considerados na avaliação da qualidade do ar do local.

Quanto à interferência das precipitações na qualidade do ar, salienta-se que em situações de chuvas mais fortes de curta duração ou de menor intensidade, porém mais duradouras, este fenômeno atua como um eficiente agente de limpeza da atmosfera, ainda mais se acompanhadas por ventos mais intensos, atribuindo-se grande eficiência na remoção dos poluentes contidos na atmosfera.

A nebulosidade e a insolação também influenciam a qualidade do ar. A insolação, por exemplo, é de grande relevância para análise da presença de poluentes na atmosfera, pois é a partir da incidência solar que muitos processos de formação de oxidantes fotoquímicos acontecem como é o caso do ozônio troposférico, principalmente nos grandes centros urbanos.

Para diagnosticar a área de influência do empreendimento foram utilizados os dados da rede de monitoramento da qualidade do ar da Usina Termelétrica Presidente Médici, localizada em Candiota/RS. Este monitoramento é de responsabilidade da CGTEE-Eletrosul, pertencente ao grupos Eletrobras. A rede é composta por cinco estações, três localizadas no município de Candiota/RS, uma no município de Pedras Altas/RS e uma no município de Aceguá/RS. Os dados existentes e cadastrados destas estações são do período de 01/01/2012 a 31/05/2012 e compreendem os seguintes poluentes: óxidos de nitrogênio, partículas inaláveis, monóxido de nitrogênio, dióxido de nitrogênio e dióxido de enxofre. Apenas na estação de Aceguá/RS existe também a análise de ozônio.

1.12.1 Parâmetros de Qualidade do Ar

No Brasil, são adotados usualmente os padrões de qualidade do ar estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 03, de 28 de junho de 1990. Segundo o seu artigo 1º:

“São padrões de qualidade do ar as concentrações de poluentes atmosféricos que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral”.

A Resolução CONAMA nº. 03/1990 estabeleceu padrões nacionais de qualidade do ar, para a maioria dos poluentes medidos nas estações apresentadas. Estes poluentes compõem um grupo considerado indicadores da qualidade do ar e seus padrões são apresentados na Tabela 36.

Tabela 36: Padrões nacionais de qualidade do ar.

POLUENTE	PADRÃO PRIMÁRIO (µg/m³)	PADRÃO SECUNDÁRIO (µg/m³)	PERÍODO DE EXPOSIÇÃO
PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO	240	150	24 horas
	80	60	Anual
PARTÍCULAS INALÁVEIS	150	150	24 horas
	50	50	Anual
FUMAÇA	150	100	24 horas
	60	40	Anual
DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO ₂)	365	100	24 horas
	80	40	Anual

MONÓXIDO DE CARBONO (CO)	40.000*	40.000*	1 hora
	10.000**	10.000**	8 horas
OZÔNIO (O ₃)	160	160	1 hora
DIÓXIDO DE NITROGÊNIO (NO ₂)	320	190	1 hora
	100	100	Anual

*correspondente a 35 ppm; **correspondente a 8,7 ppm.

Fonte: Resolução CONAMA nº 03, de 28/06/1990.

Os Padrões Primários de Qualidade do Ar a que se refere à CONAMA nº 03/90, são “as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população”, já os Padrões Secundários são “as concentrações de poluentes abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna, à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral”.

O Estado do Rio Grande do Sul, por meio do Código Estadual do Meio Ambiente instituído pela Lei Estadual nº 11.520, de 03 de agosto de 2000, em seu Capítulo III, institui critérios de utilização e conservação do ar. Neste mesmo capítulo, no artigo 149 estabelece as seguintes Classes de Uso para o estado:

- I. Área Classe I: áreas de preservação, lazer e turismo, onde deverá ser mantida a qualidade do ar em nível o mais próximo possível do verificado, sem intervenção antropogênica;
- II. Área Classe II: áreas não classificadas como Classe I ou III;
- III. Área Classe III: áreas que abrigam distritos industriais criados por legislação própria.

No caso das LT, estas se enquadram na Classe III, onde o artigo 153 do Código Estadual, onde este determina que

“as fontes emissoras de poluentes atmosféricos, em seu conjunto, localizadas em áreas de Distrito Industrial (...) deverão lançar seus poluentes em quantidades e condições tais que: não ocasionem concentrações ao nível do solo superiores aos padrões primários de qualidade do ar, dentro dos limites geográficos do Distrito Industrial; e não ocasionem concentrações ao nível do solo superiores aos padrões secundários de qualidade do ar, fora dos limites geográficos do Distrito Industrial”.

1.12.2 Índice da Qualidade do Ar

“O Índice de Qualidade do Ar (IQAr), tem como objetivo principal proporcionar à população o entendimento sobre a qualidade do ar local, em relação a diversos poluentes atmosféricos amostrados nas estações de monitoramento” (FEPAM, 2012). Este índice é medido e divulgado pela FEPAM diariamente por meio de um boletim da qualidade do ar das últimas 24 horas.

O IQAr é utilizado matematicamente, para transformar as concentrações medidas dos diversos poluentes em um único valor adimensional, este possibilita a comparação com os limites estabelecidos legalmente.

A FEPAM (2012) propõe o IQAr por meio de uma função linear segmentada,

“na qual os pontos de inflexão representam os Padrões Nacionais de Qualidade do Ar e os critérios para episódios agudos da poluição do ar estabelecidos conforme a Resolução CONAMA nº 03 de 28/06/1990, para seis poluentes atmosféricos, a saber: Partículas Totais em Suspensão, Partículas Inaláveis, Dióxido de Enxofre, Dióxido de Nitrogênio, Ozônio e Monóxido de Carbono”.

O índice e os padrões de qualidade do ar são seguidos pela tabela apresentada na Figura 86.

ÍNDICE DA QUALIDADE DO AR (IQA _r)								
Qualidade	Índice	Níveis de Cautela sobre a Saúde	PTS (µg/m ³)	PI10 (µg/m ³)	S02 (µg/m ³)	NO2 (µg/m ³)	CO (PPm)	O3 (µg/m ³)
	0-50		0-80	0-50	0-80	0-100	0-4,5	0-80
	51-100		81-240	51-150	81-365	101-320	4,6-9,0	81-160
	101-199	* Insalubre para Grupos Sensíveis	241-375*	151-250*	366-586* 587-800	321-1130*	9,1-12,4* 12,5-15,0	161-322* 323-400
	200-299	Muito Insalubre	376-625	251-350 351-420*	801-1600	1131-2260	15,1-30	401-800
	300-399	Perigoso	626-875	421-500	1601-2100	2261-3000	30,1-40	801-1000
	Acima de 400	Muito Perigoso	> 876	> 500	> 2100	> 3000	> 40	> 1001

Os índices, até a classificação REGULAR, atendem aos Padrões de Qualidade do Ar, estabelecido pela Resolução CONAMA 03 de 28/06/1990.

PADRÕES E CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DO AR		
Qualidade	Índice	Padrões de Qualidade do Ar* - CONAMA
	0-50	Abaixo dos Padrões de Qualidade > 1
	51-100	Abaixo dos Padrões de Qualidade > 2
	101-200	Acima dos Padrões de Qualidade
	201-300	Acima do Nível de Atenção
	301-400	Acima do Nível de Alerta
	Acima de 400	Acima do Nível de Emergência

* Resolução CONAMA nº 03 de 28/06/1990.
> 1 Atende ao padrão primário anual
> 2 Atende aos padrões primários de qualidade

Figura 86: Tabelas de índice, padrões e classificação da qualidade do ar.
Fonte: FEPAM, 2012.

1.12.3 Caracterização da qualidade do ar na região

A Interligação Elétrica Brasil – Uruguai, conforme anteriormente descrito, irá atravessar os municípios de Candiota, Hulha Negra e Aceguá, porém além desses três municípios a Área de Influência Direta e Indireta inclui também o município de Pedras Altas, todos pertencentes ao Estado do Rio Grande do Sul.

No município de Candiota está instalada a Usina Termelétrica Presidente Médici (Figura 87), de onde partirá a distribuição de energia pela Linha de Transmissão. Esta Usina emite grande carga de poluentes atmosféricos e por ordem do IBAMA foram instalados estações de monitoramento da

qualidade do ar em sua área de influência, a qual também faz parte da AID e AII do empreendimento. A CGTEE é quem mantém o banco de dados das estações, com informações desde janeiro de 2012.



Figura 87: Usina Presidente Médici.
Fonte: Geo Consultores Eng. e Meio Amb. Ltda., 2012.

A LT irá atravessar regiões urbanas e agrárias, basicamente assentamentos que vivem da agropecuária, bem como em cursos d'água, áreas de reflorestamento e açudes.

A FEPAM monitora a qualidade do ar em alguns municípios do Estado do Rio Grande do Sul, mais precisamente na Região Hidrográfica do Guaíba. No município do Rio Grande, o mais próximo da LT, são monitorados os parâmetros de Partículas Totais em Suspensão e Dióxido de Enxofre. De janeiro de 2011 a janeiro de 2012 o índice de qualidade (média) foi de 51,08, ou seja Regular na classificação de Qualidade do Ar (IQAr).

O Grupo de Modelagem da Atmosfera e Interfaces do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) monitora alguns parâmetros de qualidade do ar e apresenta o gráfico da Figura 88 para Monóxido de Carbono - CO (ppb) para a região do empreendimento, de 13 a 16 de junho de 2012.

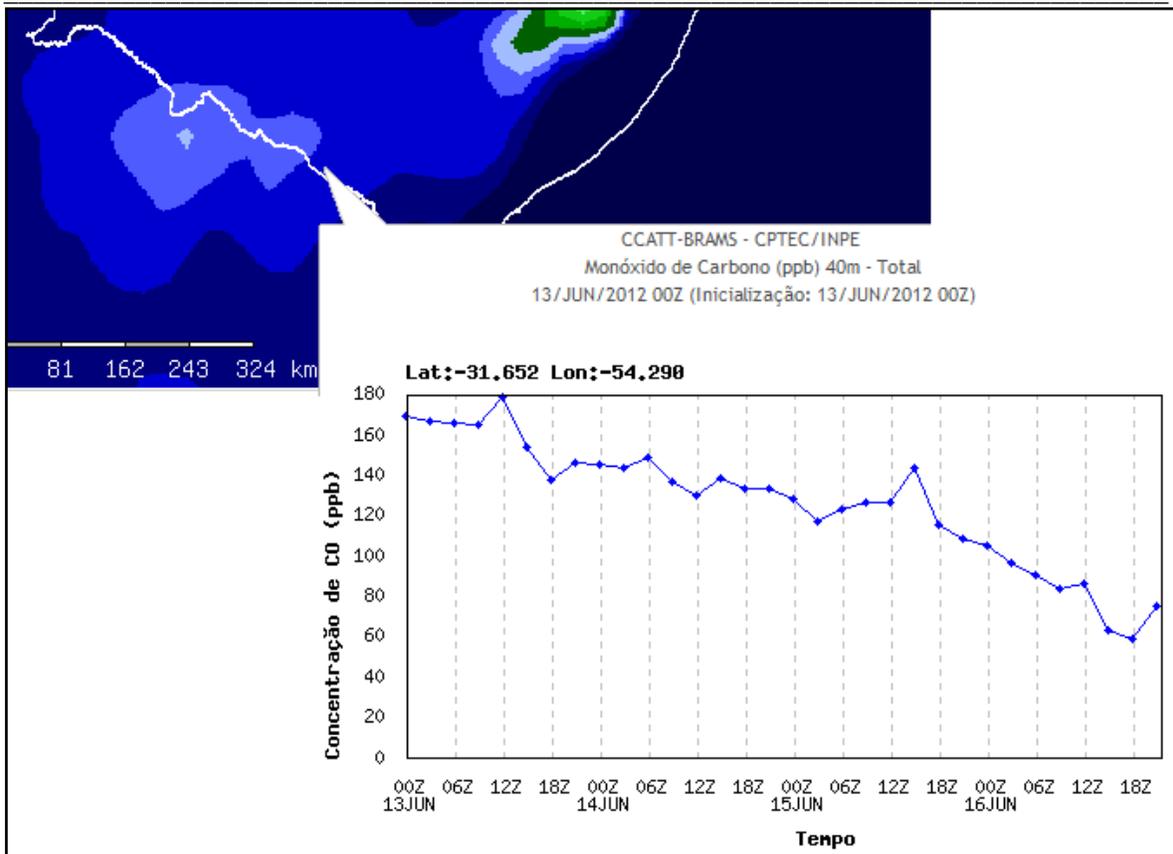


Figura 88: Gráfico das medições de Concentração de CO na região do empreendimento.
Fonte: CPTEC/INPE, 2012.

Neste gráfico podemos analisar que a concentração de CO varia de 50 a 180 ppb (0,05 a 0,18 ppm), de acordo com o IQAr esta variação se enquadra na Qualidade Boa para o ar. Para o Ozônio – O₃ (ppb) houve a medição neste mesmo período de 10 a 30 ppb (31,9 a 95,7 µg/m³), conforme mostra a Figura 89. Este resultado do Ozônio classifica a qualidade do ar entre Boa e Regular pelo IQAr.

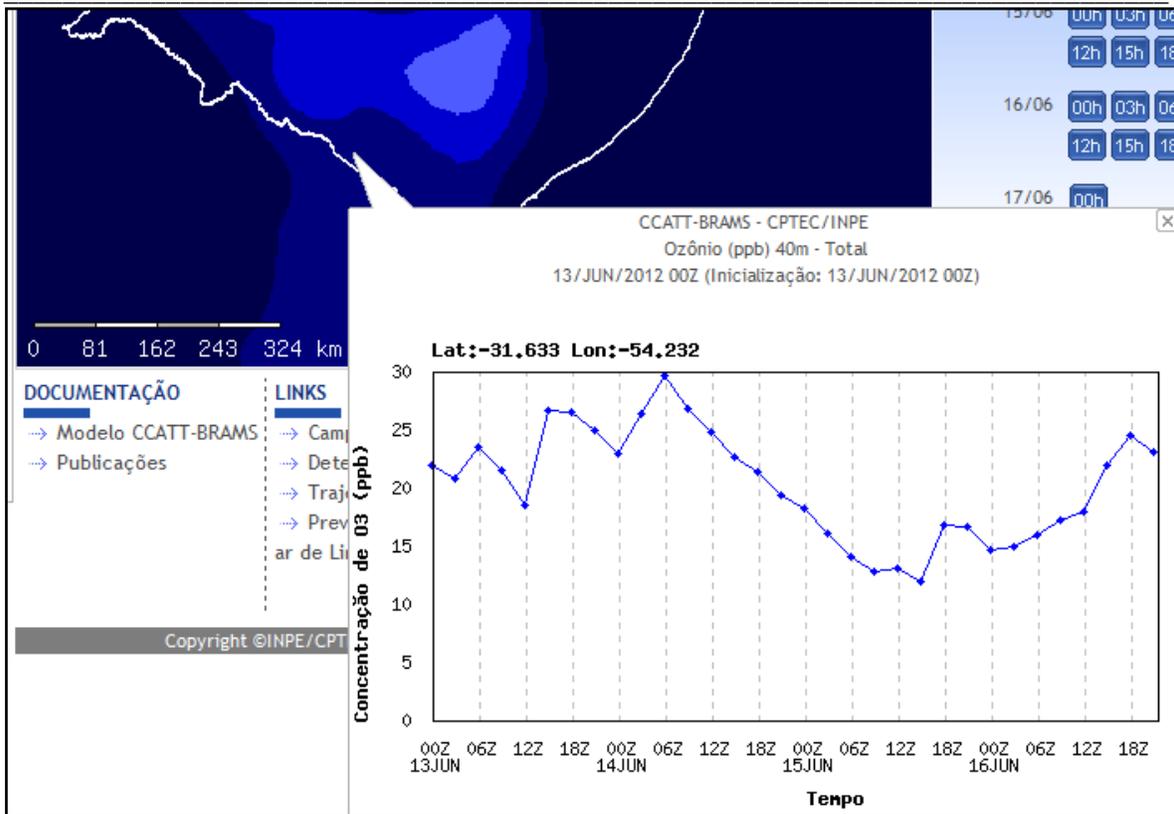


Figura 89: Gráfico das medições de Concentração de O3 na região do empreendimento.
Fonte: CPTEC/INPE, 2012.

A média mensal dos dados apresentados pela CGTEE nas cinco estações de monitoramento da qualidade do ar é apresentada na Tabela 37.

Tabela 37: Médias da concentração de 24 horas, nos meses de janeiro a maio de 2012, das estações de monitoramento da qualidade do ar da CGTEE.

ESTAÇÕES / POLUENTES		Partículas Inaláveis ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dióxido de Nitrogênio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dióxido de Enxofre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ozônio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
AEROPORTO	Janeiro	--	42,00	--	--
	Fevereiro	532,33	71,22	--	--
	Março	591,84	66,46	--	--
	Abril	528,13	96,80	--	--
	Maio	480,39	130,90	--	--

CANDIOTA	Janeiro	722,94	107,47	280,62	--
	Fevereiro	677,19	108,47	50,83	--
	Março	675,87	112,74	110,57	--
	Abril	584,50	126,84	112,75	--
	Maio	532,90	127,06	67,46	--
TRÊS LAGOAS	Janeiro	357,00	91,49	322,77	--
	Fevereiro	327,94	95,48	78,29	--
	Março	--	92,04	78,54	--
	Abril	332,71	182,11	129,02	--
	Maio	613,03	98,13	191,04	--
PEDRAS ALTAS	Janeiro	337,48	38,71	79,5	--
	Fevereiro	374,61	48,78	145,22	--
	Março	193,00	36,55	102,37	--
	Abril	241,53	37,43	60,89	--
	Maio	232,76	36,74	37,00	--
ACEGUÁ	Janeiro	439,68	57,90	107,75	745,70
	Fevereiro	397,43	72,50	110,27	699,97
	Março	410,42	57,44	99,43	784,27
	Abril	506,97	61,45	66,03	665,70
	Maio	478,59	123,59	79,95	547,41

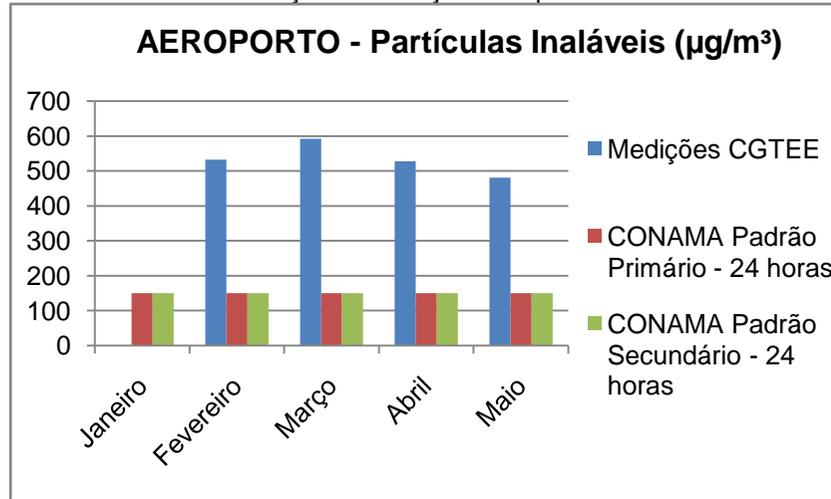
Fonte: CGTEE, 2012.

Comparando os resultados das análises de qualidade do ar medidas pela CGTEE nas áreas de influência da Usina Termelétrica Presidente Médici com os limites dos parâmetros exigidos pela Resolução CONAMA nº 03/90, geraram-se gráficos analíticos para melhor observação.

O Gráfico 40, o Gráfico 41, o Gráfico 42, o Gráfico 43 e o Gráfico 44 mostram as medições de Partículas Inaláveis ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) efetuadas nos cinco primeiros meses de 2012, nas cinco estações pertencentes à CGTEE, comparadas com a Resolução CONAMA nº 03/90. Estes gráficos apontam que as medições em todas as estações se encontram muito elevadas em relação os limites estabelecidos pela legislação, podendo causar danos na saúde pública e ao meio ambiente. Os valores apresentados foram de 193 (menor valor medido) a 723 (maior valor medido) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, que de acordo com o IQAr deixa a qualidade do ar de Inadequada a Crítica, sendo muito perigoso para a saúde.

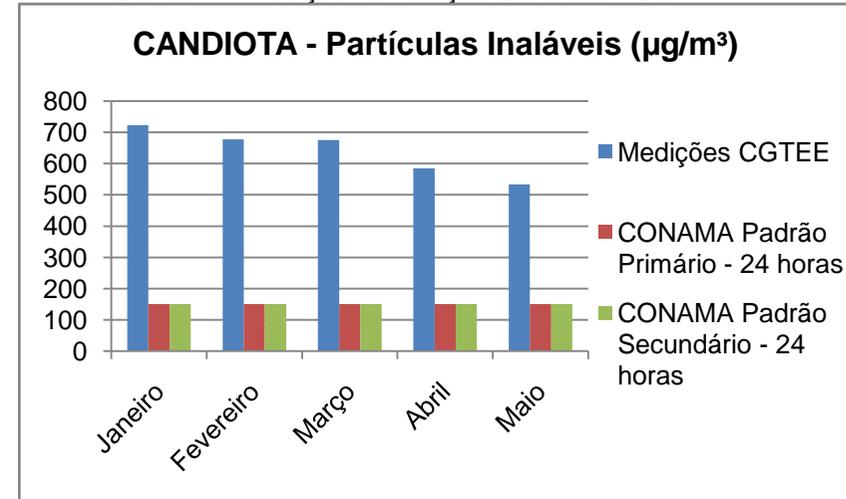
Os limites da Resolução CONAMA nº 03/90, são de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para o Padrão Primário e para o Padrão Secundário para o parâmetro partículas inaláveis.

Gráfico 40: Medição na Estação Aeroporto X CONAMA.



Fonte: CGTEE, 2012.

Gráfico 41: Medição na Estação Candiota X CONAMA.



Fonte: CGTEE, 2012.

Gráfico 42: Medição na Estação Três Lagoas X CONAMA.

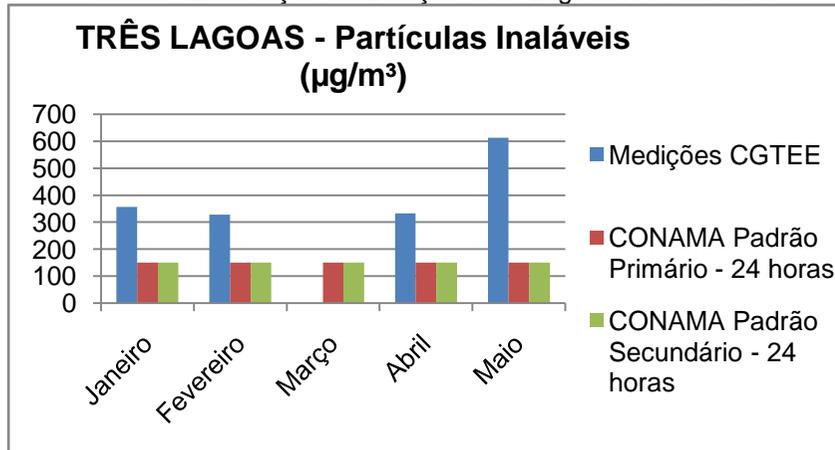
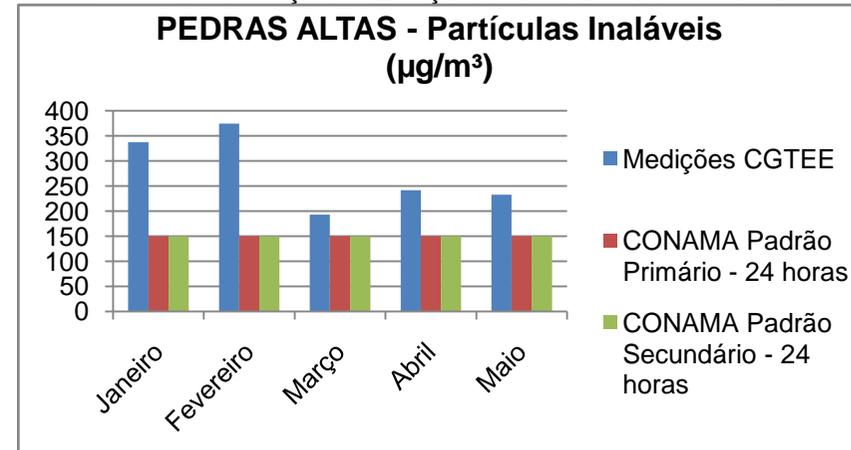


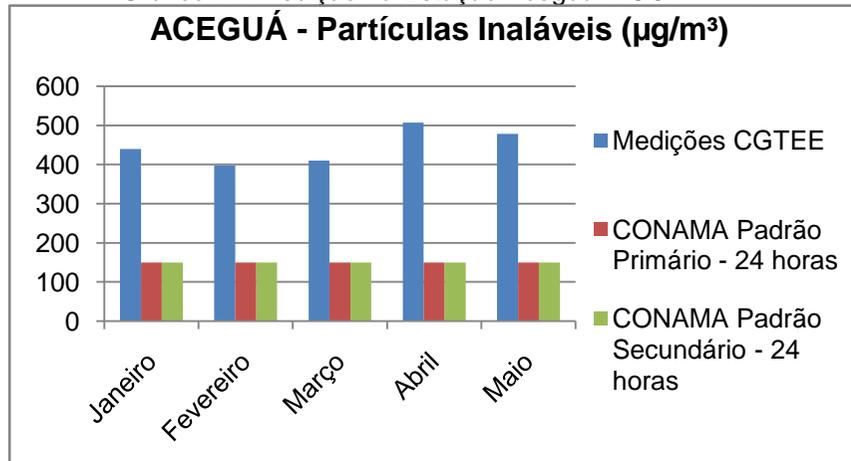
Gráfico 43: Medição na Estação Pedras Altas X CONAMA.



Fonte: CGTEE, 2012.

Fonte: CGTEE, 2012.

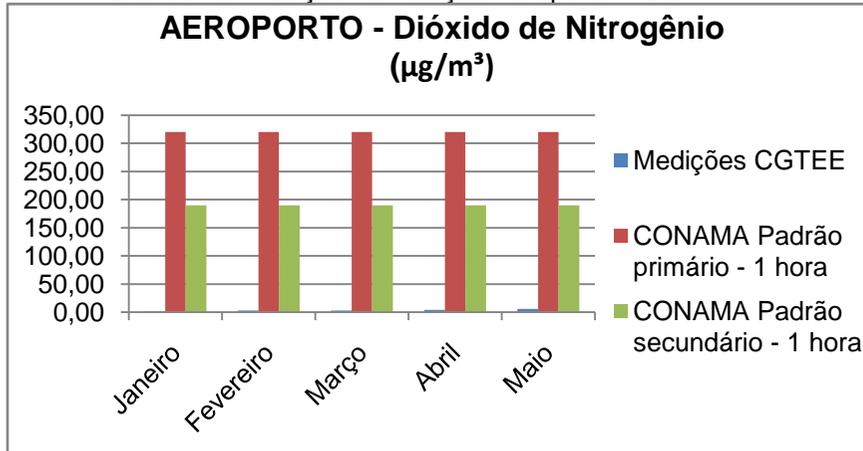
Gráfico 44: Medição na Estação Aceguá X CONAMA.



Fonte: CGTEE, 2012.

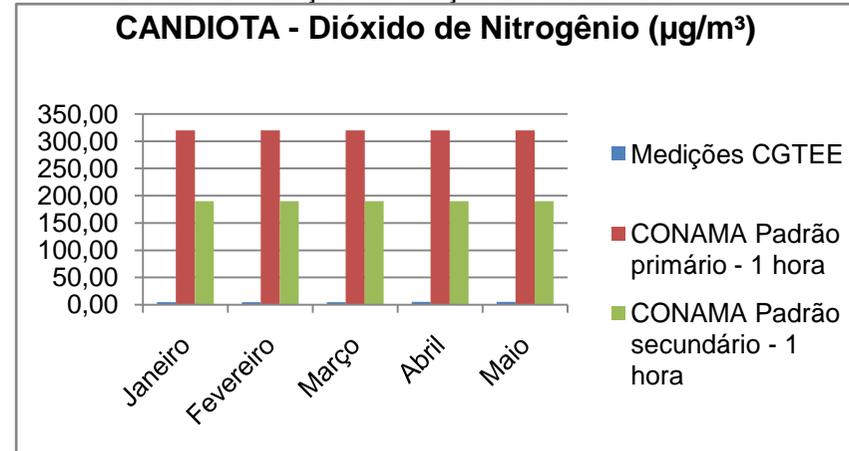
As medições de Dióxido de Nitrogênio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) se mostraram de acordo com a legislação em todas as estações de qualidade do ar da CGTEE, conforme mostram o Gráfico 45, o Gráfico 46, o Gráfico 47, o Gráfico 48 e o Gráfico 49, não causando efeitos sobre a saúde humana e ao meio ambiente. Os resultados obtidos foram de 36 a 182 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ em 24 horas, totalizando 1,5 a 7,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ em 1 hora. A CONAMA 03/90 estabelece limite de 320 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para Padrão primário e 190 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para o Padrão Secundário. Segundo o IQAr, estes resultados se enquadram na qualidade Boa.

Gráfico 45: Medição na Estação Aeroporto X CONAMA.



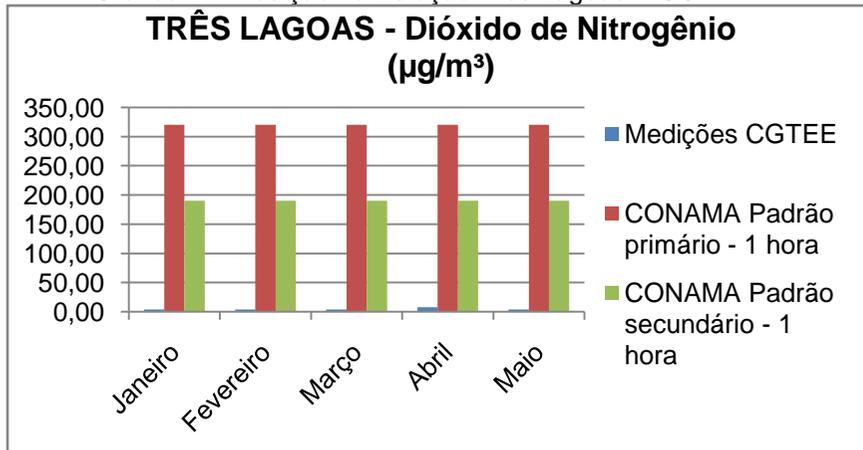
Fonte: CGTEE, 2012.

Gráfico 46: Medição na Estação Candiota X CONAMA.



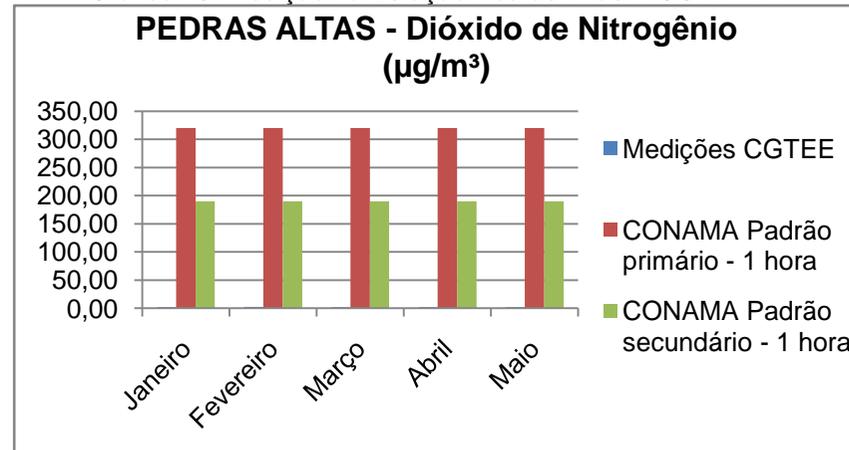
Fonte: CGTEE, 2012.

Gráfico 47: Medição na Estação Três Lagoas X CONAMA.



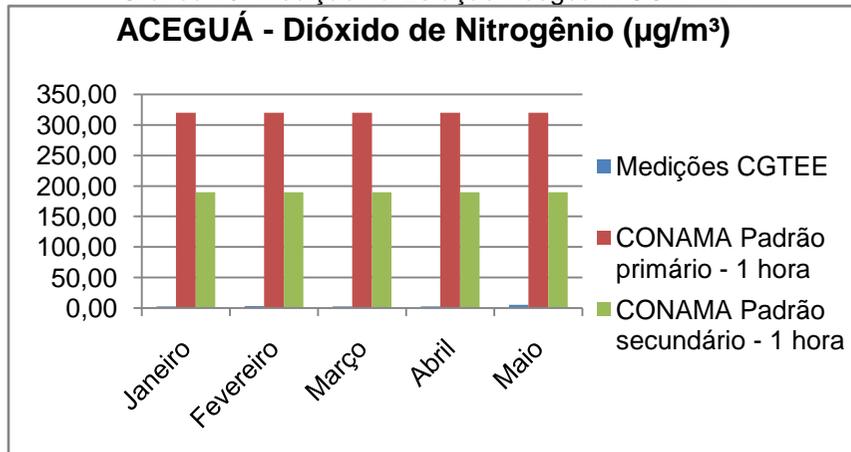
Fonte: CGTEE, 2012.

Gráfico 48: Medição na Estação Pedras Altas X CONAMA.



Fonte: CGTEE, 2012.

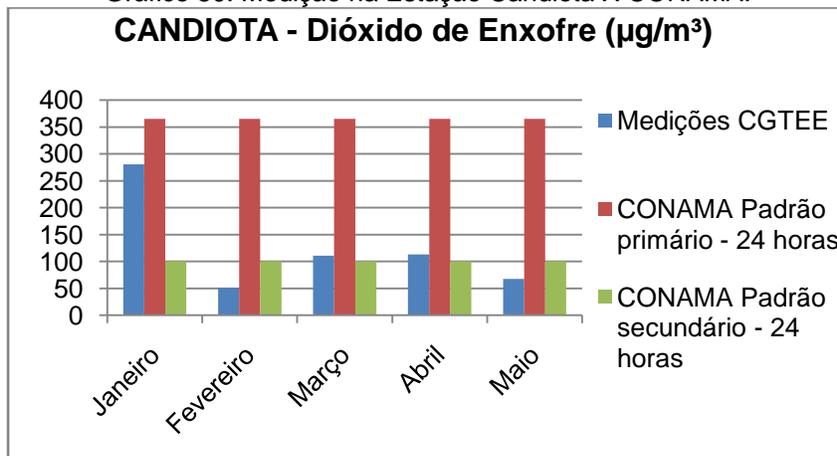
Gráfico 49: Medição na Estação Aceguá X CONAMA.



Fonte: CGTEE, 2012.

Em relação ao parâmetro Dióxido de Enxofre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) não houve medições na Estação Aeroporto nestes primeiros cinco meses de 2012. Na Estação Candiota (Gráfico 50), pôde-se observar que em janeiro, março e abril de 2012 os valores foram de 280,62, 110,57 e 112,75, respectivamente. Estes valores ficaram acima do Padrão Secundário da CONAMA que estabelece limite de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, porém dentro do valor do Padrão Primário que estabelece limite de $365 \mu\text{g}/\text{m}^3$, não afetando riscos à saúde pública e ao meio ambiente. Em fevereiro e em maio, com resultados de 50,83 e $67,46 \mu\text{g}/\text{m}^3$, o resultado se mostrou dentro dos limites estabelecidos pela legislação. O IQAr se enquadrou em padrão de qualidade do ar entre Boa e Regular.

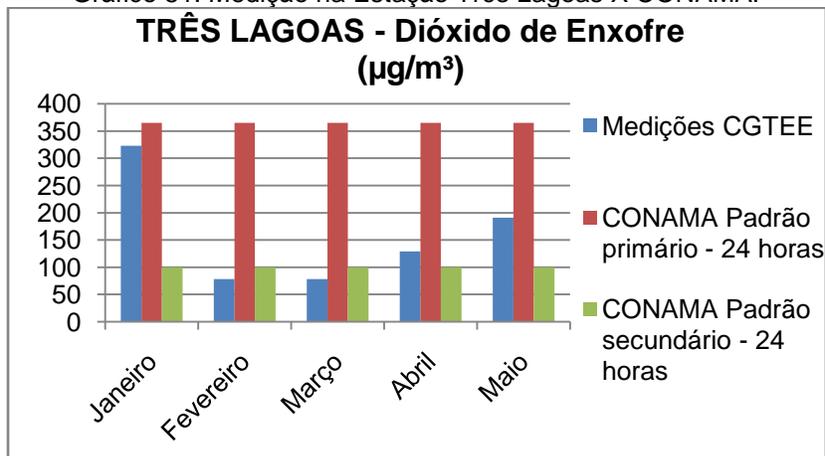
Gráfico 50: Medição na Estação Candiota X CONAMA.



Fonte: CGTEE, 2012.

Na Estação Três Lagoas, a medição de Dióxido de Enxofre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) em janeiro foi de 322,77 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, em abril foi de 129,02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e em maio foi de 191,04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ se mostrando dentro dos Padrões Primários estabelecidos pela CONAMA e fora dos Padrões Secundários. Já os meses de fevereiro e março encontram-se dentro dos limites estabelecidos pelos dois Padrões, com resultados de 78,29 e 78,54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente, conforme mostra o Gráfico 51. O IQAr se enquadrou na qualidade de Boa a Regular.

Gráfico 51: Medição na Estação Três Lagoas X CONAMA.

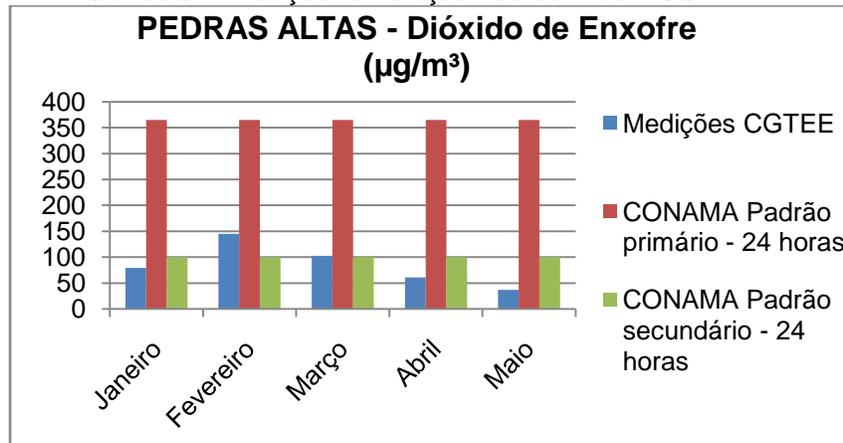


Fonte: CGTEE, 2012.

A medição do Dióxido de Enxofre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na Estação Pedras Altas dos meses de fevereiro e março ficaram acima dos limites estabelecidos pelo Padrão Primário da CONAMA, com resultado de

145,22 e 102,37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente, porém dentro do Padrão Secundário. Os demais meses ficarão dentro dos valores estabelecidos pelos dois Padrões, conforme mostra o Gráfico 52. O IQAr se enquadrou na qualidade de Boa a Regular.

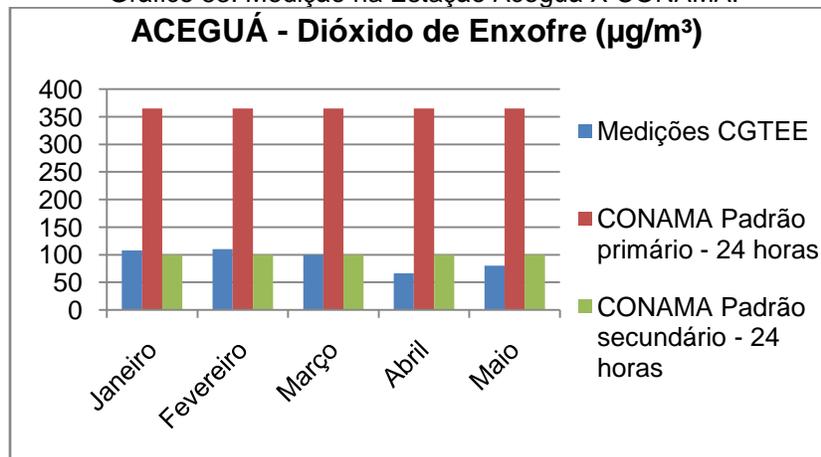
Gráfico 52: Medição na Estação Pedras Altas X CONAMA.



Fonte: CGTEE, 2012.

Na Estação Aceguá, as medições de Dióxido de Enxofre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ficaram fora do Padrão Primário em janeiro e fevereiro, os quais mostraram valores de 107,75 e 110,27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente, e dentro do Padrão Secundários. Os demais meses ficaram de acordo com os dois Padrões, conforme apresenta o Gráfico 53. O IQAr se enquadrou na qualidade de Boa a Regular.

Gráfico 53: Medição na Estação Aceguá X CONAMA.

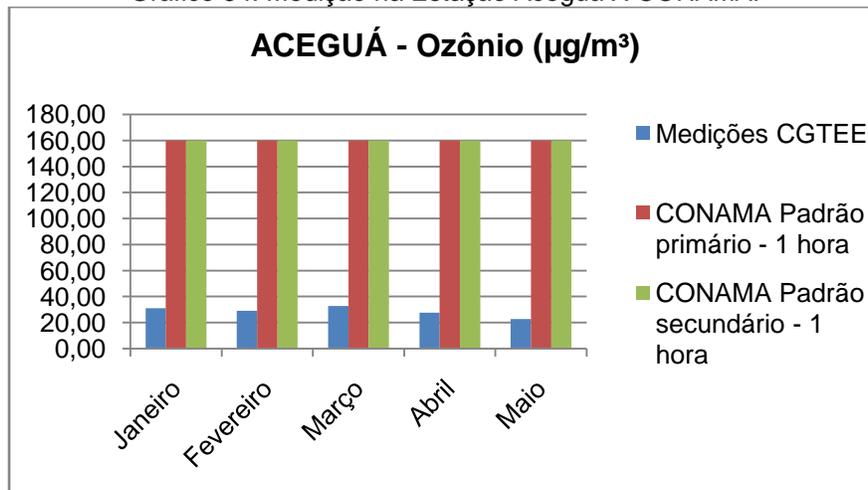


Fonte: CGTEE, 2012.

A medição de Ozônio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) só acontece na Estação Aceguá, e se mostrou dentro dos limites da CONAMA, tanto do Padrão Primário quanto do Secundário, conforme mostra o Gráfico 54, com

medições de 547 a 785 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 horas, ou média de 22,8 a 32,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ em 1 hora. O IQAr se enquadrou como qualidade Boa.

Gráfico 54: Medição na Estação Aceguá X CONAMA.



Fonte: CGTEE, 2012.

1.12.4 Níveis de Poluição Atmosférica na Implantação da LT

Conforme a Resolução CONAMA nº 03/90, poluente atmosférico é

“qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar: impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde; inconveniente ao bem-estar público; danoso aos materiais, à fauna e flora”.

As fontes de poluição podem ser de origem antrópica ou natural, e estas por sua vez, podem ser móveis, estacionárias, compostas, diretas, indiretas, pontuais ou lineares difusas. Estas fontes podem afetar receptores, porém irá depender de interações atmosféricas, como exemplo a diluição, o transporte, a mistura ou reações químicas.

Durante a fase de implantação do empreendimento Interligação Elétrica Brasil – Uruguai, englobando uma Linha de Transmissão de 230 kV com aproximadamente 3 km de extensão (LT Presidente Médici– Candiota), uma Subestação Elevadora (230/525kV) no município de Candiota-RS e uma Linha de Transmissão de 525kV com aproximadamente 60 km até o município de Aceguá (LT Candiota – Aceguá), haverá grande movimentação de veículos e máquinas, as quais

geram poluentes atmosféricos e movimentação de particulados (poeira). Além disso a energia elétrica a ser utilizada será outro ponto analisando frente aos poluentes atmosféricos.

Os pontos com maior impacto de emissões atmosféricas serão tratadas na esfera dos Programas Ambientais: no Programa Ambiental para Construção (PAC) haverá as medidas de controle de poeiras e no Programa de Comunicação Social a sensibilização da comunidade quanto as mudanças nos padrões da qualidade do ar.

As etapas de transporte e armazenamento das matérias-primas são as que mais geram poeira, devido ao transito de veículos, a descarga de caminhões, movimentação de argila, armazenamento de material em céu aberto. O controle para estas situações podem ser a pavimentação e umidificação das vias de acesso, transporte e a movimentação da argila com a utilização de caminhões com caçamba enclausurada, armazenamento de material em locais cobertos e fechados, barreiras vegetais nas vias de transporte e a sinalização.

Um veículo automotor gera poluentes por meio do escapamento, considerada emissão direta, ou por meio da evaporação do combustível, e dependem da tecnologia do motor, porte do veículo, tipo de uso do veículo, idade do veículo, projeto e materiais do sistema de alimentação do combustível, tipo e qualidade do combustível, condições de manutenção e condução, além de fatores climáticos. Os escapamentos geram poluentes tais quais: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), hidrocarbonetos (HC), aldeídos (RCHO), óxidos de nitrogênio (NO_x) e material particulado (MP). Já as emissões evaporativas do combustível geram hidrocarbonetos (HC).

Para identificar e calcular as possíveis emissões a serem geradas pela LT dividiu-se em duas partes. Na primeira foram realizados o levantamento e organização dos dados da frota veicular, do consumo de combustíveis, da qualidade dos combustíveis, bem como da energia elétrica. Na segunda, os dados intermediários e as emissões totais foram calculados aplicando-se a metodologia.

O governo brasileiro estabelece limites de emissão para veículos leves e pesados com a Lei Federal nº 8.723 de 29 de outubro de 1993, os quais vêm sendo atendidos pelos fabricantes desses veículos automotores.

1.12.4.1 Identificação das Fontes

A identificação das emissões se divide em duas partes, as emissões diretas e as indiretas. As emissões diretas são as provenientes de fontes que pertencem ou são controladas pelo empreendimento. As emissões indiretas são consequência das atividades geradas pelo empreendimento, mas que ocorrem em fontes que pertencem ou que são controladas por terceiros.

Os tipos de emissões são divididos em três:

- Âmbito 1: emissões diretas provenientes de fontes que pertencem ou são controladas pela empresa. Ex: geração de eletricidade, calor ou vapor; processamento físico ou químico; transporte de materiais e produtos; fuga de emissões;
- Âmbito 2: emissões indiretas provenientes do consumo de eletricidade dentro do limite operacional da empresa;
- Âmbito 3: emissões indiretas que ocorrem em consequência da operação do negócio. Ex: extração e produção de materiais comprados; deslocamento dos funcionários; transporte de combustível; deslocamento de fornecedores; etc.

Este levantamento será com base aos âmbitos 1 e 2, portanto o empreendimento LT terá como fontes diretas e indiretas as relacionadas na Tabela 38.

Tabela 38: Tipos e quantidades das fontes de emissões diretas e indiretas do empreendimento.

		FONTES DIRETAS			FONTES INDIRETAS				
		TIPO	QUANTIDADE	DURAÇÃO	SOMATÓRIO*	TIPO	QUANTIDADE	DURAÇÃO	SOMATÓRIO
SUBESTAÇÃO	Caminhões	2	6 meses	12 meses	Energia/mês	-	13 meses	13 meses	
	Retroescavadeiras	1	12 meses	12 meses					
	Guindastes	1	1 mês	1 mês					
	Geradores	1	1 mês	1 mês					
LINHA DE TRANSMISSÃO	Guindastes	2	6 meses	12 meses					
	Tratores	4	9 meses	36 meses					
	Pullers	2	3 meses	6 meses					
	Retroescavadeiras	4	5 meses	20 meses					
	Caminhões	10	10 meses	100 meses					
	Caminhões Betoneria	3	4 meses	12 meses					
	Caminhonetes 4x4	10	10 meses	100 meses					
Carros pequenos	6	10 meses	100 meses						

*somatória da quantidade de equipamentos por duração de frente de trabalho.

A frota de veículos que será utilizada para implantação da Interligação Elétrica Brasil - Uruguai e suas características podem ser observados na Tabela 39.

Tabela 39: Frota de veículos e consumo médio do mesmo.

CATEGORIA	MOTOR/COMBUSTÍVEL	CONSUMO
Carro pequeno	Otto/Flex Fuel - gasolina	10 km/l
Caminhonete 4x4	Otto/Flex Fuel - gasolina	10 km/l
Caminhões	Diesel	3,5 km/l
Caminhões Betoneira	Diesel	2,5 km/l
Caminhão - Puller	Diesel	4,0 km/l
Retroescavadeira	Diesel	5,0 l/h
Guindaste	Diesel	6,0 l/h
Trator	Diesel	12,0 l/h
Gerador	Diesel	13 l/h

1.12.4.2 Metodologia do Cálculo

O método escolhido para o cálculo de emissões veiculares é o desenvolvido pelo Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) adequadas e corrigidas para o caso do empreendimento.

A fórmula utilizada (Figura 90) foi retirada do Volume 2, Capítulo 2 do IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (2006).

ECUACIÓN 2.3

EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO POR TECNOLOGÍA

$$Emisiones_{GEI,combustible,tecnología} = Consumo_{combustible,tecnología} \cdot Factor\ de\ emisión_{GEI,combustible,tecnología}$$

Donde:

$Emisiones_{GEI,combustible,tecnología}$ = emisiones de un GEI dado por tipo de combustible y tecnología (kg GEI)

$Consumo_{combustible,tecnología}$ = cantidad⁷ de combustible quemado por tipo de tecnología (TJ)

$Factor\ emisión_{GEI,combustible,tecnología}$ = factor de emisión de un GEI dado por tipo de combustible y tecnología (kg GEI/TJ)

Figura 90: Equação para cálculo emissões.
Fonte: IPCC, 2006.

1.12.4.3 Cálculo

O empreendimento em questão gera um consumo anual de combustível fóssil conforme Tabela 40.

Tabela 40: Estimativa de consumo anual de combustível fóssil.

	TIPO	QUANTIDADE	TOTAL DE CONSUMO (l/mês)	MESES DE TRABALHO	TOTAL DE CONSUMO (litros)
SUBESTAÇÃO	Caminhões	2	685	12 meses	16.440
	Retroescavadeiras	1	1.200	12 meses	14.400
	Guindastes	1	1.440	1 mês	1.440
	Geradores	1	3.120	1 mês	3.120
LINHA DE TRANSMISSÃO	Guindastes	2	1.440	12 meses	34.560
	Tratores	4	2.880	36 meses	414.720
	Pullers	2	600	6 meses	7.200
	Retroescavadeiras	4	1.200	20 meses	96.000
	Caminhões	10	685	100 meses	685.000
	Caminhões Betoneria	3	960	12 meses	34.560
	Caminhonetes 4x4	10	20	100 meses	20.000

Carros pequenos	6	20	100 meses	12.000
-----------------	---	----	-----------	--------

Cálculos Diesel

Considerando,

Poder calorífico: 43 TJ/Gg

Densidade: 0,82 kg/L

Fator de emissão de CO₂ padrão: 74.100 kg CO₂/TJ

	TIPO	TOTAL DE CONSUMO (litros)	DENSIDADE X TOTAL CONSUMO (gigagramas)	EMISSÃO DE CO ₂ (toneladas)
SUBESTAÇÃO	Caminhões	16.440	0,013481	42,95387
	Retroescavadeiras	14.400	0,011808	37,62383
	Guindastes	1.440	0,001181	3,762383
	Geradores	3.120	0,002558	8,15183
LINHA DE TRANSMISSÃO	Guindastes	34.560	0,028339	90,29719
	Tratores	414.720	0,34007	1083,566
	Pullers	7.200	0,005904	18,81192
	Retroescavadeiras	96.000	0,07872	250,8255
	Caminhões	685.000	0,5617	1789,745
	Caminhões Betoneria	34.560	0,028339	90,29719
	Caminhonetes 4x4	20.000	0,0164	52,25532
TOTAL		1.320.240	1,088501	3.468,29

Cálculos Gasolina

Considerando,

Poder calorífico: 44,3 TJ/Gg

Densidade: 0,74 kg/L

Fator de emissão de CO₂ padrão: 69.300 kg CO₂/TJ

	TIPO	TOTAL DE CONSUMO (litros)	DENSIDADE X TOTAL CONSUMO (gigagramas)	EMIÇÃO DE CO ₂ (toneladas)
LINHA DE TRANSMISSÃO	Carros pequenos	720	0,00888	27,26151

1) Energia elétrica

Considerando que para a construção da subestação do empreendimento contará com 4 escritórios e 1 cozinha e que haverá diversas máquinas e equipamentos que necessitam de energia elétrica, haverá um gasto estimado de 1 MWh/mês.

O MCT (2012) define indicadores de emissão de CO₂ prontos, realizando uma média dos últimos cinco anos, obtém-se o valor de 0,03654 t CO₂/MWh, portanto o empreendimento gerará o resultado apresentado abaixo.

GASTO MENSAL (MWh)	MESES DE TRABALHO	TOTAL DE CONSUMO (MWh)	INDICADOR MCT (t CO ₂ /MWh)	TOTAL (t CO ₂)
1	13	13	0,03654	0,47

2) TOTAL CO₂

Portanto, o empreendimento irá gerar, em sua fase de implantação, cerca de **3.496,022 t CO₂**.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.151 – Avaliação de Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade**. ABNT, jun. 2000.

_____. **NBR 5419 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas**. ABNT, fev. 2011.

ALMEIDA, Luiz A. F. **Análise de Frequência da ocorrência de nevoeiro no Aeroporto Internacional Salgado Filho – Porto Alegre/RS**. Relatório de pesquisa do Curso de Especialização em Meteorologia Aeronáutica do ICEA. Instituto de Controle do Espaço Aéreo – Divisão do Ensino, 2008.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Inventário das estações fluviométricas. Agência Nacional de Águas**. – 2 ed. - Brasília: ANA; SGH, 2009.

_____. Sistema de Informações Hidrológicas – HidroWeb. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/>. Acesso em: 04 jun. 2012.

ASSIS, F. O; MURATORI, A. M. **Poluição hídrica por dejetos de suínos: Um estudo de caso na área rural do município de Quilombo, Santa Catarina**. Revista Geografar, Vol. 2, No 1 (2007)

ATLAS SOCIECONÔMICO DO RIO GRANDE DO SUL. Disponível em: <http://www.scp.rs.gov.br/atlas/atlas.asp?menu=339>. Acesso em: 17 mai. 2012.

BRASIL. LEI Nº 9.985, DE 18 DE JULHO DE 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

_____. LEI Nº 9.433, DE 08 DE JANEIRO DE 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

_____. LEI Nº 8.723, DE 28 DE OUTUBRO DE 1993. Dispõe sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores e dá outras providências.

CAMARGO, Odilon A. et al. **Atlas eólico: Rio Grande do Sul**. Editado pela Secretaria de Energia Minas e Comunicações Porto Alegre: SEMC, 2002.

CEMETRS. Atlas Climático – Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.r3pb.com.br/AtlasCemetRS/#/1/>. Acesso em: 17 mai. 2012.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/documentos/indices/02.pdf>. Acesso em: 08 jun 2012.

CLIMATEMPO. Disponível em: <http://www.climatempo.com.br/destaques/tag/vcan/>. Acesso em: 28 jun. 2012.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Disponível em: sigep.cprm.gov.br/sitios.htm. Acesso em: 03 jun. 2012.

CPTEC/INPE. Quadro, Mário F. L. et al Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/chuesp.html>. Acesso em: 11 mai. 2012.

_____. Qualidade do Ar. Disponível em: <http://meioambiente.cptec.inpe.br/>. Acesso em: 25 jun. 2012.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/>. Acesso em: 17 mai. 2012.

ELAT/INPE – Grupo de Eletricidade Atmosférica. Disponível em: <http://www.inpe.br/webelat/homepage/>. Acesso em: 17 mai. 2012.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Estação Agroclimatológica de Pelotas (Capão do Leão). Disponível em: <http://www.cpact.embrapa.br/agromet/estacao/estacional.html>. Acesso em: 14 mai. 2012.

FEPAM - **Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – RS**. Consulta a homepage oficial. Disponível em <http://www.fepam.rs.gov.br/licenciamento/Area1/default.asp> Acesso em 02 jul. 2012.

FERREIRA, Nivaldo S. **Simulações numéricas de frontogênese**. Dissertação de Mestrado em Meteorologia. INPE: São José dos Campos, abril de 1991.

FURG – UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE. Museu e Centros da Furg. Disponível em: <http://www.museu.furg.br/>. Acesso em: 29 jun. 2012.

GEGORAFIA DAS DINÂMICAS HÍDRICAS. Disponível em: <http://dc247.4shared.com/doc/diJJPUgK/preview.html>. Acesso em: 29 jun 2012.

GERMANO, A. O.; SOTÉRIO, P. W. **Disponibilidade hídrica das bacias da lagoa mirim e rio camaquã com base na regionalização da vazão a 95% de permanência**. Artigo apresentado e publicado nos ANAIS do XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 27 de novembro à 01 de dezembro de 2011. Maceió, AL.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/html/agro.html>. Acesso em: 14 mai. 2012.

IPCC. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES: Japón, 2006.

IPH/UFRGS. Estudo para Avaliação e Gerenciamento da disponibilidade Hídrica da Bacia da Lagoa Mirim. Desenvolvimento do Estudo – Instituto de Pesquisas Hidráulicas IPH/UFRGS. 1998.

KINSLER, L. E; Frey A. R.; Coppens A. B.; SANDERS J.V. **Fundamentals of Acoustics**. 3.ed. New York: Jhon Wiley & Sons, 1982.

MAGNA Engenharia Ltda. Levantamento Cadastral dos Usuários da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí.– Relatório Final – Magna Engenharia Ltda. 1998.

MATOS, A.T, **Tratamento de resíduos Agroindustriais**. Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2005.

MCT – MUSEU DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA PUCRS. Disponível em: <http://www.pucrs.br/mct/colecoes/paleontologia/index.html>. Acesso em: 03 jun. 2012.

MCT – MINISTÉRIO DA CIENCIA E TECNOLOGIA. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/321144.html#ancora>. Acesso em: 05 jul. 2012.

MST – Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra. **Os Assentamentos**. Artigo data de 17 de novembro de 2009. Disponível em: <http://www.mst.org.br/node/8606>. Acesso em: 14 jun. 2012.

NACCARATO, K. P.; ALBRECHT, R. I.; PINTO JR, O. **Cloud-to-ground lightning density over Brazil based on high-resolution lightning imaging sensor (LIS) data**. Published on XIV International Conference on Atmospheric Electricity. Brazil: Rio de Janeiro, August 08-12, 2011.

ONS – OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. Mapa de densidade de descargas atmosféricas. Período de apuração: 1198-2009. Emissão em 15 de fevereiro de 2011.

PAMPAS ON LINE. Dados Geográficos da Região Sul. Disponível em: <http://www.pampasonline.com.br/terrasdosul/dadosgeograficos.htm>. Acesso em: 25 jul. 2012.

PEREIRA, Ana C. C. **Estudo dos Ventos no Rio Grande do Sul e Simulação para um Ciclone Extratropical usando o Modelo MM5**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Meteorologia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (M.S.). Orientadora: Profª Dra. Roseli Gueths Gomes. Pelotas: 2008.

PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Relatório da Atividade A.1 – Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas**. Ecoplan, 2006.

RELATÓRIO ANUAL SOBRE A SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Disponível em: <http://www.upf.br/coaju/download/Relatorio.pdf>. Acesso em: 18 mai. 2012.

RBMA - RESERVA DA BIOSFERA DA MATA ATLÂNTICA. Disponível em: <http://www.rbma.org.br>. Acesso em: 29 jun. 2012.

SEVERO, Dirceu L.; CAMPIGOTTO, Ana P.; REFOSCO, Júlio C. **Climatologia dos vórtices ciclônicos de altos níveis que afetam o sul do Brasil**. Anais do XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia de 13 a 17 de setembro de 2010. Belém, 2010.

SILVA, E. M.; ROSTON, D. M. **Tratamento de efluentes de sala de ordena de bovinocultura: lagoas de estabilização seguidas de leite cultivado**. *Eng. Agríc.* [online]. 2010, vol.30, n.1, pp. 67-73. ISSN 0100-6916.

SOARES, E.R.; MELLO, J.W.V.; COSTA, L.M. & CORRÊA, M.L.T. **Drenagem ácida em materiais provenientes da mineração de Candiota (RS)**. Instituto de geociências – UFMG. *Geonomos*, 5:67-72, 1997.

STRECK, Carla D. et al. **A influência das atividades do processamento do Carvão sobre a qualidade das águas na bacia do arroio Candiota / RS - estudo preliminar**. Artigo apresentado no XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES/RS, 2000.

UFRGS – UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/geociencias/paleo/fosseis.html>. Acesso em: 03 jun. 2012.

_____. Projeto Paleotocas. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/paleotocas/index.htm>. Acesso em: 25 jul. 2012.

USP – UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Meteorologia Sinótica. Departamento de Ciências Atmosféricas. Disponível em: <http://www.master.iag.usp.br/ensino/Sinotica/AULA10/AULA10.HTML>. Acesso em: 28 jun. 2012.

WEB CARTA. Disponível em: <http://webcarta.net/carta/mapa.php?id=302&lg=pt>. Acesso em: 29 jun 2012.

ANEXOS

Anexo I – Mapa Geológico	215
Anexo II – Mapa Hipsométrico	216
Anexo III – Mapa de Declividades	217
Anexo IV – Mapa Pedológico	218
Anexo V – Recursos Minerais	219
Anexo VI – Ata Reunião ELETROBRÁS-ELETROSUL-CRM e Cópia da Publicação do Bloqueio Minerário DNPM	220
Anexo VII – Mapa de Microbacias	221
Anexo VIII – Mapas de Recursos Hídricos da AID	222
Anexo IX – Laudos de Análises Químicas dos Pontos Amostrados	223
Anexo X – Croquis de Localização dos Pontos de Monitoramento	224

Anexo I – Mapa Geológico

Anexo II – Mapa Hipsométrico

Anexo III – Mapa de Declividades

Anexo IV – Mapa Pedológico

Anexo V – Recursos Minerais

Anexo VI – Ata Reunião ELETROBRÁS-ELETROSUL-CRM e Cópia da Publicação do Bloqueio
Minerário DNPM

Anexo VII – Mapa de Microbacias

Anexo VIII – Mapas de Recursos Hídricos da AID

Anexo IX – Laudos de Análises Químicas dos Pontos Amostrados

Anexo X – Croquis de Localização dos Pontos de Monitoramento