
UTE | PAMPA SUL S.A.

EIA
ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

EMPREENDIMENTO:

USINA TERMELÉTRICA PAMPA SUL

LOCALIZAÇÃO:

MUNICÍPIOS DE CANDIOTA E HULHA NEGRA – RS

PROCESSO IBAMA 02001.007910/2006-32

VOLUME 2

SUMÁRIO

VOLUME 1

1	<u>APRESENTAÇÃO</u>	02
2	<u>IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR</u>	07
3	<u>IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA CONSULTORA E DA EQUIPE RESPONSÁVEL PELOS ESTUDOS AMBIENTAIS</u>	11
3.1	HAR ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE LTDA.....	11
3.2	CEPSRM - CENTRO ESTADUAL DE PESQUISAS EM SENSORIAMENTO REMOTO E METEOROLOGIA.....	21
3.3	ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCO (EAR) – HERCO CONSULTORIA DE RISCO.....	21
3.4	EQUIPE RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DESTE EIA/RIMA.....	23
3.5	ANOTAÇÕES DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART) E CERTIFICADO DE REGULARIDADE FEDERAL (CTF).....	23
4	<u>CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO</u>	27
4.1	HISTÓRICO.....	27
4.2	OBJETIVOS DO EMPREENDIMENTO.....	34
4.3	JUSTIFICATIVAS DO EMPREENDIMENTO.....	36
4.4	DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	72

VOLUME 2

5	<u>DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS NAS ÁREAS DE INFLUENCIA</u>	02
5.1	LEVANTAMENTO DE DADOS.....	06
5.2	DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA.....	11
5.3	CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS DO MEIO FÍSICO.....	16

VOLUME 3

5.4	CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS DO MEIO BIÓTICO.....	01
-----	--	----

VOLUME 4

5.5	CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS DO MEIO SOCIOECONÔMICO.....	01
5.6	ANÁLISE INTEGRADA.....	120
6.	<u>MEDIDAS MITIGADORAS, PROGRAMAS DE MONITORAMENTO E COMPENSAÇÃO AMBIENTAL</u>	130
6.1	PROGRAMAS DE GESTÃO AMBIENTAL.....	131
6.2	PROGRAMAS DE CONTROLE E MONITORAMENTO	

	AMBIENTAIS.....	135
6.3	PROGRAMAS DE COMPENSAÇÃO.....	188
6.4	INDICAÇÃO DE APLICAÇÃO DOS PROGRAMAS DE CONTROLE E MONITORAMENTO AMBIENTAL EM RELAÇÃO AOS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS.....	203

VOLUMES 5A E 5B

7	<u>ANÁLISE DE RISCO E ACIDENTES</u>	01
7.1	INTRODUÇÃO.....	03
7.2	DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO E DA REGIÃO.....	03
7.3	SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS ENVOLVIDAS NA OPERAÇÃO.....	12
7.4	ANÁLISE HISTÓRICA DE ACIDENTES.....	12
7.5	IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS.....	19
7.6	CÁLCULO DAS CONSEQUÊNCIAS E VULNERABILIDADE.....	23
7.7	ESTIMATIVA DE FREQUÊNCIAS.....	38
7.8	AVALIAÇÃO DO RISCO INDIVIDUAL.....	45
7.9	AVALIAÇÃO DO RISCO SOCIAL.....	47
7.10	MEDIDAS MITIGADORAS DO RISCO (RECOMENDAÇÕES).....	47
7.11	CONCLUSÕES.....	48
7.12	DIRETRIZES PARA A ELABORAÇÃO DO PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RISCOS (PGR) E DO PLANO DE EMERGÊNCIA (PAE).....	48
7.13	MAPEAMENTO DO RISCO AMBIENTAL (MARA).....	69
7.14	EQUIPE TÉCNICA.....	76

VOLUME 6

8	<u>PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO</u>	02
8.1	OBJETIVOS.....	02
8.2	JUSTIFICATIVAS.....	02
8.3	METODOLOGIA.....	03
8.4	METAS.....	04
8.5	ESTRATÉGIA DE EXECUÇÃO.....	04
9	<u>CONCLUSÃO</u>	13
10	<u>DIRETRIZES PARA PARTICIPAÇÃO DE AUDIÊNCIAS PÚBLICAS</u>	17
11	BIBLIOGRAFIA.....	20
12	GLOSSÁRIO.....	49

VOLUMES 7A E 7B

13	<u>ANEXOS</u>	
----	---------------	--

VOLUME 8

CADERNO DE ILUSTRAÇÕES

VOLUME 9

ESTUDO DA DISPERSÃO ATMOSFÉRICA

VOLUME 2

5	<u>DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS NAS</u>	
	<u>ÁREAS DE INFLUÊNCIA</u>	02
5.1	<u>LEVANTAMENTO DE DADOS</u>	06
5.1.1	<u>Orientações gerais para o diagnóstico</u>	06
5.1.2	<u>Metodologia para identificação dos impactos ambientais</u>	07
5.1.2.1	<u>Critérios para classificação dos impactos</u>	07
5.1.2.2	<u>Elaboração da matriz de avaliação de impactos</u>	09
5.2	<u>DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA</u>	11
5.2.1	<u>Meio físico</u>	14
5.2.2	<u>Meio biótico</u>	15
5.2.3	<u>Meio Socioeconômico</u>	15
5.3	<u>CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS DO MEIO FÍSICO</u>	16
5.3.1	<u>Geologia e geomorfologia</u>	18
5.3.1.1	<u>Geologia</u>	18
5.3.1.1.1	<i>Geologia Estrutural</i>	23
5.3.1.1.2	<i>Ocorrências minerais</i>	24
5.3.1.2	<u>Geomorfologia</u>	25
5.3.1.3	<u>Geotecnia</u>	29
5.3.1.3.1	<i>Potencial erosivo da região</i>	32
5.3.1.4	<u>Cavidades naturais</u>	35
5.3.2	<u>Sismologia</u>	37
5.3.3	<u>Terrenos e solos</u>	39
5.3.3.1	<u>Caracterização e descrição dos solos</u>	40
5.3.3.1.1	<i>Caracterização morfológica dos tipos de solo</i>	40
5.3.3.1.2	<i>Solos da Área Diretamente Afetada - ADA</i>	44
5.3.3.1.3	<i>Mapeamento do uso e cobertura do solo</i>	47
5.3.3.1.4	<i>Solos em áreas com potencial de elevação de acidez</i>	49
5.3.3.2	<u>Avaliação de impactos</u>	51
5.3.3.2.1	<i>Fases de planejamento e implantação</i>	53
5.3.3.2.2	<i>Fase de comissionamento e operação</i>	58
5.3.4	<u>Hidrogeologia</u>	60
5.3.4.1	<u>Caracterização hidrogeológica</u>	60
5.3.4.1.1	<i>Configuração geológica e hidrogeológica</i>	60
5.3.4.1.2	<i>Principais Aquíferos, Aquitardos e Aquicludes</i>	62
5.3.4.1.3	<i>Química da água subterrânea</i>	64
5.3.4.1.4	<i>Potenciais fontes de recarga e descarga</i>	70
5.3.4.1.5	<i>Necessidade de poços artesianos</i>	71
5.3.4.1.6	<i>Potenciais de recarga de aquíferos quaternários</i>	71
5.3.4.1.7	<i>Potencial de conexão hidráulica entre deposições subterrâneas de materiais ou rejeitos e aquíferos</i>	72
5.3.4.1.8	<i>Caracterização das formações escolhidas para deposição subterrânea de materiais ou rejeitos</i>	74
5.3.4.1.9	<i>Localização das principais instalações</i>	75
5.3.4.2	<u>Avaliação de impacto</u>	78
5.3.4.2.1	<i>Fases de planejamento e implantação</i>	79
5.3.4.2.2	<i>Fases de comissionamento e operação</i>	81
5.3.5	<u>Hidrologia de Superfície</u>	85
5.3.5.1	<u>Caracterização da hidrologia superficial</u>	85

5.3.5.1.1	<i>Descrição e mapa da hidrologia.....</i>	85
5.3.5.1.2	<i>Fluxo superficial.....</i>	88
5.3.5.1.3	<i>Usuários de águas superficiais.....</i>	100
5.3.5.2	<i>Avaliação de impactos.....</i>	101
5.3.5.2.1	<i>Fase de planejamento e implantação.....</i>	101
5.3.5.2.2	<i>Fase de comissionamento e operação.....</i>	104
5.3.5.3	<i>Qualidade das águas superficiais.....</i>	107
5.3.5.3.1	<i>Características das águas superficiais.....</i>	107
5.3.5.3.2	<i>Diagnóstico da qualidade das águas superficiais – seções de amostragem.....</i>	112
5.3.5.3.3	<i>Qualidade das águas das chuvas.....</i>	139
5.3.5.3.4	<i>Conclusão.....</i>	142
5.3.5.4.	<i>Avaliação de impacto.....</i>	142
5.3.5.4.1	<i>Fase de planejamento e implantação.....</i>	143
5.3.5.4.2	<i>Fase de comissionamento e operação.....</i>	152
5.3.6	<u>Meteorologia e Qualidade do Ar.....</u>	160
5.3.6.1	<i>Climatologia regional.....</i>	163
5.3.6.1.1	<i>Métodos.....</i>	164
5.3.6.1.2	<i>Estatística.....</i>	166
5.3.6.1.3	<i>Sistemas atmosféricos atuantes.....</i>	166
5.3.6.1.4	<i>Candiota: dinâmica atmosférica, elementos e fatores do clima.....</i>	166
5.3.6.1.5	<i>Circulação de grande escala.....</i>	167
5.3.6.1.6	<i>Massas de ar.....</i>	168
5.3.6.1.7	<i>Frentes.....</i>	169
5.3.6.1.8	<i>Complexos convectivos de mesoescala.....</i>	170
5.3.6.1.9	<i>Fenômenos climáticos La niña e El niño.....</i>	172
5.3.6.2	<i>Meteorologia local.....</i>	174
5.3.6.2.1	<i>Médias climatológicas.....</i>	175
5.3.6.2.2	<i>Ocorrências de El niño e La niña.....</i>	175
5.3.6.2.3	<i>Insolação.....</i>	176
5.3.6.2.4	<i>Pressão.....</i>	178
5.3.6.2.5	<i>Temperatura.....</i>	180
5.3.6.2.6	<i>Precipitação.....</i>	184
5.3.6.2.7	<i>Umidade relativa do ar (UR).....</i>	195
5.3.6.2.8	<i>Vento.....</i>	199
5.3.6.2.9	<i>Conclusões e avaliação de impacto.....</i>	204
5.3.6.3	<i>Qualidade do ar.....</i>	206
5.3.6.3.1	<i>Avaliação de Impactos.....</i>	214
5.3.7	<u>Ruídos.....</u>	225
5.3.7.1	<i>Caracterização dos ruídos.....</i>	226
5.3.7.1.1	<i>Ruído em Ambiente Aberto.....</i>	226
5.3.7.1.2	<i>Fontes de ruídos.....</i>	229
5.3.7.2	<i>Avaliação de níveis de ruído na área de influência.....</i>	231
5.3.7.3	<i>Avaliação de impactos.....</i>	233
5.3.7.3.1	<i>Fase de implantação.....</i>	234
5.3.7.3.2	<i>Fase de comissionamento e operação.....</i>	235

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 5.1	Mapa de localização da ADA, AID e AII – Meio Físico e Biótico
Ilustração 5.2	Mapa de localização da ADA e AID – Meio Físico e Biótico
Ilustração 5.3	Mapa de localização da ADA, AID e AII – Recursos Atmosféricos
Ilustração 5.4	Mapa de localização da ADA, AID e AII – Meio Socioeconômico
Ilustração 5.5a	Mapa de localização da ADA e AID – Meio Socioeconômico
Ilustração 5.5b	Mapa com Divisa dos Proprietários – Reservatórios J1
Ilustração 5.5c	Mapa com Divisa dos Proprietários – Reservatórios J2
Ilustração 5.6	Mapa Geológico Regional
Ilustração 5.7a	Seção Geológica – Corte A-A'
Ilustração 5.7b	Seção Geológica – Corte B-B'
Ilustração 5.8	Mapa Geológico Local
Ilustração 5.9	Mapa de Processos Minerários
Ilustração 5.10	Mapa Geomorfológico
Ilustração 5.11	Mapa de Potencial Erosivo
Ilustração 5.12	Mapa de Uso e Ocupação do Solo
Ilustração 5.13	Mapa Hidrográfico e Relevo Sombreado
Ilustração 5.14	Mapa Pedológico
Ilustração 5.15	Mapa Hidrogeológico
Ilustração 5.16	Pontos de Medição de Ruídos
Ilustração 5.17	Áreas de Influência de Ruídos

LISTA DE QUADROS

- | | |
|-------------|---|
| Quadro 5.1 | Valores Objetivos Atribuídos aos Impactos Ambientais, segundo seus Atributos. |
| Quadro 5.2 | Valores Objetivos Atribuídos à Magnitude dos Impactos Ambientais |
| Quadro 5.3 | Valores Objetivos Atribuídos à Probabilidade dos Impactos Ambientais |
| Quadro 5.4 | Classificação da Relevância, segundo o Valor Absoluto do Produto Obtido na Matriz Ambiental. |
| Quadro 5.5 | Grau de Relevância da Medida de Controle Recomendada - Impactos Negativos |
| Quadro 5.6 | Grau de Relevância da Medida de Potencialização Recomendada - Impactos Positivos |
| Quadro 5.7 | Classificação da Relevância, após a Recomendação de Medidas. |
| Quadro 5.8 | Coluna estratigráfica da bacia de Candiota. |
| Quadro 5.9 | Resumo das sondagens SPT e SM. |
| Quadro 5.10 | Distribuição das classes de uso na área do recorte da imagem. |
| Quadro 5.11 | Distribuição das classes de uso e ocupação do solo na área diretamente afetada (ADA). |
| Quadro 5.12 | Classificação do solo em função do pH (Volkweiss, 1989). |
| Quadro 5.13 | Pontos de coleta para análise de parâmetros de qualidade de água sub-superficial na sub-bacia do rio Jaguarão. |
| Quadro 5.14 | Variação espacial de parâmetros de qualidade da água sub-superficial. Sub-bacia do rio Jaguarão - Amostragem de 02/07/2013. |
| Quadro 5.15 | Variação espacial de parâmetros de qualidade da água sub-superficial. Sub-bacia do rio Jaguarão - Amostragem de 02/07/2013. |
| Quadro 5.16 | Variação espacial de parâmetros de qualidade da água sub-superficial. Sub-bacia do rio Jaguarão - Amostragem de 02/07/2013. |
| Quadro 5.17 | Variação espacial de parâmetros de qualidade da água sub-superficial. Sub-bacia do rio Jaguarão - Amostragem de 02/07/2013. |
| Quadro 5.18 | Variação espacial de parâmetros de qualidade da água sub-superficial. Sub-bacia do rio Jaguarão - Amostragem de 02/07/2013. |
| Quadro 5.19 | Variação espacial de parâmetros de qualidade da água sub-superficial. Sub-bacia do rio Jaguarão - Amostragem de 02/07/2013. |
| Quadro 5.20 | Variação espacial de parâmetros de qualidade da água sub-superficial. Sub-bacia do rio Jaguarão - Amostragem de 02/07/2013. |
| Quadro 5.21 | Variação espacial de parâmetros de qualidade da água sub-superficial. Sub-bacia do rio Jaguarão - Amostragem de 02/07/2013. |
| Quadro 5.22 | Variação espacial de parâmetros de qualidade da água sub-superficial. Sub-bacia do rio Jaguarão - Amostragem de 02/07/2013. |
| Quadro 5.23 | Variação espacial de parâmetros de qualidade da água sub-superficial. Sub-bacia do rio Jaguarão - Amostragem de 02/07/2013. |
| Quadro 5.24 | Variação espacial de parâmetros de qualidade de água sub-superficial. Sub-bacia do rio Jaguarão - Amostragem de 02/07/2013. |
| Quadro 5.25 | Variação espacial de parâmetros de qualidade de água sub-superficial. Sub-bacia do rio Jaguarão - Amostragem de 02/07/2013. |
| Quadro 5.26 | Relação dos Coeficientes de Permeabilidade (k) tomados no terreno da UTE Pampa Sul. |
| Quadro 5.27 | Intervalos e resultados dos ensaios de permeabilidade. |
| Quadro 5.28 | Valores de coeficiente de permeabilidade. |

- Quadro 5.29 Postos utilizados para a determinação da precipitação média mensal na bacia do arroio Candiota em Dario Lassance.
- Quadro 5.30 Série de precipitação média mensal na bacia do arroio Candiota em Dario Lassance
- Quadro 5.31 Estações meteorológicas utilizadas para determinação da evaporação média mensal na bacia do arroio Candiota em Dario Lassance.
- Quadro 5.32 série de evaporação média mensal na bacia do arroio Candiota em Dario Lassance.
- Quadro 5.33 série de vazões médias mensais na bacia do arroio Candiota em Dario Lassance.
- Quadro 5.34 Parâmetros do modelo IPHMEN (HAR, 2003).
- Quadro 5.35 Série de vazões (m³/s) médias mensais na bacia do arroio Candiota em Dario Lassance.
- Quadro 5.36 Comparação das vazões médias de longo período.
- Quadro 5.37 Características das séries de vazões médias mensais na bacia do arroio Candiota em Dario Lassance.
- Quadro 5.38 Funções hidrológicas regionalizadas para as seções S3 e S8.
- Quadro 5.39 Curvas de permanência estimadas para as seções S3 e S8.
- Quadro 5.40 Vazões de referência para as seções S3 e S8.
- Quadro 5.41 Utilização futura da água da região para diferentes horizontes temporais – Seção S3. Vazões de 257 e 450 L/s (925 e 1620 m³/h).
- Quadro 5.42 Utilização futura da água da região para diferentes horizontes temporais – Seção S8. Vazões de 257 e 450 L/s (925 e 1620 m³/h).
- Quadro 5.43 Garantia de atendimento às demandas para horizontes temporais em relação à Q_{lp}. Seção S3.
- Quadro 5.44 Garantia de atendimento às demandas para horizontes temporais em relação à Q_{lp}. Seção S8.
- Quadro 5.45 Pontos de coleta para análise de parâmetros de qualidade de água na sub-bacia do rio Jaguarão - Área de Influência Direta da UTE Pampa Sul.
- Quadro 5.46 Métodos de análise de parâmetros de qualidade da água.
- Quadro 5.47 Parâmetros componentes do IPMCA e níveis de qualidade.
- Quadro 5.48 Qualidade da água e IPMCA.
- Quadro 5.49 Eutrofização e IET
- Quadro 5.50 Qualidade da água e o IVA
- Quadro 5.51 Vazões Q_{lp} e de referência. AII UTE Pampa Sul.
- Quadro 5.52 Vazões medidas (16 e 17 de abril de 2007).
- Quadro 5.53 Vazões medidas (22 e 23 de maio de 2007).
- Quadro 5.54 Variação temporal das características estéticas das águas superficiais.
- Quadro 5.55 Variação temporal das características orgânicas das águas superficiais.
- Quadro 5.56 Variação temporal da agressividade natural das águas superficiais.
- Quadro 5.57 Variação temporal das características iônicas das águas superficiais.
- Quadro 5.58 Variação temporal de nutrientes nas águas superficiais.
- Quadro 5.59 Variação temporal da contaminação sanitária das águas superficiais.
- Quadro 5.60 Variação temporal I de metais traços nas águas superficiais.
- Quadro 5.61 Variação temporal das características estéticas das águas superficiais.

Quadro 5.62	Varição temporal das características orgânicas das águas superficiais.
Quadro 5.63	Varição temporal da agressividade natural das águas superficiais.
Quadro 5.64	Varição temporal das características iônicas das águas superficiais.
Quadro 5.65	Varição temporal de nutrientes nas águas superficiais.
Quadro 5.66	Varição temporal da contaminação sanitária das águas superficiais.
Quadro 5.67	Varição temporal de metais traços nas águas superficiais.
Quadro 5.68	Varição temporal das características estéticas das águas superficiais.
Quadro 5.69	Varição temporal das características orgânicas das águas superficiais.
Quadro 5.70	Varição temporal da agressividade natural das águas superficiais.
Quadro 5.71	Varição temporal das características iônicas das águas superficiais.
Quadro 5.72	variação temporal de nutrientes nas águas superficiais.
Quadro 5.73	Varição temporal da contaminação sanitária das águas superficiais.
Quadro 5.74	Varição temporal de metais traços nas águas superficiais.
Quadro 5.75	Varição temporal das características estéticas das águas superficiais.
Quadro 5.76	Varição temporal das características orgânicas das águas superficiais.
Quadro 5.77	Varição temporal da agressividade natural das águas superficiais.
Quadro 5.78	Varição temporal das características iônicas das águas superficiais.
Quadro 5.79	Varição temporal de nutrientes nas águas superficiais.
Quadro 5.80	Varição temporal da contaminação sanitária das águas superficiais.
Quadro 5.81	Varição temporal de metais traços nas águas superficiais.
Quadro 5.82	Varição temporal das características estéticas das águas superficiais.
Quadro 5.83	Varição temporal das características orgânicas das águas superficiais.
Quadro 5.84	Varição temporal da agressividade natural das águas superficiais.
Quadro 5.85	Varição temporal das características iônicas das águas superficiais.
Quadro 5.86	Varição temporal de nutrientes nas águas superficiais.
Quadro 5.87	Varição temporal da contaminação sanitária das águas superficiais.
Quadro 5.88	Varição temporal de metais traços nas águas superficiais.
Quadro 5.89	Varição temporal das características estéticas das águas superficiais.
Quadro 5.90	Varição temporal das características orgânicas das águas superficiais.
Quadro 5.91	Varição temporal da agressividade natural das águas superficiais.
Quadro 5.92	Varição temporal das características iônicas das águas superficiais.
Quadro 5.93	Varição temporal de nutrientes nas águas superficiais.
Quadro 5.94	Varição temporal da contaminação sanitária das águas superficiais.
Quadro 5.95	Varição temporal de metais traços nas águas superficiais.
Quadro 5.96	Varição temporal das características estéticas das águas superficiais.
Quadro 5.97	Varição temporal das características orgânicas das águas superficiais.
Quadro 5.98	Varição temporal da agressividade natural das águas superficiais.
Quadro 5.99	Varição temporal das características iônicas das águas superficiais.
Quadro 5.100	Varição temporal de nutrientes nas águas superficiais.

- Quadro 5.101 Variação temporal da contaminação sanitária das águas superficiais.
- Quadro 5.102 Variação temporal de metais traços nas águas superficiais.
- Quadro 5.103 Variação temporal das características estéticas das águas superficiais.
- Quadro 5.104 Variação temporal das características orgânicas das águas superficiais.
- Quadro 5.105 Variação temporal da agressividade natural das águas superficiais.
- Quadro 5.106 Variação temporal das características iônicas das águas superficiais.
- Quadro 5.107 Variação temporal de nutrientes nas águas superficiais.
- Quadro 5.108 Variação temporal da contaminação sanitária das águas superficiais.
- Quadro 5.109 Variação temporal de metais traços nas águas superficiais.
- Quadro 5.110 Índice de Proteção da Vida Aquática - IVA
- Quadro 5.111 Variação temporal de parâmetros de qualidade das águas da chuva – AC1
- Quadro 5.112 Variação temporal de parâmetros de qualidade das águas da chuva – AC1
- Quadro 5.113 - Variação temporal de parâmetros de qualidade da águas da chuva – AC1
- Quadro 5.114 Variação temporal de parâmetros de qualidade das águas da chuva – AC1
- Quadro 5.115 Variação temporal de parâmetros de qualidade das águas da chuva – AC1
- Quadro 5.116 Variação temporal de parâmetros de qualidade das águas da chuva – AC1
- Quadro 5.117 Variação temporal de parâmetros de qualidade das águas da chuva – AC1
- Quadro 5.118 Organização das escalas espaciais do clima.
- Quadro 5.119 Registro de fenômenos El Niño e La Niña (1963-2012).
- Quadro 5.120 Recordes de temperatura durante os 50 anos de estudo.
- Quadro 5.121 Registros das temperaturas médias máximas e mínimas no período de 1963-2012 na estação convencional de Bagé-RS.
- Quadro 5.122 Anos analisados (1963–2012), meses com menor e maior volume de precipitação e média anual (mm).
- Quadro 5.123 Umidade relativa do ar (%) para o período de 1963 – 2012.
- Quadro 5.124 Padrões Nacionais de Qualidade do Ar (resolução CONAMA nº3, de 28/06/90).
- Quadro 5.125 Coordenadas da localização da Rede de Monitoramento da ELETROBRAS CGTEE - Companhia de Geração de Energia Elétrica.
- Quadro 5.126 Dez maiores valores de concentrações de SO₂ para o ano de 2012.
- Quadro 5.127 Dez maiores valores de concentrações de NO₂ para o ano de 2012.
- Quadro 5.128 Dez maiores valores de concentrações de SO₂ para o ano de 2013.
- Quadro 5.129 Dez maiores valores de concentrações de NO₂ para o ano de 2013.
- Quadro 5.130 Padrões Nacionais de Qualidade do Ar, níveis de alerta.
- Quadro 5.131 Padrões de Qualidade do Ar.
- Quadro 5.132 Média de 24 horas, concentração de MP.
- Quadro 5.133 Máximo de 1 hora, concentração de NO₂
- Quadro 5.134 Média 24 horas, concentração de SO₂.
- Quadro 5.135 Níveis de ruídos em diversas situações.

- Quadro 5.136 Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A).
- Quadro 5.137 Dados do levantamento acústico.
- Quadro 5.138 Coordenadas dos pontos monitorados.
- Quadro 5.139 Estimativa de níveis de ruído para os locais mais críticos das usinas.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 5.1 Regiões e bacias hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul.
- Figura 5.2 Mapa do Macrozoneamento Ambiental do Estado do Rio Grande do Sul.
- Figura 5.3 Testemunhos de sondagem da formação Palermo do furo de sondagem PM03B, executada no local previsto para a construção da usina.
- Figura 5.4 Vista panorâmica com horizonte de solos, seguido de siltitos intemperizados da formação Palermo que ocorrem na área da futura usina.
- Figura 5.5 Afloramento da formação Teresina inserida ao Subgrupo Estrada Nova, junto ao rio Jaguarão.
- Figura 5.6 Leito do rio Jaguarão sobre pelitos da Formação Teresina.
- Figura 5.7 Vista da área da futura usina com relevo de coxilhas suaves.
- Figura 5.8 Vista a partir da área da usina para SW onde se observa encosta acentuada originada por falhamento.
- Figura 5.9 Posição da área do empreendimento em relação a Bacia Hidrográfica Mirim - São Gonçalo.
- Figura 5.10 Área a ser alagada pelas futuras barragens no rio Jaguarão. Vê-se a planície aluvionar e as coxilhas que circundam o canal do rio.
- Figura 5.11 Vista da planície aluvionar do rio Jaguarão.
- Figura 5.12 Disposição do site do empreendimento em relação as cavidades naturais mais próximas.
- Figura 5.13 Localização do empreendimento em relação às faixas de risco sísmico.
- Figura 5.14 Ocorrências históricas de terremotos registrados nos últimos 30 anos.
- Figura 5.15 Distribuição relativa das classes de uso e ocupação do solo para o recorte da imagem.
- Figura 5.16 Distribuição relativa das classes de uso e ocupação do solo na ADA.
- Figura 5.17 Perfil geológico médio obtido junto ao PCA da Mina de Candiota - Malha IV, setores A, B1, C1 e C3, 1992.
- Figura 5.18 Ensaio de Permeabilidade realizado no PM01B.
- Figura 5.19 Implantação do pré-filtro no poço de monitoramento PM03B.
- Figura 5.20 Aplicação de brita junto ao filtro no PM01B.
- Figura 5.21 Saturação do PM04B.
- Figura 5.22 Preenchimento final com sedimentos no poço de monitoramento PM04B para completar o espaço gerados da acomodação dos sedimentos após saturação com água.
- Figura 5.23 Modelo da conformação final dos poços de monitoramento contendo as devidas proteções sanitárias e tubos de vedação.
- Figura 5.24 Estações Pluviométricas (★) utilizadas para a determinação da precipitação média mensal na bacia do Arroio Candiota em Dario Lassance.
- Figura 5.25 Estações Meteorológicas (★) utilizadas para determinação da evaporação média mensal na bacia do Arroio Candiota em Dario Lassance.

- Figura 5.26 Série de Vazão observada e obtida a partir dos parâmetros determinados por calibração multi-objetivo para o período 1951 a 1957 (HAR, 2003).
- Figura 5.27 Séries de vazões estendidas para a bacia do Arroio Candiota em Dario Lassance.
- Figura 5.28 Curva de Permanência para o Arroio Candiota em dario lassance para as séries estimadas até dez/2012.
- Figura 5.29 Curva de permanência regionalizada para a seção S3.
- Figura 5.30 Curva de permanência regionalizada para a seção S8.
- Figura 5.31 Diagrama unifilar – sub-bacia do Rio Jaguarão área de influência indireta - UTE Pampa Sul.
- Figura 5.32 Área de estudo: Município de Candiota.
- Figura 5.33 Rio Grande do Sul – Unidades Geomorfológicas.
- Figura 5.34 Imagem ilustrativa da localização geográfica da Estação Meteorológica Convencional do INMET em Bagé-RS (verde) em relação ao município de Candiota (vermelho).
- Figura 5.35 Mapa de pressão média ao nível do mar, para elucidar a localização médias dos Anticiclones que atuam nos oceanos Pacífico Sul e Atlântico Sul.
- Figura 5.36 Massas de ar que exercem influência no clima do Brasil.
- Figura 5.37 Imagem ilustrativa da chegada de uma Frente Fria.
- Figura 5.38 Imagem da Região Sul do Brasil, do satélite GOES-13 do dia 19 de novembro de 2013 as 6h30 (8h30 GMT).
- Figura 5.39 Representação esquemática dos sistemas atmosféricos na baixa e alta troposfera atuantes na América do Sul.
- Figura 5.40 Comparação entre as condições atmosféricas normais e na ocorrência do fenômeno *El Niño*.
- Figura 5.41 Comparação entre as condições atmosféricas normais e na ocorrência do fenômeno *La Niña*.
- Figura 5.42 Médias climatológicas de precipitação (barras) e temperaturas médias máximas e mínimas (1961-1990) do município de Candiota – RS.
- Figura 5.43 Rio Grande do Sul – Variabilidade espacial da insolação, 1970-2007.
- Figura 5.44 Distribuição média mensal de número de horas de insolação no período de 1963-2012.
- Figura 5.45 Distribuição média sazonal de número de horas de insolação no período de 1963-2012.
- Figura 5.46 Distribuição média anual de número de horas de insolação no período de 1963-2012.
- Figura 5.47 Distribuição média anual de pressão (mb) no período de 1963-2012.
- Figura 5.48 Distribuição média mensal de pressão (mb) no período de 1963-2012.
- Figura 5.49 Distribuição média sazonal de pressão (mb) no período de 1963-2012.
- Figura 5.50 Distribuição de temperatura média sazonal no período de 1963-2012.
- Figura 5.51 Distribuição de temperatura média sazonal no período de 1963-2012.
- Figura 5.52 Distribuição de temperatura média mensal no período de 1963-2012.
- Figura 5.53 Precipitação média mensal para o período de 1963-2012.

- Figura 5.54 Histograma de precipitação total mensal (mm) para Janeiro (1963-2012).
- Figura 5.55 Histograma de precipitação total mensal (mm) para Fevereiro (1963-2012).
- Figura 5.56 Histograma de precipitação total mensal (mm) e para Março (1963-2012).
- Figura 5.57 Histograma de precipitação total mensal (mm) e para Abril (1963-2012).
- Figura 5.58 Histograma de precipitação total mensal (mm) e para Maio (1963-2012).
- Figura 5.59 Histograma de precipitação total mensal (mm) e para Junho (1963-2012).
- Figura 5.60 Histograma de precipitação total mensal (mm) e para Julho (1963-2012).
- Figura 5.61 Histograma de precipitação total mensal (mm) e para Agosto (1963-2012).
- Figura 5.62 Histograma de precipitação total mensal (mm) e para Setembro (1963-2012).
- Figura 5.63 Histograma de precipitação total mensal (mm) e para Outubro (1963-2012).
- Figura 5.64 Histograma de precipitação total mensal (mm) e para Novembro (1963-2012).
- Figura 5.65 Histograma de precipitação total mensal (mm) e para Dezembro (1963-2012).
- Figura 5.66 Precipitação média anual para o período 1963-2012.
- Figura 5.67 Número de dias de chuva anuais do período (1963-2012).
- Figura 5.68 Umidade relativa média mensal de 1963-2012.
- Figura 5.69 Média Anual de Umidade relativa do ar (1963-2012).
- Figura 5.70 Média sazonal de UR no período de 1963-2012. Bagé-RS.
- Figura 5.71 Intensidade e direção predominantes do vento no período de primavera (out-dez) de 1963-2012.
- Figura 5.72 Intensidade e direção predominantes do vento no período de verão (jan-mar) de 1963-2012.
- Figura 5.73 Intensidade e direção predominantes do vento no período de outono (abr-jun) de 1963-2012.
- Figura 5.74 Intensidade e direção predominantes do vento no período de inverno (jul-set) de 1963-2012.
- Figura 5.75 Intensidade e direção predominantes do vento no período de 1963-2012.
- Figura 5.76 Diagrama ilustrativo do problema da Poluição do Ar (adaptado de Seinfeld, 1986).
- Figura 5.77 Distribuição espacial das estações da rede de monitoramento da qualidade do ar da CGTEE.
- Figura 5.78 Concentração de dióxido de enxofre (μm^3) ano/2012.
- Figura 5.79 Concentração de Dióxido de Nitrogênio (μm^3) Ano/2012.
- Figura 5.80 Concentração de Dióxido de Enxofre (μm^3) Ano/2013.
- Figura 5.81 Concentração de Dióxido de Nitrogênio (μm^3) Ano/2013.
- Figura 5.82 Concentração média de SO_2 para o período de 24 horas, considerando o ano de 2010, cenário mais crítico do período estudado.

- Figura 5.83 Área considerada para o estudo da dispersão dos poluentes sobreposta no google earth. Em cor magenta estão as áreas residenciais localizadas na região
- Figura 5.84 Isolinhas de concentração do poluente material particulado sobreposta no Google Earth, considerando um zoom próximo à fonte de emissão.
- Figura 5.85 Isolinhas de concentração de SO_2 , sobreposta no google earth, considerando um zoom próximo dos pontos de grade com maior concentração.
- Figura 5.86 Isolinhas de concentração de NO_2 , sobreposta na imagem do Google Earth, considerando um zoom próximo dos pontos de grade com maior concentração.

5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA

5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA

O documento básico que orientou a elaboração do presente estudo foi o Termo de Referência emitido pelo IBAMA em setembro de 2013 e constante no Volume 7, Anexo 1.1.

O diagnóstico do ambiente consiste numa interpretação da realidade das condições ambientais, identificando a dinâmica e processos que interferem na sua qualidade. Assim, o diagnóstico ambiental desenvolvido procurou expressar as potencialidades e as restrições estruturais e conjunturais do ambiente natural e social, como também as tendências de sua evolução com o objetivo de fornecer as condições de referência indispensáveis ao processo de avaliação pretendido.

No diagnóstico ambiental, foram contemplados os seguintes aspectos básicos:

- O inventário ambiental da área de influência do empreendimento, observando-se a caracterização e dimensionamento da ocorrência e disponibilidade dos recursos ambientais, bem como do processo de exploração ou uso a que estão submetidos;
- As ações e processos impactantes existentes, configurando-se os seus aportes aos impactos ambientais;
- A qualidade ambiental, caracterizando as atuais condições dos fatores ambientais, explicitando suas especificações, grau de comprometimento e o processo de deterioração a que estão submetidos;
- A resiliência e a vulnerabilidade ambiental, indicando os aspectos e configuração da sua capacidade de suporte e de assimilação dos impactos, bem como da dinâmica do seu comportamento quando submetidos a ações e processos impactantes;
- As tendências das condições ambientais, prognosticando os cenários da qualidade ambiental, em face de ações e processos impactantes existentes;
- A delimitação da área de influência, caracterizando o universo espacial do diagnóstico em função das incidências e dos distintos contornos dos impactos previstos.

Conforme as diretrizes técnicas referentes à elaboração de EIA/RIMA, a realização dos estudos propriamente ditos (levantamentos básicos, pesquisas bibliográficas, etc.), deverão ser apresentados e justificados, tecnicamente, os limites da área geográfica a ser direta e indiretamente afetadas pelas atividades do empreendimento, nas fases de implantação e operação. O item 5.3 deste Estudo apresenta as áreas de influência consideradas, onde dividiu-se em três níveis: Área de Influência Indireta – AII, Área de Influência Direta – AID e Área Diretamente Afetada – ADA.

Nos itens a seguir, são apresentados os resultados da pesquisa secundária e dos levantamentos primários realizados.

Para as Avaliações de Impacto atribuídas aos referidos diagnósticos, foram descritas detalhadamente todas as atividades do projeto, entre outros pontos levantados que possam afetar a qualidade dos aspectos dos meios físico, biótico e socioeconômico.

Levaram-se em consideração todas as fases necessárias para a operação de um empreendimento dessa natureza e porte, abordando a implantação (construção), comissionamento, operação e descomissionamento.

A Avaliação do Impacto Ambiental (AIA) é uma atividade orientada para identificar e prever os efeitos e impactos sobre o meio ambiente decorrentes das atividades do empreendimento em suas diferentes etapas.

Para o projeto em tela e considerando as etapas de implantação e operação, tem-se as seguintes atividades ou ações geradoras de impactos ambientais.

a) *Etapa de Planejamento e Implantação*

Ação 01: Abertura de Picadas para execução de topografia, sondagens de investigação do solo, coleta de flora, captura de fauna

A abertura de picadas para a execução de levantamentos topográficos e execução de sondagens, são ações de impacto reduzido, mas onde se terá supressão vegetal, principalmente nas áreas das barragens onde ocorre mata galeria.

Para a confecção do EIA, foi necessária a Autorização de Captura de Fauna, trabalho que antecede a implantação do empreendimento, conforme Anexo 5.1.

Os trabalhos de pesquisa do solo (sondagens à percussão e mistas e trincheiras) atingirão pequenos locais, mas poderão interferir em vegetação nativa e áreas sensíveis.

Ação 02: Abertura de Vias de Acesso Rodoviário, Preparo do Terreno, Construção e Montagem da Usina e das Barragens

A abertura de vias de acesso rodoviário pressupõe a remoção da cobertura vegetal e modificação da topografia com a terraplanagem e construção de taludes, provocando modificações adjacentes pelo redirecionamento dos fluxos naturais de drenagem. Além dos danos na flora e fauna, existe o impacto causado pelo tráfego de veículos, seja pela poeira, ruído ou deposição acidental de materiais e cargas nas vias.

Esta ação é de curta duração se comparada às demais, demandando cerca de três meses.

Também incluída na etapa de implantação, tem-se o preparo do terreno, a construção e a montagem da Usina. Essa atividade será aquela que demandará maior tempo de execução (cerca de 24 meses) onde ocorrerão as alterações permanentes da paisagem local em função das obras de terraplanagem e construção das edificações e montagem dos equipamentos que ocuparão uma área física de aproximadamente 72 ha.

Nas barragens esta etapa é a mais impactante, pois onde será feita toda a terraplanagem dos eixos das mesmas, supressão da vegetação e limpeza dos terrenos que serão alagados, bem como o represamento das águas visando formar os reservatórios.

No pico das obras, circularão no canteiro de obras, cerca de 1.200 trabalhadores que, associado à movimentação de máquinas, veículos e equipamentos determinarão os impactos ambientais de maior magnitude desta fase.

b) Etapa de Comissionamento

Ação 3: Obtenção, Armazenamento, Manuseio e Transporte de Matéria Prima

Esta etapa refere-se aos testes iniciais da usina que procuram ajustar todos os equipamentos de geração de energia, sistemas de controle e monitoramento.

Será feito um pequeno estoque inicial de carvão e calcário no pátio da usina, com 30.000 t e 10.000 t, respectivamente.

O carvão será transportado por via terrestre em caminhões provenientes da Mina de Candiota até a Usina e o calcário por via rodoviária em caminhões com capacidade individual de 30 t. A origem do calcário é a região de Trienta e Três, no Uruguai, distante cerca de 450 km do local.

Os riscos ambientais advindos dessa ação referem-se às perdas de minério durante o transporte, a dispersão do material fino pela ação do vento nas pilhas de carvão (estocagem a céu aberto) e, em menor escala, do calcário. Afora esse aspecto a ação das águas da chuva deverão carrear substâncias dissolvidas ao sistema de drenagem pluvial podendo contaminar os recursos hídricos locais. Outra possibilidade é a ocorrência de acidentes em veículos e transeuntes em virtude da intensa movimentação de caminhões para o transporte do carvão e calcário.

Ação 4: Combustão/Geração de Emissões Atmosféricas

Para o comissionamento da planta deverão ser queimadas cerca de 5.000 t de óleo diesel e 20.000 t/ano de carvão pulverizado que, se não controlados, serão liberados na atmosfera material particulado e gases tóxicos (SO_x, NO_x) em quantidades expressivas já que a matéria prima (carvão) apresenta cerca de 45% de cinzas e 1,5% de enxofre.

c) Etapa de Operação

Ação 5: Obtenção, Armazenamento, Manuseio e Transporte de Matéria Prima

As principais matérias-primas envolvidas no processo de geração, à 100 % de carga, a partir da tecnologia proposta será o carvão (aproximadamente 5.325.000 t/ano) e calcário (aproximadamente 439.214 t/ano para 100% de carga). Em segundo plano, pode-se considerar o óleo diesel, insumo utilizado para inicialização das caldeiras e em momentos de baixo despacho da usina.

O carvão será transportado por via terrestre em caminhões provenientes da Mina de Candiota até o local do empreendimento (Usina) e o calcário (destinado ao processo de dessulfurização) por via rodoviária em caminhões com capacidade individual de 30 t. A origem do calcário é a região de Trienta e Três, no Uruguai, distante cerca de 270 km do local.

O carvão a ser queimado será armazenado em pilhas a céu aberto no pátio da termelétrica, e o calcário a granel, em pátio coberto com capacidade para armazenar aproximadamente 16.000 toneladas, para 2 unidades.

Os riscos ambientais advindos dessa ação referem-se às perdas de minério durante o transporte, a dispersão do material fino pela ação do vento nas pilhas de carvão (estocagem a céu aberto) e, em menor escala, do calcário. Afora esse

aspecto a ação das águas da chuva deverão carrear substâncias dissolvidas ao sistema de drenagem pluvial podendo contaminar os recursos hídricos locais. Outra possibilidade é a ocorrência de acidentes em veículos e transeuntes em virtude da intensa movimentação de caminhões para o transporte do carvão e calcário.

Ação 6: Combustão/Geração de Emissões Atmosféricas

Para a geração de energia deverão ser queimadas cerca de 2.400.000 t/ano de carvão pulverizado que, se não controlados, serão liberados na atmosfera material particulado e gases tóxicos (SO_x, NO_x) em quantidades expressivas já que a matéria prima (carvão) apresenta cerca de 45% de cinzas e 1,5% de enxofre.

Ação 7: Abatimento do Material Particulado e Dessulfurização das Emissões

O processo escolhido para reduzir o teor de SO₂ nas emissões atmosféricas é a dessulfurização a partir do calcário, transformando um poluente do ar em gesso.

Serão produzidas cerca de 192.720t/ano de gesso considerando 60% de carga, que deverá ser descartado nas cavas de mineração, devidamente preparadas. O empreendedor desenvolverá ações de inserção do gesso no mercado, a fim desse material ser utilizado na indústria da construção civil.

Antecedendo a dessulfurização dos gases, tem-se o abatimento das cinzas nos precipitadores eletrostáticos instalados para esse fim.

Ação 8: Manuseio, Transporte e Disposição Final das Cinzas

Serão geradas aproximadamente 1.447.904 t/ano de cinzas (leves e pesadas), a 60% de carga, que deverão ser depositadas nas cavas de Há a possibilidade durante o transporte de ocorrer dispersão no pátio e no trajeto até as cavas da mina, aspecto potencializado quando da ocorrência de ventos mais intensos.

Ação 9: Captação de Água e Geração de Efluentes Líquidos

Na etapa de implantação do empreendimento será utilizada água a ser disponibilizada pelo município de Candiota através de adutora a ser construída. Na etapa de operação, será utilizada a água dos reservatórios a serem instalados no rio Jaguarão. Durante a operação deverá ser aduzida uma vazão de 620 L/s de água. Parte dessa água será consumida no processo, enquanto uma porção menor (cerca de 103 L/s) será transformada em efluente líquido que, se não tratado, poderá comprometer a qualidade dos recursos hídricos locais.

Ação 10: Geração de Energia

Serão disponibilizados 600 MW de energia elétrica ao sistema nacional, trazendo inúmeros benefícios ao Estado e a região como um todo ao longo de toda a vida útil do empreendimento (estimada em 25 anos), pois o Rio Grande do Sul é importador de energia. Afora isso serão criados 300 empregos diretos para operação da usina e 200 na atividade de mineração. Serão gerados, também, tributos federal, estadual e municipal, e, com o aumento dos níveis de emprego e renda, haverá

maior dinamização da economia regional, aspecto esse de suma importância para a denominada “Metade Sul” do Estado, pois essa vem apresentando os menores índices de desenvolvimento, se comparado com as demais regiões do Rio Grande do Sul.

d) *Etapa de Descomissionamento*

Ação 11: Desconstrução da Usina

A desmontagem da usina e a remoção de equipamentos e estruturas (metálicas, de concreto, alvenaria, asfalto entre outras) instaladas.

A desativação ou desconstrução da Usina prevê atividades de desmontagem, demolição, remoção, venda e descarte final de bens e equipamentos móveis e fixos (exceto propriedades), e de estruturas industriais e civis existentes na área do empreendimento.

Nesta fase se dará ênfase a reutilização de materiais e equipamentos resultantes da desconstrução da Usina. Portanto, espera-se gerar uma quantidade limitada de resíduos, o que dependerá do mercado futuro para a colocação, tanto de equipamentos, como recicláveis. Tendo em vista essas colocações, fica extremamente difícil uma estimativa razoável sobre o volume de resíduos a ser gerado.

Nesta etapa, poderão ser gerados níveis de ruídos e poeiras diferentes dos praticados durante as outras etapas.

5.1 LEVANTAMENTO DE DADOS

5.1.1 Orientações gerais para o diagnóstico

Conforme estabelecido no Termo de Referência o levantamento de dados foi realizado com dados secundários para a Área de Influência Indireta (AII). Para a Área de Influência Direta (AID) os dados levantados partiram de fontes secundárias, mas complementados com dados primários coletados em campo. Os dados referentes à Área Diretamente Afetada (ADA) foram obtidos em levantamentos de campo.

Considerando os meios físico e antrópico, como informações primárias, foram utilizados dados obtidos durante os anos de 2013 e 2014.

Para o meio biótico, foram realizadas campanhas durante os meses de fevereiro e março de 2014, considerando especialmente os inventários faunísticos, para as amostragens iniciaram após a obtenção da Autorização de Captura, Coleta e Transporte de Material Biológico (AUTORIZAÇÃO 412/2014). Como dados secundários foram utilizados os resultados de inventários realizados nos anos de 2007 e 2009, na área do empreendimento.

O diagnóstico da Cobertura vegetal também foi fundamentado por campanhas realizadas em 2014, utilizando-se também dados secundários advindos de campanhas realizadas nos anos de 2007 e 2009, abarcando as mesmas áreas de influência agora definidas.

O diagnóstico ambiental compreende, entre outros, os seguintes aspectos considerados mais relevantes para o empreendimento em questão:

- Meio Físico: clima; geologia; geotecnia; geomorfologia; hidrogeologia; hidrologia; hidrografia; recursos hídricos; ruídos e vibrações; qualidade do ar, das águas e do solo.
- Meio Biótico: cobertura vegetal existente e fauna terrestre associada; áreas legalmente protegidas e enquadramento da vegetação a ser removida; fauna terrestre (mastofauna, avifauna, herpetofauna e entomofauna); e biota aquática (fito e zooplâncton, Invertebrados aquáticos e ictiofauna).
- Meio Socioeconômico: caracterização socioeconômica, atividades econômicas associadas e de condições de vida; sistema de transportes; uso e ocupação do solo; renda e emprego, infraestrutura local e regional; demanda por habitação, saneamento e educação; aspectos demográficos; lazer e turismo; patrimônio histórico, cultural e arqueológico; etc.

Todas as informações estão georreferenciadas, sistematizadas e mapeadas em escala compatível com as áreas de influência do empreendimento.

5.1.2 Metodologia para identificação dos impactos ambientais

De posse da caracterização do empreendimento, o primeiro passo para a análise de impactos é a identificação das ações impactantes ou atividades do projeto que possam causar impacto sobre os recursos naturais e socioeconômicos. Para tanto, desenvolve-se um processo que permite identificar, para cada grupo de atividades, qual seria aquela potencialmente capaz de causar impacto sobre os diferentes recursos.

O segundo passo, em consonância com o primeiro, é o desenvolvimento de uma metodologia que identifique os componentes ambientais que possam ser afetados pelo empreendimento.

A relação entre o empreendimento e os componentes ambientais é de causa e efeito, mas nem sempre esta relação é fácil de ser detectada; busca-se, então, enfocar as diferentes fases da obra e examinar a natureza dos componentes ambientais que possam sofrer impactos.

A partir desse conjunto de informações, identificam-se medidas de controle adequadas, visando evitar, minimizar ou eliminar qualquer potencial impacto adverso, bem como potencializar efeitos positivos.

5.1.2.1 Critérios para classificação dos impactos

Foram adotados os critérios a seguir definidos para valoração dos impactos.

a) *Natureza:*

- Impacto positivo ou benéfico: quando sua manifestação resulta na melhoria da qualidade ambiental;
- Impacto negativo ou adverso: quando sua manifestação resulta em dano à qualidade ambiental.

b) *Forma:*

- Impacto direto, quando resultante de uma simples relação de causa e efeito;
- Impacto indireto, quando é parte de uma cadeia de manifestações.

c) Duração:

- Impacto temporário, quando sua manifestação tem duração determinada;
- Impacto permanente, quando, uma vez executada a intervenção, sua manifestação não cessa ao longo de um horizonte temporal conhecido.

d) Temporalidade:

- Impacto de curto prazo, quando se manifesta no instante em que se dá a intervenção;
- Impacto de longo prazo, quando se manifesta certo tempo depois de realizada a intervenção.

e) Reversibilidade:

- Reversível, quando o fator ou descritor ambiental afetado, cessada a ação, tem capacidade de retornar às suas condições originais;
- Irreversível, quando, uma vez ocorrida a ação, o fator ou descritor ambiental afetado não possui capacidade de retornar às suas condições originais em um prazo previsível.

f) Abrangência:

- Impacto local, quando sua manifestação afeta apenas a área sobre a qual incidem as ações geradoras;
- Impacto regional, quando sua manifestação afeta toda a região, além do local das ações geradoras.

g) Magnitude:

Refere-se ao grau de incidência de um impacto sobre o fator ambiental, em relação ao universo desse fator ambiental. Ela pode ser alta, média, baixa ou insignificante, conforme a intensidade de transformação do fator ambiental impactado em relação à situação preexistente. A magnitude de um impacto é tratada em relação aos fatores ambientais ocorrentes na região de sua abrangência.

Probabilidade

A probabilidade de um impacto será alta se sua ocorrência for quase certa ao longo de toda a atividade, média se sua ocorrência for incerta, e baixa se for quase improvável que ele ocorra.

Para efeito de qualificação, mas sem a inclusão entre os critérios de valoração, o impacto deve ainda ser classificado de acordo com a fase na qual se manifestará, ou seja, a fase de ocorrência. São elas: planejamento, implantação e operação.

5.1.2.2 Elaboração da matriz de avaliação de impactos

a) Avaliação da relevância dos impactos na ausência de medidas de controle

Uma vez descritos os impactos ambientais identificados e procedida sua caracterização, através de seus atributos, é elaborada a Matriz de Avaliação dos Impactos Ambientais para determinação da Relevância de cada impacto ambiental.

Para um conjunto de atributos que caracterizam cada impacto, é adotado o procedimento de determinar valores 1 ou 2, segundo seus aspectos mais relevantes.

Nesse contexto, por exemplo, seja qual for a forma de um determinado impacto, tem-se uma forma de incidência mais relevante caso ela seja direta (valor atribuído 2) do que indireta (valor atribuído 1). Do mesmo modo, a abrangência regional (2) é mais relevante do que a local (1), do ponto de vista de relevância dos impactos. O mesmo critério é utilizado para os demais atributos, tendo ao final os valores apresentados no Quadro 5.1, a seguir.

Quadro 5.1- Valores Objetivos Atribuídos aos Impactos Ambientais, segundo seus Atributos.

Atributo	Valor atribuído igual a 2	Valor atribuído igual a 1
Forma	Direta	indireta
Duração	Permanente	temporária
Temporalidade	Curto prazo	longo prazo
Reversibilidade	Irreversível	reversível
Abrangência	Regional	local

O valor final de cada um dos impactos é calculado pela soma das características dos atributos. Desse modo, este valor poderá assumir valores inteiros de 5 (menor valor) a 10 (maior valor).

Definido o valor dos atributos de cada impacto, torna-se necessária a conversão dos valores da sua Probabilidade e Magnitude, segundo procedimentos similares. Vale ressaltar que a probabilidade não é abordada sob seu significado estatístico, definido pela razão entre o número de ocorrências e o número de casos possíveis, mas pela possibilidade de ocorrência de um dado impacto. Deste modo, o valor da magnitude é definido segundo o Quadro 5.2, a seguir.

Quadro 5.2- Valores Objetivos Atribuídos à Magnitude dos Impactos Ambientais

Magnitude	Valor atribuído
Alta	4
Média	3
Baixa	2
Insignificante	1

De maneira análoga, a probabilidade é estipulada segundo a pontuação definida no Quadro 5.3, a seguir.

Quadro 5.3- Valores Objetivos Atribuídos à Probabilidade dos Impactos Ambientais

Probabilidade	Valor atribuído
Alta	3
Média	2
Baixa	1

Para natureza do impacto, admite-se o valor 1 para impactos positivos ou benéficos e valor igual a -1 para impactos negativos ou adversos. Adota-se, desta

maneira, um mesmo valor absoluto para a natureza, de modo que este atributo não cause alteração no valor final da relevância.

Definidos os valores para os diversos impactos identificados, a relevância de um determinado impacto ambiental é obtida pelo produto do valor final da caracterização dos atributos, da magnitude do impacto e da sua probabilidade, além de sua natureza.

Após a realização desse produto, a relevância poderá variar de -120 a -5 e de 5 a 120, conforme seu sentido, ou seja, por menor que seja a relevância de um impacto analisado, seu valor absoluto será igual a 5.

A Matriz Ambiental, dentro dessa ótica, possibilita o suporte para a identificação dos impactos, que deverão ser objeto de maior atenção quando da formulação de medidas ambientais.

Ainda segundo essa ótica, os impactos de pequena relevância não devem ser visualizados como desprezíveis, e sim, analisados pela equipe técnica do mesmo modo que os demais, de modo a verificar a viabilidade ambiental do empreendimento em questão.

Quadro 5.4- Classificação da Relevância, segundo o Valor Absoluto do Produto Obtido na Matriz Ambiental.

Faixa	Classificação
5 a 27	Muito Pequena – MP
28 a 50	Pequena – P
51 a 73	Média – M
74 a 96	Grande – G
97 a 120	Muito Grande – MG

b) Definição de medidas e reavaliação da relevância do impacto

Uma vez definida a relevância dos impactos, conforme descrito anteriormente, na ausência de medidas para prevenir, mitigar ou compensar os impactos negativos, ou para potencializar os impactos positivos, é realizada uma reavaliação do grau de relevância do impacto, em presença das medidas propostas.

Cada medida prevista possui maior ou menor grau de resolução do impacto identificado, dependendo se as ações são de responsabilidade exclusiva ou prioritária do empreendedor, se são de fácil aplicação, de eficácia conhecida ou não, se são condicionadas por um conjunto complexo ou mais simples de procedimentos, etc., sendo esse potencial aferido conforme Quadros 5.5 e 5.6, a seguir.

Quadro 5.5- Grau de Relevância da Medida de Controle Recomendada - Impactos Negativos

Grau de Resolução da Medida	Valor Atribuído
Alto	1
Médio	2
Baixo	3

Quadro 5.6- Grau de Relevância da Medida de Potencialização Recomendada - Impactos Positivos

Grau de Resolução da Medida	Valor Atribuído
Alto	3
Médio	2
Baixo	1

A reavaliação da relevância do impacto em presença das medidas recomendadas é dada pelo somatório do produto entre o grau de relevância dos

impactos sem as medidas recomendadas pelo grau de resolução das medidas, resultando numa nova valoração da relevância do impacto.

O resultado final, em termos de pontuação, poderá resultar na seguinte avaliação final da relevância do impacto.

Quadro 5.7- Classificação da Relevância, após a Recomendação de Medidas.

Faixa	Classificação
5 a 81	Muito Pequena – MP
82 a 150	Pequena – P
151 a 219	Média – M
220 a 288	Grande – G
289 a 360	Muito Grande – MG

Essa última etapa permite avaliar o potencial de controle dos impactos negativos ou de potencialização dos impactos positivos oferecido pelas medidas propostas, considerando os valores absolutos obtidos.

Uma vez identificados, descritos e valorados todos os impactos, a síntese da análise realizada é exposta em uma matriz de classificação final dos impactos, elaborada por etapa do empreendimento – planejamento, implantação e operação – possibilitando visualizar de forma sistematizada os resultados da etapa de Avaliação de Impactos Ambientais – AIA.

5.2. DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA

Este trabalho estabeleceu áreas de estudo que poderão sofrer impacto do empreendimento direta e indiretamente e em graus diversos, tendo por base a estrutura da região e a sua dinâmica ambiental onde se insere o projeto UTE Pampa Sul.

A definição dos limites geográficos das áreas de influência está prescrita da Resolução CONAMA nº 01/1986, em seu Art. 5º, inciso III e no Código de Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul.

Utilizou-se os seguintes conceitos para as áreas de influência neste estudo, quais sejam:

- Área de Influência Indireta (AII): é a área real ou potencialmente ameaçada pelos impactos indiretos da implantação e operação do empreendimento, abrangendo ecossistemas e sistema socioeconômicos afetados por alterações ocorridas na Área de Influência Direta (AID). A delimitação da AII circunscreve a AID. Na medida do possível utilizou-se de limites geográficos e/ou unidades de paisagem, possibilitando uma análise sistêmica e integrada dos temas abordados.
- Área de Influência Direta (AID): toda área sujeita aos impactos diretos de implantação e operação do empreendimento sobre os recursos ambientais, modificando a sua qualidade ou diminuindo seu potencial de conservação ou aproveitamento. A AID compreende a faixa territorial e as áreas de preservação permanente adjacentes ao empreendimento, áreas destinadas à instalação da infra-estrutura necessária à implantação e operação do empreendimento, áreas de canteiros de obras, de empréstimo e bota-fora, áreas onde serão abertos novos acessos, o sistema rodoviário a ser utilizado para o transporte de equipamentos, materiais e trabalhadores, áreas de alagüe das barragens suas APPs, bem como as demais áreas que sofrerão

alterações consequentes das ação direta do empreendimento. Os estudos socioeconômicos devem considerar na AID, as localidades e comunidades diretamente impactadas pelo empreendimento.

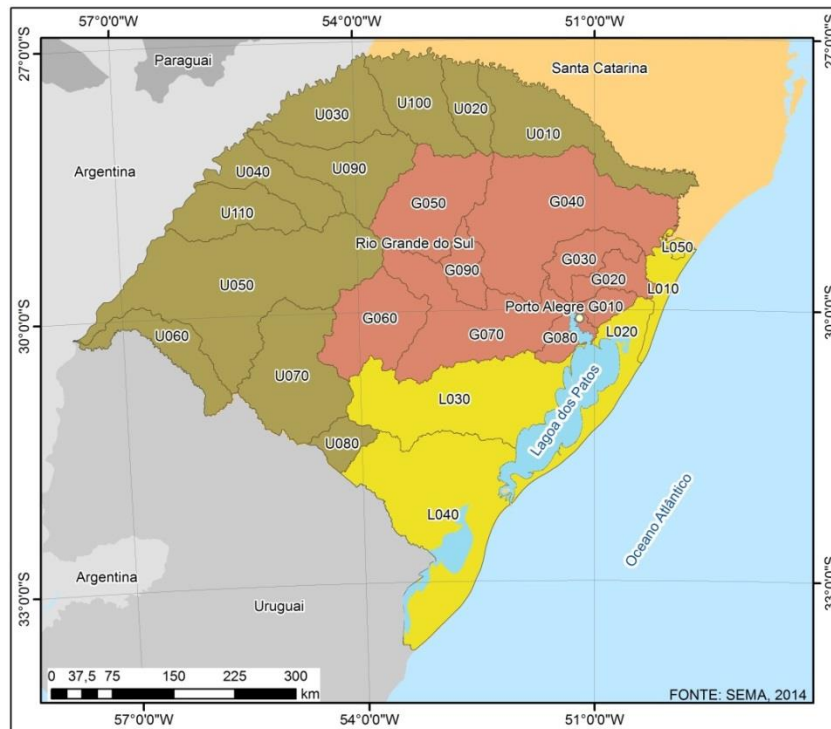
- Área Diretamente Afetada (ADA): refere-se ao local de implantação do empreendimento. Os impactos diretos são modificações ambientais que exibem uma relação inicial, de primeira ordem, com um fator importante (Bisset,1984). Considera-se na ADA a propriedade do sitio de implantação da usina, as barragens, adutoras, linhas de alta tensão e subestação.

Para consolidação das delimitações geográficas dos impactos sobre os diversos parâmetros ambientais, utilizou-se os mapas do Relatório Anual sobre a Situação dos Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Sul (edição 2007/2008), que divide o território em 25 unidades espaciais e do Macrozoneamento Ambiental do Estado (DEPLAN/SCP, 2005), que divide o território em 5 macrozonas.

Os municípios da Hulha Negra e Candiota estão inseridos na Região Hidrográfica do Litoral, Bacia Hidrográfica Mirim – São Gonçalo – L040. Na região do empreendimento UTE Pampa Sul os principais cursos d’água são o rio Jaguarão os arroios Candiota e Seival, sangas do Bueiro, Quebra Junco e Funda.

A Figura 5.1 apresenta as regiões e bacias hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul.

Figura 5.1 - Regiões e bacias hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul.

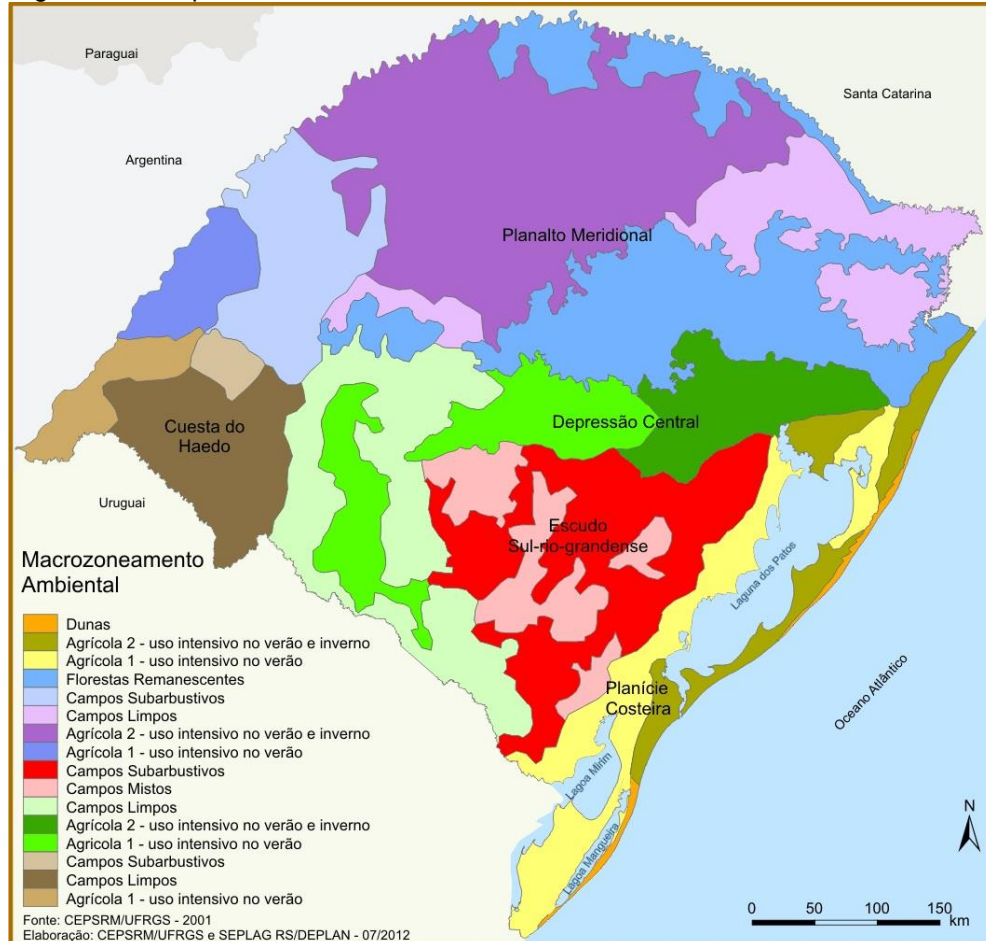


REGIÃO HIDROGRÁFICA DO URUGUAI		REGIÃO HIDROGRÁFICA DO GUAÍBA		REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS LITORÂNEAS	
CÓDIGO	NOME	CÓDIGO	NOME	CÓDIGO	NOME
U010	Apuaê-Inhandava	G010	Gravataí	L010	Tramandaí
U020	Passo Fundo	G020	Sinos	L020	Litoral Médio
U030	Turvo-santa Rosa-Santo Cristo	G030	Caí	L030	Camaquã
U040	Piratinim	G040	Taquari-Antas	L040	Mirim-São Gonçalo
U050	Ibicuí	G050	Alto Jacuí	L050	Mampituba
U060	Quaraí	G060	Vacacai-Vacacai Mirim		
U070	Santa Maria	G070	Baixo Jacuí		
U080	Negro	G080	Lago Guaíba		
U090	Ijuí	G090	Pardo		
U100	Varzea				
U110	Butuí-Icamaquã				

Quanto ao macrozoneamento ambiental, insere os municípios de Candiota e Hulha Negra nos domínios da Macrozona da Depressão Central, constituída predominantemente por áreas de campos limpos e pastagens, zona agrícola de uso intensivo de verão e zona agrícola de culturas diversificadas (DEPLAN/SCP, 2005).

A Figura 5.2 apresenta o mapa do Macrozoneamento Ambiental do Estado do Rio Grande do Sul.

Figura 5.2 - Mapa do Macrozoneamento Ambiental do Estado do Rio Grande do Sul.



Pode-se dizer que essas áreas de influência direta e indireta envolvem os limites geográficos de alcance ou incidência dos impactos ambientais. A questão da definição prévia da área de influência é muito complexa, pois, frequentemente, a área de abrangência dos impactos só fica adequadamente delimitada ao final dos estudos.

Desta forma, inicialmente definiu-se uma área de estudo onde a equipe técnica realizou as pesquisas e os levantamentos básicos dos diferentes indicadores ambientais dos meios físico, biótico e antrópico. A partir do desenvolvimento dos trabalhos, foi possível delinear as áreas de influência e diretamente afetada para os diferentes fatores ambientais a seguir descritos.

A seguir, para cada descritor ambiental, as áreas acima são especificadas, descritas e indicadas em ilustrações.

5.2.1. Meio físico

Compreende o meio físico os seguintes descritores: recursos hídricos, geologia, geomorfologia, geotecnia, hidrologia, solos, e recursos atmosféricos (meteorologia, qualidade do ar e ruído).

a) *Área de Influência Indireta (AII)*

A Área de Influência Indireta (AII) envolve a sub-bacia hidrográfica do rio Jaguarão desde a sua cabeceira, com limite ao sul entre as coordenadas UTM 224.993/6.497.129 a oeste e 233.346/6.497.129, a leste. A superfície ocupada por essa área é de 26.147 ha ou ainda 261.474 km² e está indicada na Ilustração 5.1, constante no Volume 8.

b) *Área de Influência Direta (AID)*

A Área de Influência Direta (AID) em relação aos recursos hídricos definiu-se como sendo a da bacia do rio Jaguarão na seção do futuro barramento a ser construído para fins de abastecimento do complexo termelétrico, envolvendo uma área de 15.436 hectares e está indicada na Ilustração 5.2, constante no Volume 8. Desse total 40% da área está localizada no município de Hulha Negra e 60% em Candiota.

c) *Área Diretamente Afetada (ADA)*

A Área Diretamente Afetada (ADA) para o Meio Físico envolve o local da usina, a área de acampamento e as barragens, com suas áreas alagadas e a Área de Preservação Permanente (APP) de 100 metros, perfazendo superfícies de 1.003 hectares ou 10.037 km², e está indicada na Ilustração 5.2 constante no Volume 8.

d) *Recursos atmosféricos (clima, qualidade do ar e ruído): AII e AID*

Tendo em vista o tipo de empreendimento, os recursos atmosféricos configuram-se como o fator ambiental de maior relevância.

A área de estudo para um empreendimento desse porte deve ser limitada pela extensão do seu impacto na qualidade do ar, o qual foi previamente levantado por modelos de dispersão de poluentes atmosféricos, o modelo aqui utilizado foi o AERMOD em sua versão 8.5.

Conforme outros estudos semelhantes ao presente verificou-se a necessidade de avaliar o impacto decorrente da operação da usina em distâncias que incluam significativa área, capaz de atender ao domínio total do impacto ambiental das concentrações dos poluentes material particulado (MP), dióxido de nitrogênio (NO₂) e dióxido de enxofre (SO₂), ao nível do solo.

Desta forma, limitou-se a referida área pelas coordenadas UTM 6.481.700 ao sul, coordenada 6.551.700 ao norte; coordenada 201.050 à oeste, e coordenada 273.102 à leste.

Assim, a área total 4900 km² correspondendo a um retângulo de aproximadamente 70 x 70 km.

5.2.2 Meio biótico

As áreas de influência do empreendimento consideradas sobre o meio biótico, englobando aspectos da biota terrestre, biota aquática e áreas prioritárias para conservação, incluindo áreas de preservação permanente e ou inseridas em projetos técnico-científicos, estão a seguir definidas.

a) *Área de Influência Indireta (AII)*

Os estudos relativos ao meio biótico envolveram uma região ampla na qual foram caracterizados os principais ecossistemas regionais e a fauna silvestre associada.

A Área de Influência Indireta (AII) envolve a sub-bacia hidrográfica do rio Jaguarão desde a sua cabeceira, com limite ao Sul entre as coordenadas UTM 224.993/6.497.129 a Oeste e 233.346/6.497.129 a Leste. A superfície ocupada por essa área é de 26.147 ha ou ainda 261.474 km², e está indicada na Ilustração 5.1, constante no Volume 8.

b) *Área de Influência Direta (AID)*

Compreende o sítio do empreendimento e seu entorno envolvendo os locais dos principais ecossistemas terrestres e aquáticos potencialmente afetados pelas ações de implantação e operação do projeto. Acrescida a essa área tem-se também os locais dos futuros reservatórios (destinados ao suprimento de água) e suas bacias de contribuição (área de alague) e a Área de Preservação Permanente (APP) de 100 metros.

A superfície ocupada pelos reservatórios é de 219 hectares (Jaguarão 1 – cota de alague de 169 m), mais 382 hectares (Jaguarão 2, cota de alague de 158 m). Contando com uma área total de 15.436 hectares, e está indicada na Ilustração 5.2, constante no Volume 8. Onde 40% da área está localizada no município de Hulha Negra e 60% em Candiota.

c) *Área Diretamente Afetada (ADA)*

A ADA envolve o local da usina e as barragens com suas áreas alagadas, perfazendo superfícies de 1.003 hectares ou 10.037 km², e está indicada na Ilustração 5.2, constante no Volume 8.

5.2.3. Meio Socioeconômico

Compreende o meio socioeconômico os seguintes descritores: população, uso e ocupação do solo, populações tradicionais e usos dos recursos naturais, recursos históricos, saúde pública e segurança e cooperações regionais.

a) *Área de Influência Indireta (AII)*

Para a AII (que sofrerá algumas consequências do empreendimento), os aspectos determinantes estão relacionados à geração de impactos que poderão incidir sobre a região: infra-estrutura, saúde, educação, economia. Baseado em uma delimitação geográfica adotada pela Companhia Estadual de Energia Elétrica

(CEEE). A AII será representada pelo Pólo Energético de Candiota, abrangendo os municípios de Bagé, Candiota, Herval, Hulha Negra, Pinheiro Machado, Pedras Altas acrescido de Aceguá. A AII está indicada na Ilustração 5.4, constante no Volume 8.

b) Área de Influência Direta (AID)

Considerou-se para a definição da AID, as populações situadas no local ou entorno do empreendimento e que sofrerão os impactos diretos da obra. Desta forma, devido a instalação do empreendimento estar localizada nos municípios de Candiota (usina e parte dos reservatórios) e em Hulha Negra (parte dos reservatórios), considerar-se-á estes dois municípios como a AID. Em relação aos aspectos arqueológicos teve-se ao sítio do empreendimento e seu entorno mais os locais dos barramentos, áreas de alague e APP dos reservatórios. A AID está indicada na Ilustração 5.5a, constante no Volume 8.

c) Área Diretamente Afetada (ADA)

Foi definida como sendo as áreas de alague e respectivas APPs dos reservatórios mais o local de instalação da usina e canteiro de obras. Essas áreas correspondem a 1.003 ha, sendo 601 ha correspondentes aos reservatórios, 49,5 ha relativo ao local da usina e 20,3 ha do acampamento. A ADA, assim como a divisa dos proprietários nas barragens J1 e J2 estão indicadas nas Ilustrações 5.5a, 5.5b e 5.5c, constante no Volume 8.

5.3 CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS DO MEIO FÍSICO

Os objetivos da presente avaliação foram caracterizar o meio físico, especialmente a geologia, hidrogeologia e geotecnia do local de implantação da futura usina termelétrica Pampa Sul e região do entorno, para permitir diagnosticar a influência da mesma no substrato, aquíferos e modelado do terreno, bem como as condições locais e regionais para a execução do projeto. O mesmo estudo estendeu-se para a área prevista para a construção das barragens de regularização e de armazenamento de água para abastecer a futura usina. A avaliação dos diversos itens relativos ao diagnóstico do meio físico visou levantar os seguintes dados:

- Do mapeamento geológico: apresentação de dados sobre a estratigrafia, geologia estrutural (fraturamento, falhamento, disposição das camadas e cisalhamento), evolução geológica e ocorrências minerais;
- Do mapeamento geomorfológico: topografia, posição da área dentro da bacia hidrográfica, tipo e forma de relevo dominante, caracterização dinâmica do relevo (presença ou propensão a erosão e áreas de sujeitas a inundações);
- Mapeamento geotécnico: apresentação de mapas geológicos, hidrogeológicos e as cartas de fissura, erodibilidade, estabilidade de taludes e movimento de encostas;
- Ocorrências de cavidades naturais e patrimônio espeleológico na Área de Influência Direta - AID;

- Caracterização sísmica da área do empreendimento contendo a relação dos dados históricos de terremotos que tenham ou que possam afetar o local do empreendimento;
- Do mapeamento pedológico: contendo os principais tipos de solos existentes nas áreas de influência, descrição dos perfis de solos e as condições dos solos na área do projeto;
- Configuração hidrogeológica com os principais aquíferos, aquíferos e aquíclides, bem como a química das águas subterrâneas, as potenciais zonas de descarga e recargas, usos da água;
- Dados sobre fluxo superficial d'água com variações sazonais, vazões e níveis para os cursos d'água e usuários de águas de superfície, bem como a apresentação da base de dados que caracteriza a qualidade das águas de cursos d'água;
- Identificação climatológica regional, suas características e implicações do terreno no clima, associados aos parâmetros meteorológicos e seus fenômenos como chuvas, tempestades, relâmpagos e outros;
- Relação entre condições climáticas e qualidade do ar contendo o tipo e a frequência dos fatores meteorológicos no favorecimento da degradação da qualidade do ar;
- Caracterização contendo base de dados dos ruídos de fundo e suas variações sazonais.

A metodologia utilizada foi, basicamente, a pesquisa bibliográfica e a avaliação dos trabalhos de campo executados nas regiões de Candiota e Hulha Negra.

A bibliografia consultada constou das sondagens executadas pela CPRM na área de Seival na década de 80 para pesquisa de carvão mineral (aproximadamente 200 furos rotativos amostrados com perfilagem geofísica gama e resistividade). Esses perfis possibilitaram a definição da coluna estratigráfica e hidrogeológica do local de implantação da usina e região.

O Mapa Geológico Local, em escala 1:50.000, foi elaborado com base em registro já existente, baseado em levantamentos do DNPM – Departamento Nacional da Produção Mineral (Projeto Borda Leste), CRM – Companhia Riograndense de Mineração, a partir da malha de sondagem da jazida de Candiota, e CPRM – Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais, complementados e/ou modificados com base na reinterpretação de dados e mapeamentos de campo realizados no presente estudo. Os falhamentos principais também foram obtidos desses levantamentos, com algumas modificações originadas da interpretação de cortes geológicos, comportamento estrutural das camadas de carvão e alinhamentos topográficos. A Ilustração 5.8, constante no Volume 8 apresenta todos os atributos descritos.

Como fonte de dados também foi consultado o diagnóstico ambiental executado para implantação da usina termelétrica Candiota III feito pela CIENTEC, o qual forneceu dados principalmente relativos à hidrogeologia (qualidade e direção de fluxo das águas subterrâneas).

Os efeitos da mineração a céu aberto da jazida de Candiota para suprimento da usina já foram caracterizados no licenciamento ambiental da mina, sendo apenas citados no presente relatório os aspectos mais relevantes.

As bases para os levantamentos regionais foram as plantas do Serviço Geográfico do Exército. Nas áreas previstas para o site e barragens foram realizados levantamentos planialtimétricos específicos.

A avaliação geotécnica do local da usina baseou-se em mapeamento de campo e sondagens geotécnicas tipo *SPT* (*Standard Penetration Test*) e rotativas. Os dados obtidos permitiram uma estimativa da espessura de material mole a ser removido, capacidade de suporte do maciço e considerações sobre os tipos de fundações recomendadas. Para a área das barragens foi utilizada a bibliografia disponível com mapeamento geológico de campo e levantamento planialtimétrico da área diretamente afetada pelo alagamento.

5.3.1 Geologia e geomorfologia

A seguir, apresenta-se a descrição dos aspectos geológicos e geomorfológicos das áreas de influência direta e indireta. Utilizou-se pesquisa bibliográfica, imagens de satélite, fotografias aéreas e caminhamento de campo e sondagens de reconhecimento do solo, tanto no local da usina quanto nas áreas das barragens.

5.3.1.1. Geologia

A área em estudo repousa sobre a Província Paraná cuja abrangência vai desde o período Carbonífero até o Cretáceo na era do Paleozóico onde estão depositados os grupos Itararé, Guatá, Passa Dois, Rosário do Sul e São Bento conformando a Bacia Intracratônica do Paraná. Estas litologias e sequências estão dispostas na coluna estratigráfica apresentada no Quadro 5.8. Dentre as unidades litoestratigráficas presentes na região de Seival e Candiota destaca-se a Formação Rio Bonito, que contém as camadas de carvão explotadas há décadas e que constituem a maior reserva brasileira desse bem mineral.

Quadro 5.8 - Coluna estratigráfica da bacia de Candiota.

Período	Unidades Litoestratigráficas		Litologias	
	Grupos	Formação		
Neoceno	Depósitos relacionados a barreiras holocênicas	Depósitos aluviais	Areia grossa a fina, cascalho e sedimentos siltico-argiloso, Ambientes típicos de calhas de rio e planícies de inundação.	
Permiano	Passa Dois	Rio do Rasto	Mb. Morro Pelado	Siltito tabular, arenito fino tabular ou lenticular. Ambiente lacustre, deltaico, eólico e ou raros depósitos fluviais.
			Mb. Serrinha	Pelito e arenito em camadas tabulares ou lenticulares muito estendidas. Ambiente lacustre.
		Subgrupo Estrada Nova	Teresina	Siltito, arenito muito fino tabular ou em lentes alongadas, lentes e convreções de calcário. Ambiente marinho com influencia de tempestades
			Serra Alta	Folhelho, argilito e siltito. Ambiente marinho abaixo do nível base de ação das ondas.
		Irati	Folhelho siltito e argilito. Ambiente marinho de <i>offshore</i> , por vezes de	

Período	Unidades Litoestratigráficas		Litologias
	Grupos	Formação	
			tempestades.
	Guatá	Palermo	Siltito, siltito arenoso, arenito fino a muito fino e folhelho, lentes de arenito grosso, conglomerado com seixos discoides. Ambiente marinho de costa-afora com influencia de tempestades.
		Rio Bonito	Arcóseo, siltito, siltito carbonoso e quartzarenito, folhelho carbonoso e carvão. Ambiente fluvio-deltaico, litorâneo e marinho plataformal.
Carbonífero	Itararé	Taciba	Arenito, diamictito, siltito, folhelho, ritmito, conglomerado. Ambiente glácio-marinho.
Neoproterozóico	Complexo Cambaí	Domínio de Paragnaisses	Lentes de mármore, metapelitos, metarenitos e xistos magnesianos, fácies anfíbolito médio a inferior.
		Domínio de Ortognaisses	Predomínio de ortognaisses monzogranítico, granodiorítico, tonalítico e trondhjemiticos, com enclaves de anfíbolitos.

Fonte: Adaptado de White (1908) e modificado de Milani (1997).

A evolução da bacia de Candiota está vinculada ao preenchimento de paleovales desde o embasamento. Inicialmente pelos sedimentos do grupo Itararé, seguindo-se as demais formações. Os depósitos são associados a ambientes marinhos e às oscilações eustáticas. As deposições mais jovens estão associadas à transição de ambientes marinhos para continental flúvio-lacustre como mostram os membros Serrinha e Morro Pelado da formação Rio do Rasto.

O suave mergulho das camadas sedimentares aponta para Sul/Sudoeste, destacando-se como estrutura tectônica a falha da Sotéia, que limita a Bacia de Candiota a Leste. A compartimentação tectônica decorrente dos falhamentos da bacia define as áreas preferenciais para a exploração de carvão a céu aberto.

Além do carvão, destaca-se o mármore calcítico como bem mineral explorado na região para fabricação de cimento e cujas lentes encontram-se encaixadas no Domínio Paragnáissico Complexo Cambaí, Neoproterozóico.

A geologia das áreas de Seival e Candiota, onde estão localizadas as explorações de carvão, a Usina Termelétrica Presidente Médici – Fases A, B e C e os projetos de novas unidades geradoras como Candiota Fase D, Seival, MPX SUL e Pampa Sul, são compostos estratigraficamente pelas rochas do Complexo Cambaí, Grupo Itararé, Formação Rio Bonito, Formação Palermo e sedimentos holocênicos aluvionares.

O embasamento é representado pelo Complexo Cambaí, composto pelos domínios para e ortognáissicos cujas variações vão desde lentes de mármore encaixadas, metapelitos, metarenitos e xistos magnesianos, todo o conjunto metamorfizado à fácies anfíbolito médio a inferior. E monzogranitos, granodioritos, tonalitos, trondhjemitos respectivamente ambos com enclaves de anfíbolitos.

Em algumas zonas da bacia o embasamento é composto por arenitos arcoseanos e conglomeráticos do Grupo Guaritas cuja ocorrência é registrada no

período Ordoviciano da Bacia do Camaquã. Essa situação só pode ser identificada em sondagens profundas.

A partir do Carbonífero a evolução tectônica dos ambientes deposicionais culmina em uma sinéclise, responsável pelas movimentações iniciais que deram origem a Província Paraná. E onde, inicialmente, estão depositados paraconglomerados e arenitos, diamictitos e ritmitos, de modo a preencher os paleovales do embasamento cristalino originando o grupo Itararé. As rochas do grupo Itararé são encontradas em sondagens e afloram a leste da região de estudo.

A formação Rio Bonito, de idade Permo-carbonífera, dá início aos depósitos de base do grupo Guatá. É a unidade de maior importância na região, seja pela presença das camadas de carvão ou por sua ampla distribuição espacial. Compõe-se, basicamente, pela alternância de arenitos finos, localmente médios a grosseiros conglomeráticos e horizontes pelíticos com camadas de carvão. A espessura dessa formação, considerando-se as regiões onde se desenvolve todo o pacote, atinge a ordem de 60 m, sendo uma característica importante a homogeneidade, com raras e localizadas variações faciológicas.

A rigor, a Formação Rio Bonito é composta basicamente por três horizontes pelíticos com camadas de carvão, separados entre si por arenitos finos e leitos carbonosos, pontuados por mudanças quanto aos ambientes deposicionais.

A base da sequência é formada por sedimentos clásticos médios a grosseiros, de cor cinza clara e origem flúvio deltaica, com espessuras da ordem de 10 a 30 m. Raramente nesse intervalo são identificados leitos carbonosos. Uma característica importante dessas litologias é a alta porosidade, ocasionada pela granulometria e pelo baixo grau de cimentação da rocha.

Imediatamente acima dessa sequência basal encontra-se de modo geral o primeiro horizonte pelítico-carbonoso, composto por quatro camadas de carvão (I4, I3, I2, I1) separadas entre si por siltitos cinza. A espessura total desse horizonte é da ordem de 5 a 7 m, sendo característica dos carvões desse horizonte o alto teor de pirita, principalmente da camada I4.

Acima do pacote pelítico-carbonoso inferior são encontrados siltitos que gradam para arenitos médios a grosseiros. Tem origem deltáica e intensa cimentação carbonática e como consequência a baixa permeabilidade e espessura da ordem de 6 a 7m. É comum ao topo da formação Rio Bonito ocorrer acima dessas litologias, o Horizonte “Candiota”, sendo este o mais importante sob o ponto de vista de exploração de carvão mineral. Esse horizonte contém a camada Candiota, minerada atualmente pela Companhia Riograndense de Mineração e já fora minerada pela Seival Sul Mineração – SSM, na Mina do Seival.

A camada Candiota compõe-se de dois bancos de carvão, a saber: Candiota Superior (CS), com espessura de 2 a 3,2 m e Candiota Inferior (CI), com espessura de 1,30 a 2,30 m, separados entre si por argilito cinza claro com espessura da ordem de 0,60 m. No topo desse pacote há ocorrência de um leito de carvão com espessura em torno de 0,60 m denominado de Banco Louco (BL), constituído de carvão com alto teor de cinza e siltitos intercalados.

Acima do BL aparecem, invariavelmente, arenitos finos a muito finos laminados de cor amarela em afloramento, com origem a partir de ilhas de barreira, e a camada de carvão S2, que face à sua deposição em ambiente de alta energia tem como característica grande variação de espessuras e nível de ocorrência. A espessura desses arenitos varia de 2 a 4 m, seguidos por siltitos cinza com leitos de carvão (C1 e C2) com um nível de arenito com matéria carbonosa no topo. O pacote

de arenitos, considerando-se a camada S2 e os leitos de carvão intercalados além dos pelitos do topo, atingem entre 8 a 10 m de espessura.

O terceiro pacote pelítico ou pacote superior é composto por quatro camadas de carvão (S3, S4, S5 e S6), localmente ocorrendo uma quinta camada (S7) nas áreas onde foi preservada da erosão pela Formação Palermo. Essas camadas possuem espessuras individuais de 1 a 2 m separadas por siltitos, perfazendo um pacote de 7 a 8 m de espessura.

A ocorrência da Formação Rio Bonito integral é típica do Bloco Seival. Já no Bloco Candiota, nas áreas atualmente em lavra, ocorrem nas camadas I4 a S2, raramente S3. Essa diferença está relacionada ao processo de falhamento que promoveu o soerguimento do bloco Candiota, e culminou na aceleração de processos erosivos na zona em ocorrência, suprimindo as camadas superiores.

A Formação Palermo, relacionada também para o Grupo Guatá, faz contato brusco com a Formação Rio Bonito, muitas vezes erodindo as camadas de carvão S7 e S6. Essa formação é representada por siltitos laminados com impressões e marcas de onda (*Wavy*) e intensa bioturbação, com níveis milimétricos de arenitos finos intercalados. Localmente sobre essas litologias ocorrem arenitos finos estratificados denominados de tempestitos. Essa formação tem ocorrência mais comum no Bloco Seival, principalmente junto ao falhamento do Passo da Conceição. A espessura total dessa Formação no Bloco Seival atinge 40 m.

As formações Estrada Nova e Iratí ocorrem a oeste e sudoeste da área do projeto, sendo compostas por pelitos e folhelhos, localmente com níveis calcários de origem marinha.

Os sedimentos quaternários são compostos por areias e seixos localizados ao longo das planícies aluvionares, destacando-se as do arroio Candiota e a do rio Jaguarão como as de maior expressão.

A geologia regional pode ser visualizada na Ilustração 5.6 - Mapa Geológico Regional.

A formação aflorante na área prevista para a construção da Usina é a Serra Alta, pertencente ao subgrupo Estrada Nova. Essa assertiva está baseada nas sondagens realizadas para a implantação dos poços de monitoramento PM01B, PM02B, PM03B, PM04B E PM05B, executadas até a profundidade de 10 m. A partir dessas sondagens, que abrangem o local previsto para a obra, definiu-se o perfil, geológico específico do local, que inicia, do topo para a base, por um pacote de argila castanho amarronzado, intercaladas por lentes de areia amarelada, fina a grossa, quartzosa de origem marinha. Sotoposto encontram-se siltitos cinza, com níveis milimétricos de arenito alaranjado, fino a médio, intercalados por níveis com intensa bioturbação. Este pacote assenta-se sobre as camadas iniciais de pelitos carbonosos e segue intercalando-se até o seu predomínio e, por fim, conforme furo PM02B a oeste da área, folhelhos e carvão da formação Palermo.

Apresenta-se na Ilustração 5.7a - Seção Geológica - Corte A-A' e Ilustração 5.7b - Seção Geológica - Corte B-B', que foram geradas em direções perpendiculares entre si na área do projeto e a partir das sondagens PM01B, PM02B, PM03B, PM04B e PM05B. A Figura 5.3 mostra os testemunhos de sondagem executada na área onde são observados siltitos oxidados da Formação Palermo. O furo PM03B encontra-se locado na Ilustração 5.8 - Mapa Geológico Local e apresenta um horizonte de siltitos oxidados de cor amarelada, gradando para siltitos cinza com intensa bioturbação na porção final do furo.

Figura 5.3 - Testemunhos de sondagem da formação Palermo do furo de sondagem PM03B, executada no local previsto para a construção da usina.



Estruturalmente, o local do empreendimento situa-se no compartimento norte da falha do Passo da Conceição do bloco abatido (bloco Seival).

Além da formação Palermo ocorre na área depósitos de sedimentos colúvio-aluvionares nas calhas dos afluentes do rio Jaguarão onde serão implantadas as barragens Jaguarão 1 e Jaguarão 2. São depósitos de pequeno porte, já que as drenagens alimentadoras possuem pouca expressão.

O solo que se desenvolve sobre a Formação Palermo tem espessura da ordem 3 a 5 m, descrito como argilo-arenoso, amarelo amarronzado, rico em argilas montmoriloníticas. Na Figura 5.4 pode ser visto um perfil de solo e rochas pelíticas da Formação Palermo presentes em pequena escavação localizada na área de instalação da usina.

Figura 5.4 - Vista panorâmica com horizonte de solos, seguido de siltitos intemperizados da formação Palermo que ocorrem na área da futura usina.



Os perfis geológicos representativos dos furos de sondagem onde também foram implantados os poços de monitoramento, bem como os perfis dos furos realizados para a investigação geotécnica para a área, cuja classificação se encontra no item 5.3.1.3 - Geotecnia, podem ser visualizados no Anexo 5.2 constante no Volume 7.

A geologia da área das barragens é representada pelos depósitos aluvionares quaternários da planície de inundação do rio Jaguarão e pelas rochas sedimentares de idade Permiana Superior, da Formação Estrada Nova. São verificadas pequenas ocorrências da Formação Irati em pontos específicos.

Os depósitos aluvionares possuem constituição argilosa como produto da erosão de rochas pelíticas presente nas formações Estrada Nova, Palermo e subordinadamente Irati. Sua espessura é da ordem de 05 m, verificando-se níveis centimétricos de areia fina e seixos de quartzo.

O Subgrupo Estrada Nova é representada na área pela Formação Teresina, cujas litologias compõe-se de siltitos laminados de coloração cinza escura, com finas lâminas de arenito fino. São frequentes estruturas onduladas (*Flaser*), lentes e bandas de calcário calcítico. Apresenta-se nas Figuras 5.5 e 5.6, o afloramento da Formação Estrada Nova no leito do rio Jaguarão.

Figura 5.5 - Afloramento da formação Teresina inserida ao Subgrupo Estrada Nova, junto ao rio Jaguarão.



Figura 5.6 - Leito do rio Jaguarão sobre pelitos da Formação Teresina.



5.3.1.1.1 Geologia Estrutural

A região dos blocos Seival e Candiota possui um condicionamento estrutural bem conhecido, fruto de intenso trabalho na prospecção de carvão da região, tendo-se em vista a importância dos falhamentos na compartimentação dos blocos como

inúmeras zonas estruturais do tipo “*Horts & Grabens*”, o que facilita para a exploração da camada Candiota a céu aberto.

Assim, destacam-se dois falhamentos principais na região: a falha da Sotéia, que limita a bacia de Candiota e o embasamento cristalino de direção N30°E, e o falhamento do Passo da Conceição de direção NW-SE, que divide os blocos Seival e Candiota. Devido à influência dessa estrutura no bloco Candiota (SW soerguido), tem-se a camada Candiota a profundidades de 8 a 10 m junto à falha, enquanto no Bloco Seival (NE abatido) a mesma camada encontra-se em até 150 m de profundidade. Outro aspecto peculiar é que essa falha baliza uma mudança de espessura da camada Candiota, que passa de 6 m para 4 m nos blocos SW e NE, respectivamente.

Associadas a essas estruturas principais estão falhamentos de pequeno rejeito de direções NE e NW, resultantes da acomodação do pacote sedimentar e efeito hierárquico das estruturas maiores. Essas falhas são encontradas nas frentes de lavra ou por interpretação de sondagens.

Observa-se nos afloramentos do pacote carbonoso afetados por falhamentos que a deformação das rochas deu-se de forma plástica, sem processos de silicificação, ou constituindo zonas de fluxo da água subterrânea, como pode ser visto em afloramentos na zona da falha do Passo da Conceição.

Os falhamentos estão indicados na Ilustração 5.8 - Mapa Geológico Local

A área indicada para a implantação da usina está preservada dos falhamentos principais da região, sendo que a falha que limita os blocos Seival e Candiota encontra-se na porção Sul da área da futura usina.

Foi detectada uma falha de pequenas proporções cortando o local de direção NE. Essa estrutura se reflete em superfície pela formação de uma encosta mais íngreme e uma pequena crista nas rochas da formação Palermo. Esses falhamentos são comuns em toda a bacia carbonífera e atuam como resultado da acomodação do pacote sedimentar que gera deformações. Conforme já mencionado, na avaliação estrutural da área essas acomodações se dão de forma plástica e não apresentam rejeitos, mas dobramentos tipo *drag* sem quebra das camadas. Esses processos são comuns nas frentes de lavra de jazidas de carvão e não devem causar problemas de instabilidades para fundações ou constituir condutos para eventuais contaminantes até os aquíferos da base do pacote sedimentar.

A área a ser atingida pelas futuras barragens é formada basicamente por sedimentos aluvionares, conforme descrito anteriormente. Dessa forma, a presença de estruturas tectônicas fica encoberta por esses depósitos. Os mapas geológicos regionais mostram alinhamentos N-S e NE junto à margem direita do rio Jaguarão na zona das barragens, afetando os pacotes sedimentares da Bacia do Paraná. Essas estruturas são produtos de reativações de falhas antigas presentes no embasamento cristalino.

5.3.1.1.2 Ocorrências minerais

A região de Candiota é historicamente produtora de carvão mineral, e a maioria dos requerimentos para pesquisa e lavra da região são para esse bem. O carvão de Candiota é classificado como sub-betuminoso alto volátil C e suas características principais (base seca) são alta cinza (50 a 60%), enxofre variando de 1,5 a 5,3% dependendo da camada e poder calorífico médio da ordem de 3.000 kcal/kg.

Outra característica dos carvões de Candiota é a cinza estar intimamente relacionada com a matéria carbonosa, diferentemente dos carvões do baixo Jacuí, onde há alternância de níveis de carvão e estéreis. Essa característica dos carvões de Candiota torna seu beneficiamento muito caro, sendo mais conveniente economicamente sua queima apenas utilizando o processo de cominuição/classificação.

As reservas totais de carvão da bacia de Candiota são da ordem de 10 bilhões de toneladas.

Outro bem mineral explorado na região é o calcário calcítico, encontrado em lentes encaixadas nos gnaisses e migmatitos do complexo Cambaí. Esse calcário é utilizado nas fábricas de cimento instaladas junto às jazidas, as quais também utilizam como insumo a cinza leve resultante da queima do carvão da usina termelétrica Presidente Médici.

Há ocorrência ainda de argilas com bom potencial para exploração, recobrem o carvão e o estéril intermediário, entre as camadas CS e CI. Essa última já foi largamente utilizada para a produção de cerâmica no passado.

Considerando as áreas das concessões, estima-se um volume total de 20 milhões de metros cúbicos, que poderiam ser aproveitados na produção de material cerâmico (pisos, revestimentos, etc.).

No município de Candiota está em operação uma unidade mineira para exploração de material pétreo empregado diretamente na construção civil.

As poligonais cujos processos minerários encontram-se junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM estão indicados na Ilustração 5.9- Mapa de Processos Minerários constante no Volume 8.

5.3.1.2. Geomorfologia

Nesse item, abordam-se os aspectos do modelado do terreno, denominado de geomorfologia ou topografia. Especificamente é feita uma caracterização das formas de relevo predominantes e sua vinculação com as formações e estruturas geológicas, declividade e estabilidade das vertentes e modificações nos contornos existentes com as atividades relativas ao projeto.

A área situa-se na porção sul da unidade geomorfológica denominada Depressão Rio Ibicuí – Rio Negro, como parte da Região geomorfológica Depressão Central Gaúcha (Ilustração 5.10 - Mapa Geomorfológico constante no Volume 8), que corresponde a áreas assentadas em substrato geológico de rochas da Bacia do Paraná. São características desse domínio geomorfológico os padrões de drenagem dendrítico e subdendrítico.

O relevo da região é formado em sua maioria por elevações suaves arredondadas, denominadas de coxilhas, cujas cotas variam entre 150 e 250 m. A rigor, podem ser destacadas na área cinco feições geomorfológicas, condicionadas pelas litologias e falhamentos, conforme segue:

- Áreas de afloramento da formação Palermo: apresenta predomínio de relevo suave (coxilhas), produto da composição siltosa da formação Palermo que desenvolve camadas de solo siltico-argiloso. Esse relevo é típico e predominante do bloco Seival;
- Áreas de afloramento da formação Rio Bonito: nessas áreas desenvolvem-se encostas com quebras abruptas no modelado, fruto da exposição dos arenitos existentes acima do BL (carvão) que possuem maior resistência à erosão. Essas encostas são cobertas por blocos de arenito;

- Áreas do embasamento cristalino: nessas áreas, com cotas mais elevadas, predomina um relevo acidentado, com formação de campo de matacões. Esse relevo ocorre à leste da bacia carbonífera;
- Áreas com relevo condicionado por falhamentos: as feições geomorfológicas associadas à falhamentos formam cristas ou encostas alinhadas com declividades mais acentuadas, diferenciando-se do padrão de coxilhas. Essas feições ocorrem de forma bem característica na falha da Sotéia e Passo da Conceição;
- Relevo dos depósitos aluvionares: esse relevo desenvolve-se na planície aluvionar do arroio Candiota, rio Jaguarão e afluentes, conformando planícies onde é feito o cultivo de arroz irrigado. Essas zonas são popularmente denominadas de várzeas.

A geomorfologia da área prevista para a construção da usina compreende três feições daquelas já descritas para a região. A primeira, predominante, é a de coxilhas arredondadas da Formação Palermo, cujas cotas variam de 160 a 220 m, com declividades da ordem de 2 a 5%. Essas declividades, aliadas ao solo eminentemente argiloso do local, conferem estabilidade às encostas, sem processos erosivos como a formação de voçorocas.

A geomorfologia da área da futura usina pode ser vista na Figura 5.7 a seguir.

Figura 5.7 - Vista da área da futura usina com relevo de coxilhas suaves.



A segunda feição é a representada pelas planícies aluvionares dos afluentes constituintes do rio Jaguarão, onde se desenvolvem pequenas planícies aluvionares.

A terceira decorre da existência de estruturas tectônicas de grande porte no local e de rochas de maior resistência à erosão, como arenito, que favorece o desenvolvimento de encostas mais acentuadas ou cristas alinhadas. Essa feição ocorre ao sul da área junto à Falha do Passo da Conceição, conforme Figura 5.8.

Figura 5.8 - Vista a partir da área da usina para SW onde se observa encosta acentuada originada por falhamento.

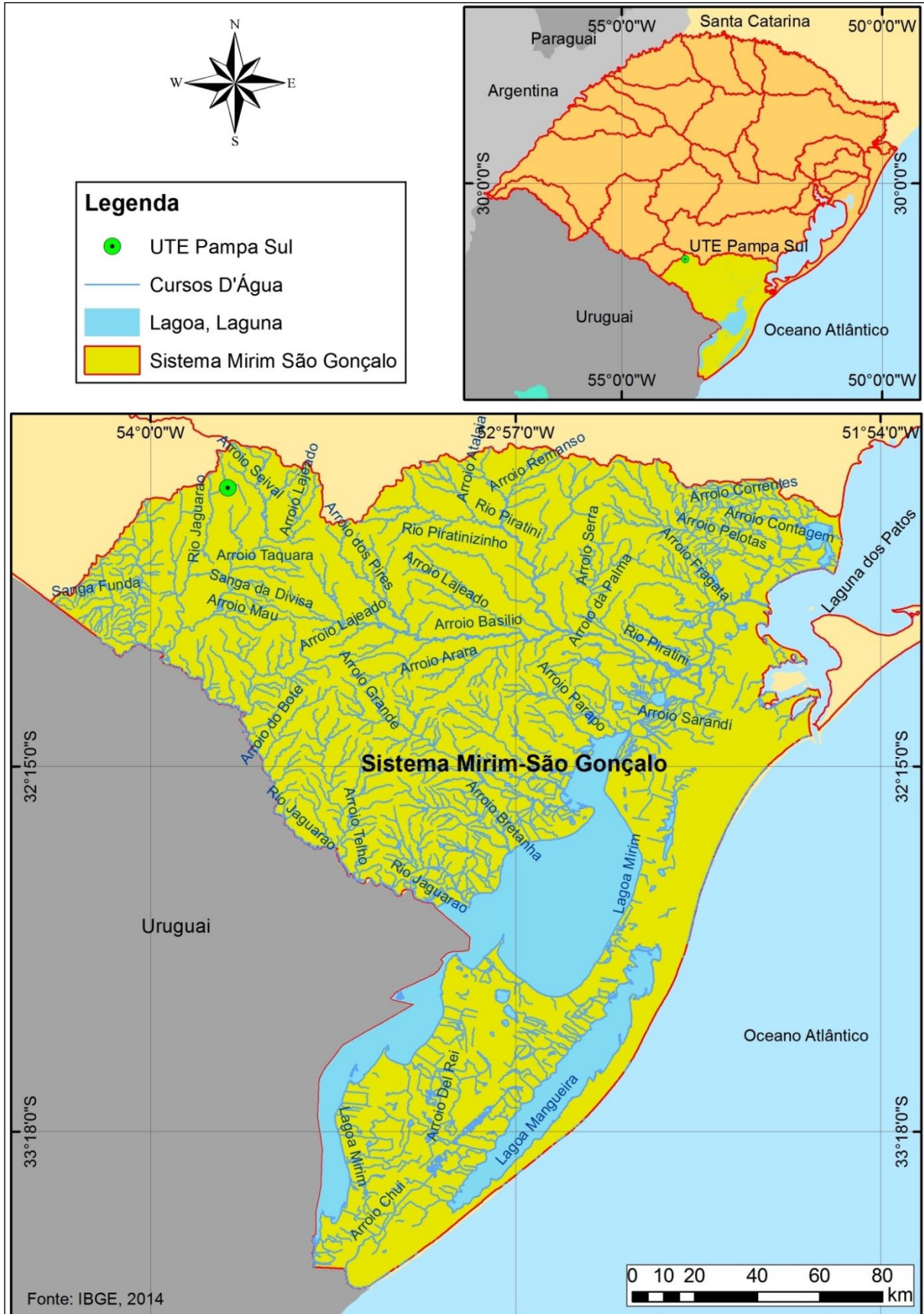


A espessura de solo (da ordem de 3 m a 5 m), definida pelas sondagens geotécnicas, não permite a exposição das rochas da formação Palermo, sendo a cobertura vegetal típica do local formada por gramíneas e talhões de eucaliptos.

O empreendimento insere-se no sistema da Bacia Hidrográfica Mirim - São Gonçalo, pertencente a Região Hidrográfica do Litoral. A posição da área do empreendimento em relação a bacia hidrográfica e os rios mais importantes pode ser visualizada na Figura 5.9.

A geomorfologia da área das barragens é dominada pela planície aluvionar do rio Jaguarão, com coxilhas que ocorrem no entorno do leito rio. As cotas da área a ser inundada variam entre 152 e 158 m e, assim como em toda a região. O modelado suave da área, aliado à composição predominantemente pelítica (argilo-siltosa) das formações sedimentares que ocorrem na área, confere estabilidade às encostas, não sendo verificados processos erosivos.

Figura 5.9 - Posição da área do empreendimento em relação a Bacia Hidrográfica Mirim - São Gonçalo.



As Figuras 5.10 e 5.11 a seguir, mostram a planície aluvionar do rio Jaguarão, que será inundada pelas futuras barragens, e coxilhas no entorno do mesmo rio.

Figura 5.10 - Área a ser alagada pelas futuras barragens no rio Jaguarão. Vê-se a planície aluvionar e as coxilhas que circundam o canal do rio.



Figura 5.11 - Vista da planície aluvionar do rio Jaguarão.



5.3.1.3 Geotecnia

Este item visa caracterizar, com base nas informações adquiridas a partir das investigações em subsuperfície, a qualidade do substrato no local selecionado para implantação da UTE Pampa Sul. Para isso foi necessário identificar os parâmetros mais importantes que influenciam diretamente o comportamento do maciço rochoso na área, dividindo-o em variadas zonas de qualidades semelhantes.

Para a classificação do maciço rochoso foi necessário prover um conjunto de informações coletadas a partir da observação e descrição dos testemunhos de sondagem e a partir da análise desses dados, classificar as características de cada porção do maciço rochoso. Com isso foi possível gerar uma base de dados para a orientação e determinação da capacidade de carga e deformabilidade de fundações para o projeto de engenharia da usina.

A avaliação geotécnica do local previsto para implantação da futura usina se deu a partir das sondagens percussivas (SPT) e sondagens mistas (SM) para implantação das estruturas e fundações da UTE Pampa Sul.

Foram realizados no local escolhido para a implantação da UTE, 13 furos de sondagem sendo 07 furos utilizando o método à percussão (*Standart Penetration Test – SPT*) e 06 para sondagens mistas, que englobam o método *SPT* e seguem a investigação com método rotativo a partir do nível impenetrável do terreno.

A malha de sondagem pode ser visualizada nas Ilustrações 5.7a e 5.7b, com a distribuição dos furos sobre a área em estudo.

O Quadro 5.9 apresenta em resumo as informações sobre as sondagens *SPT* e *SM* contendo as coordenadas WGS84/UTM, profundidade e profundidade do nível d'água quando detectado.

Quadro 5.9 - Resumo das sondagens *SPT* e *SM*.

Furo	Coordenadas (WGS84/UTM)		Profundidade Final (m)	Prof. do Nível d'água (m)
	N	E		
SPT 01	6.516.923,30	235.800,46	2,90	0,75
SPT 02	6.517.301,32	235.800,46	1,45	0,50
SPT 03	6.516.912,80	236.206,36	3,80	0,80
SPT 04	6.517.143,65	236.412,81	3,45	0,70
SPT 05	6.516.647,84	236.323,77	2,75	0,55
SPT 06	6.517.315,20	236.026,62	2,95	0,50
SPT 07	6.516.883,38	235.589,11	2,80	0,70
SM 01	6.517.079,50	235.926,03	12,65	5,20
SM 02	6.517.145,12	235.926,03	12,90	7,70
SM 03	6.517.079,75	236.022,46	11,80	7,50
SM 04	6.517.161,50	236.022,46	12,50	7,80
SM 05	6.517.079,52	236.116,47	12,80	7,50
SM 06	6.517.161,50	236.116,47	12,90	7,20

O material existente na área recebe inicialmente o tratamento geotécnico de um solo residual da formação Palermo e subgrupo Estrada Nova, pertencentes aos grupos Guatá e Passa Dois, respectivamente, devido ao elevado grau de alteração das rochas sedimentares e desenvolvimento do perfil de alteração.

Os resultados obtidos nos furos de sondagem percussivas (*SPT*) e sondagens mistas (*SM*), podem ser observados no Anexo 5.2 constantes no Volume 8.

Para as sondagens realizadas em *SPT*, verificaram-se semelhanças litológicas em todos os 07 furos. Sendo a camada superior para os furos SPT 03 ao SPT 07, composta inicialmente por uma camada de solo orgânico fresco verde cuja espessura mínima vai de 0,05 m e máximo de 0,1 m. Nos furos SPT 01 e SPT 02 a primeira camada é composta por solo orgânico misturado a silte argiloso, marrom e consistência muito mole. Nos demais furos essa camada siltosa apresenta comportamento semelhante. A espessura dessa camada é de 0,5 m em média, chegando à espessura mínima de 0,4 m no furo SPT 06 e espessura máxima de 0,6 m no furo SPT 01.

Sotoposto ao primeiro nível siltoso, há uma camada de silte argiloso, amarelo amarronzado, de consistência rija a dura. A espessura máxima para essa camada é de 2,6 m no furo SPT 01 e mínima de 0,8 m nos furos SPT 05, SPT 06 e SPT 07. Observa-se nos furos SPT 01 e SPT 02 a presença de grãos grosseiros a cascalhosos disseminados na matriz siltosa. O furo SPT 01 apresenta tom amarelo acinzentado.

O pacote siltoso encerra-se com uma camada de silte argiloso, amarelo acinzentado, pontualmente cinza médio ou claro. Apresenta consistência dura com espessura mínima registrada no furo SPT 05 com 1,45 m e máxima de 2,1 m no furo SPT 03 até o impenetrável ao *SPT*, conforme indicado nos boletins acima mencionados.

O impenetrável ao *SPT*, de acordo com os critérios de paralisação do item 6.4 da Norma ABNT NBR 6484, é verificado na profundidade de 3,8 m no furo SPT 02 e de 1,45 m no furo SPT 03. O nível do lençol freático oscila entre 0,5 m nos furos SPT 02 e SPT 06 até 0,8 m de profundidade no furo SPT 03. Todos os furos apresentaram detecção de nível freático.

Os furos de sondagem mista abordam inicialmente o horizonte síltico argiloso, semelhante ao descrito anteriormente nas abordagens específicas para a sondagem *SPT*. Conforme o comportamento geotécnico apresentado nessas sondagens, deu-se continuidade às investigações nas camadas inferiores a esse pacote de solo residual, com o emprego de sondagens rotativas.

A sondagem *SPT* nos furos mistos apresentaram espessura mínima de 1,9 m no furo SM 06 e espessura máxima de 3,8 m no furo SM 03. O material de modo geral é composto por silte argiloso, inicialmente marrom ao topo gradando a tons amarelados com o aumento da profundidade. Apresenta consistência rija a dura.

A partir desses níveis, as sondagens progrediram com manobras variadas entre 1,00 e 3,00 m de espessura e apresentaram em todo o pacote o comportamento heterogêneo do material. Compõem-se basicamente por rochas sedimentares, siltitos e argilitos, laminados, típicos de ambiente marinho, portanto, com material fino depositado por decantação abaixo do nível-base de ação de ondas (formação Serra Alta, subgrupo Estrada Nova).

Os testemunhos de sondagem foram submetidos a análises visuais quanto ao grau de alteração, grau de coerência, grau de fraturamento e *Rock Quality Designation - R.Q.D*, também conhecido como parâmetro indicativo de qualidade da massa da rocha.

Os furos SM 02 ao SM 06 apresentam um horizonte espesso de rocha bastante alterada, principalmente nas últimas manobras desses furos. Em média, a zona de alteração pode ser notada a partir dos 7,5 m de profundidade. O furo SM 01 apresenta perfil inicial com rocha sã e alteração apenas a partir dos 10 m de profundidade, sendo este furo a única exceção.

Quanto à coerência do material, as manobras de resgate dos testemunhos, apresentam-se em sua grande maioria pouco coerentes, sendo o furo SM 01, na última manobra, considerado medianamente coerente.

Com relação ao grau de fraturamento, a população de testemunhos analisados apresenta-se muito fraturado, com exceção do furo SM 01, que, na última manobra, indicada rocha medianamente fraturada.

A designação do conjunto de amostras de testemunhos apresentam o parâmetro de indicação de qualidade de massa da rocha muito fraca em todos os furos, e para os furos SM 03 e SM 04 apresentam um nível que indica qualidade fraca da massa da rocha.

As características descritas são para os horizontes encontrados nas sondagens, cujas espessuras variam de 8 m no furo SM 03 a 11 m no furo SM 06 e a profundidade do nível d'água oscila entre 5,20 m no furo SM 01 e 7,80 m no furo SM 04.

O material sotoposto à camada inconsolidada, recebe tratamento de maciço rochoso e suas propriedades físicas tomadas a partir da recuperação das manobras

realizadas para cada furo apontam para uma rocha com comportamento quanto a sua qualidade muito fraca a fraca.

De modo geral a análise do perfil geológico e topográfico do local do empreendimento indica a necessidade de remoção da camada de solo residual colúvio-aluvionar com espessura de aproximadamente 4 m e o nível de rocha alterada proveniente da decomposição dos siltitos da Formação Palermo, com espessura até a rocha sã da ordem de 08 m. A partir desse nível podem-se aplicar fundações profundas diretamente na rocha que apresenta boa capacidade de suporte.

Caso as obras a serem implantadas gerem esforços de tração, o tipo de fundação pode ser mista, utilizando-se fundação direta para esforços compressivos do tipo sapata com ancoragem na rocha através de estacas injetadas tipo estaca-raiz. As rochas das formações Palermo e subgrupo Estrada Nova podem ser perfuradas sem problema por sistema tipo *down the hole drill*, para ancoragem.

Outro fator a ser considerado é a dificuldade de deslocamento de equipamentos sobre os solos da formação Palermo e do subgrupo Estrada Nova devido à presença de argilas expansivas, necessitando-se removê-lo em toda a área utilizada para o apoio do canteiro de obras (estradas e acessos).

O substrato da área das futuras barragens é formado em parte pelos sedimentos aluvionares e parte pelas rochas sedimentares do subgrupo Estrada Nova.

Os sedimentos aluvionares possuem baixa capacidade de suporte, especialmente quando compostos por argilas plásticas e matéria orgânica como no caso em estudo. Isto implica na necessidade de remoção do material com índices de resistência à penetração muito baixa para suportar a construção das futuras barragens.

Já o Subgrupo Estrada Nova apresenta um índice de resistência à penetração com boa capacidade de carga, à exceção do horizonte de solo, com espessura da ordem de 3 a 4 m. O material argiloso, produto de alteração intempérica *in situ*, poderá ser empregado na construção dos barramentos, desde que devidamente tratado e compactado com vistas a atender a demanda de carga da construção.

A geologia do local pode ser visualizada na Ilustração 5.8 - Mapa Geológico Local constante no Volume 8.

5.3.1.3.1. Potencial erosivo da região

Para a realização do levantamento das áreas mais propensas ao desenvolvimento de processos erosivos foi elaborada uma carta de fragilidade ambiental quanto ao seu potencial erosivo, estabilidade de taludes e movimento de encostas.

A partir de um conjunto de variáveis ambientais obteve-se o grau de estabilidade/ instabilidade das unidades ecodinâmicas descritas. Tais unidades são compostas por elementos do meio biótico e físico que estão em constante modificação no sistema ambiental através de troca de energia e matéria. Estas unidades ecodinâmicas encontram-se normalmente em diferentes estágios de equilíbrio dinâmico e podem sofrer alterações pela intervenção antrópica, produzindo estágios de instabilidade geomorfológica.

O resultado dessa instabilidade ecodinâmica pode desencadear em erosão acentuada, como a perda do solo em desagregação ambiental e em consequência o assoreamento das bacias fluviais a jusante. Portanto, a melhor definição para

unidades ecodinâmicas instáveis é aquela cujas intervenções antrópicas modificam intensamente os ambientes naturais com a prática do desmatamento e variadas atividades econômicas.

São consideradas unidades ecodinâmicas estáveis àquelas que se encontram em seu estado natural com equilíbrio dinâmico e, portanto, poupadas da ação humana. Deve-se levar em conta ainda que algumas classes de unidades ecodinâmicas estáveis, apesar de estar em equilíbrio dinâmico podem apresentar uma instabilidade potencial previsível diante de suas características naturais e possibilidade de inserção antrópica.

Geomorfologicamente, um dos tipos de modelados de acumulação descritos para a região é o Fluvial que consiste em formas planas, levemente inclinadas e com presença de ruptura de declive em relação ao leito do rio Jaguarão e às várzeas recentes situadas em nível inferior, entalhadas devido às mudanças de condições de escoamento e conseqüentemente retomada de erosão. A predisposição a erosão para o modelado de acumulação é considerado forte.

O modelado de dissecação homogênea predomina na região e apresenta um conjunto de formas de relevo de topos convexos, em geral esculpadas em rochas sedimentares, com forte controle estrutural. São entalhadas por sulcos e cabeceiras de drenagem como o rio Jaguarão. Apresenta densidade de drenagem e aprofundamento das incisões de drenagem muito fina, sendo relacionada a predisposição a erosão muito forte.

O grau de instabilidade morfodinâmica apresenta predisposição a erosão em pequenos pontos, localizados da Área de Influência Direta - AID e está ligada diretamente a composição do substrato e a ações intempéricas físico-químicas atuantes.

a) Metodologia de Análise

A integração de um conjunto de variáveis ambientais, como: relevo, solo, clima e o uso e cobertura do solo permite definir diferentes unidades ecodinâmicas de uma área. A partir disso, inicialmente são categorizados dados cartográficos, ordenados em função de suas influências em relação à fragilidade ambiental. Em seguida, obedecendo as regras de cruzamento que leva em conta cada uma das variáveis encontradas obtém-se o mapa final do potencial erosivo integrado.

As manchas identificadas apresentam diferentes padrões de fragilidade e são hierarquizadas em categorias que abrangem as unidades ecodinâmicas estáveis, passando pela de instabilidade potencial até as unidades ecodinâmicas instáveis.

Para implementação dessa análise se fez uso de Sistema de Informações Geográficas - SIG, de modo a facilitar a captura, armazenamento, verificação, integração, manipulação, análise e visualização de dados referenciados da área. Assim será descrito a seguir o tratamento de dados e as regras utilizadas em cada etapa de obtenção do Mapa de Potencial Erosivo na Ilustração 5.11.

O *software* utilizado para a interpolação de dados, bem como a geração de produtos é o ArcGis10 e, após confecção de cartas, a análise se deu pela combinação de informações extraídas das bases combinadas e critérios técnicos de abordagem.

A execução das atividades previstas para a geração da carta de potencial erosivo é distribuída em diferentes etapas. Inicialmente é necessária a interpolação da base de pontos cotados com a base das curvas de nível, dando origem a um arquivo TIN. Este arquivo é de base vetorial que submetido a conversão de TIN para

raster obtém-se o Modelo Numérico do Terreno - MNT. A partir do *raster* de MNT surge a possibilidade de representar o relevo por meio de um mapa de sombreamento ou iluminação da topografia. Assim, as áreas de maior declividade que se encontram expostas ao sol em posição geográfica determinada, refletirão muita luz destacando-se. As encostas não iluminadas diretamente pelo sol aparecerão escurecidas no modelo.

A representação do relevo se deu por meio da declividade do terreno, esta é expressa como a variação de altitude entre dois pontos do terreno e à distância que os separa. O MNT é utilizado como imagem de entrada para a geração do mapa de declividade. A imagem de declividade gerada será tipo contínua, por apresentar valores reais. Esta imagem será dividida e as classes de declividade serão discriminadas em seis intervalos distintos, conforme sugerido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa (1979):

- 0 - 3%: relevo plano;
- 3 - 8%: relevo suavemente ondulado;
- 8 - 13%: relevo moderadamente ondulado;
- 13 - 20%: relevo ondulado;
- 20 - 45%: relevo forte ondulado;
- 45%: relevo montanhoso e escarpado.

Após gerar a imagem de declividade e estabelecidas as classes encontradas, foram utilizadas as imagens de cobertura vegetal e do uso e ocupação dos solos. Com base nestes dados, a análise visual de cobertura e exposição do solo, associada ao mapa de declividade tornou possível a interpretação e levantamento dos pontos onde há potencial erosivo na área em estudo.

b) Análise Visual

Com base nas cartas e imagens geradas com relevo sombreado, declividade e de uso e ocupação dos solos verifica-se que o terreno, por ser localizado em zona costeira, apresenta-se de modo geral plano, sem grandes incisões e dissecações de drenagens perenes. Trata-se de um terreno coerente e plano, com variações de aproximadamente 50 m com elevações em forma de coxilhas.

A porção norte da AID é onde se situa o maior número de elevações e rugosidades relacionadas à predisposição a erosão do terreno. As porções do terreno que podem sofrer algum tipo de erosão e ou movimentação são as áreas de campo, silvicultura e mata galeria, conforme representado no (Ilustração 5.12 - Mapa de Uso e Ocupação dos Solos). Estes pontos merecem atenção e monitoramento quanto a ausência de vegetação densa e quanto aos índices de pluviosidades e ou enxurradas que venham a incidir sobre a área. No (Ilustração 5.13 - Mapa Hidrográfico e Relevo Sombreado), é possível visualizar as 06 áreas com os pontos onde a cobertura do solo com áreas de campos e mata galeria atingem declividades beirando 45%. São pontos estritamente localizados e que possivelmente não sofrem alterações cotidianas.

Estes pontos podem ser visualizados no (Ilustração 5.11 - Mapa de Potencial Erosivo) onde são referenciados os pontos de maior declividade, relacionados ao uso e ocupação dos solos.

Os pontos reconhecidos foram enumerados e classificados de acordo com as variações topográficas e declividades encontradas, levando-se em conta o

comportamento atual do terreno com base no uso e ocupação do solo para área de campo, silvicultura e mata galeria, que ocupa o terreno conforme indicado na Ilustração 5.12 - Mapa de Uso e Ocupação dos Solos.

Os detalhes 01 a 06 na Ilustração 5.13 - Mapa Hidrográfico e Relevo Sombreado apresentam declividades que variam de 20 - 45 %, de relevo forte ondulado, com presença de áreas de campo, silvicultura e mata galeria. Os pontos se concentram principalmente a norte da AID, onde a topografia é mais acentuada e esses estão distribuídos ao longo do taludes, mas em proporções diminutas.

A AID apresenta terreno em sua maioria com declividades que vão de 0 - 13%, com relevo plano a suavemente ondulado. A Área Diretamente Afetada - ADA situa-se sobre terreno com mesma declividade, sem interferência das declividades acentuadas como nos detalhes apresentados.

A Ilustração 5.12- Mapa de Uso e Ocupação do Solo para a ADA apresenta as seguintes classes de cobertura do solo: áreas de campo, áreas de cultivo, solo exposto e mata galeria. O projeto da UTE Pampa sul repousa sobre uma área de campo em sua maioria e as barragens sobre áreas de cultivo e uma pequena parcela de solo exposto.

A área estudada apresenta baixo potencial à erosão boa estabilidade de taludes, sendo praticamente nula a movimentação de encostas. Os terrenos mais susceptíveis estão localizados principalmente na formação Rio Bonito a norte da AID, havendo pequenas ocorrências de pontos nas formações Estrada Nova, no detalhe 01 e Palermo, no detalhe 02, cujas declividades variam de 20 a 45% com relevo forte ondulado. A área de modo geral apresenta baixa declividade e rochas com boa estabilidade, por isso o risco de instabilidade de encostas é considerado baixo a muito baixo.

A erodibilidade e a erosividade na região estão associadas a ausência de vegetação e a exposição do substrato, assim como a ação dos ventos e índices de pluviosidades. Portanto os pontos em detalhe na Ilustração 5.11 - Mapa de Potencial Erosivo onde são descritas áreas de solo exposto merecem acompanhamento para que se possa determinar o mínimo grau de atividade erosiva para estabilização quando preciso.

5.3.1.4. Cavidades naturais

O levantamento das informações referentes à ocorrência de cavidades naturais na Área de Influência Direta - AID se deu junto ao Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas - CECAV do Instituto Chico Mendes - ICMBio. Segundo os registros, a AID do empreendimento não apresenta pontos de ocorrências com cavidades naturais e cavernas, segundo site <http://www.icmbio.gov.br/cecav/>, com acesso em 05/02/2014.

As localidades com presença de cavidades naturais distam aproximadamente 90 Km em relação ao empreendimento, na direção nordeste. A cavidade mais ao sul situa-se nas imediações de Santana da Boa Vista e recebe o nome de Toca da Tigra. Ao norte, próximo a fronteira municipal entre Caçapava do Sul e Santana da Boa Vista, encontra-se um conjunto de cavidades denominadas Gruta da Varzinha I, II e III e, por fim, também em Caçapava do Sul, a aproximadamente 95 Km, situa-se a Toca das Carretas.

A Figura 5.12 apresenta as cavidades situadas mais próximo do empreendimento e que ainda assim, situam-se fora do raio de 50 km.

Figura 5.12 - Disposição do site do empreendimento em relação as cavidades naturais mais próximas.



Legenda

-  Ocorrência de Cavernas
-  UTE Pampa Sul
-  Raio de 50km da UTE Pampa Sul
-  Municípios



Informações Cartográficas:
Datum: SIRGAS2000 Projeção: UTM Fuso: 22S
Fonte: Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia - IBGE, 2014

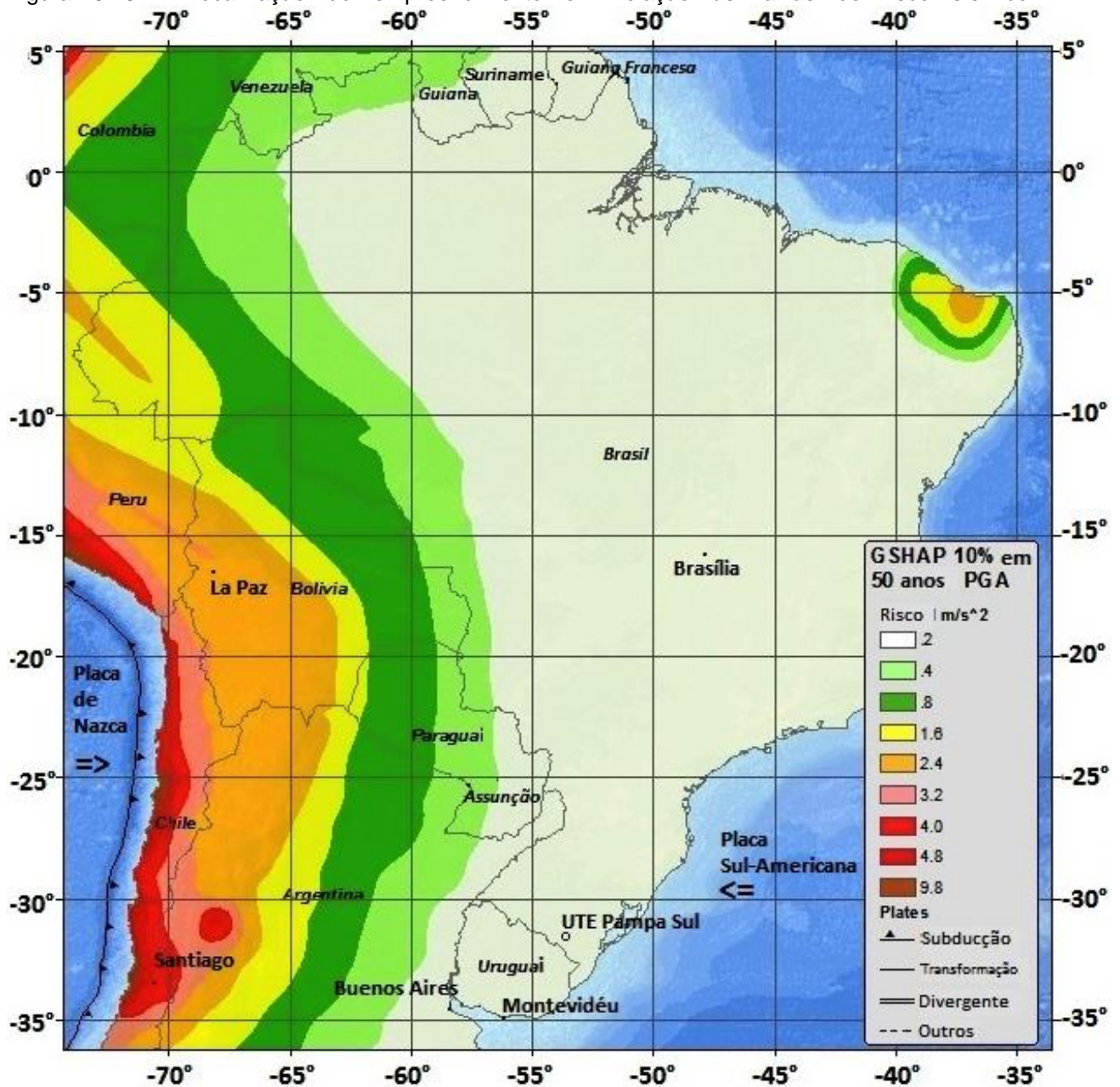


Nos levantamentos de campo não foram avistadas cavidades naturais, corroborando a pesquisa bibliográfica feita e as informações Constantes no CECAV.

5.3.2. Sismologia

A região apresenta sismicidade muito baixa, uma vez que está localizada num ambiente intraplaca bastante estável, conforme a Figura 5.13, onde pode-se visualizar o mapa de risco sísmico no contexto brasileiro e sul-americano. A borda de subducção e o contato entre as placas tectônicas de Nazca e Sul-americana na Cordilheira do Andes configuram a maior propensão a riscos sísmicos e atividades vulcânicas associadas na América Latina.

Figura 5.13 - Localização do empreendimento em relação às faixas de risco sísmico.



FONTE: USGS, 2013.

As ocorrências históricas de terremotos para a região do Estado do Rio Grande do Sul e países vizinhos, são apresentadas na Figura 5.14. O principal e ponto mais próximo de terremotos históricos estão relacionados à margem passiva, com um evento máximo de magnitude 5,5 M, ocorrido na crosta oceânica, em fevereiro de 1990, a mais de 300 km do local do empreendimento.

Um último caso expressivo registrado ocorreu em 19 de dezembro de 2008, com uma magnitude estimada de 4,0 na escala Richter, de acordo com o relatório de dados do U.S. Geological Survey Earthquake, 2014. O epicentro situado nas coordenadas 31.617° S e 49.550° W, junto ao declive da plataforma, fica a 240 Km a sudeste de Porto Alegre, onde foi sentido como um pequeno tremor de intensidade II MM, quase imperceptível. A profundidade do hipocentro foi estimada em 28 Km, abaixo do assoalho oceânico.

Os terremotos são considerados inofensivos e sem importância, como neste caso de usina termoelétrica ou mesmo para centrais nucleares, quando situados a uma distância de 350 Km.

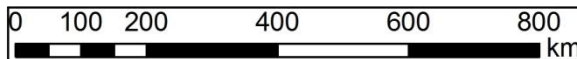
Figura 5.14 - Ocorrências históricas de terremotos registrados nos últimos 30 anos.



Fonte: Dados vetoriais obtidos junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2014. Relação dos terremotos obtidas junto ao U. S. Geological Service - USGS, 2014.

Legenda

- Raio de 600km da UTE Pampa Sul
- Terremotos Históricos (Epicentro)



Ocorrências Históricas de Terremotos na Área de Interesse:

- 0 - 19/12/2008 22:55:19 UTC - Magnitude de 4.0 - Coordenadas 31,617°S; 49,550° W;
- 1 - 12/02/1990 23:56:38 UTC - Magnitude de 5.5 - Coordenadas 31,193° S; 48,919° W;
- 2 - 26/06/1988 03:24:25 UTC - Magnitude de 5.1 - Coordeandas 36,270° S; 52,730° W;

Os valores de intensidade MMI de II, como os que refletiram em Porto Alegre, correspondem a acelerações da ordem de 10^{-3} g. No local do empreendimento, o reflexo desses sismos seria zero, portanto, não apresentando riscos para o local do empreendimento.

5.3.3. Terrenos e solos

O diagnóstico de terrenos e solos foi realizado tendo por base dados secundários e reconhecimentos de campo, bem como coleta e análises laboratoriais para a sua caracterização.

5.3.3.1. Caracterização e descrição dos solos

5.3.3.1.1. Caracterização morfológica dos tipos de solo

De acordo com a classificação taxonômica adotada oficialmente (EMBRAPA – CNPS e SIBCS, 2006), a nível regional foram identificadas e classificadas ocorrências de Planossolo Háplico, Luvisso Háplico, Argissolos Vermelho-Amarelo, Brunizém Vértico, Vertissolo Ebânico, Chernossolo Argilúvico, além de Neossolo Litólico e Afloramentos de Rochas, sendo alguns desses solos mapeados separadamente e também como ocorrências de unidades pedológicas associadas.

O Mapa dos Solos, apresentado na Ilustração 5.14 - Mapa Pedológico abrange uma área de 40.650 ha, sendo a área de influência direta (AID) do empreendimento de 15.436 ha, conforme mesma Ilustração.

O referido mapa foi gerado com base no Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Município de Bagé – RS (Macedo, 1984), EMPRAPA-UEPAE/BAGÉ. A nomenclatura adotada para as unidades de mapeamento obedece o sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SIBCS, 2006).

a) Associação de Vertissolo Ebânico e Chernossolo Argilúvico (A-PV)

A referida associação de solos é formada pelo Vertissolo Ebânico Órtico com o Chernossolo Argilúvico Órtico, que recebem respectivamente a designação regional de solo Aceguá e solo Ponche Verde. O material de origem desses solos (substrato) é constituído pelo intemperismo de rochas sílticas.

Os solos dessa associação ocorrem em 6.570 ha, o que corresponde a 42,5 % da área de influência direta (AID) do empreendimento.

A classe definida como Vertissolo Ebânico (unidade Aceguá) é constituída por solos escuros, argilosos, pouco porosos, imperfeitamente drenados, muito plásticos e muito pegajosos.

Quimicamente, são solos moderadamente ácidos, com saturação de bases alta e ricos em nutrientes. Há predomínio na massa do solo de argilas expansivas do tipo 2:1, fazendo com que estes se tornem muito pegajosos quando molhados, compactos e fendilhados quando secos.

Os mesmos ocorrem em áreas suavemente onduladas a onduladas, formando um conjunto de elevações com declives curtos. A unidade apresenta perfis pouco profundos e seqüência de horizontes A-C ou A-B-C, de cores escuras ou cinzentas. A estrutura é granular porosa no horizonte A e em blocos regulares no horizonte B ou C.

A vegetação natural é formada basicamente pela pastagem nativa, onde os campos com manejo inadequado são bastante infestados pela ocorrência de chirca (*Eupatorium* sp).

Quanto ao uso agrícola com culturas anuais, ocorre o cultivo de sorgo, milho e soja e pastagens cultivadas hibernais de aveia e azevém.

Por sua vez, a classe caracterizada como Chernossolo Argilúvico (unidade Ponche Verde) é formada por solos medianamente profundos, com cores bruno-escuras, argilosos, pouco porosos e imperfeitamente drenados (hidromórficos).

Quimicamente, são solos com elevada saturação de bases e bem providos de nutrientes, com exceção do fósforo disponível. Na massa desses solos predominam argilas do tipo 2:1, fazendo com que estes se tornem muito plásticos e pegajosos quando molhados.

Os mesmos apresentam seqüência de horizontes A-Bt-C, com coloração bruno-acinzentada muito escura e textura argilo-siltosa. O horizonte A é pouco profundo, entretanto o horizonte B é mais evoluído e apresenta em média 60 cm de espessura.

São solos situados em condições favoráveis de relevo suavemente ondulado, porém suscetíveis à erosão.

A vegetação natural é constituída pelos chamados “campos finos”, com grande número de espécies de gramíneas e leguminosas, que são normalmente utilizadas na exploração da pecuária extensiva de corte. Em condições de manejo inadequado, são campos infestados pela chirca (*Eupatorium* sp).

b) Planossolo Háptico (Pl)

A referida unidade taxonômica é classificada como Planossolo Háptico Eutrófico, que popularmente recebe a designação de solo Vacacaí.

Trata-se, portanto, de solo que ocorre nas cotas baixas do terreno, onde ocupa várzeas e porções planas (planícies) ao longo dos cursos d'água. O material de origem é oriundo de sedimentos aluvionais recentes provenientes de argilitos, arenitos e siltitos.

Os mesmos apresentam perfis com seqüência A-E-Bt-C, com o horizonte A geralmente de cor escura e o horizonte E de cor clara, ambos com textura mais argilosa e de cor cinzenta, com ou sem mosqueados vermelhos ou amarelados.

Quimicamente, são solos sem acidez nociva, com baixa saturação de bases nos horizontes superficiais e alta nos horizontes mais profundos, sendo a fertilidade natural ligeira à moderada.

A vegetação natural predominante é formada pelos campos finos, com boa cobertura e grande número de espécies gramíneas e leguminosas. Nos locais onde as condições são favoráveis, há o desenvolvimento de vegetação higrófila e junto aos cursos d'água ocorre a mata ciliar.

O uso predominante desse solo é o cultivo do arroz irrigado e, quando em pousio, o aproveitamento das pastagens nativas pela pecuária de corte.

Ocorrem em 2.490 ha, correspondente a 16,1 % da área de influencia direta (AID) do empreendimento.

c) Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (Cd)

A classe de solos em questão é classificada como Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico e Eutrófico, que recebe a designação regional de solo Candiota. O material de origem desse solo é derivado de rochas areníticas.

Referida unidade é constituída por perfis pedológicos medianamente profundos com cores brunas e bruno-avermelhadas, textura média no horizonte A e argilosa no horizonte B.

Os mesmos apresentam seqüência bem diferenciada de horizontes A-B-C, com perfis moderadamente drenados.

O horizonte A apresenta entre 20 e 30 cm de espessura, com coloração bruna à bruna-amarelada escura e textura franco arenosa a franco argilo-arenosa. Por sua vez, o horizonte B é mais profundo, com características bem definidas de coloração bruno-avermelhada a vermelho-amarelada e textura argilo-arenosa à argilosa.

Quimicamente, são solos ácidos, com média saturação de bases e teores baixos de fósforo disponível e potássio. O teor de matéria orgânica é médio.

Os solos ocupam condições de relevo suavemente ondulado e ondulado, onde a vegetação natural predominante é formada por campos mistos, com muitas espécies de gramíneas cespitosas e de porte alto, quando inadequadamente manejados. São normalmente explorados pela pecuária extensiva de corte.

A melhor utilização para esses solos é o cultivo da soja, sorgo e milho, além das pastagens artificiais de cultivo hibernal.

O solo dessa unidade ocupa aproximadamente 110 ha, o que corresponde a 0,7% da área de influência direta (AID) do empreendimento.

d) Luvissole Háplico (Bx)

A classe de solos referida é classificada como Luvissole Háplico Órtico, que recebe popularmente a designação regional de solo Bexigoso. O material de origem desse solo é a partir de rochas graníticas.

A referida unidade pedológica é constituída basicamente por solos rasos e bem drenados, de coloração bruno-avermelhada escura no horizonte A e bruno escura no horizonte B. Uma característica bastante observada nos perfis desses solos é a presença de línguas ou bolsas que penetram no horizonte C, constituídas por material semelhante ao contido no horizonte B (transição irregular).

Quimicamente, são solos ácidos, com saturação de bases média à alta, sem problemas de alumínio trocável nos horizontes superficiais e relativamente pobres em nutrientes disponíveis.

Apresentam seqüência de horizontes A-B-C bem diferenciados. Assim, o horizonte A é pouco profundo, com espessura média de 30 cm, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso com transição clara e plana.

O horizonte B é igualmente estreito, com textura argilosa, plástico e pegajoso. A transição para o horizonte C é abrupta e irregular.

Predomina nessa unidade relevo ondulado, normalmente formado por coxilhas com pendentes curtas.

A vegetação predominante é formada pela cobertura vegetal campestre nativa com ocorrência de gramíneas e leguminosas de boa qualidade, além das matas de galeria ao longo dos rios e arroios.

Estes solos ocupam ao redor de 1.450 ha, o que corresponde a 9,4 % da área de influência direta (AID) do empreendimento.

e) Brunizém Vértico (HN)

A referida unidade de solos é classificada como Brunizém Vértico, que recebe a designação popular de solo Hulha Negra. O material de origem desse solo é a partir do intemperismo de siltitos.

A unidade é constituída na maior parte da área por solos moderadamente drenados, de textura argilosa e estrutura moderadamente média e grandes blocos angulares. Uma característica bastante representativa nos perfis desta unidade é a ocorrência de uma linha de calhaus de quartzo na zona de transição entre os horizontes A e B.

Quimicamente, são solos ácidos, com saturação de bases alta e sem problemas de acidez e alumínio.

Os mesmos apresentam seqüência de horizonte A-B-C. A profundidade do horizonte A varia entre 8 e 10 cm de espessura, e sua coloração é bruno-

acinzentada. A textura é argilosa e a estrutura, moderada média, sendo plástico e muito pegajoso. Apresenta transição clara e plana para o horizonte B.

O horizonte B apresenta aproximadamente 30 cm de espessura e coloração bruno-acinzentada escura à cinzenta escura, com mosqueados abundantes. É muito plástico, pegajoso e apresenta transição gradual e plana para o horizonte C.

A unidade ocupa relevo ondulado, formando coxilhas com baixos declives, onde predomina cobertura vegetal campestre nativa basicamente formada por gramíneas e como invasora a ocorrência de chirca (*Eupatorium* sp.).

Estes solos ocupam ao redor de 450 ha, o que corresponde a 2,9 % da área de influência direta (AID) do empreendimento.

f) *Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico (St)*

A unidade pedológica em questão é classificada como Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, que recebe a designação regional de solo Santa Tecla. O material de origem desse solo resulta de rochas areníticas intemperizadas.

Predomina, portanto, na maior parte da área ocupada por esses solos, perfis profundos, de coloração avermelhada escura, com teores elevados da fração de areia no horizonte A e argilosos no horizonte B. Quimicamente são solos ácidos, com saturação de bases média, pobres em matéria orgânica, bem como na maioria dos nutrientes disponíveis.

Os perfis dessa unidade apresentam sequência de horizontes A-B-C. O horizonte A com 70 cm de profundidade média apresenta coloração bruno-avermelhada escura. A textura é franco arenosa, com teores elevados de areia. A transição para o horizonte B é gradual e plana.

O horizonte B é bem desenvolvido e apresenta espessura média acima de 100 cm. A coloração é vermelho escura e a textura argilosa e argilo arenosa.

Os solos dessa unidade ocupam relevo suavemente ondulado a ondulado, onde predominam os campos mistos, com a ocorrência de gramíneas cespitosas utilizadas predominantemente na pecuária extensiva de corte.

A utilização agrícola é no cultivo de culturas de verão, como soja, milho e sorgo. No inverno tais áreas são ocupadas com pastagens cultivadas de aveia e azevem.

Estes solos ocupam ao redor de 440 ha, o que corresponde a 2,9 % da área de influência direta (AID) do empreendimento.

g) *Associação Neossolo Litólico e afloramentos de rochas (Gt-AR)*

A designação assim convencionada é formada por Neossolo Litólico denominado regionalmente de solo Guaritas, que se encontra associado a Afloramentos de Rochas. O material de origem desse solo é derivado do intemperismo de rochas areníticas.

Os solos dessa unidade são rasos, bem drenados, arenosos e de coloração bruno-acinzentada escura.

Quimicamente são solos ácidos, com saturação de bases média e pobres em nutrientes disponíveis. Apresentam sequência de horizontes A-R ou A-C. O horizonte A alcança em média 40 cm de espessura, coloração bruno-acinzentada escura e de textura franco arenosa. A transição para o horizonte inferior é abrupta e ondulada. O horizonte R ou C é constituído por arenitos em maior ou menor grau de intemperização.

São solos que ocupam relevo forte ondulado e em algumas áreas feições montanhosas.

A vegetação natural é constituída por campos e a mata arbustiva, sendo a agricultura praticada em pequena escala. Sua maior utilização é para pastejo com bovinos e ovinos.

A presença de afloramentos de rochas associadas a referida unidade conferem elevada pedregosidade a extensas áreas, que devem ser manejadas de acordo com a capacidade de uso.

Os solos dessa associação não ocorrem na AID do empreendimento, conforme Ilustração 5.14 - Mapa Pedológico, apresentado no Volume 8.

5.3.3.1.2. Solos da Área Diretamente Afetada - ADA

A área diretamente afetada ocupa uma superfície de 2.019 ha.

a) Implantação da Usina Termelétrica

a.1) Descrição da Área

A área objeto desse estudo está inserida na região fisiográfica da “Campanha”, ocupando uma superfície restrita de 49 ha na localidade de Seival, município de Candiota.

O relevo do local é levemente ondulado, com ocorrência de uma unidade pedológica, onde predomina cobertura vegetal campestre nativa.

a.2) Coleta e Análise de Solos

A coleta de solos para análise química foi realizada na área destinada a instalação da usina. Para tanto, foram recolhidas 3 (três) amostras representativas da área de estudo, que foram identificadas como UTE-01; UTE-02 e UTE-03, e encaminhadas para análise ao no laboratório de Análises de Solos da Faculdade de Agronomia (UFRGS), conforme Laudos de Análise de Solos apresentado no Anexo 5.3, Volume 7.

De acordo com a avaliação do “Laudo de Análise” em questão, foram determinados os seguintes teores médios:

• Argila	32%
• pH	5,9
• Fósforo (P)	3,3 mg/dm ³
• Potássio (K)	74 mg/dm ³
• Matéria Orgânica (MO)	2,7 %
• Alumínio(Al)	---
• Cálcio (Ca)	12 cmol _c /dm ³
• Magnésio (Mg)	4,8 cmol _c /dm ³
• CTC (Capac. Troca de Cátions)	20,8 cmol _c /dm ³

A avaliação mediante interpretação dos indicadores e valores apresentados será baseada nas recomendações estabelecidas pelo Manual de Adubação e de Calagem (2004), elaborado pela Comissão de Química e Fertilidade do Solo-RS/SC.

Assim sendo, o teor médio de argila definido em 32%, estabelece “Classe Textural 3” para a amostragem do solo analisada.

O valor referente ao pH=5,9 em água, indica que o solo é ácido, entretando, definido como nível médio em relação a esse quesito.

Quanto aos nutrientes disponíveis, o teor de 3,3 mg/dm³ para o fósforo indica para esse elemento um nível muito baixo e, ao contrário, para o potássio, onde o teor de 74 mg/dm³ é caracterizado como índice médio, para as amostras em questão.

Por sua vez o teor de 2,7% de matéria orgânica indica valores médios para os níveis de fertilidade dessa amostragem.

Relativamente a interpretação dos níveis de cálcio e magnésio trocáveis, verifica-se que o teor médio de 12,0 cmolc/dm³ é tido como valor alto. O mesmo ocorre com o magnésio, que apresenta teor médio de 4,8 cmolc/dm³ e também, definido como valor alto, de acordo com a faixa estabelecida pela pesquisa e a fonte bibliográfica consultada.

O valor da CTC a pH 7,0 = 20,8 cmolc/dm³ é interpretado como alto na avaliação da referida amostragem.

a.3) Unidade Pedológica

O solo mapeado na área da UTE foi caracterizado como Vertissolo Ebânico Órtico, de acordo com a classificação taxonômica adotada e que corresponde à designação regional de Unidade de Mapeamento Aceguá.

A referida unidade, já mencionada para AID, é constituída por solos escuros, argilosos, pouco porosos, plásticos e pegajosos.

Quimicamente, são solos pouco ácidos, com saturação de bases alta e ricos em nutrientes.

Os mesmos apresentam perfis pouco profundos, com sequência de horizontes A-C ou A-B-C, de cores escuras ou cinzentas. O horizonte A é pouco profundo, com aproximadamente 25 cm de espessura e de coloração escura.

a.4) Uso Atual

O levantamento do uso atual possibilita conhecer e avaliar as atividades presentemente desenvolvidas, com o propósito de se alcançar lucratividade.

Nas condições atuais de uso do referido solo, predomina o desenvolvimento da pecuária extensiva de corte, com aproveitamento das pastagens nativas pelo gado. Trata-se de atividade tradicional do meio rural, que ocupa extensas áreas de campo em toda a região da Campanha.

a.5) Conclusões

O mapeamento dos solos na área da UTE identificou a ocorrência de Vertissolo Ebânico órtico, de acordo com a classificação e nomenclatura adotada oficialmente.

Trata-se de uma gleba com 2.019 ha de área com topografia levemente ondulada, onde predomina cobertura vegetal campestre.

b) Implantação das Barragens

b.1) Descrição da Área

A área destinada à implantação das barragens localiza-se nas proximidades da UTE Pampa Sul.

O curso d'água a ser interceptado é o rio Jaguarão, que delimita a área geográfica dos municípios de Hulha Negra e Candiota.

Nessa condição, os barramentos inundam áreas planas à montante de 382 ha e 287 ha aproximadamente, onde ocorre uma única unidade pedológica para ambos os reservatórios.

Ao longo das margens desse rio, ocorre uma faixa irregular de mata ciliar bastante descaracterizada, em virtude do uso intensivo do solo com atividades agropastoris.

b.2) Unidade Pedológica

A área diretamente afetada, em decorrência do alagamento da planície do rio Jaguarão, é ocupada pelos planossolos.

Assim, de acordo com a nomenclatura e classificação adotada, foi identificada a ocorrência de Planossolo Háplico Eutrófico, que corresponde à designação regional de Unidade de Mapeamento Vacacaí.

Predominam nesta unidade, portanto, solos de planície encontrados ao longo da várzea do rio Jaguarão, nas cotas mais baixas e nas porções planas do terreno.

A unidade apresenta perfis em sequência de horizontes pedológicos A-E-Bt-C, sendo o horizonte A de cor escura e o horizonte Bt mais argiloso e de coloração cinzenta, com ou sem mosqueados.

Quimicamente, são solos sem problemas de acidez nociva, com baixa saturação de bases nos horizontes superficiais e alta nos horizontes mais profundos, sendo a fertilidade natural ligeira à moderada.

b.3) Uso Atual

Em vista das características morfológicas e químicas bastante favoráveis, a unidade é amplamente utilizada no cultivo de arroz irrigado e, quando em pousio, pelo aproveitamento das pastagens naturais como fonte de alimento para a exploração da pecuária de corte, muito freqüente na região da Campanha.

Junto às margens do rio, onde a cobertura vegetal lenhosa ocorre sob a forma de uma faixa irregular de mata ciliar, não se verifica qualquer atividade humana de interferência específica, exceto a presença de gado, que utiliza tais áreas basicamente como abrigo.

b.4) Conclusões

A caracterização dos solos, nas áreas de 382 ha e 287 ha a serem ocupadas pelos reservatórios das barragens, identificou a presença de Planossolo Háplico Eutrófico, também conhecido pela designação regional de Unidade de Mapeamento Vacacaí.

Os referidos solos ocupam a planície do rio Jaguarão, apresentando com isso condições de drenagem natural deficiente em áreas de várzeas.

Como o uso dos planossolos normalmente é intensivo, predomina nessa área o cultivo do arroz irrigado durante o período de primavera/verão. Em condições de pousio, o mesmo é utilizado no aproveitamento das pastagens nativas pela exploração da pecuária extensiva de corte.

5.3.3.1.3. Mapeamento do uso e cobertura do solo

O processo de diagnóstico de uso e cobertura atual do solo, elaborado a partir de imagens de satélite, seguiu as etapas de seleção da plataforma, sensor (satélite) e cenas, georreferenciamento das imagens de satélite, classificação, edição vetorial e geração dos quantitativos. Foi selecionada a imagem do satélite WorldView-2, cobrindo uma área de aproximadamente 340 km².

Para imagens de alta resolução espacial (entorno de 50 cm de pixel) o método utilizado para o mapeamento foi a classificação visual sobre a imagem de satélite, através da utilização do software ArcGis. Foram definidas as seguintes classes de uso e ocupação do solo: açudes, área de mineração, áreas úmidas, campo, corpos d'água, cultivo, mancha urbana, mata galeria, silvicultura e solo exposto.

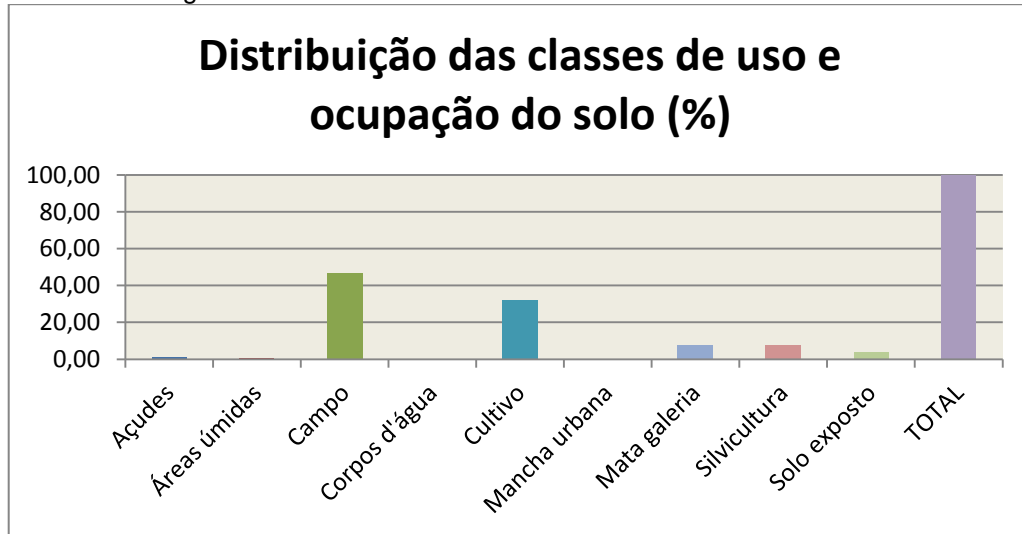
A partir da classificação e geração do mapa de uso e cobertura atual do solo apresentado na Ilustração 5.12 constante no Volume 8, foram calculadas as áreas em hectares de cada classe e a respectiva participação relativa (%) na área do recorte da imagem bem como na área diretamente afetada (ADA), que inclui os reservatórios, suas respectivas APP e a área da usina.

A seguir são apresentados os quantitativos das classes mapeadas. No Quadro 5.10 são apresentadas as áreas total e relativa para o recorte da imagem. A Figura 5.15 apresenta o gráfico de distribuição das classes. Nota-se que a classe campo ocupa quase 50% da área da imagem, seguida pela classe de cultivo.

Quadro 5.10 - Distribuição das classes de uso na área do recorte da imagem.

Classe	Área Total (ha)	Área relativa (%)
Açudes	188,91	1,22
Áreas úmidas	97,95	0,63
Campo	7182,96	46,57
Corpos d'água	3,88	0,02
Cultivo	4985,19	32,29
Mancha urbana	44,67	0,28
Mata galeria	1173,28	7,60
Silvicultura	1187,28	7,69
Solo exposto	572,06	3,70
TOTAL	15436,18	100,00

Figura 5.15 - Distribuição relativa das classes de uso e ocupação do solo para o recorte da imagem.

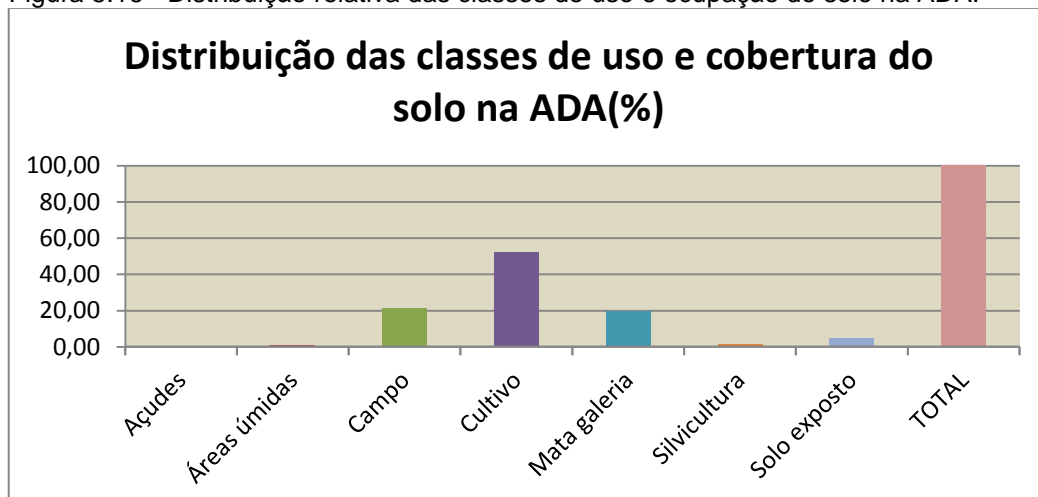


O Quadro 5.11 apresenta a distribuição das classes de uso e ocupação do solo para a área diretamente afetada. O gráfico da Figura 5.16 apresenta a distribuição das classes na ADA. Nota-se que a classe de cultivo ocupa mais da metade da ADA, seguida pela classe campo.

Quadro 5.11 - Distribuição das classes de uso e ocupação do solo na área diretamente afetada (ADA).

Classe	Área Total (ha)	Área relativa (%)
Açudes	3,89	0,38
Áreas úmidas	5,70	0,57
Campo	213,49	21,28
Cultivo	524,92	52,33
Mata galeria	195,77	19,51
Silvicultura	13,85	1,38
Solo exposto	45,72	4,55
TOTAL	1003,34	100,00

Figura 5.16 - Distribuição relativa das classes de uso e ocupação do solo na ADA.



Na área da UTE Pampa Sul predomina a classe de cultivo, que representa 52,33% da área, seguida da classe campo, que representa 21,28%. A classe de silvicultura ocupa 1,38% e solo exposto ocupam pouco mais de 4%.

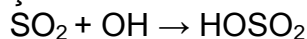
5.3.3.1.4. Solos em áreas com potencial de elevação de acidez

O empreendimento em tela, pelas suas características, apresenta potencial para gerar acidez através da emissão de gases e partículas contendo, principalmente, compostos de enxofre (SO_x) e de nitrogênio (NO_x). Esses compostos hidrolisados produzem ácidos que são precipitados sobre o solo na forma de chuva ácida.

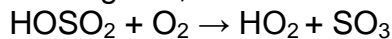
Chuva ácida não é uma expressão adequada, porque toda chuva é ácida devido à presença de ácido carbônico (H₂CO₃). No entanto considera-se chuva ácida quando a mesma apresenta pH abaixo do nível de tolerância (NT) que é igual a 5,5.¹

A principal causa da acidificação da precipitação é dos óxidos de enxofre (SO_x), com destaque para o dióxido de enxofre (SO₂).

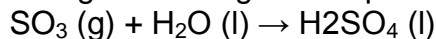
Na fase gasosa, o dióxido de enxofre é oxidado por adição do radical hidroxila via reação intermolecular:



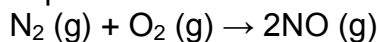
Em seguida, combinando com oxigênio, resulta:



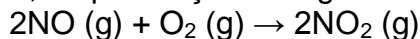
Na presença de água nas gotículas das nuvens, nevoeiros e outras formas de condensação atmosférica, o trióxido de enxofre (SO₃) é convertido em ácido sulfúrico segundo a seguinte expressão:



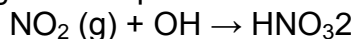
Secundariamente como elemento de acidificação vem o NO_x, formado pelas altas temperaturas na câmara de combustão, onde ocorre:



O óxido de nitrogênio (NO) formado, instável nas condições atmosféricas normais, na presença do oxigênio do ar, produz:



O dióxido de nitrogênio (NO₂) na forma gasosa, na presença de água nas gotículas das nuvens, nevoeiros e outras formas de condensação atmosférica com a adição do íon hidroxila formam os ácidos nitroso (HNO₂) e nítrico (HNO₃), segundo as seguintes expressões:



e,



a) Acidez dos solos

A acidez de um solo caracteriza-se pelo seu valor de pH e seu caráter ácido aumenta na medida que o pH do solo diminui. Entre os problemas de um solo ácido, destacam-se a menor disponibilidade de alguns nutrientes (especialmente fósforo e molibdênio) e a toxidez do alumínio e manganês. Entretanto, as rochas das quais os

¹ What is a Acid Rain? (<http://www.epa.gov/acidrain/what/index.html>). www.epa.gov

² Seinfeld, John H.; Pandis, Spyros N (1988). Atmospheric Chemistry and Physics – From air Pollution to Climate Change. John Wiley and sons, Inc. (ISBN 0-471-17816-0).

solos se originam, quando moídas em contato com a água, mantêm o pH próximo à neutralidade (pH = 7,0) e contêm substâncias muito pouco solúveis, enquanto que, após milhares de anos, os solos formados a partir dessas rochas apresentam reação ácida e aumento na concentração de elementos com alta valência (Fe e Al).

O ataque da rocha pela água da chuva é potencializado pela reação de dissolução dos gases atmosféricos que reagem com a rocha, desintegrando os minerais (intemperismo químico), liberando os cátions e ânions para a solução que servirão para o crescimento dos organismos vivos. Muitos elementos químicos são liberados para a solução do solo, sendo alguns perdidos no sistema, sendo mais pronunciado para os carbonatos, sílica, os metais alcalinos e alcalinos terrosos. (Na, K, Ca, Mg) e aumentos na atividade de elementos como o alumínio e o ferro. Salienta-se que a atividade dos microorganismos na decomposição dos resíduos também libera prótons e ânions (NO₃-), que aceleram o processo de acidificação do solo.

Segundo Volkweiss, a classificação dos solos em função do pH é apresentada no Quadro 5.12.

Quadro 5.12 - Classificação do solo em função do pH (Volkweiss,1989).

pH (água)	Classificação
< 5,0	Extremamente ácido
5,0 – 5,5	Muito ácido
5,6 – 6,0	Ácido
6,1 – 6,5	Pouco ácido
6,6 – 7,0	Aproximadamente neutro
7,1 – 7,5	Pouco alcalino (ou básico)
7,6 – 8,0	Alcalino (ou básico)
> 8,0	Muito alcalino (ou básico)

Fatores que interferem na alteração do pH do solo são os seguintes:

- Intemperismo dos minerais argilosos;
- Decomposição da matéria orgânica presente no solo;
- Produção de gás carbônico;
- Nitrificação;
- Fertilizantes de reação ácida;
- Lixiviação de cátions básicos;
- Absorção de cátions pelas plantas.

b) Solos com potencial de acidificação

O Estudo de Dispersão Atmosférica apresentado no Volume 9 deste EIA, apresenta as plumas de dispersão dos gases e particulados na região do empreendimento. Tomando por base as Ilustrações apresentadas no estudo de Dispersão Atmosférica, onde são apresentadas as áreas de dispersão de SO₂ e NO₂, os solos mapeados nessas áreas e dentro dos limites da AID e ADA, são os seguintes:

- Associação de Vertissolo Ebânico e Chernossolo Argilúvico (A-PV)

Quimicamente, são solos moderadamente ácidos, com saturação de bases alta e ricos em nutrientes.

- Planissolo Háplico (PI)
Quimicamente, são solos sem acidez nociva, com baixa saturação de bases nos horizontes superficiais e alta nos horizontes mais profundos, sendo a fertilidade natural ligeira à moderada.
- Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (Cd)
Quimicamente, são solos ácidos, com média saturação de bases e teores baixos de fósforo disponível e potássio. O teor de matéria orgânica é médio.
- Luvisso Háplico (Bx)
Quimicamente, são solos ácidos, com saturação de bases média à alta, sem problemas de alumínio trocável nos horizontes superficiais e relativamente pobres em nutrientes disponíveis.
- Brunizém Vértico (HN)
Quimicamente, são solos ácidos, com saturação de bases alta e sem problemas de acidez e alumínio.
- Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico (St)
Quimicamente são solos ácidos, com saturação de bases média, pobres em matéria orgânica, bem como na maioria dos nutrientes disponíveis.
- Associação Neossolo Litólico e Afloramentos de Rochas (Gt-AR)
Quimicamente são solos ácidos, com saturação de bases média e pobres em nutrientes disponíveis.

Esses solos, conforme descritos, são naturalmente ácidos em função do alto grau de intemperização de seus constituintes e da intensa lixiviação de bases provocada ao longo do tempo pela água da chuva (lixiviação).

Assim, de acordo com os estudos de dispersão já referidos, verifica-se que o “potencial de acidificação dos solos” em função das emissões atmosféricas da UTE Pampa Sul, deverá ser mais significativa nos domínios do entorno da usina, conforme demonstrado no estudo de Dispersão Atmosférica.

5.3.3.2. Avaliação de impactos

Os impactos sobre a variável ambiental "solos" foram relacionados levando-se em consideração três aspectos julgados como relevantes, assim definidos: a qualidade dos solos, a quantidade de terras prejudicadas em decorrência do empreendimento e o uso atual e potencial dessa gleba.

Todos os impactos foram conceituados de acordo com sua magnitude, definidos como alto, médio ou baixo.

No que se refere à qualidade dos solos, foi considerado como impacto de magnitude baixa quando são afetadas áreas constituídas por solos rasos, pedregosos e declivosos, onde as atividades de exploração agrícola sofrem severas restrições. A supressão de unidades pedológicas que possibilitam o desenvolvimento de atividades agropastoris com determinadas limitações, como baixos níveis de fertilidade, características físicas inadequadas ou relevo acentuado, geram impactos considerados de média intensidade. Nos impactos tidos como de alta magnitude, são atingidos solos altamente produtivos, que via de regra se

caracterizam pela exploração agrícola desenvolvida de forma intensiva ou que apresentam potencial para tal.

Por sua vez, na definição da magnitude dos impactos para a variável que envolvem o tamanho da área, sobre o indicador "solos", foi adotado como critério de avaliação a superfície diretamente atingida, de acordo com os seguintes valores:

- Baixo Impacto: áreas inferiores a 50 ha;
- Médio Impacto: áreas entre 50 e 100 ha;
- Alto Impacto: áreas superiores a 100 ha.

Quanto ao uso dos solos, a avaliação dos impactos foi realizada de modo a explicitar as condições de uso atual desse solo em conformidade com a sua aptidão agrícola.

Os solos atingidos onde as características físicas ou químicas impedem o uso fora de suas condições naturais foram consideradas de baixo impacto. Tais condicionantes não ocorrem na área em questão.

Os impactos de média magnitude são definidos nas áreas onde a implantação do empreendimento atinge solos com potencial produtivo para algumas atividades agropastoris, tais como pecuária extensiva de corte, reflorestamentos, cultivos perenes ou semiperenes.

Assim sendo, a pecuária de corte desenvolvida, utiliza, em condições ideais basicamente, o pastoreio contínuo no sistema extensivo no verão e, piquetes com pastagens cultivadas no inverno, ocupando, portanto, quase toda a área de alague das barragens de aproximadamente 475 ha com invernações. Nessas condições a lotação média verificada gira em torno de duas cabeças por hectare, obtendo-se um ganho de peso animal em torno de 200 kg por hectare/ano.

Portanto, o valor obtido na comercialização de aproximadamente 95.300 kg anuais de peso vivo (R\$ 4,30/kg) equivale a aproximadamente R\$ 410.000,00.

Por último, os impactos de alta intensidade serão atribuídos no caso do empreendimento afetar solos com elevado potencial de produtividade, onde se emprega elevada tecnologia no sistema de exploração. Nesse caso é praticada agricultura intensiva com cultivos anuais, onde ocorrem eventuais limitações quanto a manifestações de processos erosivos leves ou relacionados às próprias características pedogenéticas, ou mesmo sem restrições de uso.

Analisando-se os aspectos considerados de forma global, é lícito afirmar que em relação aos solos os impactos determinados pelo empreendimento são adversos, diretos, de abrangência local, manifestando-se a curto, médio e longo prazo e irreversíveis naqueles locais onde ocorre a utilização para fim agropastoril, pois a gleba em questão será alterada com a implantação da Termelétrica. Em função dessas condicionantes pode-se caracterizar esse impacto como de baixa magnitude.

Outros aspectos a considerar são os processos erosivos advindos da implantação das vias de acesso e terraplanagem do sítio do empreendimento. Esses processos ocorrerão de forma intensa nas áreas onde serão removidas a vegetação e a camada de solo orgânico para a implantação do empreendimento.

Nessa situação, os solos e os taludes formados pelas escavações ficarão expostos à incidência de precipitações pluviométricas gerando erosões laminares e por ravinamento. Entretanto, dada às pequenas declividades do local de implantação, esses aspectos são minimizados.

Neste caso, esse impacto pode ser caracterizado como adverso, direto, de abrangência local, ocorrerá a curto e médio prazo, reversível e de magnitude média.

As matrizes a seguir apresentam em síntese para cada impacto ambiental as ações do empreendimento, considerando-se as fases de planejamento e implantação, comissionamento e operação.

5.3.3.2.1. Fases de planejamento e implantação

Nas fases de planejamento e implantação do empreendimento os impactos ambientais são decorrentes das ações de descobertura vegetal e das atividades de construção e implantação das estruturas que irão comportar a usina como um todo.

A desestabilização do solo e o início de processos erosivos são impactos relacionados aos processos naturais intempéricos da região e que com o aumento de tráfego e trânsito podem apresentar aumento e ocorrências em pontos que antes da intervenção encontravam-se estabilizados.

a) Desestabilização dos solos e desenvolvimento de processos erosivos

a.1) Descrição e valoração do impacto

O desenvolvimento de processos erosivos está associado à alteração da estrutura do solo superficial e à exposição do solo de alteração, resultantes das intervenções de projeto, que tornam os terrenos vulneráveis à ação erosiva das chuvas.

Assim, processos erosivos podem ser desencadeados em função da exposição do solo e da modificação dos terrenos decorrentes da execução de serviços preliminares, tais como supressão de vegetação e limpeza do terreno, abertura de acessos provisórios para a instalação de estruturas de apoio e canteiros de obras.

Além de supressão da vegetação e exposição de solos, a abertura de vias de acesso envolve a terraplenagem dos terrenos, conformando taludes de corte e aterro de pequena altura, que interferem com o sistema de drenagem superficial e provocam alterações na estabilidade dos mesmos, ao modificar a geometria dos taludes naturais das encostas. Estas novas superfícies, se desprotegidas da ação das chuvas, são suscetíveis a processos erosivos desencadeados pelo escoamento superficial, com formação de sulcos e ravinas.

Processos erosivos estarão associados principalmente à execução da terraplenagem necessária para a implantação da usina, ao movimento de terra para exploração de solos, limpeza das áreas de alaguel, bem como ao preparo das fundações das barragens previstas.

No que se refere à geologia, a suscetibilidade a esse impacto é reduzida, sobretudo em função do tipo de rocha ali encontrada. Quanto à pedologia, a grande maioria das classes de solos presentes na ADA e AID, representadas por Luvisolos Crômicos, Neossolos Litólicos e Argissolos Vermelho-Amarelos, possui moderada suscetibilidade à erosão.

Processos erosivos podem ainda ser induzidos pela compactação dos solos pelo tráfego de veículos e equipamentos mecânicos, que provoca redução da permeabilidade da camada superficial, diminuindo a infiltração das águas pluviais e aumentando seu escoamento superficial, com eventual geração de sulcos e ravinas na superfície dos terrenos.

A exposição dos solos superficiais poderá também ocorrer em função da sua estocagem em pilhas, até sua utilização, seja na recuperação de áreas degradadas, seja no revestimento de taludes de corte e aterro.

Em função da curta extensão dos acessos, as galerias de drenagem sob os aterros, em locais de transposição de drenagens, serão suficientes para absorver o escoamento das águas pluviais.

Em face disso, o desenvolvimento de processos erosivos é um impacto negativo, direto, temporário, de curto prazo, reversível, de abrangência local, de baixa magnitude, com alta probabilidade de ocorrer em todos locais que envolvam exposição do solo e movimentos de terra, e de pequena relevância.

Atributo	Característica	Valor atribuído igual
Forma	Direto	2
Duração	Temporário	1
Temporalidade	Curto prazo	2
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Local	1
Soma		7

Magnitude	Valor atribuído
Baixa	2

Probabilidade	Valor atribuído
Alta	3

A natureza deste impacto é negativa, portanto, admite-se o valor -1.

Relevância = $-1 \times (7 \times 2 \times 3) = -42$ (está situado na faixa de pequena relevância)

a.2) Medidas recomendadas

São recomendadas as seguintes medidas para prevenir ou mitigar os impactos decorrente da desestabilização dos solos e o desenvolvimento de processos erosivos:

- Proteção dos taludes de corte e aterro em solos por camadas de materiais granulares, com fragmentos de diâmetros adequados. Particularmente nos taludes em aterro deverá ser disposto enrocamento fino;
- Tratamento e proteção dos taludes de corte que interferem com rochas sedimentares, evitando erosões e instabilidades;
- Implantação do sistema de drenagem superficial previsto pelo projeto de engenharia, constituído por canaletas, escadas d'água, caixas de dissipação e, eventualmente, bacias de dissipação;
- Proteção dos taludes com gramíneas/leguminosas de espécies adaptadas e aclimatadas à região da Campanha;
- Implementação de ações para recuperação de áreas degradadas, constituídas por procedimentos relacionados à disposição adequada de solos excedentes das obras, de reafeiçoamento de terrenos, drenagem superficial, revegetação e monitoramento ambiental dos processos degradacionais.

a.3) *Reavaliação da relevância do impacto em presença das medidas recomendadas*

O grau de resolução das medidas propostas pode ser considerado médio (valor 2), tendo em vista que a maioria das classes de solos presentes na ADA e AID possui moderada a forte suscetibilidade à erosão. Dessa forma, a classificação final do impacto, após a implantação das medidas recomendadas, é considerada de pequena relevância (valor -84).

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Médio	2
Classificação final	Pequena relevância	-84

b) *Assoreamento dos cursos d'água*

b.1) *Descrição e valoração do impacto*

Os processos erosivos ocorrem naturalmente, porém podem ser acelerados devido às intervenções efetuadas na bacia hidrográfica. Considerando tal aspecto, verifica-se que na fase de implantação das obras podem ser produzidas pequenas quantidades de sedimentos na ADA.

Os sedimentos, dependendo da quantidade, poderão atingir a rede de drenagem, provocando processo de assoreamento do canal do rio Jaguarão, devido, principalmente, às movimentações de terras e à exposição dos solos durante as ações de implantação e da própria execução das infraestruturas.

O assoreamento pode provocar a redução da capacidade de escoamento dos canais fluviais devido à redução das seções transversais, bem como o espraiamento das margens, proporcionando o extravasamento das calhas, ampliando o alcance do escoamento em relação às margens dos cursos d'água. Além disso, a deposição das partículas sólidas pode propiciar fluxos mais concentrados de escoamentos, os quais poderão desencadear novos processos erosivos nos taludes das margens.

Para a fase de implantação e de acordo com a formação dos processos erosivos e de deposição de sedimentos nos cursos d'água, esse impacto foi considerado negativo, indireto, temporário, de curto prazo, reversível, uma vez que as condições da implantação da obra é que poderão aumentar a produção de sedimentos, local, de alta magnitude, e de alta probabilidade de ocorrência, tendo em vista a ocorrência de vazões nulas ou muito baixas nos cursos d'água da região (sangas e nascentes) em grande parte do tempo.

Atributo	Característica	Valor atribuído igual
Forma	Indireta	1
Duração	Temporário	1
Temporalidade	Curto prazo	2
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Local	1
Soma		6

Magnitude	Valor atribuído
Alta	4

Probabilidade	Valor atribuído
Alta	3

A natureza deste impacto é negativa, portanto, admite-se o valor -1.
Relevância = $-1 \times (6 \times 4 \times 3) = -72$ (está situado na faixa média relevância).

b.2) Medidas recomendadas

Para mitigar decorrente do assoreamento dos cursos d'água são recomendadas as seguintes medidas:

- Realização de mapeamento de áreas com processo de degradação do solo já estabelecidos e de áreas com grande potencial de produção de sedimentos, bem como a identificação das estruturas hidráulicas que possam gerar impactos ambientais significativos, relacionados à estabilidade de taludes e geração de processos erosivos na fase construtiva;
- Os trabalhos associados à limpeza, escavação, terraplenagem, entre outros, deverão ser seguidos de obras de drenagem superficial provisória, implantação de desvio e controle do escoamento superficial, implantação de dispositivos de amortecimento hidráulico para redução da velocidade da água e de retenção de sedimentos;
- Monitoramento contínuo das áreas de construção, a fim de garantir a contínua eficiência do método e dos dispositivos de contenção de sedimentos, bem como a ocorrência de processos erosivos e de carreamento de solos;
- Acompanhamento da instalação e verificação da eficiência dos dispositivos implantados para evitar erosão;
- Avaliação do cronograma de implantação das obras, de modo que não haja abertura de frentes de trabalho sem a definição clara do início e do fim de cada obra;
- Execução das obras de travessia de talvegues, preferencialmente, durante o período de estiagem.

b.3) Reavaliação da relevância do impacto em presença das medidas recomendadas

O grau de resolução obtido tende a ser alto (valor 1), visto que a implantação das medidas recomendadas poderá reduzir em muito a produção dos sedimentos nas bacias vertentes e aporte de material sólido aos cursos d'água.

Dessa forma, a classificação final do impacto, após a implantação das medidas recomendadas, é considerada de pequena relevância (valor -144).

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Média	2
Classificação final	Pequena relevância	-144

c) Perdas de solos com valor econômico e/ou ecológico

c.1) Descrição e valoração do impacto

Os impactos sobre a variável ambiental "solos" foram avaliados levando-se em consideração três aspectos julgados como relevantes, assim definidos: a

qualidade dos solos, a quantidade de terras prejudicadas em decorrência do empreendimento e o uso atual e potencial das glebas afetadas.

No que se refere à qualidade dos solos, foi considerado como impacto de alta magnitude, já que são atingidos solos produtivos que, via de regra, caracterizam-se pela exploração agrícola desenvolvida de forma intensiva ou que apresentam potencial para tal. Essa é a condição dos solos na área de implantação da usina, pois nela, atualmente, estão localizadas lavouras de soja.

Por sua vez, na definição da magnitude dos impactos que envolvem o tamanho da área, sobre o indicador "solos", foi adotado, como critério de avaliação, a superfície diretamente atingida, de acordo com os seguintes valores:

- Baixo Impacto: áreas inferiores a 50 ha;
- Médio Impacto: áreas entre 50 e 100 ha;
- Alto Impacto: áreas superiores a 100 ha.

Considerando-se o somatório da área de implantação da usina e as áreas que deverão ser alagadas em função do enchimento dos reservatórios das barragens, estima-se que sejam atingidos aproximadamente 900 hectares, fazendo com que esse impacto seja de alta magnitude.

Quanto ao uso dos solos, a avaliação dos impactos foi realizada de modo a explicitar as condições de uso atual em conformidade com a sua aptidão agrícola. Como descrito acima, a área da usina é ocupada por lavouras de soja. Ao contrário, a zona de alague é ocupada pela vegetação ciliar do rio Jaguarão, de pequeno valor econômico, mas de grande valor ecológico. Sendo assim, o impacto deve ser classificado como de grande magnitude.

Poderiam ser consideradas no somatório das áreas a serem alteradas, a superfície relativa aos acessos rodoviários. Todavia, como a usina deverá ser implantada em local próximo de estrada municipal existente e ainda servida por estrada de acesso a uma propriedade, não será necessária a abertura de novas vias, tornando desnecessária essa quantificação.

Neste caso, esse impacto pode ser caracterizado como negativo, direto, de abrangência local, ocorrerá em curto prazo, irreversível, de magnitude alta e de média relevância.

Atributo	Característica	Valor atribuído igual
Forma	Direta	2
Duração	Permanente	2
Temporalidade	Curto prazo	2
Reversibilidade	Irreversível	2
Abrangência	Local	1
Soma		9

Magnitude	Valor atribuído
Alta	4

Probabilidade	Valor atribuído
Média	2

A natureza deste impacto é negativa, portanto, admite-se o valor -1.
 Relevância = -1 x (9 x 4 x 2) = -72 (está situado na faixa de média relevância).

c.2) Medidas recomendadas

Quanto ao impacto de perdas de solos com valor econômico e/ou ecológico deve-se levar em consideração que a ocupação das áreas e a supressão dos ambientes ribeirinhos e áreas de lavoura se dará permanentemente após a instalação do empreendimento. Portanto, não há medida que se possa tomar para reverter esse quadro ou mesmo diminuir sua intensidade nos locais afetados.

c.3) Reavaliação da relevância do impacto em presença das medidas recomendadas

Não havendo mitigação, esta variável atinge valor máximo (3). Dessa forma, a classificação final do impacto, considerando a implantação de medidas, é de média relevância (valor -216).

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Baixo	3
Classificação final	Média relevância	-216

5.3.3.2.2. Fase de comissionamento e operação

A fase de comissionamento prevê o ensaio das operações da usina, sendo testadas capacidades e condições de uso das instalações para a posterior operação efetiva. Na fase de operação é quando o aporte máximo de tráfego e trânsito de caminhões na área da gleba é atingido. Tanto para veículos, bem como para técnicos e pedestres que por ali circularem.

As ações intempéricas atuantes na região podem ser um agravante natural nos processos desestabilizantes, erosivos e acidificantes dos solos.

a) Áreas com potencial de acidificação do solo

a.1) Descrição e valoração do impacto

Caso as emissões atmosféricas não forem controladas poderá ocorrer a contaminação das águas das chuvas (acidificação) que se manifesta fora da área de influência direta. Entretanto, o processo de geração de energia proposto já inclui o abatimento das emissões gasosas a partir dos precipitadores eletrostáticos e dessulfurização com calcário, aspectos esses que deverão eliminar a possibilidade de ocorrência de chuvas ácidas

Para a fase de operação do empreendimento espera-se que fatores de interferência quanto a alteração do pH do solo se deem além das ações naturais como intemperismo dos minerais argiloso, decomposição de matéria orgânica presente no solo, também pela ação de fertilizantes de reação ácida, pela produção de gás carbônico, nitrificação, lixiviação de cátions básicos, absorção de cátions pelas plantas.

Será considerada para esta fase as ações impactantes de acidificação do solo pois nessa etapa passam a ocorrer efetivamente emissões de gases e partículas contendo, principalmente, compostos de enxofre (SOx) e de nitrogênio (NOx), aumentados ainda na fase de operação.

Trata-se de um impacto negativo (-1), diretamente relacionado com o empreendimento, com duração temporária, que ocorre a longo prazo, de forma reversível e com abrangência regional.

Atributo	Característica	Valor atribuído igual
Forma	Direto	2
Duração	Temporária	1
Temporalidade	Longo prazo	1
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Regional	2
Soma		7

Magnitude	Valor atribuído
Médio	3

Probabilidade	Valor atribuído
Média	2

A natureza deste impacto é negativa, portanto, admite-se o valor -1.

Relevância = $-1 \times (7 \times 3 \times 2) = -42$ (está situado na faixa de pequena relevância).

a.2) Medidas Recomendadas:

Para mitigar e prevenir os impactos identificados recomendam-se as seguintes medidas:

- Uso de precipitadores eletrostáticos e dessulfurização com calcário;
- Controle durante a operação da usina nas emissões de gases e partículas contendo, principalmente, compostos de enxofre (SOx) e de nitrogênio (NOx), de modo a diminuir essas emissões na fase de operação;
- Aplicação do Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar e Programa de Monitoramento da Qualidade dos Solos.

a.3) Reavaliação da relevância do impacto em presença das medidas recomendadas

O grau de resolução obtido tende a ser médio (valor 2), visto que, mesmo controlando o sistema, continuará a emissão de gases e partículas contendo, principalmente, compostos de enxofre (SOx) e de nitrogênio (NOx).

Dessa forma, a classificação final do impacto, após a implantação das medidas recomendadas, é considerada de muito pequena relevância (valor -42).

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Alto	1
Classificação final	Muito Pequena relevância	-42

OBS.: Este mesmo impacto foi descrito no item relativo a Qualidade do Ar.

5.3.4 Hidrogeologia

Este item apresenta a caracterização dos recursos de águas subterrâneas e seus usos contendo a localização, sua natureza, a geometria, as litologias e estruturas, bem como outros aspectos geológicos dos aquíferos pertinentes.

Tal caracterização se deu inicialmente com o auxílio de dados bibliográficos e após com base nos perfis litológicos dos furos de sondagem investigativa do terreno onde será implantando o empreendimento UTE Pampa Sul. Com base nas granulometrias encontradas para as litologias presentes foi possível a classificação dos aquíferos (com capacidade de armazenar e transmitir água subterrânea) e aquíferos e aquícludes (sem capacidade de armazenamento e tampouco transmissão de água subterrânea).

Os furos de sondagem investigativa deram origem aos pontos de monitoramento para o site da usina e estão denominados com pontos PM-01B ao PM-05B e podem ser visualizados junto a malha de pontos dos piezômetros PZS-01, PZD-02, PZD-03, PZD-07, PZD-08, inseridos na Área de Influência Direta - AID do projeto, conforme a Ilustração 5.15 - Mapa Hidrogeológico e Ilustrações 5.7a e 5.7b - Seções Geológicas - Cortes A-A' e B-B', respectivamente apresentados no Volume 8.

5.3.4.1. Caracterização hidrogeológica

5.3.4.1.1. *Configuração geológica e hidrogeológica*

Na área em estudo insere-se aos depósitos sedimentares da Bacia Intracratônica do Paraná, representada estratigraficamente na região com registros primários neoproterozóicos, especificamente ao grupo Cambaí como embasamento cristalino. O período carbonífero é representado na região, segundo Milane, (1997), pelo Grupo Itararé, cujas feições pertencem a Formação Taciba.

Já os depósitos gondwânicos que deram origem ao contexto regional da Bacia Sedimentar de Candiota, alvo deste estudo, pertencem ao Permiano, cujos grupos Guatá e Passa Dois, bem como o sub-grupo Estrada Nova, são representados pelas formações Rio Bonito, Palermo, Irati, Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto. O empreendimento situa-se sobre as Formações Estrada Nova e Palermo.

A geologia da Bacia Sedimentar de Candiota conta com embasamento representado pela suíte metamórfica Cambaí, composta por gnaisses intrudidos por granitoides e presença de lentes de mármore encaixadas. O embasamento também pode ser composto por arenitos arcoseanos e conglomerados ordovicianos do grupo Guaritas pertencentes a Bacia do Camaquã.

O modelo geológico da Bacia de Candiota conta com paraconglomerados e arenitos, evoluindo para diamictitos e ritmitos, do grupo Itararé, situados a leste, preenchendo os vales do embasamento cristalino.

A formação Rio Bonito é a maior unidade quanto a importância tanto econômica, como na distribuição espacial na Bacia. Compõe-se basicamente pela alternância de arenitos finos, localmente médios a grosseiros conglomeráticos e horizontes pelíticos com camadas de carvão. A espessura dessa formação, considerando-se as regiões onde se desenvolve todo o pacote, é da ordem de 60 m, sendo uma característica importante a homogeneidade, com raras e localizadas variações faciológicas.

A formação Palermo faz contato erosivo brusco com a formação Rio Bonito, configurando discordâncias deposicionais. Constitui-se por siltitos laminados com marcas de ondas (*Wavy*) e intensas zonas de bioturbações, com níveis milimétricos de arenitos finos intercalados. Localmente sobre essas litologias ocorrem ainda arenitos finos estratificados denominados de “tempestitos” pertencentes à formação.

A formação Irati ocorre à oeste e sudoeste da área do projeto, sendo composta por pelitos e folhelhos, siltitos e argilitos com margas de calcário, típicos de ambiente marinho de costa afora depositados por decantação em águas calmas abaixo do nível de ação de ondas. Apresenta períodos estratigráficos com influência de tempestades.

A formação Estrada Nova sobrepõe-se sobre os pacotes sedimentares descritos e aflora no site da usina. São compostos basicamente por siltitos, argilitos e folhelhos típicos de ambiente marinho, depositados abaixo do nível-base de ação das ondas, localmente com níveis calcários de origem marinha.

Estruturalmente a região conta com falhamentos atuantes na compartimentação dos extratos em *Horsts* e *Grabens*, ora expondo camadas inferiores da bacia, ora trapeando-as de acordo com a elevação e soerguimento das litologias superiores.

São destacados dois falhamentos de maior hierarquia na região: a falha da Sotéia, limitando a Bacia Candiota e o embasamento com direção N30°E e a falha Passo da Conceição de direção predominante NW-SE. Estas falhas são responsáveis pelo condicionamento e disposição das camadas de carvão com interesse econômico e pelo sistema hidrogeológico imposto à região e atuam diretamente nas condições dos aquíferos e aquíferos presentes nessa região.

Associadas às estruturas principais estão falhamentos de pequeno rejeito de direções NE e NW, resultantes da acomodação do pacote sedimentar e efeito das estruturas maiores. São estruturas descritas nas diversas sondagens executadas na região e nas frentes de lavra.

Os pacotes sedimentares afetados por falhamentos apresentam deformação plástica, sem presença de processos de silicificação ou constituindo zonas de fluxo de água subterrânea conforme observado na zona de falha do Passo da Conceição. A malha estrutural imposta à região é apresentada na Ilustração 5.6 - Mapa Geológico Regional, constante no Volume 8.

Já a caracterização hidrogeológica da região e do empreendimento é um dos aspectos mais importantes do diagnóstico ambiental. Assim, deu-se ênfase à definição dos aquíferos e aquíferos, na qualidade das águas subterrâneas e sua utilização na região.

Os dados hidrogeológicos disponíveis sobre a região de Candiota são basicamente aqueles levantados pela CPRM em seu estudo “Projeto estudo da vulnerabilidade à contaminação dos mananciais subterrâneos da extração do carvão mineral” (Machado; Peruffo; Lima, 1984). Nesse trabalho foram cadastrados 64 pontos de água, sendo 25 nascentes, 21 poços escavados, 01 poço tubular e 17 pontos de rio. Desses pontos, 43 foram identificados através de coordenadas e cotas. Essas amostras foram analisadas visando conhecer sua qualidade e correlação com o aquífero, bem como suas condições de potabilidade.

Os aquíferos encontrados na região estão associados ao embasamento cristalino, à formação Rio Bonito, e também ao aquífero de depósitos quaternários, conforme apresenta a Ilustração 5.15 – Mapa Hidrogeológico, constante no Volume 8.

O embasamento cristalino constitui um aquífero fraturado, onde as condições de acumulação e o regime de fluxo são regidos pelos grupos de fraturas. No caso da área do projeto, esse aquífero localiza-se na região afetada pela falha da Sotéia (leste da Bacia de Candiota). Nessa região o lençol freático concentra-se, preferencialmente, na interface solo – rocha onde o fraturamento da rocha mantém condições favoráveis para acumulação e fluxo da água subterrânea devido ao intemperismo das rochas granitóides. Essa condição é atestada pela descrição dos pontos de coleta da CPRM nesse aquífero serem descritos como poços escavados com profundidade entre 3,40 e 10,70 m.

Em profundidade o fraturamento tende a ser menos denso, estando a água subterrânea restrita a estruturas regionais (grandes fraturas associadas a falhamentos). Essa condição só pode ser confirmada pela execução de poços tubulares profundos, não existentes na região.

O embasamento cristalino apresenta posição topográfica elevada pela tectônica, o que faz com que a água subterrânea sofra uma descarga natural através de vertentes nas encostas, confluindo para os canais de drenagem. Esse comportamento pode ser observado no padrão radial de drenagem das encostas do embasamento, com nascentes transformando-se em pequenos córregos e afluentes do arroio Candiota e rio Jaguarão. A alimentação desse aquífero se dá também devido a sua condição topográfica e fica restrita à água da chuva.

A utilização da água subterrânea presente nessas áreas é basicamente o consumo humano e animal através de poços caseiros escavados.

A formação Rio Bonito representa o principal aquífero da região e onde se situa a área do empreendimento. É onde se concentram os estudos sobre água subterrânea. Esse aquífero, dependendo da fácies aflorante ou da cobertura pela formação Palermo, pode ser livre ou confinado.

5.3.4.1.2. Principais Aquíferos, Aquitardos e Aquicludes

A unidade hidrogeológica pertencente a área do empreendimento é o Sistema Aquífero Palermo/Rio Bonito que circunda a região alta das rochas do embasamento cristalino, cruzando o Estado desde Candiota até o leste em Santo Antônio da Patrulha. Suas litologias são representadas por arenitos finos a médios, cinza a esbranquiçados, intercalados com camadas de siltitos argilosos carbonosos de cor cinza-escuro. As capacidades específicas são em média inferiores a 0,5 m³/h/m. As salinidades variam entre 800 e 1.500/mg/L. Em grande profundidades as águas são salinas com sólidos totais dissolvidos superiores a 10.000 mg/L.

Em detalhe, o pacote sedimentar da formação Rio Bonito contém dois aquíferos bem distintos: o primeiro é representado pelos arenitos conglomeráticos porosos de origem flúvio deltaica existentes abaixo das camadas inferiores de carvão e é, sem dúvida, o que possui as melhores condições de acumulação e circulação de água subterrânea. Os dados mais completos relativos a esse aquífero foram obtidos por ensaios de bombeamento em poço tubular perfurado na região no EIA da usina termelétrica do Seival. Nesses testes obteve-se uma vazão de 17 m³/hora. Análises da água desse aquífero demonstraram especialmente altos teores de sulfatos, produto do ambiente redutor com presença de pirita. Esse aquífero é do tipo confinado, devido à baixa permeabilidade (10⁻⁶ a 10⁻⁷ cm/s) do pacote sedimentar sobreposto, confirmado pela surgência em piezômetros perfurados na área da UTE Seival, à exemplo. Os arenitos ocorrentes entre as camadas inferiores e o horizonte Candiota, apesar de grosseiros, são extremamente cimentados por

carbonatos, o que obstrui os poros da rocha, tornando-a improdutivo para água subterrânea.

O segundo aquífero presente na formação Rio Bonito é representado pelos arenitos finos localizados entre o topo do Banco Louco (BL) e o pacote pelítico superior. Esse aquífero é do tipo confinado na maior porção do bloco Seival, onde ocorrem as camadas do pacote superior, adquirindo condição livre nos vales cortados por drenagens. Nesses locais é tipicamente efluente, ou seja, cede água para a formação dos córregos da rede hídrica superficial.

No bloco Candiota, principalmente nas áreas em lavra ou mais favoráveis à exploração a céu aberto da camada Candiota, esse aquífero é livre, com grande área de exposição. Nesse caso, devido à topografia suave, há possibilidade de maior infiltração pluvial através das fraturas até atingir o BL que, por sua vez, comporta-se como uma barreira impermeabilizante e favorece a formação de nascentes e drenagens. A exploração desse aquífero é feita por poços escavados e cata-ventos em poços perfurados com profundidades que variam de 4 a 8 m, com captação d'água na interface basal do arenito e BL.

O topo da Formação Rio Bonito representado pelo pacote das camadas S3 a S7, o comportamento desse intervalo repete o do pacote pelítico carbonoso inferior, devido à similaridade litológica.

A formação Palermo não constitui um aquífero dado a sua composição predominantemente pelítica, funcionando como aquífero confinante da formação Rio Bonito. Eventuais lentes de arenito possuem pouca continuidade. Nessa formação ocorre somente o escoamento superficial e na interface solo-rocha, o que impede uma maior recarga dos aquíferos sotopostos.

A elaboração da superfície piezométrica do aquífero Rio Bonito realizado pela CPRM revelou que a superfície freática é controlada topograficamente, com linhas de fluxo convergentes para os mananciais superficiais e gradientes hidráulicos da ordem de 0,6 a 32 m/km, predominando a direção S/SW. Essa situação é válida para os aquíferos na condição livre. Já no caso de horizontes confinados, seu comportamento segue a atitude estrutural do pacote sedimentar, que apresentam mergulho regional no mesmo sentido.

A hidrogeologia do local do empreendimento corresponde àquela descrita para o Bloco Seival. Compõe-se pelo aquífero da formação Palermo, com espessura da ordem de 35 m e pacote pelítico de topo da formação Rio Bonito, cujas permeabilidades, baseadas em ensaios já executados nessas litologias em outras áreas e pela composição pelítica, situa-se entre 10^{-6} e 10^{-7} cm/s. O aquífero mais próximo situa-se a aproximadamente 50 m da superfície, sendo formado por arenitos médios porosos (espessura entre 2 e 3 m). Sua pequena espessura, aliada à presença de rochas impermeáveis na cobertura, o torna um aquífero de pouca expressão. Outro fator é que a presença de camadas de carvão com pirita acima e abaixo desse horizonte confere à água altos teores de sulfatos e pH ácido, tornando-a imprópria para o consumo humano.

Após o pacote de arenitos segue-se o horizonte Candiota que, juntamente com os arenitos grosseiros com cimento carbonático e pacote pelítico inferior, constitui outro aquífero.

Abaixo do pacote já descrito aparecem os arenitos flúvio-deltáicos porosos, que constituem o principal aquífero presente na região. Esse horizonte, que possui regionalmente espessuras da ordem de 30 metros, apresenta bom potencial como aquífero produtor. Suas áreas de recarga situam-se nas zonas de afloramento

localizadas nas bordas da bacia de Candiota, com distâncias não inferiores a 10 km da área do empreendimento.

Assim, pode-se afirmar que a região do empreendimento não apresenta bom potencial para a ocorrência de água subterrânea, e que na área específica de implantação da futura usina não há ocorrência de aquíferos vulneráveis. Predomina na área o escoamento superficial das águas da chuva no contato entre o solo-rocha impermeável e esse fluxo obedece ao modelado do terreno, dirigindo-se para os cursos de água presentes na área.

Quanto a hidrogeologia da área prevista para as futuras barragens é governada pelas unidades geológicas sedimentares presentes no local. O pacote de sedimentos aluvionares do rio Jaguarão, por ter como áreas fontes as litologias pelíticas das formações Palermo e Estrada Nova, apresenta uma composição predominantemente argilosa, com raros níveis centimétricos de areia fina. O topo do lençol freático desse depósito situa-se a profundidades inferiores a 1,0 m, sendo o fluxo do mesmo em direção ao canal do rio onde se dá sua descarga.

A formação Estrada Nova, de composição siltico-argilosa, apresenta comportamento de aquíclode e aquícardo, não possuindo condições de armazenar e transmitir água subterrânea.

5.3.4.1.3. Química da água subterrânea

Na AID e ADA a amostragem de água subterrânea foi realizada em 11 (onze) piezômetros, denominados PZS 01, PZD 02, PZD 03, PZD 07, PZD 08, PZD 09. Os piezômetros denominados com a letra “D” foram instalados separadamente, em duas profundidades; os rasos (R) têm 6,0 m e os profundos (P), 12 metros de profundidade. Os piezômetros denominados com a letra “S” são simples, não duplos.

A coleta foi realizada em julho de 2013 e março de 2014, esgotando-se os poços e, 24h depois, realizada a coleta com bomba apropriada. O acondicionamento, transporte e a análise das amostras foram realizados segundo o *Standard Methods*, 2005. Os Laudos de Análise com os resultados das mostragens estão apresentados no Anexo 5.4 – Laudos de Análises de Água Superficial e Subterrânea.

Os métodos e limites de detecção estão apresentados no Item 5.3.5.3 - Qualidade das águas superficiais.

Quadro 5.13 - Pontos de coleta para análise de parâmetros de qualidade de água sub-superficial na sub-bacia do rio Jaguarão.

Pontos de Coleta	Localização	Coordenadas (SIRGAS)	
		Norte	Leste
PZS 01	Arroio Jaguarão junto à BR 293	234.856	6.523.118
PZD 02	Sanga do Bueiro, a montante da futura Barragem J1	238.469	6.518.075
PZD 03	Arroio Jaguarão, junto à rodovia, no eixo da futura Barragem J1	234.991	6.517.380
PZD 07	Arroio formador da futura Barragem J1, junto à estrada de ferro abandonada	231.258	6.518.100
PZD 08	Arroio Jaguarão, junto ao eixo da futura Barragem J2	213.382	6.512.637
PZS 09	Nascente da Sanga do Bueiro	241.049	6.512.359
PM 01B	No local da UTE Pampa Sul	235.881	6.516.903
PM 02B	No local da UTE Pampa Sul	235.671	6.517.136

Pontos de Coleta	Localização	Coordenadas (SIRGAS)	
		Norte	Leste
PM 03B	No local da UTE Pampa Sul	236.327	6.517.172
PM 04B	No local da UTE Pampa Sul	235.603	6.516.580
PM 05B	No local da UTE Pampa Sul	236.273	6.516.536

O Quadro 5.13 apresenta a localização e as coordenadas de cada ponto. Na Ilustração 5.15 - Mapa Hidrogeológico, são apresentadas as localizações dos piezômetros, além do site da usina (PZ) e poços de monitoramento no local da usina (PM B).

a) Características estéticas

Do ponto de vista de aspectos estéticos da água subterrânea, o teor de sólidos suspensos aponta água de Classe 1 em 12 das quatorze amostras Quadros 5.14 e 5.15. Apesar de se preconizar que a água sub-superficial ou subterrânea seja água classe especial, a heterogeneidade dos aquíferos nem sempre confirma o desejo ambiental.

Como não há menção sobre o parâmetro Sólidos Suspensos na Resolução CONAMA nº 396/2008, foram levados em conta os parâmetros dispostos na Resolução CONAMA nº 357/2007 para posterior classificação da qualidade d'água.

Quadro 5.14 - Variação espacial de parâmetros de qualidade da água sub-superficial. Sub-bacia do rio Jaguarão - Amostragem de 02/07/2013.

Parâmetro	Unidade	PZS1	PZD2R	PZD2P	PZD3R	PZD3P	PZD7R	PZD7P	PZD8R	PZD8P	PZS9
S. Suspensos	mg/L	31	2,5	2,5	2,5	0,25	2,5	2,5	51	2,5	19

Quadro 5.15 - Variação espacial de parâmetros de qualidade da água sub-superficial. Sub-bacia do rio Jaguarão - Amostragem de 02/07/2013.

Parâmetro	Unidade	PM 01B	PM 02B	PM 03B	PM 04B	PM 05B
Sólidos Suspensos	mg/L	NA	161	2972	2,5	NA

Os dados coletados de todos os parâmetros mostram intensa variabilidade na qualidade da água subterrânea. Por isso, deve-se classificá-la como água de classe 2 da Resolução do CONAMA nº 357/2007, uma vez que as águas subterrâneas não estão ainda enquadradas para estes parâmetros.

b) Características orgânicas

Normalmente águas subterrâneas confinadas, mas de superfície livre, não possuem Oxigênio Dissolvido. São ricas em CO₂, NH₃, H₂S, etc. A matéria orgânica, se existir, estará na forma reduzida.

No entanto, ao entrar em contato com a atmosfera, essas águas se saturam de OD. Pequena parte desse oxigênio é para oxidar ferro, nitritos, sulfetos, amônia, etc. Segundo a literatura, não mais que 20% do OD serão utilizados no equilíbrio da pressão com a atmosfera. Portanto, o teor de OD se aproximará de 80% do valor da saturação para a temperatura da época da amostragem, na armazenagem das amostras antes da análise em laboratório.

Quadro 5.16 - Variação espacial de parâmetros de qualidade da água sub-superficial. Sub-bacia do rio Jaguarão - Amostragem de 02/07/2013.

Parâmetro	Unidade	PZS1	PZD2R	PZD2P	PZD3R	PZD3P	PZD7R	PZD7P	PZD8R	PZD8P	PZS9
Temperatura	°C	16	17	15	17	18	18	19	17	18	17
DQO	mg/L O ₂	5	2,5	2,5	2,5	9	2,5	2,5	19	2,5	2,5
Fenóis C ₆ H ₅ OH	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,003	ND	ND	ND
Nitrogênio Total	mg/L N	0,05	0,05	0,14	0,16	0,05	0,18	0,24	0,05	0,24	0,18

ND - Não Detectado.

Quadro 5.17 - Variação espacial de parâmetros de qualidade da água sub-superficial. Sub-bacia do rio Jaguarão - Amostragem de 02/07/2013.

Parâmetro	Unidade	PM 01B	PM 02B	PM 03B	PM 04B	PM 05B
Temperatura	°C	20	19	19	19	19
DQO	mg/L O ₂	32	2,5	27	2,5	53
Fenóis C ₆ H ₅ OH	mg/L	ND	ND	0,027	ND	ND
Nitrogênio Total	mg/L N	1,59	0,05	1,19	0,05	2,64

O teor de Demanda Química de Oxigênio - DQO está muito relacionado à oxidação da matéria inorgânica não atendida pelo OD Na literatura é mencionado valores naturais de DQO menores que 30 mg/L para o equilíbrio das espécies aquáticas. Em águas sub-superficiais sem fontes apreciáveis de contaminação antropogênica a DQO representa o teor de carbono orgânico dissolvido. Nas amostragens nenhum valor de DQO excedeu o valor aconselhável de 30 mg/L. Também não foram detectados compostos fenólicos que poderiam provir da lixívia de alguns bota-fora com rejeitos de carvão. A razão DQO/Nitrogênio total é suficiente para manter vida aquática.

Os teores de fenóis nos pontos PZD7P e PM 03B não atendem os valores máximos permitidos para os usos preponderantes da água de acordo com a Resolução CONAMA n° 396/2008.

Os demais parâmetros analisados para a caracterização orgânica foram analisadas perante o estabelecido na Resolução CONAMA n° 357/2007.

A amostragem foi executada em julho 2013, por isso as temperaturas amenas.

c) Características de agressividade natural

As águas sub-superficiais, ainda que de aquífero livre como as amostras designadas P, deveriam ter um potencial redox negativo. No entanto, pelo novo equilíbrio iônico, as águas apresentam potencial redox positivo, o que indica águas já oxidadas. Os dados são apresentados nos Quadros 5.18 e 5.19.

Quadro 5.18 - Variação espacial de parâmetros de qualidade da água sub-superficial. Sub-bacia do rio Jaguarão - Amostragem de 02/07/2013.

Parâmetro	Unidade	PZS1	PZD2R	PZD2P	PZD3R	PZD3P	PZD7R	PZD7P	PZD8R	PZD8P	PZS9
pH		7,3	7,2	7,6	7,3	8,0	7,1	8,1	6,4	7,3	7,0
Acidez	mg/L CaCO ₃	12	19	5,6	9,2	2,5	25,3	2,5	124	2,5	11,4
P. Redox	mV	247	242	248	172	142	203	226	227	197	209
Dureza	mg/L CaCO ₃	187	169	153	127	86	369	196	936	180	119

Parâmetro	Unidade	PZS1	PZD2R	PZD2P	PZD3R	PZD3P	PZD7R	PZD7P	PZD8R	PZD8P	PZS9
S T. Dissolvidos	mg/L	311	462	392	160	267	709	871	2464	2097	222
Alcalinidade. Total	mg/L CaCO ₃	200	218	50	141	181	413	386	219	143	145

Os valores de acidez são bastante variáveis em função do desequilíbrio do CO₂ no momento da coleta e da oxidação de compostos reduzidos. Por outro lado, bons valores de alcalinidade mostram a capacidade de tamponamento das águas amostradas.

A acidez total variou entre 2,5 mg/L e 124 mg/L. A alcalinidade variou entre 50 mg/L em PZD2P e 420 mg/L, em PM 01B.

Quadro 5.19 - Variação espacial de parâmetros de qualidade da água sub-superficial. Sub-bacia do rio Jaguarão - Amostragem de 02/07/2013.

Parâmetro	Unidade	PM 01B	PM 02B	PM 03B	PM 04B	PM 05B
pH		6,7	6,9	7,69	6,9	6,9
Acidez	mg/L CaCO ₃	16	31	27	389	42
P. Redox	mV	165	197	196	173	216
Dureza	mg/L CaCO ₃	352	419	268	245	266
S. T. Dissolvidos	mg/L	502	662	566	332	NA
Alcalin. Total	mg/L CaCO ₃	420	377	413	338	343

Os valores de pH ficaram na faixa 6,4 a 8,1, na faixa de valores de águas classe 2.

A dureza das águas superficiais regionais é amplificada pela dureza das águas subterrâneas coletadas, cujas concentrações variaram entre 86 e 936 mg/L.

Os pontos PZD8R, PZD8P e PZS9 apresentam teores de Sólidos Dissolvidos Totais acima dos Valores Máximos Permitidos - VMP's, por erro de amostragem e assim, não atendem os usos preponderantes da água na Resolução do CONAMA n° 396/2008.

Os demais parâmetros da caracterização de agressividade natural da água foram analisados e classificados frente ao disposto na Resolução CONAMA 357/2007.

d) Características iônicas

Sulfatos são traçadores da contribuição subterrânea de lixívia do carvão e rejeitos. Os teores de sulfatos tiveram variação entre 13,4 e 635 mg/L. Na amostra PZD8P, há um valor anômalo de sulfato, pois a condutividade é bastante expressiva. Três das quinze amostras ficaram dentro do padrão de classe 2 para sulfatos (Quadros 5.20 e 5.21).

Quadro 5.20 - Variação espacial de parâmetros de qualidade da água sub-superficial. Sub-bacia do rio Jaguarão - Amostragem de 02/07/2013.

Parâmetro	Unidade	PZS1	PZD2R	PZD2P	PZD3R	PZD3P	PZD7R	PZD7P	PZD8R	PZD8P	PZS9
Condutividade	µmho/cm	473	821	701	289	492	1272	1203	3577	3778	334
Sulfatos	mg/L SO ₄ ⁻	13,7	118	34	9,6	563	244	298	5	635	2,5

Quadro 5.21 - Variação espacial de parâmetros de qualidade da água sub-superficial. Sub-bacia do rio Jaguarão - Amostragem de 02/07/2013.

Parâmetro	Unidade	PM 01B	PM 02B	PM 03B	PM 04B	PM 05B
Condutividade	µmho/cm	1004	1258	944	803	912
Sulfatos	mg/L SO ₄ ⁻	NA	70	13,4	149	45

A condutividade expressa a maior ou menor presença de íons condutores numa amostra de água. Não há padrão para este parâmetro. No entanto, pode-se comparar as águas amostradas com a água do Guaíba distribuída pelo DMAE após tratamento, com condutividade em torno de 70 µmho/cm. Todas as amostras tiveram condutividades maiores que esse valor.

As amostras nos pontos PZD3P, PZD7P e PZD8P apresentam concentrações de sulfatos que excedem o VMP estabelecido para o uso preponderante de consumo humano d'água. Os demais enquadram-se para usos preponderantes de dessedentação de animais, irrigação e recreação, segundo o proposto na Resolução do CONAMA n° 396/2008.

e) Características de nutrientes

Nos Quadros 5.22 e 5.23 abaixo são apresentados dados do potencial de nutrição das águas sub-superficiais da região do empreendimento.

Juntamente com os sais basais, há necessidade de micronutrientes no equilíbrio dos ecossistemas aquáticos (Quadros 5.22 e 5.23).

Considerando-se que serão construídas duas barragens de abastecimento da UTE Pampa Sul, fósforo normalmente é o nutriente limitante nestes ambientes construídos. As concentrações de fósforo total variaram de 0,01 mg/L a 0,72mg/L. Para um padrão de classe 2 de 0,1 mg/L, sete amostras em quinze, ultrapassaram aquele padrão, notadamente nos ponto PM's. A média de fósforo total nos PZ é de 0,083 mg/L ao passo que nos PM's, a média é de 0,384 mg/L, quatro vezes maior.

Quadro 5.22 - Variação espacial de parâmetros de qualidade da água sub-superficial. Sub-bacia do rio Jaguarão - Amostragem de 02/07/2013.

Parâmetro	Unidade	PZS1	PZD2R	PZD2P	PZD3R	PZD3P	PZD7R	PZD7P	PZD8R	PZD8P	PZS9
Nitrato	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,38	0,49	0,43	0,87	0,15
Nitrito	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
N.Amoniacal	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,16	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
P. Total	mg/L	0,05	0,01	0,01	0,01	0,07	0,35	0,22	0,09	0,01	0,01
P. Dissolvido	mg/L	0,06	0,01	0,09	0,02	0,08	0,29	0,19	0,08	0,02	0,01

Nitrogênio amoniacal, cujo padrão é 0,1 mg/L para as águas superficiais regionais, teve duas amostras PM's acima desse teor.

Quadro 5.23 - Variação espacial de parâmetros de qualidade da água sub-superficial. Sub-bacia do rio Jaguarão - Amostragem de 02/07/2013.

Parâmetro	Unidade	PM 01B	PM 02B	PM 03B	PM 04B	PM 05B
Nitrato	mg/L	1,46	0,39	0,15	0,34	0,15
Nitrito	mg/L	0,01	0,01	0,028	0,01	0,021
N. Amoniacal	mg/L	0,05	0,05	0,2	0,05	0,3
P. Total	mg/L	0,37	0,17	0,35	0,72	0,31
P. Dissolvido	mg/L	0,07	0,08	0,52	0,01	0,16

Nitritos e nitratos tiveram valores bastante baixos, espelhando a condição redutora da água sub-superficial amostrada e se enquadram nas diferentes classes de usos preponderantes da Resolução CONAMA n° 396/2008.

Os demais parâmetros de características dos nutrientes foram analisados frente as disposição da Resolução do CONAMA n° 357/2007.

f) *Características de metais traços*

Metais são caracterizados nos Quadros 5.24 e 5.25 subsequentes. O padrão ambiental de 0,3 mg/L de ferro total na Resolução CONAMA n° 357/2007 é excedido em 56% das amostras, pela litologia local. Já para 9 das 15 amostras o VMP de ferro total, disposto segundo a resolução 396/2008 não é atendido. O manganês acompanha a distribuição temporal e espacial do ferro total.

Foram encontrados valores tão altos de ferro quanto 40 mg/L, mostrando a contaminação da amostra no momento da amostragem.

Quadro 5.24 - Variação espacial de parâmetros de qualidade de água sub-superficial. Sub-bacia do rio Jaguarão - Amostragem de 02/07/2013.

Parâmetro	Unidade	PZS1	PZD2R	PZD2P	PZD3R	PZD3P	PZD7R	PZD7P	PZD8R	PZD8P	PZS9
Alumínio	mg/L Al	0,044	0,386	0,033	0,196	0,170	0,230	0,196	1,25	0,261	0,169
Chumbo	mg/L Pb	0,002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,007	ND	ND
Cobre	mg/L Cu	ND	ND	ND	ND	0,001	0,002	0,005	0,002	0,002	ND
Cádmio	mg/L Cd	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ferro Bivalente	mg/L Fe ⁺⁺	0,025	0,11	0,05	0,05	0,05	0,025	0,05	0,025	0,06	0,025
Ferro Total	mg/L Fe	0,069	0,501	1,02	0,283	0,216	0,33	0,274	3,022	0,412	0,194
Manganês	mg/L Mn	0,023	0,091	0,22	0,024	0,095	0,530	0,096	0,081	0,081	0,120
Mercúrio	mg/L Hg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Zinco	mg/L Zn	0,002	0,026	0,002	0,001	0,010	0,003	0,002	0,01	0,010	0,011

O limite de classe 2 de alumínio foi suplantado em 80% das amostras. As altas concentrações de alumínio podem prejudicar a produção da fruticultura em sistemas de irrigação, segundo a Resolução CONAMA n° 357/2007.

Quadro 5.25 - Variação espacial de parâmetros de qualidade de água sub-superficial. Sub-bacia do rio Jaguarão - Amostragem de 02/07/2013.

Parâmetro	Unidade	PM 01B	PM 02B	PM 03B	PM 04B	PM 05B
Alumínio	mg/L Al	2,88	1,404	19,4	0,012	15,778
Chumbo	mg/L Pb	0,005	0,028	0,104	ND	0,135
Cobre	mg/L Cu	0,007	0,005	0,04	ND	0,046
Cádmio	mg/L Cd	ND	ND	ND	ND	ND
Ferro Bivalente	mg/L Fe ⁺⁺	0,025	0,025	0,025	0,025	0,2
Ferro Total	mg/L Fe	4,917	3,062	40,26	0,080	24,468
Manganês	mg/L Mn	0,947	0,554	1,63	0,055	3,93
Mercúrio	mg/L Hg	ND	ND	ND	ND	ND
Zinco	mg/L Zn	0,037	0,003	0,143	0,005	0,099

Os pontos PZS1, PZD2P, PZD3R, PZD3P, PZD07P, PZS9 e PM04B enquadram-se nos usos preponderantes de consumo humano e recreação para o parâmetro de alumínio na água. Os pontos PM 03B e PM 05B não atendem a

nenhum VMP estabelecido para os usos preponderantes e os demais pontos PZD2R, PZD7R, PZD8R, PZD8P, PM 01B e PM 02B, não atendem as classes de VMP's para o uso preponderante de consumo humano e o uso de recreação, porém atendem os valores aceitáveis para as atividades de dessedentação de animais e irrigação dispostos na Resolução CONAMA 396/2008.

Cádmio e mercúrio não foram detectados. O limite de VMP para cobre é de 2,00 mg/L. Nenhuma amostra excedeu esse valor. Quanto ao chumbo, o VMP é de 0,010 mg/L: três amostras, PM 02B, PM 03B e PM 05B, excederam o valor máximo permissível para consumo humano. Zinco é um importante metal na dieta animal tendo um VMP de 5 mg/L. Todas as amostras apresentaram conformidade. Segundo Resolução CONAMA n° 396/2008

g) *Conclusão*

Constata-se que há uma grande variabilidade na qualidade das águas sub-superficiais regionais. A análise através da classificação ambiental da Resolução do CONAMA n° 357/2007 e pela classificação segundo disposto na Resolução CONAMA n° 396/2008, apontam que para determinados parâmetros, as águas subsuperficiais amostradas não podem ser empregadas para usos preponderantes tais como: consumo humano, dessedentação de animais, recreação de contato primário e manutenção da vida aquática, sem o adequado pré-tratamento.

Os teores amostrados de alguns metais tais como chumbo, cobre, ferro total, manganês e alumínio não são indicados para atividades de piscicultura.

5.3.4.1.4. *Potenciais fontes de recarga e descarga*

Os aquíferos encontrados na região do empreendimento são o embasamento cristalino, a formação Rio Bonito e os depósitos quaternários.

As potenciais fontes de recarga dos aquíferos estão indicadas na Ilustração 5.15 – Mapa Hidrogeológico, onde pode-se destacar:

a) *Embasamento cristalino*

O Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II, segundo CPRM (2005), compreende basicamente as áreas correspondentes aos limites do embasamento cristalino. Compreende as rochas graníticas e gnáissicas, localmente afetadas por fraturamentos e pelas falhas condicionantes tectônicas regionais. Geralmente apresentam capacidades específicas inferiores a 0,5 m³/h/m, podendo ocorrer também poços secos. As salinidades nas áreas não cobertas por sedimentos de origem marinha são inferiores a 300 mg/L. Alguns poços que alcançam níveis graníticos, podem apresentar-se ricos em flúor.

Para a área este aquífero constitui-se como fraturado, onde as áreas de recarga estão localizadas na interfície dos níveis sobrepostos por e rocha intemperizada que percolam pelas fraturas. A descarga ocorre naturalmente pelas vertentes localizadas, nas encostas em áreas com topografia mais baixa.

b) *Formação Rio Bonito*

A formação Rio Bonito é parte do Sistema Aquífero Palermo/Rio Bonito. Tal sistema circunda a região alta das rochas do embasamento cristalino. Por

apresentar litologias cujas granulometrias variam de finas a médias e intercalam-se a camadas de siltitos argilosos, carbonosos, conferindo-lhes níveis impermeáveis e capacidades específicas inferiores a $0,5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$.

Essa formação apresenta dois aquíferos distintos. O primeiro é representado pelos arenitos conglomeráticos porosos que ocorrem abaixo das camadas inferiores de carvão, sendo o que apresenta melhores condições de aproveitamento. É um aquífero confinado pelas camadas sedimentares sobrepostas. Sua recarga se dá através das fraturas associadas ao regime estrutural de falhas, imposto a região. A descarga desse aquífero, mesmo com baixa capacidade de transmissão se dá de forma lenta e gradual, por entre os espaços intersticiais presentes no reservatório ocorrendo o acúmulo de fluídos.

O segundo aquífero é representado pelos arenitos finos localizados entre o topo do Banco Loco (BL) e o pacote pelítico superior. É um aquífero do tipo confinado na sua maior porção onde ocorrem as camadas do pacote superior, adquirindo condição de livre nos vales cortados por drenagens, onde ocorrem as descargas e afloram. As zonas de recargas desse aquífero são representadas pelos horizontes intemperizados, sobrepostos ou por linhas de falha, essas secundariamente.

c) *Depósitos quaternários*

Os depósitos quaternários (aluvionares) presentes na região do empreendimento contém um aquífero composto predominantemente por argilas, com raros níveis centimétricos de areia fina. A recarga desse tipo de aquífero na região ocorre nas zonas de contato com o embasamento cristalino ou as demais formações geológicas (Palermo e Rio Bonito) além da infiltração pluvial. A descarga se dá nos aquíferos do embasamento ou formações rio Bonito/Palermo, quando sotopostas e com presença de falhas ou espaços intersticiais que permitam uma transmissividade insignificante.

5.3.4.1.5. *Necessidade de poços artesianos*

Conforme exposto no Capítulo 4 Caracterização do Empreendimento, item 4.4.3.3 Sistema de Captação e Tratamento de Água, toda a água a ser utilizada no empreendimento será suprida pelas barragens Jaguarão 1 e Jaguarão 2 a ser implantadas no rio Jaguarão. Referidas barragens detém outorga preventiva emitida pelo órgão estadual competente - Departamento de Recursos Hídricos (DRH) - vinculado à Secretaria Estadual de Meio Ambiente. Portanto, não se faz necessária a instalação de poços tubulares para a captação de águas para o projeto.

5.3.4.1.6. *Potenciais de recarga de aquíferos quaternários*

O aquífero formado pelos sedimentos inconsolidados é livre, com o nível piezométrico próximo à superfície (abaixo de 1 m), com áreas muitas vezes inundadas pelos canais de drenagem e lavouras de arroz. Em determinados períodos do ano, onde imperam a seca e a estiagem, se faz intermitente a presença de água.

Os ensaios executados nas áreas das barragens, conforme Anexo 5.5 - Ensaio de Permeabilidade, revelaram um solo com matriz siltico-argilosa, com um valor de condutividade hidráulica da ordem de $1,0 \times 10^{-6} \text{ m/s}$. Para a areia média e

final, foi considerado o valor de $1,0 \times 10^{-5}$ m/s, valores estimados a partir de ensaios de bombeamento feitos em campo.

O potencial de recarga do aquífero é baixa, devido a sua baixa permeabilidade. No Quadro 5.26, estão relacionados os coeficientes de permeabilidade (k) encontrados para ensaios de permeabilidades realizados durante as sondagens investigativas que deram origem aos pontos de monitoramento (PM's B).

Quadro 5.26 - Relação dos Coeficientes de Permeabilidade (k) tomados no terreno da UTE Pampa Sul.

Ponto	Etapas	Trechos (m)	K (cm/s)	K (m/s)
PM-01	Etapa 1	2 a 4	$6,19 \times 10^{-6}$	$6,19 \times 10^{-8}$
	Etapa 2	4,4 a 6	$4,68 \times 10^{-5}$	$4,68 \times 10^{-7}$
	Etapa 3	6 a 8	$1,6 \times 10^{-5}$	$1,6 \times 10^{-7}$
PM-02	Etapa 1	2,3 a 6,2	$2,34 \times 10^{-4}$	$2,34 \times 10^{-6}$
PM-03	Etapa 1	2 a 4	$1,63 \times 10^{-5}$	$1,63 \times 10^{-7}$
	Etapa 2	4 a 6	$1,23 \times 10^{-4}$	$1,23 \times 10^{-6}$
PM-04	Etapa 1	2 a 4	$7,42 \times 10^{-4}$	$7,42 \times 10^{-6}$
	Etapa 2	4 a 6	$7,75 \times 10^{-6}$	$7,75 \times 10^{-8}$
	Etapa 3	6 a 8	$1,4 \times 10^{-5}$	$1,4 \times 10^{-7}$
PM-05	Etapa 1	2 a 4	9×10^{-5}	9×10^{-7}
	Etapa 2	4 a 6	$3,9 \times 10^{-5}$	$3,9 \times 10^{-7}$
	Etapa 3	6 a 8	$8,65 \times 10^{-4}$	$8,65 \times 10^{-6}$

5.3.4.1.7. Potencial de conexão hidráulica entre deposições subterrâneas de materiais ou rejeitos e aquíferos

Conforme exposto no Volume 1, Capítulo 4, item 4 - Caracterização do Empreendimento, os resíduos que serão acondicionados nas cavas de mineração de carvão são a cinza e o gesso. As cinzas serão depositadas na Malha IV - Zona Norte da Mina de Candiota, nos espaços vazios existentes nos intercones, permanecendo confinadas no interior destes.

Essa prática vem sendo adotada no Estado do Rio Grande do Sul nas diversas áreas de exploração de carvão, para melhor acondicionar o material gerado na usina e conformar o uso futuro da cava, anteriormente previsto em estudos como Plano de Controle Ambiental - PCA da mina de Candiota.

Na queima do carvão são gerados dois tipos de cinza, a leve e a pesada. A cinza leve é constituída basicamente de partículas volantes de sílica e são 80% do total das cinzas a serem depositadas junto a cava da mina de Candiota. Os 20% restantes são de cinzas pesadas, formadas por partículas mais grosseiras, como resultado da queima incompleta do carvão.

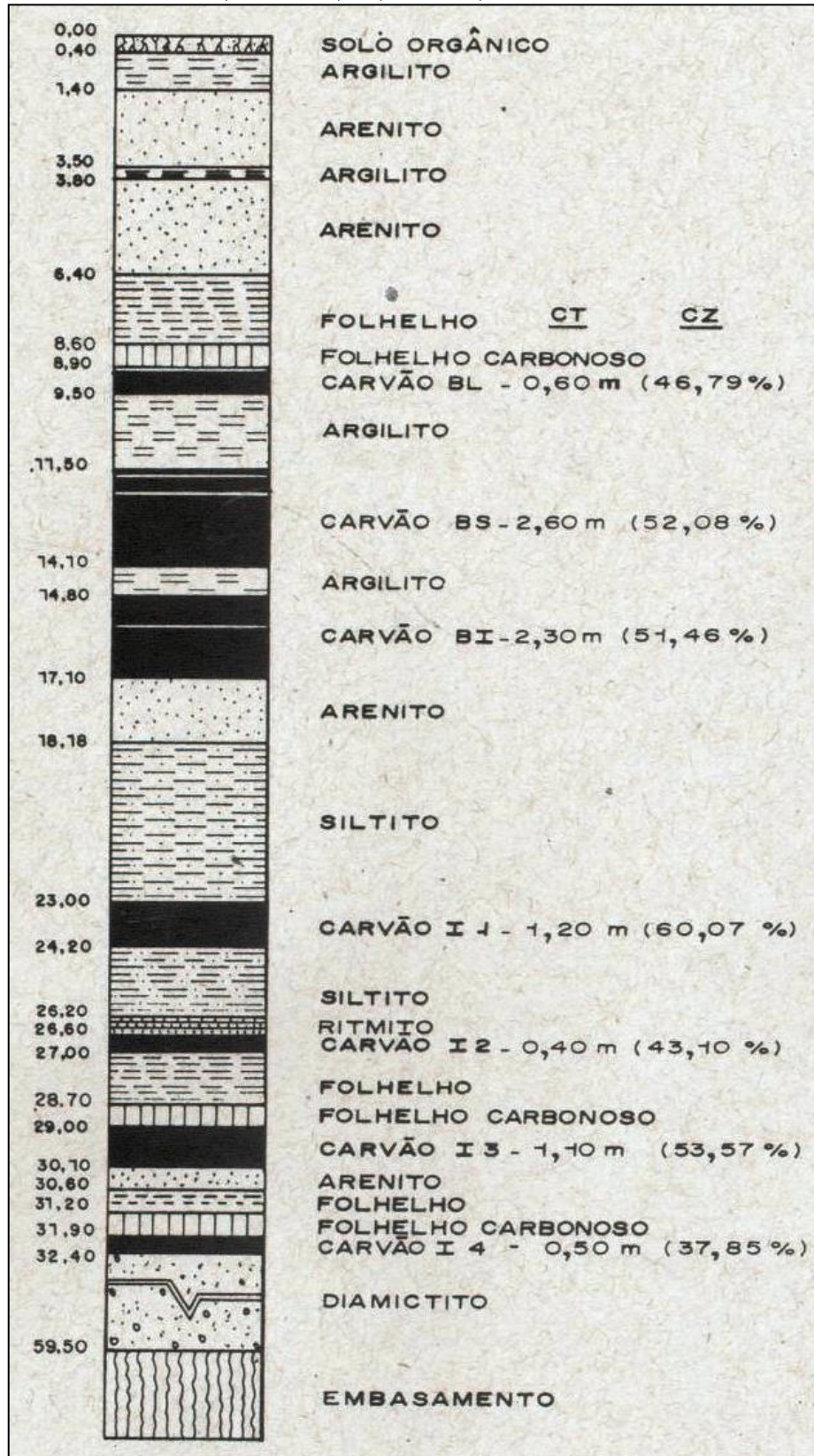
Com a deposição do material, será associada à sua cobertura um nível de 1,5 m de altura de estéril e posterior deposição de solo orgânico, culminando na menor exposição dos depósitos de cinzas às ações intempéricas.

As cinzas compactadas e confinadas no interior da cava não oferecem o menor risco de sofrerem erosão, pois os depósitos são localizados nos cortes internos da mina em regiões de topografia plana.

O piso da cava da mina de Candiota, onde serão depositados os cones de estéril e as cinzas, encontra-se atualmente nas cotas abaixo do nível carbonoso explotável da Formação Rio Bonito, sendo constituído basicamente por litologias de

granulometrias muito finas, siltosas ou argilosas. A Figura 5.17 apresenta o perfil geológico médio das camadas presentes na malha IV - zona norte da Mina de Candiota.

Figura 5.17 - Perfil geológico médio obtido junto ao PCA da Mina de Candiota - Malha IV, setores A, B1, C1 e C3, 1992.



Por tanto, os níveis inferiores com camadas siltico-argilosas apresentam níveis de baixa condutividade hidráulica cujo coeficiente de permeabilidade varia de 10^{-6} a 10^{-8} m/s.

Estes valores são referentes às menores porosidades, típicas de materiais impermeabilizantes como as argilas. Isto representa que o fundo das cavas de lavra (áreas onde já foram exploradas as camadas de carvão) apresentam um confinamento natural e que não permite a conexão entre as cinzas dispostas sobre as áreas previstas para deposição e o aquífero sotoposto.

5.3.4.1.8. Caracterização das formações escolhidas para deposição subterrânea de materiais ou rejeitos

A deposição dos materiais gerados da queima de carvão na usina durante sua operação se dará no interior da cava de mineração da Malha IV - Zona Norte da Mina de Cadiota, conforme descrito no Item 5.3.4.1.7 - Potencial de conexão hidráulica entre deposições subterrâneas de materiais ou rejeitos e aquíferos, entre depósito e materiais.

A porção inferior da formação Rio Bonito, abaixo do nível carbonoso explorável corresponde ao piso da cava de mineração onde estão previstas as atividades de deposição das cinzas, preenchendo os espaços vazios existentes nos intercones e que promovem a clausura das cinzas no interior destes.

As características litológicas referentes ao piso da cava correspondem aos sedimentos consolidados da fração de siltos e argilitos inferiores ao nível carbonoso explorável da formação Rio Bonito. Esse material apresenta características impermeabilizantes, sendo compatíveis para a utilização na contenção das cinzas e dos resíduos líquidos gerados da mistura das águas pluviais, com esse material. A mistura permanecerá enclausurada no interior da cava, pois o coeficiente de permeabilidade do terreno atinge a ordem de 1×10^{-6} a 1×10^{-8} e oferece uma barreira natural impermeabilizante.

Com o baixo grau de permeabilidade do terreno o regime de fluxo hidráulico na cava de mineração onde serão realizadas as deposições das cinzas é praticamente nulo ou insignificante, permanecendo o escoamento das águas superficiais pluviais, barradas na superfície do piso da cava de mineração.

A capacidade específica conhecida para o Sistema Aquífero Palermo/Rio Bonito, onde se localiza a Mina de Cadiota são inferiores a $0,5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$, sendo considerado um aquífero com média a baixa possibilidade para águas subterrâneas em rochas e sedimentos com porosidades intergranulares.

Na região, ocorrem Aquíferos Permianos que intercalam-se ao Sistema Aquífero Palermo/Rio Bonito e apresenta poços com vazões muito baixas ou secos. As capacidades específicas são geralmente inferiores a $0,1 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$, condicionados principalmente pelas estruturas atuantes regionais. Tratam-se de modo geral de aquíferos limitados, de baixa possibilidade para águas subterrâneas em rochas com porosidade intergranular ou por fraturas.

São reconhecidas ainda na porção nordeste da região Aquíferos Eo-Paleozóicos, de porosidade muito baixa ocasionada pela cimentação ferruginosa, calcítica e silicosa que praticamente impermeabilizam a rocha resultando em vazões insignificantes para o fluxo subterrâneo.

Deve-se levar em conta ainda que as cinzas enclausuradas não oferecem o menor risco de serem erodidas, pois os depósitos estarão localizados nos cortes internos da mina, em regiões de topografia plana, confinados por todos os lados.

5.3.4.1.9. Localização das principais instalações

As instalações para o empreendimento se situa numa região onde interagem pelos menos três sistemas hidrogeológicos distintos. O empreendimento repousa e sua maioria sobre o Sistema Aquífero Palermo/Rio Bonito, havendo interações subsuperficiais com os Aqüitardos Permianos e Aqüicludes Eo-Paleozóicos. Na Ilustração 5.15 - Mapa Hidrogeológico, se pode visualizar a disposição do empreendimento na sua totalidade e a distribuição das formações hidrogeológicas envolvidas para empreendimento.

A seguir estão relacionadas as principais estruturas do empreendimento e sua associação hidrogeológica correspondente:

- UTE Pampa Sul: Sistema Aquífero Palermo/Rio Bonito;
- Estação de Tratamento de Efluentes - ETE: Sistema Aquífero Palermo/Rio Bonito;
- Barragem Jaguarão 1: Sistema Aquífero Palermo/Rio Bonito e aquíferos quaternários;
- Barragem Jaguarão 2: Aqüitardos Permianos, Sistema Aquífero Palermo/Rio Bonito;
- Linha de efluente tratado para Jaguarão 1: Sistema Aquífero Palermo/Rio Bonito e aquíferos quaternários;
- Linha de adução Jaguarão 2: Aqüitardos Permianos, Sistema Aquífero Palermo/Rio Bonito e aquíferos quaternários;
- Mina Candiota: Sistema Aquífero Palermo/Rio Bonito;
- Depósito de cinzas e gesso: Sistema Aquífero Palermo/Rio Bonito;
- Linha de Conexão: Aqüitardos Permianos, Sistema Aquífero Palermo/Rio Bonito e aquíferos quaternários.

Para o site da UTE Pampa Sul foram realizados ensaios de permeabilidade nos pontos referentes aos poços de monitoramento (PM-01B ao PM-05B). O estudo pode ser contemplado no item 5.3.4.1.9 (a) - Ensaios de Permeabilidade, a seguir, contendo todos os resultados de modo a prover informações geológicas de suporte.

a) Ensaios de permeabilidade

A permeabilidade é a propriedade que o solo apresenta de permitir o escoamento da água através dele, sendo o grau de permeabilidade expresso numericamente pelo coeficiente de permeabilidade (K), podendo ser expresso em cm/s (CAPUTO, 1996).

Chama-se permeabilidade a maior ou menor facilidade com que a percolação d'água ocorre através de um solo. Os solos são permeáveis em função da existência de vazios interconectados pelos quais a água pode fluir de pontos de alta energia para pontos de baixa energia (DAS, 2007, p.123).

Sendo assim, a determinação do coeficiente de permeabilidade é realizada tendo em vista a lei experimental de Darcy através da equação:

$$Q = K.i.A$$

Onde:

Q = Vazão (cm³/s);

K = Coeficiente de Permeabilidade (cm/s);

i = Gradiente Hidráulico, cuja relação Δh (a carga que se dissipa na percolação) / ΔL (distância ao longo da qual a carga se dissipa);

A = Área Total (m^2).

A equação descrita acima, quando aplicada nos ensaios executados em sondagens sofre adaptações com relação a área, onde se estabelece que $h = L$. Dessa adaptação resulta:

$$K = Q / h \cdot 4\pi \cdot r$$

Onde:

K = Coeficiente de Permeabilidade (cm/s);

Q = Vazão (cm^3/s);

$h = L$, correspondente ao comprimento de percolação (cm);

r = raio do diâmetro interno da sondagem (cm).

Vale salientar que a lei de Darcy é válida para escoamento laminar, tal como é possível e deve ser considerado o escoamento para todos os tipos de substratos.

Na área em estudo dispõe-se de uma camada de 0,60 m de solo.

Foram realizados no local de instalação da UTE Pampa Sul, 05 (cinco) poços de monitoramento, nos quais foram realizados ensaios para determinação do coeficiente de permeabilidade (K). Esses ensaios foram aplicados em diferentes níveis dos furos, de modo a atender e observar as variações litológicas encontradas na coluna litológica, quanto ao grau de permeabilidade do terreno.

No Quadro 5.27 é possível verificar os intervalos e os resultados obtidos em cada etapa dos ensaios para determinação dos coeficientes de permeabilidade (K).

Quadro 5.27 - Intervalos e resultados dos ensaios de permeabilidade.

Ensaio	Intervalos Ensaados (m)			Permeabilidade K (cm/s)		
	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
PM 01B	De 2,0 a 4,0	De 4,0 a 6,0	De 6,0 a 8,0	$6,19 \times 10^{-6}$	$4,68 \times 10^{-5}$	$1,6 \times 10^{-5}$
PM 02B	De 2,3 a 6,2	—	—	$2,34 \times 10^{-4}$	—	—
PM 03B	De 2,0 a 4,0	De 4,0 a 6,0	—	$1,63 \times 10^{-5}$	$1,23 \times 10^{-4}$	—
PM 04B	De 2,0 a 4,0	De 4,0 a 6,0	De 6,0 a 8,0	$7,42 \times 10^{-4}$	$7,75 \times 10^{-6}$	$1,4 \times 10^{-5}$
PM 05B	De 2,0 a 4,0	De 4,0 a 6,0	De 6,0 a 8,0	9×10^{-5}	$3,9 \times 10^{-5}$	$8,65 \times 10^{-4}$

Obs.: ⁽¹⁾ Ensaio não realizado; ⁽²⁾ Sem perda d'água;

Foram realizados entre os dias 30 de maio e 07 de junho de 2013 os ensaios de permeabilidade junto aos furos de sondagem, locados na área destinada à implantação da UTE Pampa Sul. As Figuras 5.18 até 5.23, mostram a fase dos ensaios de permeabilidade e a implantação dos poços de monitoramento.

Figura 5.18 - Ensaio de Permeabilidade realizado no PM01B.



Figura 5.19 - Implantação do pré-filtro no poço de monitoramento PM03B.



Figura 5.20 - Aplicação de brita junto ao filtro no PM01B.



Figura 5.21 - Saturação do PM04B.



Figura 5.22 - Preenchimento final com sedimentos no poço de monitoramento PM04B para completar o espaço gerados da acomodação dos sedimentos após saturação com água.



Figura 5.23 - Modelo da conformação final dos poços de monitoramento contendo as devidas proteções sanitárias e tubos de vedação.



Com relação aos resultados dos coeficientes de permeabilidade (K), o material encontrado situa-se na gama dos materiais de granulometria que varia desde o silte argiloso, areia muito fina com argila até areias médias. Portanto o

comportamento dos materiais sondados atua de forma coerente com o grau de permeabilidade destes materiais. É importante observar os metros iniciais da seção geológica (Ilustrações 5.7a e 5.7b - Seções Geológicas, Cortes A-A' e B-B') para que a mesma funcione como uma barreira impermeabilizante no terreno. Sendo assim, os metros iniciais são compostos por argilas, por vezes arenosas que apresentam baixa resistência a penetração e alguma permeabilidade.

A permeabilidade depende de fatores, dentre os quais se destacam o índice de vazios (e) presentes nas camadas sondadas. Este fator é diretamente proporcional ao coeficiente de permeabilidade (K) estabelecido, portanto, quanto mais compacto estiver o material menor sua permeabilidade.

Outros fatores em consideração são a temperatura, a densidade e a viscosidade do fluido disseminado ao meio, que sofre influência direta no grau de fluidez e conseqüentemente no coeficiente de permeabilidade (K). Por exemplo, quanto mais pesado e viscoso for o fluido maior será a dificuldade com que atravessará os poros do material submetido ao ensaio. Esses fatores são alterados quando a temperatura é diferente de 20° C, conforme convenções.

Pode-se observar Quadro 5.28 a relação dos valores de coeficiente de permeabilidade para diferentes materiais, segundo CAPUTO (1996), considerando-se que sedimentos ou solos granulares, como pedregulhos e areias, apresentam maior coeficiente de permeabilidade (K), comparados a sedimentos ou solos siltosos e argilosos.

Quadro 5.28 - Valores de coeficiente de permeabilidade.

Fração de Amostra K (m/s)
argilas $< 10^{-9}$
siltos 10^{-6} a 10^{-9}
areias argilosas 10^{-7}
areias finas 10^{-5}
areias médias 10^{-4}
areias grossas 10^{-3}

Fonte: CAPUTO,1996.

5.3.4.2. Avaliação de impacto

Para a avaliação dos impactos sobre os recursos hídricos sub-superficiais foram observados os seguintes condicionantes:

- As águas sub-superficiais não serão empregadas para quaisquer formas de suprimento, humano, animal, agrícola ou industrial;
- Os efluentes líquidos ou drenagens não serão empregados para recarregar os lençóis freáticos regionais;
- Todos os pátios do empreendimento serão impermeabilizados com manta de PEAD, e a drenagem enviada para tratamento, sendo posteriormente reusada no processo;
- A alimentação dos arroios e rios regionais é realizada pela chuva, e , devido ao baixo coeficiente de permeabilidade, mínimamente, pela água infiltrada no solo. Por conseqüência, matas ciliares e de galeria dependem das chuvas e não dos lençóis sub-superficiais;

- A permeabilidade do solo regional é bastante baixa ($10^{-6} \text{ m/s} < K < 10^{-5} \text{ m/s}$) impedindo a infiltração de quaisquer efluentes líquidos ou chuvas contaminadas até os aquíferos, localizados, em média, a 60 m de profundidade. Com coeficientes de permeabilidade dos solos tão baixos, as barragens, por força da pressão de suas colunas de água de até 10 m, poderão impactar os aquíferos somente a partir próximos 50 anos.

5.3.4.2.1. Fases de planejamento e implantação

a) Risco de Contaminação durante a execução de sondagens e instalação de piezômetros

a.1) Descrição e valoração do impacto

Para a avaliação da hidrogeologia e para a execução da amostragem de água subterrânea foram instalados 11 (onze) piezômetros na ADA e na AID, com profundidades variando de 6 a 12 metros.

Estas estruturas podem servir de meio de contaminação, caso não sejam instalados e mantidos de acordo com as normas de engenharia e segurança.

Para evitar esse risco, todos os piezômetros foram instalados em locais passíveis de monitoramento e vigilância e seguiram todas as normas de proteção inerentes à essa atividade. Desse modo, a possibilidade de ocorrer qualquer contaminação através dos piezômetros instalados é extremamente remota.

Para fins de avaliação, considerou-se esse impacto como negativo, com ocorrência de curto prazo, local, direto, reversível e temporário. O impacto deverá ser ainda de baixa magnitude e baixa probabilidade de ocorrência, tendo em vista a observação de todos os procedimentos inerentes à essa atividade.

Atributo	Característica	Valor atribuído igual
Forma	Direta	2
Duração	Temporária	1
Temporalidade	Curto prazo	2
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Local	1
Soma		7

Magnitude	Valor atribuído
Baixa	2

Probabilidade	Valor atribuído
Baixa	1

A natureza deste impacto é negativa, portanto atribui-se o valor -1.

Relevância = $-1 \times (7 \times 2 \times 1) = -14$ (enquadra-se na faixa de muito pequena relevância)

a.2) Medidas recomendadas

Como medidas que podem evitar ou mitigar os efeitos desse impacto podem-se considerar:

- Observar todas as técnicas de proteção e de manutenção dos equipamentos e zelar pelas estruturas instaladas durante todas as etapas da implantação.

As ações mitigadoras são consideradas de alto grau de resolução, entretanto, no caso de acidentes com contaminantes, deve ser acionado o conjunto de ações de Contingências, previstas nos programas de avaliação de riscos ambientais.

a.3) Reavaliação da relevância do impacto em presença das medidas recomendadas

O grau de resolução obtido pela implantação das medidas recomendadas tende a ser alto (valor 1). Dessa forma, pela classificação final, o impacto é de muito pequena relevância (valor -14).

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Alto	1
Classificação final	Muito pequena relevância	- 14

b) Risco Potencial de contaminação de aquíferos durante a obra

b.1) Descrição e valoração do impacto

A análise do perfil hidrogeológico local do empreendimento, indica a presença de dois aquíferos da Formação Rio Bonito, a qual está encoberta pelas rochas pelíticas da Formação Estrada Nova. Nessa condição, o aquífero mais próximo está situado a aproximadamente 30 m de profundidade, estando protegido de eventuais contaminantes e pelo pacote pelítico carbonoso superior, que apresenta baixa permeabilidade. No Bloco Candiota esse aquífero é aflorante ou com cobertura da ordem de 10 m, apresentando grau de vulnerabilidade mais elevado. Entretanto, a Usina não será implantada em área pertencente ao Bloco Candiota.

Esse impacto é negativo, com ocorrência de curto prazo, disperso ao longo da ADA, e, portanto, de abrangência local, decorrente de eventual contaminação do solo e dos aquíferos durante a terraplanagem e a movimentação do solo. É reversível e temporário, sendo que o encerramento das obras e a recuperação das áreas afetadas deverá inibir sua ocorrência. O impacto deverá ser ainda de baixa magnitude e baixa probabilidade de ocorrência, tendo em vista as características do solo e a profundidade dos aquíferos na região.

Atributo	Característica	Valor atribuído igual
Forma	Indireta	1
Duração	Temporária	1
Temporalidade	Curto prazo	2
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Local	1
Soma		6

Magnitude	Valor atribuído
Baixa	2

Probabilidade	Valor atribuído
Baixa	1

A natureza deste impacto é negativa, portanto atribui-se o valor -1.

Relevância = $-1 \times (6 \times 2 \times 1) = -12$ (enquadra-se na faixa de muito pequena relevância)

b.2) Medidas recomendadas

Como medidas que podem evitar ou mitigar os efeitos desse impacto podem-se considerar:

- Proteção de áreas de recarga de aquíferos;
- Instalação de dispositivos provisórios para impedir infiltração de contaminantes vazados de máquinas e equipamentos.

As ações mitigadoras são consideradas de alto grau de resolução, entretanto, no caso de acidentes com contaminantes, deve ser acionado o conjunto de ações de Contingências, previstas no programas de avaliação de riscos ambientais.

b.3) Reavaliação da relevância do impacto em presença das medidas recomendadas

O grau de resolução obtido pela implantação das medidas recomendadas tende a ser alto (valor 1). Dessa forma, pela classificação final o impacto é de muito pequena relevância (valor -12).

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Alto	1
Classificação final	Muito pequena relevância	- 12

5.3.4.2.2. Fases de comissionamento e operação

a) Alteração em quantidade e fluxo das águas subterrâneas

a.1) Descrição e valoração do impacto

O empreendimento não utilizará água subterrânea para os seu processos de produção e manutenção de estruturas.

Para o consumo da unidade deverão ser mantidos depósitos de carvão no site da Usina, além de diversos outros insumos potencialmente contaminantes para os recursos hídricos subterrâneos. Esse risco pode ser considerado como bastante remoto em função da implantação de todas as estruturas de proteção e considerando que a região do empreendimento não apresenta bom potencial para a ocorrência de água subterrânea. Além disso, na área específica de implantação da usina, não há ocorrência de aquíferos vulneráveis.

Esse impacto é negativo, de longo prazo, local, direto, reversível e temporário. O impacto deverá ser ainda de média magnitude e baixa probabilidade de ocorrência.

Atributo	Característica	Valor atribuído igual
Forma	Direta	2
Duração	Temporária	1
Temporalidade	Longo prazo	1
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Local	1
Soma		6

Magnitude	Valor atribuído
Média	3

Probabilidade	Valor atribuído
Baixa	1

A natureza deste impacto é negativa, portanto atribui-se o valor -1.

Relevância = $-1 \times (6 \times 3 \times 1) = -18$ (enquadra-se na faixa de muito pequena relevância)

a.2) Medidas recomendadas

Como medidas que podem evitar ou mitigar os efeitos desse impacto podem-se considerar:

- Proteção de áreas de recarga de aquíferos;
- Instalação de dispositivos permanentes para impedir infiltração de contaminantes vazados de depósitos, máquinas e equipamentos.
- Implantação dos Programas de Prevenção de acidentes ambientais

As ações mitigadoras são consideradas de alto grau de resolução, entretanto, no caso de acidentes com contaminantes, deve ser acionado o conjunto de ações de contingências, previstas nos programas de avaliação de riscos ambientais.

a.3) Reavaliação da relevância do impacto em presença das medidas recomendadas

O grau de resolução obtido pela implantação das medidas recomendadas tende a ser alto (valor 1). Dessa forma, pela classificação final o impacto é de muito pequena relevância (valor -18).

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Alto	1
Classificação final	Muito pequena relevância	- 18

b) Conflitos com outros usuários de águas subterrâneas

b.1) Descrição e valoração do impacto

Na área de influência indireta do empreendimento foram cadastrados 64 pontos de água, sendo 25 nascentes, 21 poços escavados, 01 poço tubular e 17 pontos de rio. Na área de influência direta e, mais especificamente na área

diretamente afetada, não existe aproveitamento de aquíferos subterrâneo, com exceção de pequenos poços caseiros e nascentes para formação de pequenos açudes.

Como foi diagnosticado, a região do empreendimento não apresenta bom potencial para a ocorrência de água subterrânea, e que na área específica de implantação da futura usina não há ocorrência de aquíferos vulneráveis. Predomina na área o escoamento superficial das águas da chuva no contato entre o solo-rocha impermeável e esse fluxo obedece ao modelado do terreno, dirigindo-se para os cursos de água presentes na área.

Assim, quanto a conflitos em função do uso da água subterrânea, os impactos atribuíveis ao empreendimento são desconsideráveis.

Para fins de avaliação, esse impacto é negativo, de longo prazo, regional, direto, reversível e temporário. O impacto deverá ser ainda de magnitude insignificante e baixa probabilidade de ocorrência, tendo a inexistência de utilização de recursos hídricos subterrâneas na área de influência.

Atributo	Característica	Valor atribuído igual
Forma	Direta	2
Duração	Temporário	1
Temporalidade	Longo prazo	1
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Regional	2
Soma		7

Magnitude	Valor atribuído
Insignificante	1

Probabilidade	Valor atribuído
Baixa	1

A natureza deste impacto é negativa, portanto atribui-se o valor -1.

Relevância = $-1 \times (7 \times 1 \times 1) = -7$ (enquadra-se na faixa de muito pequena relevância).

b.2) Medidas recomendadas

A medida recomendada, considerada definitiva, é a não utilização de poços subterrâneos para os processos produtivos da Usina.

b.3) Reavaliação da relevância do impacto em presença das medidas recomendadas

O grau de resolução obtido pela implantação das medidas recomendadas tende a ser alto (valor 1). Dessa forma, pela classificação final o impacto é de muito pequena relevância (valor -7).

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Alto	1
Classificação final	Muito pequena relevância	-7

c) Alteração na qualidade da água subterrânea durante a operação

c.1) Descrição e valoração do impacto

Na fase de operação, todos os pátios e depósitos estarão impermeabilizados, não haverá mais veículos e equipamentos em profusão, exceto alguns administrativos, de manutenção, e de transporte de carvão, rejeitos e descartes, haverão as barragens de abastecimento, haverão chuvas mínimamente contaminadas, e a ETE e a ETA. estará em operação, a primeira tratando todos os efluentes e drenagens do empreendimento. Essas operações e processos fazem parte do projeto do empreendimento, independente da legislação ambiental.

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Forma	Direto	2
Duração	Permanente	2
Temporalidade	Curto Prazo	2
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Regional	2
Soma		9

Magnitude	Valor Atribuído
Alta	4

Probabilidade	Valor Atribuído
Baixa	1

A expectativa de impactos, sem medidas mitigadoras tem grande relevância, - 81 pontos.

A natureza deste impacto é negativa, portanto atribui-se o valor -1.

Relevância = $-1 \times (9 \times 4 \times 1) = -36$ (enquadra-se na faixa de pequena relevância).

c.2) Medidas recomendadas

- Cobertura de depósitos de matérias primas e de descarte.
- Controle de poeiras em operações de transporte.
- Contenção e reuso das drenagens dos pátios e de depósitos.
- Tratamento de efluentes domésticos, das oficinas e de almoxarifados.
- Precipitação de sólidos e lavagem dos gases
- Contenção de óleos vazados de veículos e equipamentos.
- Captura e reuso do CO₂.
- Manutenção dos piezômetros e poços de monitoramento existentes, e da frequência de amostragem e análise de qualidade das águas sub-superficiais.

c.3) Reavaliação da relevância do impacto em presença das medidas recomendadas

Com a estabilização da operação do empreendimento e com a pouca permeabilidade do solo, não se antevê grandes contaminações da água sub-superficial. O grau de resolução obtido pela implantação das medidas

recomendadas tende a ser alto (valor 1). Dessa forma, pela classificação final o impacto é de muito pequena relevância (valor -36).

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Alto	1
Classificação Final	Muito Pequena Relevância	-36

5.3.5 Hidrologia de Superfície

5.3.5.1. Caracterização da hidrologia superficial

5.3.5.1.1. *Descrição e mapa da hidrologia*

Este estudo hidrológico pretende avaliar as disponibilidades hídricas afluente às seções S3 e S8, na Bacia Hidrográfica do rio Jaguarão. Estas seções correspondem às alternativas locais para a construção de barragens de suprimento do empreendimento UTE Pampa. Esta UTE necessitará na primeira fase de 245 L/s e, numa segunda fase, de 300 L/s.

Devido à limitação de dados existentes na bacia onde se localizarão os empreendimentos, foi necessário utilizar dados da bacia vizinha, mais exatamente da bacia do Arroio Candiota. Desta forma, este trabalho baseou-se em estudos realizados para UTE Seival (HAR, 2003) localizada na bacia do Arroio Candiota, nos quais foram estendidas séries de vazões médias mensais para a estação de Dario Lassance até o ano de 2001.

Neste sentido, o presente estudo procurou estender esta série até dez/2012 e, através da regionalização das funções hidrológicas Q_{50} e Q_{95} , estimar a curva de permanência para as seções de interesse S3 e S8. Para tanto, o estudo utilizou as equações de regionalização ajustadas por Párraga (1997), para a bacia contribuinte à Lagoa Mirim, na qual se insere a sub-bacia em estudo.

Para atender aos objetivos deste estudo, foi utilizado o recurso de modelagem numérica e extensão de séries de descarga, a partir de dados recentes, através da utilização do modelo IPHMEN (IPH,2007).

Os resultados incluem as vazões estendidas com o modelo até dezembro do ano 2012, uma nova curva de permanência e reavaliação das vazões mínimas de 7 dias de duração e 10 anos de tempo de retorno ($7Q_{10}$) e média de longo período (Q_{lp}) para a seção de Dario Lassance, e para as seções S3 e S8, curvas de permanência estimadas pela regionalização das funções hidrológicas Q_{50} e Q_{95} .

Os dados hidrológicos para o período jan/2002-dez/2012, bem como a descrição do modelo utilizados, são apresentados nos itens a seguir.

a) Séries Hidrológicas Utilizadas

a.1) *Séries pluviométricas*

A série de precipitação média mensal da bacia hidrográfica na estação Dario Lassance do Arroio Candiota foi estimada mediante o método dos polígonos de Thiessen.

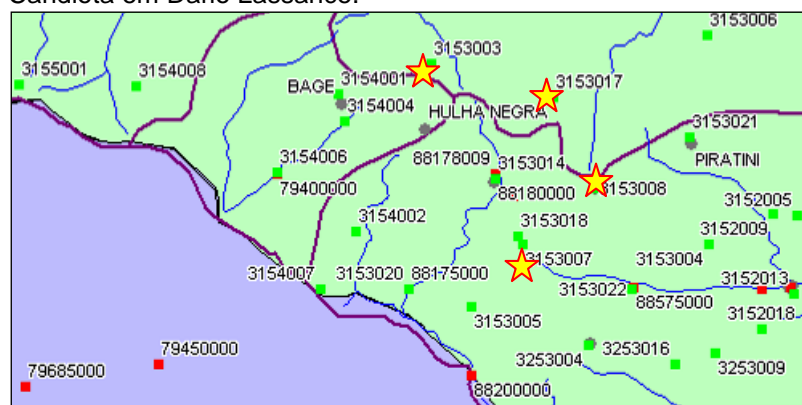
Ao utilizar-se o método de Thiessen, foi considerada a não-uniformidade da distribuição espacial dos postos. O método dá bons resultados em terrenos levemente acidentados, quando a localização e exposição dos pluviômetros são semelhantes e as distâncias entre eles não são muito grandes.

A série de precipitação média mensal da bacia hidrográfica foi determinada utilizando as informações das estações apresentadas no Quadro 5.29 e localizadas na Figura 5.24.

Quadro 5.29 - Postos utilizados para a determinação da precipitação média mensal na bacia do arroio Candiota em Dario Lassance.

Código	Nome Estação	Município	Responsável	Operadora	Coordenadas	
					Latitude	Longitude
3153003	Paraíso	Bagé	CEEE	CEEE	31° 13' S	53° 51' W
3153007	Pedras Altas	Pinheiro Machado	ANA	CPRM	31° 44' S	53° 35' W
3153008	Pinheiro Machado	Pinheiro Machado	ANA	CPRM	31° 34' S	53° 22' W
3153017	Torrinhas	Pinheiro Machado	ANA	CPRM	31° 19' S	53° 30' W

Figura 5.24 - Estações Pluviométricas (★) utilizadas para a determinação da precipitação média mensal na bacia do Arroio Candiota em Dario Lassance.



O procedimento consistiu em identificar todos os postos da região com dados para o período em análise e aplicar a metodologia de Thiessen para calcular a série de precipitação do período de 2002 a 2012. No Quadro 5.30 é apresentada a série de precipitação mensal na bacia.

Quadro 5.30 - Série de precipitação média mensal na bacia do arroio Candiota em Dario Lassance

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2002	164,3	70,8	369,4	312,3	138,2	138,8	138,8	277,9	313,2	250,9	170,5	423,8
2003	51,2	229,2	176,1	180,9	132,7	205,4	77,2	77,8	99,8	144,3	149,2	188,8
2004	49	102,4	34,8	201,1	220,7	43,7	95,7	97,3	162,9	117,1	155,5	128,2
2005	51,6	38,1	45,5	163,4	200,1	73,8	41,4	120,5	244,8	102,9	1,9	36,6
2006	100,2	54,3	99,7	100,8	90,8	105,4	44,7	112,1	58,5	102,6	175,3	129,1
2007	85,8	92,2	205,6	247,0	210,4	245,4	109,3	165,1	279,5	163,4	121,7	216,8
2008	71,9	87,8	196,7	245,6	203,7	235,7	100,5	157,3	262,6	131,0	115,3	150,4
2009	85,8	255,4	461,8	303,6	141,2	91,5	125,2	105,9	295,2	198,1	297,1	408,9
2010	58,3	163,3	504,5	288,3	270,0	242,1	40,5	110,4	224,7	246,5	148,2	511,2
2011	83,4	553,4	286,8	253,0	210,0	48,2	108,5	154,5	452,8	293,2	311,3	357,0
2012	154,2	53,7	64,2	154,6	116,7	68,1	68,9	197,4	136,9	420,3	142,8	163,6

a.2) Séries de Evaporação

Como infelizmente não existem mais registros de evaporação na estação meteorológica da Usina de Candiota, houve necessidade de buscar postos nas proximidades do empreendimento.

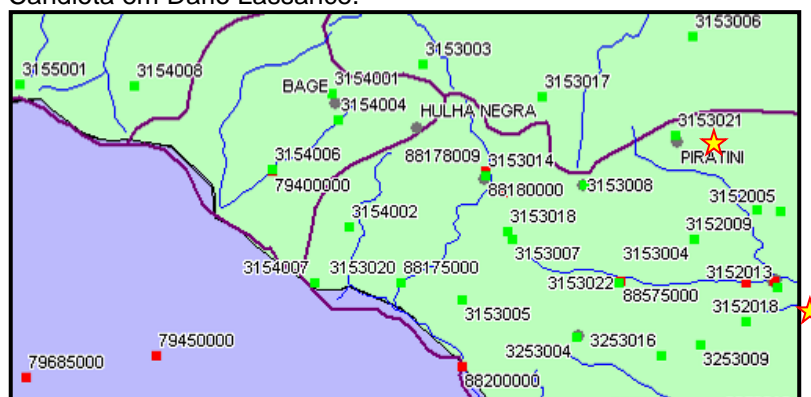
A estação meteorológica Pedro Osório (03152013) foi escolhida para os dados de evaporação. Entretanto, como esperado, apresentou períodos com falhas. Desta maneira, foi escolhida a estação meteorológica da Estação Experimental (03153021) para preenchimento das mesmas, através da correlação linear entre os dados históricos.

As estações meteorológicas utilizadas são apresentadas no Quadro 5.31 e na Figura 5.25.

Quadro 5.31 - Estações meteorológicas utilizadas para determinação da evaporação média mensal na bacia do arroio Candiota em Dario Lassance.

Código	Nome Estação	Município	Responsável	Operadora	Coordenadas	
					Latitude	Longitude
3152013	Pedro Osório	Pedro Osório	ANA	CPRM	31° 52' S	53° 48' W
3153021	Estação Experimental	Piratini	ANA	CPRM	31° 25' S	53° 06' W

Figura 5.25. Estações Meteorológicas (★) utilizadas para determinação da evaporação média mensal na bacia do Arroio Candiota em Dario Lassance.



A série de evaporação média mensal na bacia é apresentada no Quadro 5.32.

Quadro 5.32- série de evaporação média mensal na bacia do arroio Candiota em Dario Lassance.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2002	159,2	127,1	92,6	74,1	64,6	64,1	84,7	98,7	127,4	117,1	128,9	168,1
2003	153	86,3	103,7	59,2	45	22,4	82,7	98,4	99,4	120,9	132,8	164,9
2004	161,1	127,9	125,1	98,1	86,6	78,4	68	68,2	87,3	104,2	112	147,9
2005	200	97	122,9	81,6	66,6	66,9	47,4	98,7	82,9	95	152,1	237,5
2006	128,1	128,2	112,1	81,2	47,3	59,6	82,7	98,4	81,5	113,6	128,8	106,7
2007	165,2	105,6	157,7	101,6	83,4	126,1	100,4	111,4	152,1	125,4	122,1	197,3
2008	138,5	100,5	150,9	101,0	80,7	121,1	92,4	106,1	142,9	100,5	115,7	136,9
2009	165,2	292,4	354,2	124,9	55,9	47,0	115,0	71,4	160,7	152,0	298,1	372,2
2010	112,2	187,0	386,9	118,6	107,0	124,4	37,2	74,5	122,3	189,2	148,7	465,3
2011	160,5	633,6	219,9	104,0	83,2	24,8	99,7	104,2	246,4	225,0	312,4	325,0

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2012	296,9	61,5	49,2	63,6	46,2	35,0	63,3	133,2	74,5	322,5	143,2	148,9

a.3) Séries Fluviométricas

A série fluviométrica da estação Dario Lassance compreende o período de 1949 a 1957, ano após o qual a mesma foi desativada em função da construção do reservatório da UTE Candiota II.

É importante lembrar que esta série foi utilizada no trabalho de (HAR, 2003) para calibração automática multi-objetivo do modelo IPHMEN. Logo, no presente trabalho, não foi necessária a etapa de calibração do modelo, uma vez que foram assumidos os mesmos parâmetros já ajustados para a bacia hidrográfica em estudo.

Ainda assim, a seguir é apresentada no Quadro 5.33 a série histórica da estação de Dario Lassance utilizada como base para determinação dos parâmetros e extensão da série.

Quadro 5.33 - Série de vazões médias mensais na bacia do arroio Candiota em Dario Lassance.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1949	0,28	0,11	0,76	2,75	1,14	2,26	4,46	5,86	9,11	7,59	0,74	0,21
1950	0,14	0,33	0,74	2,16	6,75	17,56	8,69	6,26	5,25	1,81	0,50	0,27
1951	0,30	0,56	4,57	2,43	0,87	4,62	1,51	1,19	3,45	2,63	1,47	0,34
1952	0,22	0,09	0,30	1,14	6,64	15,44	9,38	11,76	6,88	13,66	0,98	0,43
1953	0,85	0,28	0,16	0,73	1,55	2,43	5,63	4,70	16,75	4,30	0,76	0,33
1954	3,03	5,16	2,00	0,66	1,28	8,40	7,33	11,58	15,11	2,77	1,45	0,12
1955	0,61	0,88	1,86	2,33	12,79	2,59	4,58	1,26	1,97	1,13	0,20	0,08
1956	0,75	1,13	0,46	0,68	0,13	0,41	0,51	1,29	3,03	14,01	1,52	1,12
1957	0,13	0,03	0,01	0,21	0,27	1,96	6,15	7,63	10,16	8,08	8,27	0,73

5.3.5.1.2. Fluxo superficial

Em função dos dados disponíveis, foi utilizado um modelo de transformação chuva-vazão (IPHMEN) com intervalo de dados mensais, adaptado às necessidades deste trabalho, bem como às informações disponíveis.

O modelo IPHMEN foi desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal de Rio Grande do Sul – Brasil. Posteriormente, o modelo foi alterado para incluir metodologias atuais de otimização de seus parâmetros.

A aplicação do modelo é realizada em 3 etapas a seguir descritas:

- Calibração: etapa na qual determinam-se os valores de cada um dos parâmetros do modelo:
 - A, B e C: parâmetros da equação de infiltração de Horton;
 - Ks: coeficiente de propagação superficial;
 - Ksub: tempo de esvaziamento do reservatório subterrâneo;
 - Cr: fator de escoamento superficial;
 - α : coeficiente da equação de infiltração.
- Validação: nesta etapa se comprova a veracidade da calibração realizada.
- Simulação: nesta etapa são geradas as vazões médias mensais a partir dos dados de precipitação, evapotranspiração e os parâmetros calibrados.

Para a calibração dos parâmetros, o modelo possibilita realizar uma calibração manual e automática, esta última através do algoritmo SCE-UA. O algoritmo SCE-UA tem sido utilizado em modelos chuva-vazão de vários níveis de complexidade, com até 18 parâmetros para calibração (Eckhardt e Arnold, 2001) e já foi comparado com outros métodos de calibração automática por diversos autores, sempre mostrando vantagens significativas. Outra característica positiva verificada é a persistência do método, que atinge, em geral, o mesmo ponto ótimo, mesmo quando são alterados alguns parâmetros e a semente do processo de geração de números aleatórios.

a) Resultados

Neste item são apresentados os resultados da série de vazões médias mensais estendidas para o período de 2002-2006 na estação Dario Lassance, utilizando o modelo IPHMEN.

Também são apresentadas as curvas de permanências para as seções S8 e S3, obtidas por regionalização a partir da curva de permanência de vazões na estação Dario Lassance para o período 1949-2012.

a.1) Série de Vazões Estendidas

Primeiramente, conforme já mencionado, os parâmetros utilizados na simulação foram obtidos de (HAR, 2003) em estudos para a mesma bacia hidrográfica. O conjunto de parâmetros encontra-se no Quadro 5.34.

Quadro 5.34 - Parâmetros do modelo IPHMEN (HAR, 2003).

A	B	C	K_s	K_{sub}	C	α
162,45	-1,84	0,47	1,06	1,18	11,90	7,46

Na otimização dos parâmetros utilizando o algoritmo multi-objetivo foram utilizadas conjuntamente a função quadrática (equação 1) e a função relativa (equação 2).

$F1 = \sum_{i=1}^N (QO_i - Qc_i)^2$	equação (1)
$F2 = \sum_{i=1}^N \left(\frac{QO_i - Qc}{QO_i} \right)^2$	equação (2)

Onde:

Qo_i vazão observada;

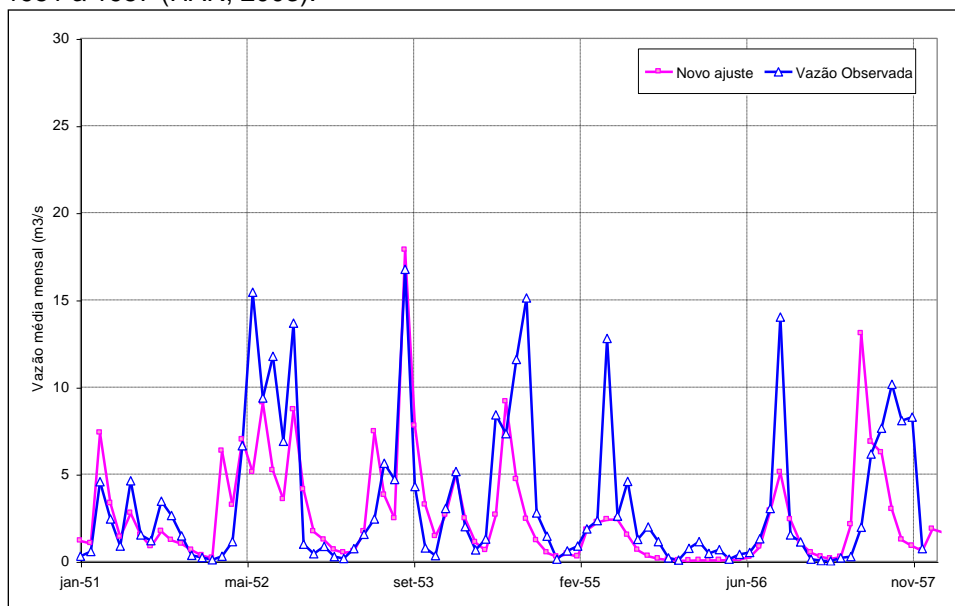
Qc_i vazão calculada e

N : quantidade de dados observados.

A função da equação 1 atribui um peso maior para as vazões maiores; isto significa que no ajuste de um período contínuo de vazões a tendência será ajustar melhor as enchentes. Por outro lado, a função objetivo da equação 2 procura retirar o peso excessivo dados aos valores absolutos da função quadrática, enfatizando o melhor ajuste dos valores relativos.

Na Figura 5.26 é apresentado o ajuste para a série de vazões obtida por (HAR, 2003), com os parâmetros produtos da otimização realizada. Na Figura 5.27 são apresentadas as séries de vazões estendidas até dezembro de 2012.

Figura 5.26 - Série de Vazão observada e obtida a partir dos parâmetros determinados por calibração multi-objetivo para o período 1951 a 1957 (HAR, 2003).

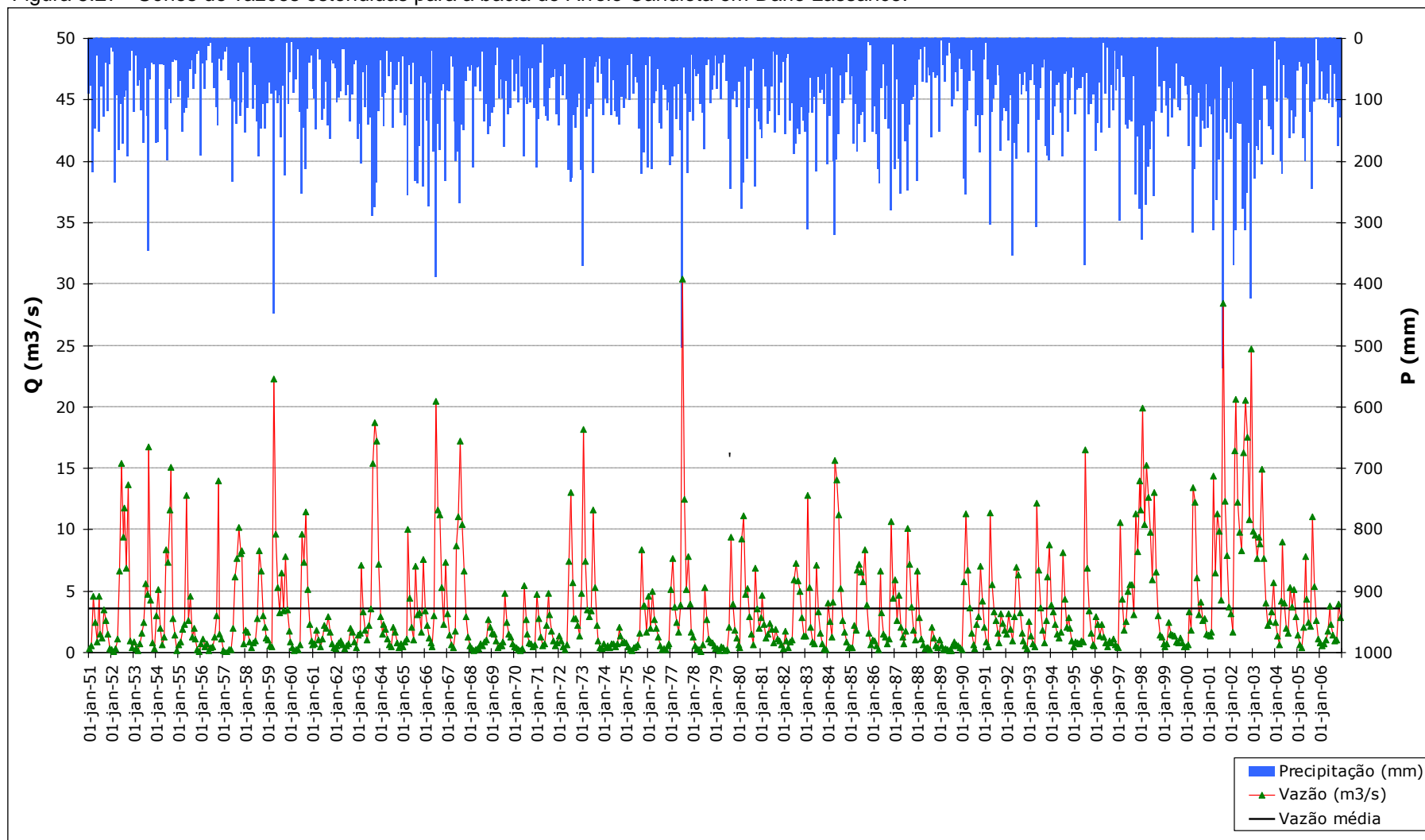


Quadro 5.35 - Série de vazões (m^3/s) médias mensais na bacia do arroio Candiota em Dario Lassance.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1951	0,30	0,56	4,57	2,43	0,87	4,62	1,51	1,19	3,45	2,63	1,47	0,34
1952	0,22	0,09	0,30	1,14	6,64	15,44	9,38	11,76	6,88	13,66	0,98	0,43
1953	0,85	0,28	0,16	0,73	1,55	2,43	5,63	4,70	16,75	4,30	0,76	0,33
1954	3,03	5,16	2,00	0,66	1,28	8,40	7,33	11,58	15,11	2,77	1,45	0,12
1955	0,61	0,88	1,86	2,33	12,79	2,59	4,58	1,26	1,97	1,13	0,20	0,08
1956	0,75	1,13	0,46	0,68	0,13	0,41	0,51	1,29	3,03	14,01	1,52	1,12
1957	0,13	0,03	0,01	0,21	0,27	1,96	6,15	7,63	10,16	8,08	8,27	0,73
1958	1,84	1,67	0,84	0,41	0,77	0,93	2,77	8,26	6,64	3,04	2,03	1,19
1959	1,05	0,59	0,51	22,31	9,64	5,31	3,27	6,46	3,41	7,85	3,44	1,72
1960	0,87	0,40	0,18	0,25	0,21	0,63	9,64	7,38	11,42	5,11	2,32	0,97
1961	0,62	0,71	1,79	1,04	0,50	1,08	2,23	1,95	2,91	1,63	0,73	0,41
1962	0,30	0,57	0,77	0,93	0,64	0,29	0,53	0,74	1,97	1,69	0,87	0,41
1963	1,43	1,56	7,14	3,30	1,81	1,02	2,21	3,58	15,41	18,73	17,19	7,22
1964	2,90	1,47	2,30	1,90	1,13	0,64	0,47	2,09	1,65	0,82	0,39	0,75
1965	0,46	0,89	1,12	10,07	4,44	2,04	1,06	7,03	3,06	3,25	1,64	7,62
1966	3,42	2,24	1,15	0,77	0,46	3,02	20,48	11,59	11,23	5,30	2,27	7,36
1967	3,14	1,45	0,67	0,38	1,70	8,71	11,06	17,22	10,39	6,66	2,94	1,23
1968	0,59	0,28	0,13	0,25	0,28	0,32	0,70	0,58	0,90	1,02	2,69	2,09
1969	1,61	1,51	0,93	0,41	0,52	0,54	0,85	4,78	2,44	1,47	1,26	0,73
1970	0,51	0,38	0,21	0,13	0,31	5,46	2,67	1,49	0,76	0,68	0,49	0,65
1971	4,75	2,75	1,27	0,53	0,70	2,20	4,81	3,08	1,70	0,95	0,53	0,78
1972	1,34	0,94	0,48	0,27	0,61	7,43	13,01	5,66	2,76	2,76	2,21	1,36
1973	4,78	18,19	7,39	3,50	2,91	3,37	11,58	5,31	2,18	0,92	0,40	0,28
1974	0,71	0,41	0,53	0,36	0,72	0,70	0,44	0,73	2,06	1,31	0,78	0,83
1975	0,77	0,45	0,23	0,13	0,36	0,51	0,62	1,59	8,36	3,82	3,78	1,63

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1976	4,60	1,94	4,99	2,67	1,94	1,25	0,54	0,27	0,31	0,21	0,52	0,70
1977	5,17	7,65	3,75	2,44	1,68	3,86	30,39	12,50	5,17	7,84	3,98	1,68
1978	1,25	0,58	0,34	0,20	0,10	0,64	5,32	2,70	1,09	0,84	0,77	0,55
1979	0,30	0,32	0,19	0,44	0,37	0,17	0,22	2,03	9,42	3,98	1,78	1,22
1980	0,65	0,43	9,25	11,13	4,71	5,24	2,95	1,49	0,64	6,88	3,54	1,94
1981	2,87	4,63	2,28	1,22	1,49	2,38	1,86	0,80	1,93	1,09	0,94	0,62
1982	0,33	1,72	0,97	0,42	0,84	1,04	5,93	7,28	5,82	5,00	2,81	1,34
1983	1,36	12,77	5,28	2,08	0,85	0,72	7,12	3,34	1,56	0,71	0,30	0,21
1984	4,05	2,54	1,28	4,12	15,61	14,03	11,19	5,18	2,63	1,69	0,90	0,43
1985	0,42	0,36	2,23	1,80	6,74	7,15	6,58	5,76	8,34	3,87	1,56	0,64
1986	1,05	0,95	0,54	0,26	6,65	3,24	1,53	1,29	0,73	1,09	10,65	4,44
1987	5,91	2,60	4,68	2,04	1,25	0,71	1,75	10,13	7,16	3,75	1,83	1,03
1988	6,63	2,82	1,13	0,62	0,34	0,38	0,38	0,20	2,02	1,16	0,57	0,36
1989	1,04	0,52	0,26	0,31	0,26	0,16	0,13	0,52	0,85	0,66	0,53	0,36
1990	0,22	5,75	11,27	6,68	3,62	1,58	0,65	0,30	2,31	2,91	7,06	4,20
1991	2,02	0,83	0,46	11,37	5,52	3,34	2,63	1,59	0,78	3,13	2,37	1,84
1992	1,53	3,15	1,93	0,95	2,89	6,95	6,31	3,22	1,58	0,94	0,56	0,29
1993	2,56	1,33	0,69	0,50	12,19	6,70	3,67	1,81	0,79	2,59	6,18	8,75
1994	3,85	3,34	2,29	1,49	1,21	1,69	8,12	4,37	2,07	2,83	1,97	0,94
1995	0,51	0,84	0,78	0,75	0,95	0,88	16,52	6,88	3,39	1,57	0,65	0,52
1996	2,95	2,30	1,33	2,32	1,25	0,81	0,48	0,95	0,79	1,10	0,64	0,49
1997	0,36	10,57	4,32	1,84	2,56	4,99	5,53	5,53	3,12	11,26	8,21	14,00
1998	11,58	19,87	10,43	15,22	12,64	9,77	5,89	13,02	6,57	3,02	1,40	1,24
1999	0,71	0,46	0,73	2,46	1,51	1,39	1,35	0,84	0,81	1,15	0,78	0,44
2000	0,46	0,63	3,30	1,85	13,44	12,21	6,10	3,12	4,08	2,58	2,80	1,49
2001	1,40	1,34	1,62	14,34	6,49	11,31	9,88	4,26	28,45	12,33	7,88	3,68
2002	3,18	1,66	16,41	20,60	12,27	9,79	8,33	16,24	20,57	17,52	10,85	24,69
2003	9,88	9,52	7,66	9,41	8,81	14,95	7,63	4,03	2,22	2,49	3,31	5,72
2004	2,47	1,31	0,67	4,22	9,02	4,02	1,96	1,61	5,29	3,72	5,15	2,91
2005	1,46	0,66	0,41	2,09	7,84	4,31	2,42	2,12	11,08	5,35	2,61	1,09
2006	0,80	0,55	0,68	1,05	1,75	3,78	2,29	1,39	0,92	1,03	3,93	2,82
2007	2,75	2,16	2,65	5,10	5,75	4,41	4,02	3,79	5,28	4,45	4,81	4,15
2008	3,28	2,27	2,77	5,13	5,94	4,59	4,37	3,98	5,62	5,55	5,075	5,98
2009	2,75	0,78	1,18	4,15	8,57	11,82	3,51	5,91	5,00	3,67	1,97	2,20
2010	4,05	1,22	1,08	4,37	4,48	4,47	10,84	5,67	6,57	2,95	3,95	1,76
2011	2,83	0,36	1,90	4,98	5,76	22,46	4,05	4,05	3,26	2,48	1,88	2,52
2012	1,53	3,71	8,49	8,15	10,37	15,90	6,38	3,17	10,78	1,73	4,10	5,50

Figura 5.27 - Séries de vazões estendidas para a bacia do Arroio Candiota em Dario Lassance.



A partir da nova série obtida com a extensão foram determinados valores característicos que a descrevem, e são a seguir apresentados:

- Vazão média de longo período: permite caracterizar a disponibilidade hídrica de uma bacia e seu potencial energético; representa a maior vazão possível de ser regularizada numa bacia;
- Vazões médias mensais: são extremamente importantes, pois caracterizam o regime hídrico da bacia; não é suficiente conhecer a disponibilidade hídrica para caracterizar uma bacia se não há conhecimento da distribuição temporal da mesma;
- Vazão mínima: é associada a uma duração t . Por exemplo, a vazão mínima de um ano qualquer com duração de 30 dias indica que é o menor valor do ano da vazão média de 30 dias consecutivos. Na prática, pouca utilidade tem a vazão mínima de 1 dia, enquanto as durações maiores, como 7 ou 30 dias, apresentam maior interesse ao usuário, já que uma seqüência de vazões baixas é a condição mais crítica para a demanda ou para as condições de conservação ambiental;
- Curva de permanência: relaciona a vazão ou nível de um rio e a probabilidade de ocorrerem vazões maiores ou iguais ao valor da ordenada. Esta função hidrológica é utilizada em estudos hidrelétricos, navegação, qualidade da água, entre outros. De acordo com Tucci (2001), esta curva pode ser estabelecida com base em valores diários, semanais ou mensais.

No Quadro 5.36 podem ser observadas, de forma comparativa, as estimativas da vazão média de longo período realizadas por HAR, 2003 e os novos dados até dez/2012 utilizados neste estudo.

Quadro 5.36 - Comparação das vazões médias de longo período.

	Série Observada (1949-1957)	Série Estendida (1958-2001) (Har, 2003)	Série Estendida (1958-2012) Presente Trabalho
Q_{ip} (m ³ /s)	3,45	3,28	3,52

Foi estimada, a partir da nova série estendida, a vazão média de longo período em 3,52 m³/s. Este valor encontra-se muito próximo aos obtidos através das séries observada e estimada por (HAR, 2003). Deve-se ressaltar que 2002 foi um ano particularmente chuvoso.

A seguir, as vazões médias mensais são apresentadas para uma melhor compreensão do regime hidrológico da bacia, podendo ser identificados os meses onde há maior ou menor disponibilidade hídrica. No Quadro 5.37 são apresentados indicadores característicos das vazões.

Quadro 5.37- Características das séries de vazões médias mensais na bacia do arroio Candiota em Dario Lassance.

Mês	Máximas		Médias		Mínimas	
	1949-2001 (Har, 2003)	1949-2012	1949-2001 (Har, 2003)	1949-2012	1949-2001 (Har, 2003)	1949-2012
Jan	11,58	11,58	1,91	2,05	0,13	0,13
Fev	19,87	19,87	2,55	2,57	0,03	0,03
Mar	11,27	16,41	2,17	2,42	0,01	0,01
Abr	22,31	22,31	2,82	3,22	0,13	0,13

Mês	Máximas		Médias		Mínimas	
	1949-2001 (Har, 2003)	1949-2012	1949-2001 (Har, 2003)	1949-2012	1949-2001 (Har, 2003)	1949-2012
Mai	15,61	15,61	3,14	3,55	0,10	0,10
Jun	17,56	17,56	3,82	4,13	0,16	0,16
Jul	30,39	30,39	5,28	5,21	0,13	0,13
Ago	17,22	17,22	4,54	4,58	0,20	0,20
Set	28,45	28,45	4,97	5,23	0,31	0,31
Out	18,73	18,73	3,91	4,09	0,21	0,21
Nov	17,19	17,19	2,51	2,74	0,20	0,20
Dez	14,00	24,69	1,78	2,27	0,08	0,08

Na Figura 5.27 observa-se a ocorrência das maiores vazões nas estações de inverno e primavera. Os valores mostraram uma grande variação entre as vazões mínima e máxima para um determinado mês.

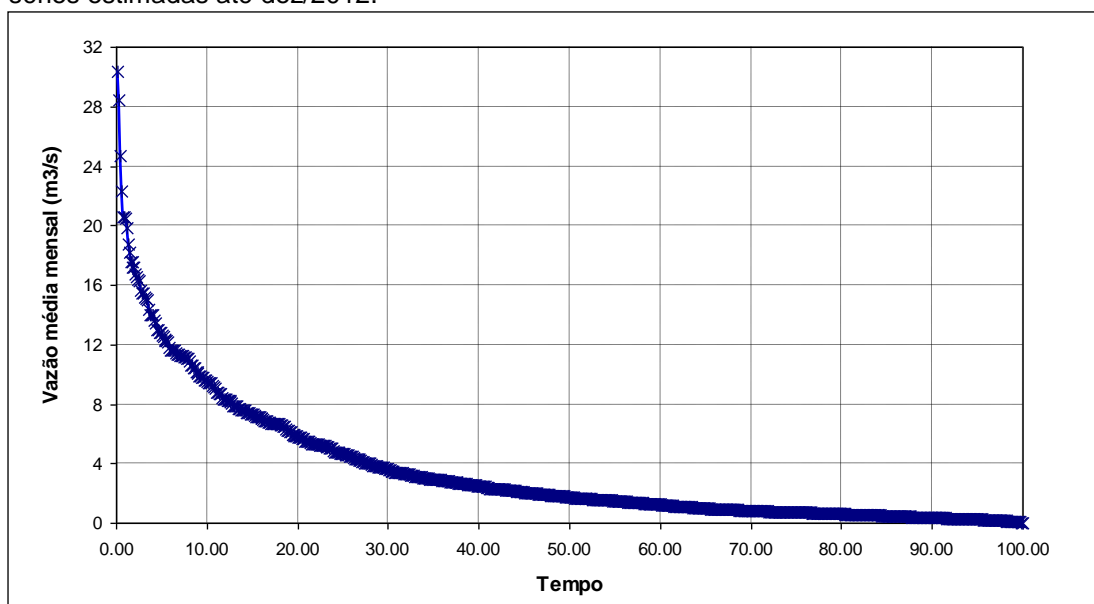
Observou-se em toda a série de vazões a ocorrência de vazões mínimas praticamente nulas. Por outro lado, em outros períodos as vazões máximas alcançaram até 10 vezes as vazões médias.

Com relação ao estudo anterior (série estendida até 2001) pode-se verificar um aumento nas vazões médias. Isto se deve, possivelmente, por conta da série de vazões simuladas para o ano de 2002.

A determinação da $7Q_{10}$, conforme realizado (HAR, 2003), foi determinada a partir da regionalização das vazões diárias, realizada com dados observados em postos localizados em bacias de regiões homogêneas. Uma vez que, por conta da metodologia utilizada, a vazão é calculada somente em função da área, o valor da $7Q_{10}$ permanece $0,18 \text{ m}^3/\text{s}$.

Com a série estendida de vazões para o posto Dario Lassance até o ano de 2012, na foz do Arroio Candiota, foi construída a curva de permanência apresentada na Figura 5.28.

Figura 5.28 - Curva de Permanência para o Arroio Candiota em dario lassance para as séries estimadas até dez/2012.



a.2) Regionalização da curva de permanência para seções S8 e S3

A curva de permanência pode ser obtida satisfatoriamente com base nos valores de Q_{50} e Q_{95} . Regionalizando-se esses valores, permite-se a estimativa da curva de permanência em locais com escassez de dados. Logo, para regionalização destas funções podem-se utilizar expressões do tipo:

$Q = aA^b P^c$	equação (3)
----------------	-------------

Onde:

Q é a vazão em m^3/s , correspondente a Q_{50} ou Q_{95} ; A é a área de drenagem da bacia;

P é a precipitação média anual na bacia e

a , b e c são os parâmetros da equação de regressão.

Neste sentido, Párraga (1997) realizou estudos com o objetivo de realizar a regionalização destas funções hidrológicas (Q_{50} e Q_{95}) para a bacia contribuinte à Lagoa Mirim, na qual se insere a sub-bacia do Arroio Candiota.

Segundo o autor citado no parágrafo anterior, a regionalização das vazões Q_{50} e Q_{95} é dada em função da área de drenagem da bacia, uma vez que a precipitação e outras variáveis não influenciam significativamente nos resultados. Portanto, para bacias com escassez de dados hidrológicos, como é o caso da bacia em estudo, a regionalização da Q_{50} e Q_{95} pode ser obtida das seguintes equações a partir da curva de permanência com séries estendidas:

$Q_{50} = 0,00915.A^{1,03397}$	$R^2 = 0,95$	equação (4)
$Q_{95} = 0,00099.A^{1,06132}$	$R^2 = 0,90$	equação (5)

Onde:

Q_{50} é a vazão com permanência de 50% (m^3/s);

Q_{95} a vazão com permanência de 95% (m^3/s) e

A é a área de drenagem da bacia (km^2).

De posse destas funções hidrológicas, pode-se utilizar uma função exponencial para ajustar uma curva de permanência para a bacia hidrográfica desejada (Tucci, 1991), conforme a expressão que segue:

$Q = Exp.[pa + b]$	equação (6)
--------------------	-------------

Onde:

Q é a vazão em m^3/s com permanência p ;

$a = -[\ln(Q_{50}/Q_{95})]/0,45$;

$b = \ln Q_{50} - 0,50*a$.

Portanto, embasado na metodologia detalhada acima, a regionalização das funções hidrológicas e as curvas de permanência para as seções S3 e S8 são apresentadas nos Quadros 5.38 e 5.39.

Quadro 5.38 - Funções hidrológicas regionalizadas para as seções S3 e S8.

	Seção S3	Seção S8
A (km ²)	78,24	139,03
Q ₅₀ (m ³ /s)	0,83	1,50
Q ₉₅ (m ³ /s)	0,10	0,19

Quadro 5.39 - Curvas de permanência estimadas para as seções S3 e S8.

	$Q = Exp.[pa + b]^{(1)}$	
	Seção S3	Seção S8
$a = \varphi(Q_{50}, Q_{95})$	-4,68	-4,64
$b = \varphi(a, Q_{50})$	2,15	2,73

⁽¹⁾ (Tucci, 1991)

As Figuras 5.29 e 5.30 apresentam as curvas de permanência estimadas para as seções S3 e S8 a partir da estação Dario Lassance.

Figura 5.29 - Curva de permanência regionalizada para a seção S3.

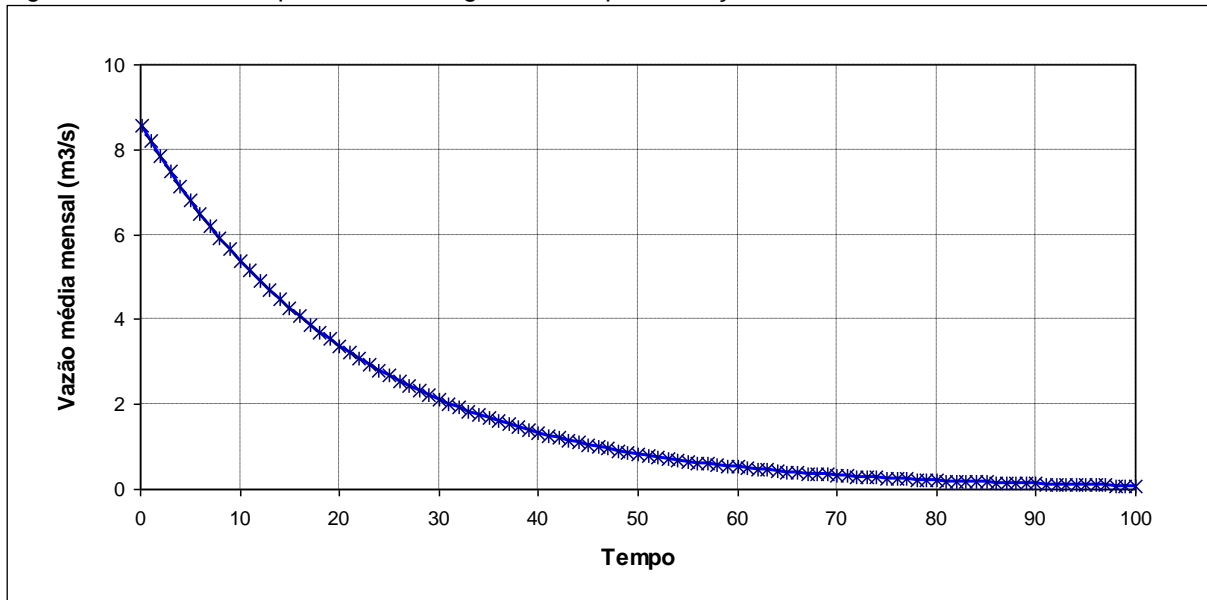
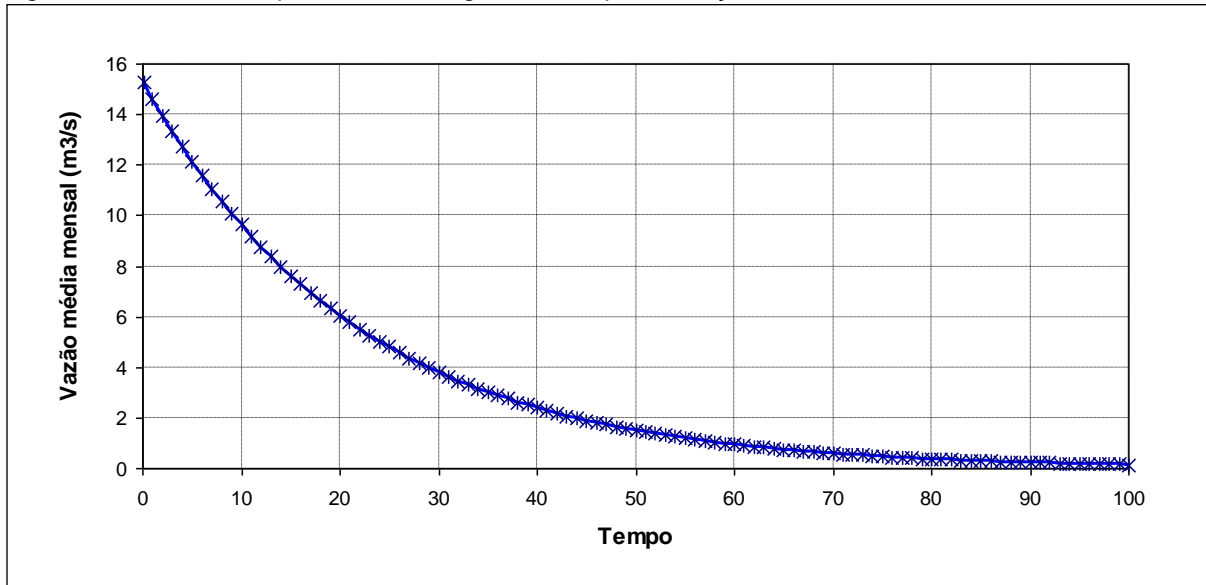


Figura 5.30 - Curva de permanência regionalizada para a seção S8.



O Quadro 5.40 mostra algumas vazões características utilizadas como vazão de referência nos processos de outorga de recursos hídricos.

É importante ressaltar que a vazão média de longo período, mostrada a seguir, foi calculada com base nos trabalhos de Párraga (1997) para regionalização de funções hidrológicas na bacia contribuinte à Lagoa Mirim. Para a vazão mínima (${}_{7}Q_{10}$), o valor foi calculado pela equação obtida por (HAR, 2003) para a UTE Seival.

Quadro 5.40 - Vazões de referência para as seções S3 e S8.

	A (KM ²)	\bar{Q}_{lp} ⁽¹⁾ (M ³ /S)	Q ₉₀ (M ³ /S)	${}_{7}Q_{10}$ ⁽²⁾ (M ³ /S)
Seção S3	78,24	1,44	0,13	0,06
Seção S8	139,03	2,58	0,23	0,1

⁽¹⁾ $Q_m = 0,01754.A^{1,0112}$ (Párraga, 1997); ⁽²⁾ ${}_{7}Q_{10} = e^{-6,445}.A^{0,837}$ (HAR, 2003)

a.3) Verificação da garantia de atendimento à demanda

Neste item é apresentada a análise da possibilidade de atendimento de demanda para os cenários, apresentados nos Quadros 5.31 e 5.32 (HAR, 2001a). Os cenários analisados mostram as demandas de água previstas para a bacia, com a vazão da UTE Pampa Sul estável no horizonte temporal, em cerca de 515 L/s (1.856 m³/h); e para um cenário considerando que a UTE Pampa Sul necessite de 667 L/s (2.400 m³/h), para os três horizontes temporais.

A partir do confronto das demandas e ofertas hídricas, foram construídos os Quadros 5.33 e 5.34, onde são apresentadas as percentagens de atendimento à demanda para cada um dos cenários analisados para a seção S3 e S8, respectivamente.

Quadro 5.41 - Utilização futura da água da região para diferentes horizontes temporais – Seção S3. Vazões de 515 e 667 L/s (1.956 e 2.400 m³/h).

Usos Consuntivos	Taxa Anual Crescimento	Consumo Atual		Demandas					
		2013		2016		2026		2036	
		L/s	%	L/s	%	L/s	%	L/s	%
Abastecimento População Urbana	4%	15,69	14,74	17,65	2,83	26,12	4,13	38,66	5,99
Abastecimento População Rural	1%	1,59	1,49	1,64	0,26	1,81	0,29	2,00	0,31
Abastecimento Seção S3	0	0,00	0,00	515,00	82,60	515,00	81,43	515,00	79,76
Abastecimento Industrial	4%	0,57	0,50	0,64	0,10	0,95	0,15	1,41	0,22
Irrigação de Culturas	0	30,83	28,97	30,83	4,94	30,83	4,87	30,83	4,77
Dessedentação de Animais	0	8,90	8,40	8,90	1,43	8,90	1,40	8,90	1,38
Vazão Mínima a Preservar (80% de $_{7Q_{10}}$)	0	48,85	45,90	48,85	7,83	48,85	7,72	48,85	7,56
Total		106,43	100,00	623,51	100,00	632,46	100,00	645,65	100,00

Usos Consuntivos	Taxa Anual Crescimento	Consumo Atual		Demandas					
		2013		2016		2026		2036	
		L/s	%	L/s	%	L/s	%	L/s	%
Abastecimento População Urbana	4%	15,69	14,74	17,65	2,28	26,12	3,33	38,66	4,85
Abastecimento População Rural	1%	1,59	1,49	1,64	0,21	1,81	0,23	2	0,25
Abastecimento Seção S3	0	0	0,00	667	86,00	667	85,02	667	83,62
Abastecimento Industrial	4%	0,57	0,54	0,64	0,08	0,95	0,12	1,41	0,18
Irrigação de Culturas	0	30,83	28,97	30,83	3,98	30,83	3,93	30,83	3,87
Dessedentação de Animais	0	8,9	8,36	8,9	1,15	8,9	1,13	8,9	1,11
Vazão Mínima a Preservar (80% de $_{7Q_{10}}$)	0	48,85	45,90	48,85	6,30	48,85	6,23	48,85	6,12
Total		106,43	100,00	775,51	100,00	784,46	100,00	797,65	100,00

Quadro 5.42 - Utilização futura da água da região para diferentes horizontes temporais – Seção S8. Vazões de 515 e 667 L/s (1.856 e 2.400 m³/h).

Usos Consuntivos	Taxa Anual Crescimento	Consumo Atual		Demandas					
		2013		2016		2026		2036	
		L/s	%	L/s	%	L/s	%	L/s	%
Abastecimento População Urbana	4%	15,69	11,48	17,65	2,70	26,12	3,94	38,66	5,72
Abastecimento População Rural	1%	1,59	1,16	1,64	0,25	1,81	0,27	2	0,29
Abastecimento Seção S8	0	0	0,00	515	78,78	515	77,72	515	76,20
Abastecimento Industrial	4%	0,57	0,42	0,64	0,10	0,95	0,14	1,41	0,21
Irrigação de Culturas	0	30,83	22,57	30,83	4,72	30,83	4,65	30,83	4,56
Dessedentação de Animais	0	8,9	6,51	8,9	1,36	8,9	1,34	8,9	1,32
Vazão Mínima a Preservar (80% de ₇ Q ₁₀)	0	79,04	57,85	79,04	12,09	79,04	11,93	79,04	11,70
Total		136,62	100,00	653,7	100,00	662,65	100,00	675,84	100,00

Usos Consuntivos	Taxa Anual Crescimento	Consumo Atual		Demandas					
		2013		2016		2026		2036	
		L/s	%	L/s	%	L/s	%	L/s	%
Abastecimento População Urbana	4%	15,69	11,48	17,65	2,19	26,12	3,21	38,66	4,67
Abastecimento População Rural	1%	1,59	1,16	1,64	0,20	1,81	0,22	2	0,24
Abastecimento Seção S8	0	0	0,00	667	82,78	667	81,88	667	80,57
Abastecimento Industrial	4%	0,57	0,42	0,64	0,08	0,95	0,12	1,41	0,17
Irrigação de Culturas	0	30,83	22,57	30,83	3,83	30,83	3,78	30,83	3,72
Dessedentação de Animais	0	8,9	6,51	8,9	1,10	8,9	1,09	8,9	1,08
Vazão Mínima a Preservar (80% de ₇ Q ₁₀)	0	79,04	57,85	79,04	9,81	79,04	9,70	79,04	9,55
Total		136,62	100,00	805,7	100,00	814,65	100,00	827,84	100,00

Quadro 5.43 - Garantia de atendimento às demandas para horizontes temporais em relação à Q_{1p} . Seção S3.

Horizonte Temporal	Total de Demandas (m ³ /s)	Demanda Atendida (%)
Atual	0,106	100
2016	0,623	100
2026	0,632	100
2036	0,645	100
2016	0,775	100
2026	0,784	100
2036	0,797	100

Quadro 5.44 - Garantia de atendimento às demandas para horizontes temporais em relação à Q_{1p} . Seção S8.

Horizonte Temporal	Total de Demandas (M ³ /S)	Demanda Atendida (%)
Atual	0,137	100
2016	0,653	100
2026	0,662	100
2036	0,675	100
2016	0,805	100
2026	0,814	100
2036	0,827	100

Considerando-se que nos períodos críticos de seca, a demanda da UTE Pampa Sul não seria atendida, há a necessidade de reservatório (barragens) de acumulação e de regularização de vazões para garantir suprimento de 100% e também para garantir, em qualquer época, a existência da vazão ecológica, 80% de $7Q_{10}$. Essa vazão ecológica é de 45,85 L/s em S3, e de 79,84 L/s em S8, local da futura barragem J2.

5.3.5.1.3. Usuários de águas superficiais

O levantamento dos usuários de águas superficiais se deu através da consulta dos processos vinculados ao órgão estadual Departamento de Recursos Hídricos - DRH junto a Secretaria Estadual de Meio Ambiente - SEMA, onde se captou 124 processos para outorga de usuários d'água, protocolizados a partir de 2000 até o ano vigente, cuja abrangência atinge as áreas de influencia direta e indireta. A disposição destas informações está no site <http://www.sema.rs.gov.br/> e a data de última atualização foi 16/04/2014.

O outro órgão responsável pelo cadastramento de usuários d'água é a Agência Nacional das Águas - ANA cuja consulta se deu através do site <http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx> com última atualização em 17/04/2014. Para o órgão federal foram levantados 21 processos, cuja abrangência atinge as áreas de influencia direta e indireta.

Os municípios relacionados aos usuários de água superficial são: Candiota, Santa Vitória do Palmar, Jaguarão, Pedras Altas, Passo do Tigre e Aceguá e recursos hídricos considerados são: Arroio Seival, Rio Jaguarão, Rio Jaguarão-Chico, Arroio Candiota, Arroio Juncaí, açudes podendo apresentar relações e interferências hídricas com as áreas de influencia em estudo para o empreendimento.

O Cadastro de Usuários de Águas Superficiais é apresentado no Anexo 5.6, Volume 7.

5.3.5.2. Avaliação de impactos

5.3.5.2.1. Fase de planejamento e implantação

a) Alteração na vazão do rio Jaguarão durante o enchimento das barragens

a.1) Descrição e valoração do impacto

O fechamento das barragens altera o sistema fluvial. Essa alteração gera a formação do reservatório, constituindo-se em um de seus principais impactos.

O enchimento deve se concluir rapidamente, mesmo assim, essa situação deverá ocasionar impactos de baixa magnitude, mesmo mantidas vazões de cunho ecológico e sanitário.

A montante das barragens, a alteração do regime fluvial se dará pelo remanso provocado pelo reservatório no curso. Como a área é pouco ocupada, esse remanso não provocará inundações em áreas urbanas ou localidades rurais, tornando esse impacto negativo.

Considerando os aspectos acima arrolados pode-se dizer que esse impacto é negativo, direto, possui abrangência local, em curto prazo, temporário e reversível. Em vista disso, ele pode ser considerado com magnitude alta e probabilidade alta.

Atributo	Característica	Valor atribuído igual
Forma	Direta	2
Duração	Temporário	1
Temporalidade	Curto prazo	2
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Local	1
Soma		7

Magnitude	Valor atribuído
Alta	4

Probabilidade	Valor atribuído
Alta	3

A natureza deste impacto é negativa, portanto atribui-se o valor -1.

Relevância = $-1 \times (7 \times 4 \times 3) = -84$ (enquadra-se na faixa de grande relevância)

a.2) Medidas recomendadas

Como medidas que podem evitar ou mitigar os efeitos desse impacto podem-se considerar:

- Manutenção da vazão ecológica durante o enchimento dos reservatórios.

a.3) *Reavaliação da relevância do impacto em presença das medidas recomendadas*

O grau de resolução obtido pela implantação das medidas recomendadas tende a ser alto (valor 1), visto que serão tomadas as medidas para a manutenção da vazão ecológica do rio Jaguarão.

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Alto	1
Classificação final	Pequena relevância	- 84

b) *Incidência de processos erosivos nas margens do rio Jaguarão*

b.1) *Descrição e valoração do impacto*

Durante a fase de construção das barragens, na qual poderá haver início ou aceleração dos processos erosivos em decorrência da instalação das estruturas de apoio às obras (canteiros, alojamentos, vias de acesso etc), em áreas com suscetibilidade à erosão, como, também, em decorrência da exploração dos materiais de construção necessários ao empreendimento.

Trata-se de impacto com abrangência local e duração temporária que não provocará alterações significativas que possam comprometer a qualidade ambiental; todavia, recomenda-se que sejam adotadas medidas preventivas e/ou corretivas.

Atributo	Característica	Valor atribuído igual
Forma	Direta	2
Duração	Temporária	1
Temporalidade	Curto prazo	2
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Local	1
Soma		7

Magnitude	Valor atribuído
Alta	4

Probabilidade	Valor atribuído
Alta	3

A natureza deste impacto é negativa, portanto atribui-se o valor -1.

Relevância = $-1 \times (7 \times 4 \times 3) = -84$ (enquadra-se na faixa de grande relevância).

b.2) *Medidas recomendadas*

É fundamental que as ações de mitigação propostas para a fase de construção das barragens sejam bem avaliadas e tecnicamente implementadas, para evitar ou corrigir os impactos gerados sobre os solos, de forma a manter seu equilíbrio.

Deverão ser evitadas áreas de alto potencial à erosão para a instalação das estruturas de apoio às obras e de obtenção de materiais de construção, ou de descarte de estéreis.

b.3) Reavaliação da relevância do impacto em presença das medidas recomendadas

O grau de resolução obtido pela implantação das medidas recomendadas tende a ser Médio (valor 2), visto que o transporte dos sedimentos nos cursos d'água poderá ser muito reduzido. Dessa forma, pela classificação final o impacto é de média relevância (valor -168).

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Médio	2
Classificação final	Média relevância	- 168

c) Carreamento de sedimentos para as drenagens

c.1) Descrição e valoração do impacto

Várias atividades executadas nessa etapa do empreendimento irão expor os solos às ações das chuvas, especialmente onde houver terraplenagem, gerando sedimentos que podem ser carreados aos corpos hídricos, alterando a qualidade de suas águas, sobretudo com relação à turbidez, podendo interferir com a biota aquática e com usos existentes a jusante.

Esse impacto é negativo, com ocorrência de curto prazo, disperso ao longo da AID com reflexos nas sub-bacias a jusante, logo regional, indireto, pois é decorrente dos processos erosivos que podem se instalar ou se intensificar na ADA. É reversível e temporário, sendo que o encerramento das obras e a recuperação das áreas afetadas deverá inibir sua ocorrência. O impacto deverá ser ainda de baixa magnitude e média probabilidade de ocorrência, tendo em vista os dispositivos previstos pelo projeto para evitar erosão.

Atributo	Característica	Valor atribuído igual
Forma	Indireta	1
Duração	Temporária	1
Temporalidade	Curto prazo	2
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Regional	2
Soma		7

Magnitude	Valor atribuído
Baixa	2

Probabilidade	Valor atribuído
Média	2

A natureza deste impacto é negativa, portanto atribui-se o valor -1.

Relevância = $-1 \times (7 \times 2 \times 2) = -28$ (enquadra-se na faixa de pequena relevância)

c.2) Medidas recomendadas

Como medidas que podem evitar ou mitigar os efeitos desse impacto podem-se considerar:

- Implantação de dispositivos de controle de erosão em aterros, cortes e demais obras que envolvam movimentação de terra, tais como sistemas de drenagem e contenção de carreamento de sedimentos;
- Instalação de dispositivos provisórios e recobrimento do solo exposto nos canteiros de obras e frentes de serviços.

Estas ações objetivam reduzir o transporte de sedimentos aos cursos d'água, visando minimizar a probabilidade de ocorrência e a relevância desse impacto.

As ações mitigadoras são consideradas de alto grau de resolução, entretanto, no caso de eventos pluviométricos de grande intensidade ou ocorrência de obstrução dos dispositivos, a eficiência de remoção dos sólidos do sistema de controle de drenagem pluvial poderá ser comprometida, ocasionando turbidez às águas de eventuais cursos d'água ou açudes próximos.

c.3) Reavaliação da Relevância do Impacto em Presença das Medidas Recomendadas

O grau de resolução obtido pela implantação das medidas recomendadas tende a ser médio (valor 2), visto que o transporte dos sedimentos nos cursos d'água poderá ser muito reduzido. Dessa forma, pela classificação final o impacto é de muito pequena relevância (valor -56).

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Médio	2
Classificação final	Muito pequena relevância	- 56

5.3.5.2.2 Fase de comissionamento e operação

a) Alteração no regime fluvial do segmento do rio Jaguarão

a.1) Descrição e valoração do impacto

O fechamento das barragens alterará o sistema fluvial nesse segmento do rio Jaguarão, de lótico para lântico. Essa alteração gera a formação dos reservatórios, constituindo-se em um de seus principais impactos.

A mudança no regime fluvial é ponto de partida para alterações ambientais a serem observadas tanto nos meios físico e biótico quanto no antrópico.

A montante da barragem J2 e da J1, a alteração do regime fluvial se dará pelo remanso provocado pelo reservatório no curso do rio Jaguarão, medido em cerca de 5,0 km para a barragem J2 e cerca de 3,0 km para a barragem J1.

Como a área é pouco ocupada, esse remanso não provocará inundações em áreas urbanas ou localidades rurais, tornando esse impacto negativo pouco significativo. As alterações decorrentes da mudança do sistema fluvial será mais

sentida nos aspectos referentes ao meio biótico (descritos no capítulo correspondente).

Considerando os aspectos acima arrolados pode-se dizer que esse impacto é negativo, direto e possui abrangência local. Iniciará na fase de implantação e continuará durante a fase de operação, portanto, manifestar-se-á em curto prazo, permanente e irreversível. Em vista disso, ele pode ser considerado com magnitude alta e probabilidade alta.

Atributo	Característica	Valor atribuído igual
Forma	Direta	2
Duração	Permanente	2
Temporalidade	Curto prazo	2
Reversibilidade	Irreversível	2
Abrangência	Local	1
Soma		9

Magnitude	Valor atribuído
Alta	4

Probabilidade	Valor atribuído
Alta	3

A natureza deste impacto é negativa, portanto atribui-se o valor -1.

Relevância = $-1 \times (9 \times 4 \times 3) = -108$ (enquadra-se na faixa de muito grande relevância).

a.2) Medidas recomendadas

A alteração do regime fluvial é um fenômeno indissociável da formação dos reservatórios, não sendo mitigáveis vários de seus efeitos negativos.

Recomenda-se a definição de uma vazão mínima a ser mantida no estirão a jusante dos reservatórios durante a fase de enchimento e operação do reservatório. Estas medidas garantirão as condições para uso da água e manutenção da biota.

a.3) Reavaliação da relevância do impacto em presença das medidas recomendadas

O grau de resolução obtido pela implantação das medidas recomendadas tende a ser baixo (valor 3). Dessa forma, pela classificação final o impacto é de muito grande relevância (valor -324).

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Baixo	3
Classificação final	Muito Grande relevância	- 324

b) Conflitos quanto ao uso dos recursos hídricos superficiais

b.1) Descrição e valoração do impacto

Nas áreas de influência direta e indireta, foram identificados 124 processos para outorga de usuários d'água vinculados ao Departamento de Recursos Hídricos - DRH junto a Secretaria Estadual de Meio Ambiente – SEMA. Esses usos podem apresentar interferências com as áreas de captação de água para a Usina.

A implantação dos reservatórios proverá a Usina de toda a necessidade de água para o seu processo produtivo, não sendo previsto o aproveitamento múltiplo das águas do reservatório.

Para fins de avaliação, esse impacto é negativo, de curto prazo, local, direto, reversível e temporário. O impacto deverá ser ainda de alta magnitude e alta probabilidade de ocorrência, tendo em vista a inexistência de utilização de recursos hídricos subterrâneos na área de influência.

Atributo	Característica	Valor atribuído igual
Forma	Direta	2
Duração	Temporário	1
Temporalidade	Curto prazo	2
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Local	1
Soma		7

Magnitude	Valor atribuído
Alta	4

Probabilidade	Valor atribuído
Alta	3

A natureza deste impacto é negativa, portanto atribui-se o valor -1.

Relevância = $-1 \times (7 \times 4 \times 3) = -84$ (enquadra-se na faixa de grande relevância).

b.2) Medidas recomendadas

A medida recomendada é a compatibilização do uso da água proveniente dos reservatórios J1 e J2 e a manutenção da vazão ecológica do rio Jaguarão durante toda a vida útil da usina. Devem ser acordados com os demais lindeiros da área dos reservatórios a possibilidade de uso compartilhado do recurso. A medida recomendada é de médio grau de resolução, uma vez que depende de fatores que não podem ser ponderados nesse momento.

b.3) Reavaliação da relevância do impacto em presença das medidas recomendadas

O grau de resolução obtido pela implantação das medidas recomendadas tende a ser médio (valor 2). Dessa forma, pela classificação final o impacto é de média relevância (valor -168).

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Médio	2
Classificação final	Média relevância	- 168

5.3.5.3 Qualidade das águas superficiais

5.3.5.3.1 Características das águas superficiais

a.1) Aspectos metodológicos

a.1.1) Índices de qualidade

As medições de vazão que acompanharam a amostragem de qualidade de água foram realizadas em cinco seções apresentadas nos Quadros 5.52 e 5.53. A localização e as coordenadas dos pontos de medição são apresentados no Quadro 5.45.

Quadro 5.45 - Pontos de coleta para análise de parâmetros de qualidade de água na sub-bacia do rio Jaguarão - Área de Influência Direta da UTE Pampa Sul.

Pontos de Coleta	Localização	Coordenadas	
		Norte	Leste
AS1	Cruzamento da Sanga do bueiro com a linha férrea desmantelada	6.515.165	240.059
AS2	Afluente da Sanga do Bueiro próximo à vila Seival	6.516.931	238.567
AS3	Afluente da Sanga do Bueiro, ao norte da linha férrea desmantelada –EH4	6.518.075	238.469
AS4	Rio Jaguarão, próximo á linha férrea desmantelada-EH5	6.520.127	238.877
AS5	Sanga do Bueiro, próximo ao Rio Jaguarão	6.518.449	236.212
AS6	Cruzamento do Rio Jaguarão com a estrada municipal Francisco Xavier Ferreira –EH3	6.517.379	234.991
AS7	Afluente do Rio Jaguarão com a estrada municipal Francisco Xavier Ferreira (Hulha Negra)-EH2	6.518.125	231.271
AS8	Rio Jaguarão, Eixo da Futura Barragem-EH1	6.512.611	231.423

Durante o ano de 2007, amostras de água superficial foram coletadas mensalmente em 8 (oito) seções de controle, mencionadas AS1 a AS8. As amostras de água subterrânea foram coletadas em 5 (cinco) seções, nas seções PZ01 a PZ05. A água da chuva foi coletada em apenas um local, próximo à seção S5 (Figura 5.31 – Diagrama Unifilar). Em julho de 2013 procedeu-se à complementação daquelas análises, nos mesmos pontos.

O Quadro 5.46 apresenta os métodos de análise empregados e respectivos limites de detecção.

A avaliação da qualidade atual dos recursos hídricos da área foi realizada através de até 29 parâmetros de qualidade de água analisados conforme a metodologia do *Standard Methods* (1998), reconhecida internacionalmente.

Quadro 5.46 - Métodos de análise de parâmetros de qualidade da água.

Parâmetros	Metodologia	Limite de Detecção
Temperatura da Água	Termometria	0,1 °C
Condutividade	Eletrométrico	0,1 µS/cm
pH	Potenciométrico	0,01

Parâmetros	Metodologia	Limite de Detecção
Sólidos Sedimentáveis	Cone Imhoff	0,1 ml/ L
Turbidez	Nefelométrico	0,1 UNT
Transparência	Disco de Secchi	0,01 m
Dureza	Titulometria	0,05 mg / L CaCO ₃
Alcalinidade Bicarbonato	Titulometria	0,1 mg / L CaCO ₃
OD	Sonda Eletrométrica	0,1 mg / L O ₂
DQO	Refluxo	3,0 mg / L O ₂
DBO ₅	Incubação a 20 °C	0,1 mg / L O ₂
Nitrogênio Orgânico	Kjedahl	0,1 mg / L N
Cianetos	Ion Seletivo	0,01 mg / L
Cloretos	Titulométrico	0,03 mg / L
Fosfatos Totais e Orto	Espectrofotométrico	0,01 mg / L P
Nitrogênio Amoniacal	Bertelot	0,1 mg / L N
Nitratos	Espectrofotométrico	0,003 mg / L N
Sulfatos	Turbidimétrico	0,05 mg / L
Sulfetos	Cromatografia Gas	0,001 mg / L
Óleos e Graxas	Soxhlet	0,1mg / L
Sólidos Totais	Estufa a 103 °C	0,5 mg / L
Sólidos Dissolvidos Totais	Estufa a 103°C	0,5 mg / L
Sólidos em Suspensão	Estufa a 103°C	0,5 mg / L
Fenóis totais	Espectrofotômetro	0,001 mg / L
Detergentes(Surfactantes)	Espectrofotômetro	0,01 mg / L
Cd, Pb	EAA	0,0001 mg / L
Fe total e solúvel	EAA	0,0001 mg / L
Cr VI	EAA	0,001 mg / L
Cr III	EAA	0,0001 mg / L
Clorofila a	Espectrofotômetro	0,1 µg / L
Coliformes Totais e Fecais	Tubos Múltiplos	<1 NMP / 100 mL

Os parâmetros foram agrupados de acordo com as características que conferem à água: características estéticas, características orgânicas, características de agressividade natural, características iônicas, características de nutrientes, características sanitárias e características de metais traços.

As concentrações dos parâmetros de qualidade de água superficial foram discriminadas em quadros, que mostram a variação espacial em cada data de amostragem, e comparadas aos padrões ambientais que constam na resolução nº 357/2005 do CONAMA.

Ainda, para facilitar a interpretação dos dados, optou-se por empregar o IVA da CETESB, 1988.

O IVA, Índice de Proteção da Vida Aquática, é composto do IPMCA e do IET, Índice do Estado Trófico.

$$IVA = (IPMCA \times 1,2) + IET \quad (1)$$

O IPMCA é composto de um sub-índice de substâncias - parâmetros essenciais (PE) e de substâncias tóxicas (ST) à vida aquática. A escala do IPMCA varia de 1 a 9, sendo 1 a melhor situação e acima de 6 até 9, a pior situação.

$$IPMCA = PE \times ST \quad (2)$$

Neste trabalho, como parâmetros essenciais foram considerados pH, OD e toxidez aos peixes por nitrogênio amoniacal. Como substâncias tóxicas foram considerados metais traços, Fe, Hg, Cd, Zn e fenóis totais.

Quadro 5.47 - Parâmetros componentes do IPMCA e níveis de qualidade.

Grupos	Parâmetros	Níveis	Varição	Pesos
Parâmetros Essenciais (PE)	OD (mg / L)	A	≥ 5,0	1
		B	3,0 A 5,0	2
		C	< 3,0	3
	pH	A	6,0-9,0	1
		B	5,0 A 6,0 e 9,0 a 9,5	2
		C	<5,0 e > 9,5	3
Nitrogênio Amoniacal	A	<3,7	1	
	B	3,7 a 13,3	2	
	C	>13,3	3	
Substâncias Tóxicas (ST)	Cádmio (mg / L)	A	≤ 0,001	1
		B	0,001 a 0,005	2
		C	>0,005	3
	Ferro (mg / L)	A	≤ 0,3	1
		B	>0,3 a 1,00	2
		C	> 1,0	3
	Zinco (mg / L)	A	≤ 0,18	1
		B	>0,18 a 5	2
		C	> 5	3
	Fenóis (mg / L)	A	≤ 0,001	1
B		>0,001 a 0,050	2	
C		> 1,0	3	
Mercúrio	A	≤ 0,0002	1	
	B	>0,0002 a 0,002	2	
	C	> 0,002	3	

O Quadro 5.47 apresenta a relação entre as concentrações dos parâmetros essenciais e de substâncias tóxicas e a qualidade da água.

Os pesos são adicionados segundo o Quadro 5.48, para formar o IPMCA.

Quadro 5.48 - Qualidade da água e IPMCA.

IPMCA	Qualidade da Água
1	Boa (100 – 85%)
2	Regular (84 – 70 %)
3 a 4	Ruim (69% - 40%)
> 6	Péssima (< 39%)

Nesta equação,

$$IET = [IEut (P) + IEut (Clh \alpha)] / 2 \quad (3)$$

Para avaliação do IET utiliza-se a concentração de fósforo total e da clorofila α , em $\mu\text{g/L}$, possuindo uma escala de 1 a 4, de oligotrófico a hipereutrófico. Por sua vez,

$$IEut (P) = 10 \{6 - [\ln(80,32 / P) / \ln 2]\} \quad (4)$$

e

$$IEut (Clh \alpha) = 10 \{6 - [\ln(2,04 - 0,695 \ln Clh \alpha) / \ln 2]\} \quad (5)$$

O Índice de Estado Trófico, IET, tem as escalas e significados do Quadro 5.49.

Quadro 5.49 - Eutrofização e IET

Critério IET	Estado Trófico	Classes
IET > 44	Oligotrófico	1
45 < IET < 54	Mesotrófico	2
55 < IET < 74	Eutrófico	3
IET > 75	Hipereutrófico	4

O IVA tem uma escala de 2,2 a 7,6, sendo o menor valor apostado para uma água ótima e o maior valor para uma água péssima para a proteção da vida aquática. Na realidade esse índice avalia conjuntamente OD, pH, metais, amônia, fenóis e a potencialidade de eutrofização, voltado para a realidade de clima subtropicais a temperados do sul do Brasil.

Quadro 5.50 - Qualidade da água e o IVA

Qualidade da Água	IVA
Ótima	≤ 2,2 (100 – 72 %)
Boa	2,3 a 3,3 (71 – 57%)
Regular	3,4 a 4,4 (56 – 42%)
Ruim	4,5 a 6,8 (41 – 12 %)
Péssima	> 7,6 (11 – 0%)

Na ausência de clorofila α , pode-se avaliá-la através do fósforo, conforme Vollenweider.

$$\text{Log Clor } \alpha (\mu\text{g/l}) = 2,192 + 0,91 \log P (\text{mg/l}) \quad (6)$$

O IVA será calculado e apresentado para as amostras AS3 e AS8 seções das barragens projetadas J1 e J2.

a.2) Resultados obtidos

a.2.1) Caracterização das vazões

O Quadro 5.51 apresenta as vazões médias de longo prazo e a de referência (80% Q_{90}) estimadas por modelos hidrológicos para as seções de coleta de qualidade da água superficial.

Quadro 5.51 - Vazões Q_{LP} e de referência. AID UTE Pampa Sul.

Seção	$Q_{LP}(\text{m}^3/\text{s})$	$Q_{REF}(\text{m}^3/\text{s})$
AS1	0,047	0,003
AS2	0,428	0,031
AS3	1,440	0,104
AS4	0,664	0,048
AS5	0,129	0,009

Seção	$Q_{LP}(m^3/s)$	$Q_{REF}(m^3/s)$
AS6	0,566	0,041
AS7	0,288	0,017
AS8	2,580	0,181

Frente a um consumo médio de $0,515 m^3/s$ na primeira fase e a um consumo na expansão de $0,667 m^3/s$ numa segunda fase, verifica-se que as vazões médias afluentes à seção AS8 serão suficientes para atender às necessidades do empreendimento. Em épocas de estresse hídrico, no entanto, não haveria água suficiente para atender os usos ambientais múltiplos e o abastecimento da UTE Pampa, havendo por isto a necessidade de barramento para reservação de água.

Quadro 5.52- Vazões medidas (16 e 17 de abril de 2007).

Ponto	Nível da Régua (m)	Velocidade Média (m/s)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s)
AS3	0,21	0,134	0,28	0,037
AS4	0,33	0,095	0,58	0,055
AS6	0,16	0,225	0,50	0,111
AS8	0,23	0,299	0,68	0,204

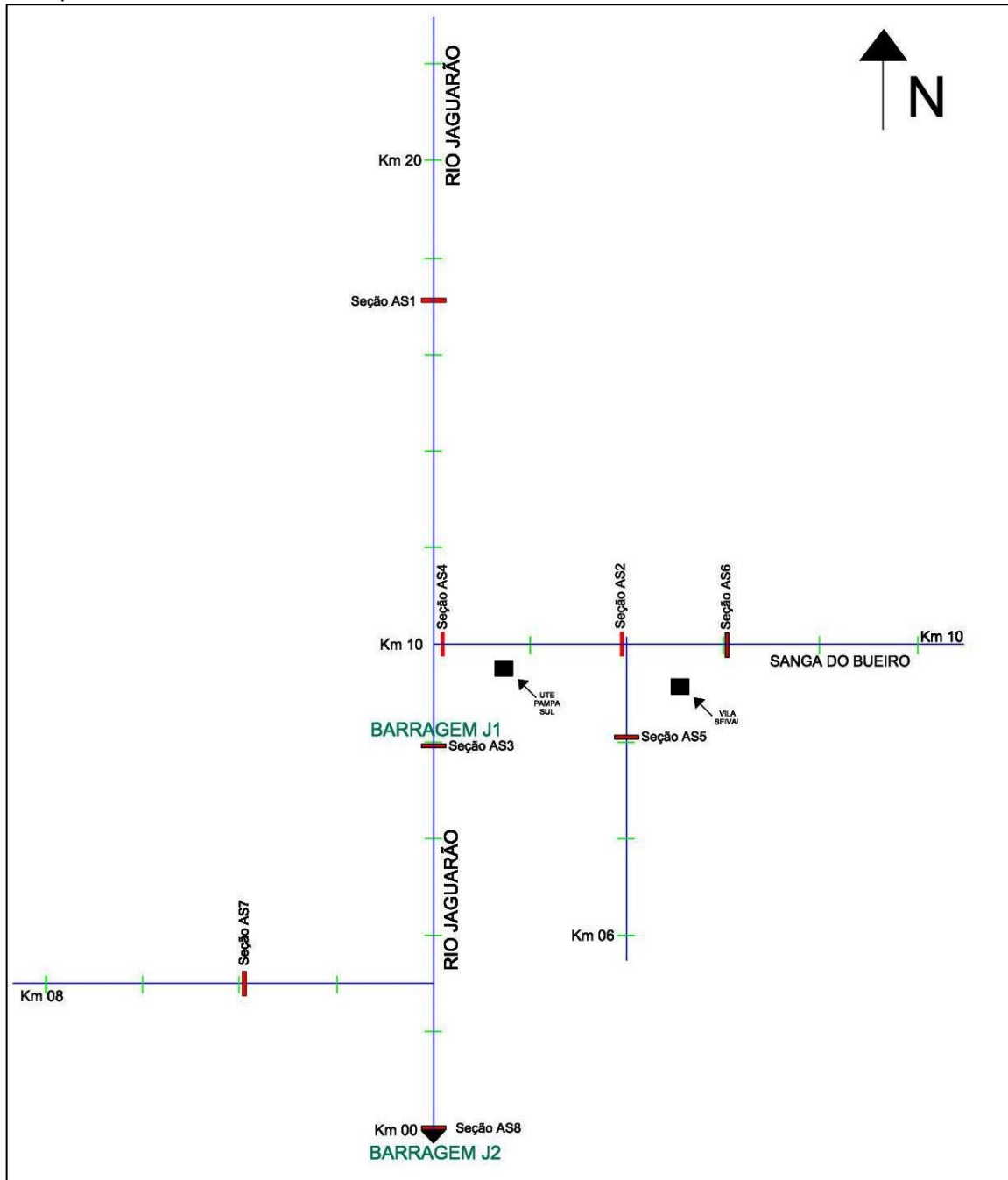
As vazões medidas apresentadas nos Quadros 5.52 e 5.53 são representativas de vazões e época de seca, dias não chuvosos. Os riachos regionais são abastecidos pelo lençol freático regional, vazão de base do ciclo hidrológico.

Quadro 5.53 - Vazões medidas (22 e 23 de maio de 2007).

Pontos	Nível da Régua (m)	Velocidade Média (m/s)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s)
AS3	0,24	0,230	0,28	0,065
AS4	0,34	0,180	0,62	0,113
AS6	0,16	0,269	0,74	0,200
AS7	0,16	0,049	0,31	0,015
AS8	0,26	0,482	0,74	0,359

As vazões medidas variaram, na seção AS8, de $0,204$ a $0,359 m^3/s$, bem menores que a Q_{lp} , vazão média de longo prazo, de $2,57 m^3/s$.

Figura 5.31 - Diagrama unifilar – sub-bacia do Rio Jaguarão área de influência indireta - UTE Pampa Sul.



5.3.5.3.2. Diagnóstico da qualidade das águas superficiais – seções de amostragem

Os dados de qualidade das águas superficiais serão analisados, seção por seção, na sequência temporal de amostragem. Os dados obtidos serão comparados aos padrões ambientais da resolução 357/2005 do CONAMA. Para todas as seções, será dado ênfase às características estéticas dos recursos hídricos superficiais, às características orgânicas, às características de agressividade aos materiais dessas águas, às características iônicas das mesmas, ao conteúdo de nutrientes e potencial de produtividade aquática, às características sanitárias e às características dos metais traços presentes nas águas dessa sub-bacia do rio Jaguarão. Os Laudos de

Análise com os resultados das mostragens estão apresentados no Anexo 5.4 – Laudos de Análises de Água Superficial e Subterrânea.

a) Seção AS1

A seção AS1 localiza-se no rio Jaguarão, entre a rodovia BR-293 e a linha férrea.

a.1) Características estéticas

Águas pouco turvas e com poucos sólidos em suspensão indicam que, no caso de barramentos, a profundidade da zona eufótica será bastante pronunciada, preconizando condições ótimas para o desenvolvimento planctônico. Águas túrbidas, coloridas e com muitos sólidos significam sombreamento, o que pode reduzir as chances de proliferação de algas.

O maior valor de turbidez ocorreu em junho, por ocasião das chuvas, pela lavagem dos solos, excedendo o padrão ambiental. Altos valores de cor ocorreram em duas amostragens, uma condição variável natural.

Quadro 5.54 - Variação temporal das características estéticas das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Turbidez	UNT	3,3	11,0	108	12,7	15,7	16,9	21	100
Cor	mg/L Pt	NA	NA	NA	100	250	50	54	75
Sólidos Suspensos	mg/L	3,0	51	51	16	4	74	28	in

NA – Não analisado In = inexistente.

A cor funciona como filtro ótico, inibindo a fotossíntese de muitos organismos aquáticos. Os valores de sólidos em suspensão seguem a variabilidade natural das águas regionais e o arraste de poeiras e partículas dos solos. A amostragem de 2013 mostra valores de sólidos suspensos, cor e turbidez dentro do padrão de classe 2.

a.2) Características orgânicas

A altitude média da sub-bacia do Rio Jaguarão é de 90 m em relação ao nível médio do mar. Não há influência significativa da altitude local no teor de OD, mas existe da temperatura, uma vez que a salinidade é próxima de zero.

No Quadro 5.55 são apresentadas as características orgânicas, influenciadas pelo conteúdo de OD.

Quadro 5.55 - Variação temporal das características orgânicas das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Temperatura	°C	21,5	13,0	9,6	15,5	21,0	20,0	NA	in
Oxigênio Dissolvido	mg/L O ₂	5,68	5,9	8,13	8,06	4,1	7,5	8,5	5
Nitrogênio Total	mg/L N	0,81	2,38	0,443	0,6	1,7	N.D.	0,19	in
DQO	Mg/L O ₂	16	27,6	15,7	26,6	N.D.	N.D.	14	in
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	0,540	1,85	0,355	0,4	N.D.	N.D.	ND	3,7

in = inexistente; ND = Não detectado; NA = Não Analisado.

Um valor de OD ficou abaixo do padrão, na seca de outubro de 2007. A água subterrânea pode ter contribuído, também, para alguns teores de OD mais baixos, uma vez que comanda o ciclo dos rios na região por ocasião das secas.

Os teores de nitrogênio total e amoniacal variam dentro dos padrões e a temperatura reflete as condições meteorológicas locais, das quatro estações. O padrão de nitrogênio amoniacal depende do pH. Para o rio Jaguarão, o padrão é de 3,7 mg/L.

Segundo o Standard Methods (21ª edição, 2005), a DQO pode ser empregada em substituição ao Carbono Orgânico Total (COT) em rios e barragens com baixa carga orgânica. Nessa seção de amostragem, a DQO está dentro da faixa inventariada para águas naturais de 0 a 30 mg/L, uma vez que não há padrão ambiental para este parâmetro.

Há uma forte associação entre altos teores de COT dissolvido e o potencial de formação de trihalometanos e de ácidos haloacéticos no tratamento de água. O teor de matéria orgânica carbonácea está bem balanceado pelo teor de matéria orgânica nitrogenada. Compostos fenólicos (índice de fenol) que estão associados a um sabor desagradável provocado pelo tratamento da águas de abastecimento com cloro, não foram detectados.

a.3) Características de agressividade

Os valores de pH, mostrados no Quadro 5.56, mostram águas pouco agressivas aos materiais, ficando dentro da faixa de 5 a 9. Altos valores de alcalinidade ocorrem pela composição do solo e pela correção agrícola na época dos cultivos. Um valor da literatura de 30 mg/L CaCO₃ de alcalinidade total é apontado como um teor mínimo para a manutenção da vida aquática. Não há acidez natural ou induzida por qualquer lixívia de carvão.

Quadro 5.56 - Variação temporal da agressividade natural das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
pH		7,6	7,3	7,7	7,4	6,9	7,2	7,06	6 -9
Alcali. Total	mg/L CaCO ₃	82	53,0	17,4	68,4	47,0	25,2	33	in
Acidez	mg/L CaCO ₃	N.D.	N.D.	1,4	2,2	7,1	N.D.	ND	in
Sais.Diss. Totais	mg/L	185	97	155	132	118	137	124	500
Dureza	mg/L CaCO ₃	83,6	57,0	18,2	60,4	62,80	13,0	38	in
Pot. Redox	mV				177	+185	+285	NA	in

in=inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

Os sais dissolvidos estão dentro da faixa natural com alguns altos valores de dureza pela composição dos solos. Dureza menor que 20 mg/L é desejável na operação de caldeiras. O potencial redox indica águas com condição oxidante, inexistindo padrão ambiental para esse parâmetro. Os dados de 2013 não diferem significativamente, a um nível de 5%, dos dados de 2007.

a.4) Características iônicas

A especificação iônica, juntamente com a alcalinidade, comanda a vida aquática, o seu equilíbrio e preservação, na presença de OD. A composição iônica

depende de uma série de fontes, mas principalmente do pH e da força iônica. A alcalinidade depende do teor de CO₂ injetado ou gerado dentro da massa hídrica.

A condutividade é um parâmetro surrogatório da força iônica. Não tem padrão ambiental, mas tem sido usada como uma aproximação ao somatório dos íons dissolvidos numa água. Os valores de condutividade são o triplo daqueles encontrados no Lago Guaíba, na frente de Porto Alegre. Isso mostra grande aporte de íons lixiviados dos solos pela águas subterrâneas. No Quadro 5.57 são apresentados altos valores de condutividade, acima da condição média do rio Jaguarão de 50 a 80 umho/cm. Os teores de sulfatos então dentro dos padrões aceitos.

Quadro 5.57 - Variação temporal das características iônicas das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Condutividade	µS/cm	264,0	211,0	100,4	169,5	125,8	63	NA	in
Sulfatos	mg/L SO ₄ ²⁻	10,9	11,3	41,3	2,6	N. D.	19,1	ND	250
Cálcio	mg/L Ca	19,00	14,0	4,05	16,4	9,62	5,53	NA	in
Magnésio	mg/L Mg	8,80	5,5	1,97	4,73	9,43	0,19	NA	in
Potássio	mg/L K	4,57	1,95	2,86	2,27	1,02	1,06	NA	in
Sódio	mg/L Na	17,50	13,50	9,97	14,5	8,04	5,11	NA	in

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

Cálcio e sódio abundam na região. São úteis para a biota aquática, principalmente para os crustáceos. Potássio e sódio equilibram os demais íons, favorecendo a vida aquática.

Cálcio, magnésio, sódio e potássio não têm padrão ambiental, mas são compostos importantes para a preservação e equilíbrio da vida aquática. Sulfatos e magnésio não são tão importantes quanto cálcio e potássio para os organismos aquáticos. O teor de cloreto na amostra de 2013 foi de 3,3 mg/L, bem abaixo do padrão de 250 mg/L.

a.5) Características de nutrientes e produtividade

O padrão para fósforo total é de 0,1 mg/L P e de nitrato, 10,0 mg/L N, segundo a resolução 357 do CONAMA, 2005. Os teores de fósforo são bastante variáveis, com alguns valores acima dos padrões. Conforme apresentado no Quadro 5.58, nitratos e nitritos mostram uma natureza bem comportadas em termos destes compostos oxidados de nitrogênio. Na amostragem de 2013, as águas desta seção apresentaram valores de nutrientes abaixo dos limites de detecção.

Quadro 5.58 - Variação temporal de nutrientes nas águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Fósforo Total	mg/L P	0,26	0,12	0,18	0,01	N.D.	0,13	ND	0,100
Fósforo Total Solúvel	mg/L P	0,04	0,10	0,12	N.D.	N.D.	0,07	0,02	0,100
Nitratos	mg/L NO ₃ ⁻	1,24	0,65	2,1	1,5	1,4	0,40	ND	10
Nitritos	mg/L NO ₂ ⁻	N.D.	0,01	0,175	0,015	0,03	0,036	ND	1

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

a.6) Características sanitárias

A maneira mais comum de se avaliar a contaminação sanitária é pela contagem de coliformes totais e termotolerantes, esses às vezes classificados como *E. coli*. O padrão para recreação de contato primário é 200 NMP/100 mL, em 80% de pelo menos 6 amostras.

Quadro 5.59 - Variação temporal da contaminação sanitária das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Coliformes Totais	NMP/100 mL	3570	2490	7700	24200	1820	11200	630	in
Coliformes termotol.	NMP/100 mL	338	440	1380	12000	185	530	276	1000

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

Se o objetivo for proteger a recreação secundária e pesca de lazer, então o padrão de classe 3 seria 2500 NMP/100 mL. Para os demais usos, onde se inclui a dessedentação de animais tais como o gado e as ovelhas, o limite sobe para 4000 NMP/100 mL, em 6 amostras, periodicidade bimestral, durante um ano de amostragem.

Na região ocorre agropecuária extensiva, explicando as altas contagens de coliformes totais e fecais, excedendo em 33% das amostras o padrão ambiental, conforme Quadro 5.59 acima.

A contaminação fecal pode ser atribuída ao transporte de fezes de animais ou de drenagens silvícolas, agrícolas ou de ocupação humana, por meio do escoamento superficial. A construção de barramentos constitui-se numa medida mitigadora importante, pois as águas de açudes e de reservatórios artificiais não são propícias à manutenção de altas densidades colimétricas em função do alto pH gerado pelo fitoplâncton.

a.7) Características de metais traços

Os resultados das análises de metais da seção AS1 são apresentados no Quadro 5.60 Com exceção de uma amostragem, nas demais, alumínio, ferro e manganês excederam o padrão ambiental, refletindo a característica dos solos argilosos locais.

A precipitação de ferro impacta, por deposição, locais de postura de ovos da ictiofauna e perturba a sua respiração, com reflexos na sua taxa de crescimento. A exemplo do ferro, manganês precipita e colmata guelras de peixes.

Quadro 5.60 - Variação temporal I de metais traços nas águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Alumínio	mg/L Al	0,004	0,495	5,16	0,488	0,194	0,127	0,550	0,1
Cádmio	mg/L Cd	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	ND	0,001
Ferro Bivalente	mg/L Fe ⁺⁺	0,160	0,134	1,27	0,194	0,387	0,149	0,025	in
Ferro Total	mg/L Fe _t	0,700	0,934	3,76	1,22	1,20	0,685	0,914	0,3
Manganês	mg/L Mn	0,338	N.D.	0,059	0,335	0,098	0,035	0,019	0,1
Mercúrio	mg/L Hg	0,00081	0,00073	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	ND	0,0002
Zinco	mg/L Zn	N.D.	0,0011	0,065	0,028	0,029	0,038	0,015	0,18

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

Não foram detectados cádmio e mercúrio, com valores de zinco atendendo aos padrões da resolução 357 do CONAMA. Na amostragem de 2013, o teor de ferro excedeu o padrão ambiental, a exemplo do que ocorria em 2007.

b) Seção AS2

Esta seção localiza-se na Sanga do Bueiro próximo à Vila Seival.

b.1) Características estéticas

Altos teores de turbidez e cor foram detectados, função de chuvas, ultrapassando o padrão ambiental do CONAMA 357/2005. Num barramento, se houver concentração apropriada de coagulantes naturais, irão se formar bancos de silte e argila, colmatando-a progressivamente. Daí a importância em barramentos da mata ciliar de suas margens.

Quadro 5.61 - Variação temporal das características estéticas das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Turbidez	UNT	32,6	96,8	129	35,1	21,4	27,9	41	100
Cor	mg/L Pt	NA	NA	NA	120	200	80	86	75
Sólidos Suspensos	mg/L	31,0	67,0	77	34	3	N.D.	2,5	in

In = inexistente; NA - Não Analisado; ND - Não Detectado.

Os teores de sólidos em suspensão não acompanham a turbidez (Quadro 5.61), o que demonstra a natureza coloidal da matéria em suspensão. Estas águas podem encarecer o tratamento de água pela necessidade de desestabilização dos colóides previamente à sua precipitação. Esta seção tanto em 2007 quanto 2013 obteve valores acima do padrão para cor, talvez por alguma lixívia de carvão nas proximidades.

b.2) Características orgânicas

Os valores de T espelham a realidade ecológica regional, com valores bastante baixos no inverno.

Quadro 5.62 - Variação temporal das características orgânicas das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Temperatura	°C	22,0	13,0	9,6	17,0	25,0	25,0	NA	in
Oxigênio Dissolvido	mg/L O ₂	8,11	5,9	8,95	9,2	6,2	9,4	8,7	5
Nitrogênio Total	mg/L N	1,24	2,38	0,330	0,9	1,1	N.D.	0,67	in
DQO	mg/L O ₂	30	27,6	35,4	30,4	11,7	N.D.	37	in
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	0,675	0,79	0,306	0,7	N.D.	N.D.	0,05	3,7

In = inexistente; ND = Não detectado; NA = Não Analisado.

Apesar de atenderem o padrão, por ocasião das secas as concentrações de OD ficam abaixo de 70% do valor de saturação para OD. Comparando-se os teores de DQO com 30 mg/L, um valor médio natural, vê-se que há muita variabilidade da presença de matéria orgânica consumidora de OD (ver Quadro 5.62). Deve-se lembrar que muito do DQO pode provir da oxidação do ferro e da interferência de

nitratos com a análise deste parâmetro. Os valores de nitrogênio total e de nitrogênio amoniacal são variáveis sem tendência, mas bastante baixos, não devendo oferecer perigo à vida aquática. Os compostos fenólicos ficaram abaixo do limite de detecção.

b.3) Características de agressividade

O pH é bastante equilibrado, com apenas uma detecção de acidez total e valores baixos de alcalinidade total.

Quadro 5.63 - Variação temporal da agressividade natural das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
pH		7,5	7,2	7,5	7,4	7,2	7,5	7,88	6 -9
Alcali. Total	mg/L CaCO ₃	28	23,6	10,6	39,6	23,9	22,1	36	in
Acidez	mg/L CaCO ₃	N.D.	N.D.	0,9	N.D.	N.D.	N.D.	2,5	in
Sais.Diss. Totais	mg/L	89	104	194	78	65	93	128	500
Dureza	mg/L CaCO ₃	55,1	77,0	14,1	39,9	46,85	48,2	32	in
Pot. Redox	mV	NA	NA	NA	167	+177	+260	NA	in

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

Os teores de sais dissolvidos atendem o padrão do CONAMA 357/2005 para classe 2. Nesta seção as águas apresentam maiores teores de dureza que na seção anterior, devendo sofrer tratamento se usadas para vapor. O potencial redox aponta águas oxidativas, não havendo diferença significativa entre 2007 e 2013.

b.4) Características iônicas

Considerando-se que a condutividade é uma das maneiras de expressão do conteúdo iônico das águas, verifica-se que temporalmente se encontra bem equilibrada.

Quadro 5.64 - Variação temporal das características iônicas das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Condutividade	µS/cm	117,9	137,1	81,3	111,5	82,4	106,9	NA	in
Sulfatos	mg/L SO ₄ ²⁻	10,4	40,9	5,79	6,2	N.D.	3,20	7,5	250
Cálcio	mg/L Ca	10,20	16,6	45,5	9,4	8,26	5,69	NA	in
Magnésio	mg/L Mg	7,19	8,6	2,43	3,98	6,38	9,00	NA	in
Potássio	mg/L K	3,09	2,56	1,95	1,78	0,807	3,68	NA	in
Sódio	mg/L Na	7,39	8,71	2,36	12,7	6,83	5,49	NA	in

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

Sulfatos atendem o padrão de classe 2. Em média, há predominância dos teores de cálcio em relação ao sódio, mostrando águas do tipo 1, de melhor qualidade ambiental. Magnésio e potássio também não devem faltar para a conservação e o equilíbrio das espécies aquáticas. Na amostragem de 2013 sulfatos e cloretos (7,6 mg/L) tem valores bastante baixos, não interferindo com o equilíbrio das espécies iônicas aquáticas.

b.5) Características de nutrientes e produtividade

Conforme Quadro 5.65, 50% das amostras excederam os teores de classe 2 de fósforo total, o mesmo não acontecendo com o fósforo dissolvido.

Quadro 5.65 - Variação temporal de nutrientes nas águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Fósforo Total	Mg/L P	0,30	0,14	0,32	N.D.	N.D.	0,06	0,07	0,100
Fósforo Total Solúvel	Mg/L P	0,03	0,09	0,03	N.D.	N.D.	0,04	0,03	0,100
Nitratos	Mg/L NO ₃ ⁻	2,10	1,46	1,8	1,5	0,3	0,11	0,7	10
Nitritos	Mg/L NO ₂ ⁻	N.D.	0,08	0,182	0,046	0,04	0,048	0,03	1

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

Nitratos e nitritos apresentam baixos teores, sendo distróficos em relação ao fósforo. Acredita-se que muito do fósforo total seja proveniente das atividades agropastoris.

b.6) Características sanitárias

No Quadro 5.66, as altas densidades de coliformes totais e fecais mostram a contaminação sanitária das atividades agropastoris. Apenas uma amostra está dentro do limite de classe 2 do CONAMA.

Quadro 5.66 - Variação temporal da contaminação sanitária das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Coliformes Totais	NMP/100 mL	3170	19900	5204	61650	3870	NA	5210	in
Coliformes termotol.	NMP/100 mL	558	2250	1440	17260	2250	NA	2180	1000

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

A amostragem de 2013 mostrou que nesta seção também é alta a densidade colimétrica apontando fontes silvo-pastoris contribuintes principais.

b.7) Características de metais traços

No Quadro 5.67 apresentam-se as concentrações dos metais traços que podem apresentar fitotoxicidade (alumínio e ferro) e toxicidade a animais e plantas. Alumínio e ferro excedem o padrão de classe 2.

Cadmio não foi detectado. Duas amostras apresentaram teores de mercúrio acima dos padrões de classe 2 mas não dos de classe 3. Zinco manteve-se dentro do padrão ambiental.

Quadro 5.67 - Variação temporal de metais traços nas águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Alumínio	mg/L Al	2,190	4,950	4,74	1,19	0,480	0,233	0,942	0,1
Cádmio	mg/L Cd	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	ND	0,001
Ferro Bivalente	mg/L Fe ⁺⁺	0,125	0,744	1,34	0,427	0,652	N.D.	0,05	in
Ferro Total	mg/L Fe _t	2,110	3,440	4,12	1,72	1,23	0,054	1,3	0,3
Manganês	mg/L Mn	0,051	N.D.	0,057	0,099	0,041	0,038	0,034	0,1
Mercúrio	mg/L Hg	0,00086	0,00064	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	ND	0,0002
Zinco	mg/L Zn	0,0047	0,0014	0,061	0,043	0,046	0,018	0,010	0,18

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

Metais podem ser bioacumulados em corpos d'água ao longo da cadeia trófica, podendo prejudicar os níveis tróficos superiores. Também em 2013, o único parâmetro que excede o padrão é ferro total, proveniente das poeiras atmosféricas e da lixiviação de restos de bota fora de mineração.

c) Seção AS3

A seção AS3 situa-se próxima ao cruzamento do rio Jaguarão, com a estrada municipal Francisco Xavier Ferreira que liga Candiota a Hulha Negra, 100 m à jusante do eixo da barragem J1.

c.1) Características estéticas

No Quadro 5.68 é apresentada a caracterização dos recursos hídricos em termos de turbidez, cor e sólidos suspensos.

Quadro 5.68 - Variação temporal das características estéticas das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Turbidez	UNT	32,6	60,3	120	54,7	45,11	58,2	21	100
Cor	mg/L Pt	NA	NA	NA	200	350	150	54	75
Sólidos Suspensos	mg/L	31,0	49	78	50	2	19	2,5	in

in = inexistente.

De seis amostras, uma fugiu ao padrão ambiental em termos de turbidez, por ser época de chuva. Todas as amostras ultrapassaram o limite ambiental relativamente a cor, exceto a amostra de 2013. Sólidos em suspensão que podem colmatar locais de postura de ovos de organismos superiores aquáticos apresentando maior valor em junho, em dia chuvoso, pelo arraste de sólidos da erosão do solo.

c.2) Características orgânicas

Todas as amostras apresentaram oxigênio dissolvido acima dos padrões de classe 2. Esse parâmetro não acompanha a variação de temperatura. O índice de fenóis de 2013 ficou abaixo do limite de detecção (<0,001 mg/L).

Quadro 5.69 - Variação temporal das características orgânicas das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Temperatura	°C	25,0	15,0	9,8	17,0	21,0	24,0	NA	in
Oxigênio Dissolvido	mg/L O ₂	6,59	6,2	5,36	8,6	5,0	10,2	7,2	5
Nitrogênio Total	mg/L N	1,08	2,79	0,716	0,7	0,9	N.D.	0,18	in
DQO	Mg/L O ₂	28	11,8	25,6	30,4	N.D.	27,7	8,0	in
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	0,757	0,66	0,622	0,4	N.D.	N.D.	0,05	3,7

in = inexistente; ND = Não detectado; NA = Não Analisado.

Os valores de DQO seguem a tendência regional de baixos valores e menores que 30 mg/L. O nitrogênio total e amoniacal não são agressivos ao meio aquático por atenderem ao padrão ambiental em todas as épocas analisadas.

c.3) Características de agressividade

Os valores de pH são constantes e dentro da faixa padrão. Os teores de alcalinidade são suficientes para a manutenção da vida aquática. Acidez ou é inexistente ou com baixos valores.

Quadro 5.70 - Variação temporal da agressividade natural das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
pH		7,6	7,5	7,3	7,5	7,4	7,6	7,39	6 -9
Alcali. Total	mg/L CaCO ₃	35,9	31,2	16,4	41,4	29,9	29,7	55	in
Acidez	mg/L CaCO ₃	N.D.	N.D.	1,4	N.D.	N.D.	N.D.	2,5	in
Sais.Diss. Totais	mg/L	145	80	200	72	85	81	114	500
Dureza	mg/L CaCO ₃	39,8	7,5	7,3	46,0	63,6	32,8	45	in
Pot. Redox	mV	NA	NA	163	NA	+182	+244	NA	in

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

Os valores de sais dissolvidos totais são baixos sem ultrapassar o padrão ambiental.

O potencial redox mostrou condição oxidante devido ao alto teor de OD. Algumas amostras apresentaram teores de dureza que irão encarecer o tratamento de água para a geração de vapor.

c.4) Características iônicas

Valores de condutividade nesta seção foram maiores que aqueles encontrados em rios gaúchos, por exemplo, o rio Taquarí, com média de 60 umho/cm.

Quadro 5.71 - Variação temporal das características iônicas das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Condutividade	μS/cm	150,8	157,3	108,7	131,4	102,4	111,1	NA	in
Sulfatos	mg/L SO ₄ ²⁻	9,4	27,1	44,0	6,4	N.D.	1,70	8,3	250
Cálcio	mg/L Ca	9,81	14,0	4,86	11,1	10,18	7,93	NA	in
Magnésio	mg/L Mg	3,72	1,5	1,97	4,47	9,29	3,74	NA	in

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Potássio	mg/L K	4,70	1,30	2,96	2,73	1,96	1,44	NA	in
Sódio	mg/L Na	11,70	6,93	8,17	13,8	8,33	9,95	NA	in

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

Sulfatos e cloretos (8,0 mg/L) não ultrapassam o padrão ambiental. A média de sódio nesta seção é maior que o teor médio de cálcio, mostrando que estas águas são mais detriminentais ao ambiente que as águas da seção anterior. Potássio e magnésio complementam os íons basais suficientes para a manutenção da vida aquática.

c.5) Características de nutrientes e produtividade

Os valores de fósforo total apresentados no Quadro 5.72 variam aleatoriamente de ND até 0,23 mg/L, acima do padrão.

Quadro 5.72 - variação temporal de nutrientes nas águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Fósforo Total	mg/L P	0,23	0,18	0,05	0,07	N.D.	N.D.	0,04	0,100
Fósforo Total Solúvel	mg/L P	0,07	0,16	N.D.	0,02	N.D.	N.D.	0,02	0,100
Nitratos	mg/L NO ₃ ⁻	2,48	1,24	1,7	1,7	1,2	0,45	0,6	10
Nitritos	mg/L NO ₂ ⁻	0,027	0,06	0,182	0,06	0,1	N.D.	0,01	1

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

Nitritos e nitratos tem baixos valores abaixo dos padrões, também mostrando, em algumas amostras, distrofia em relação ao fósforo.

c.6) Características sanitárias

A forte atividade agropecuária explica em parte a forte contaminação sanitária desta seção, como apresentado no Quadro 5.73.

Quadro 5.73 - Variação temporal da contaminação sanitária das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Coliformes Totais	NMP/100 mL	517	6870	4770	61640	2140	4100	1990	in
Coliformes termotol.	NMP/100 mL	21	1510	1050	7330	144	1430	520	1000

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

Para 43% das amostras atenderam o padrão ambiental de coliformes termotolerantes e 13% para coliformes totais. Esses teores serão reduzidos na água da barragem J1, pelas características de crescimento do fitoplâncton, notadamente algas.

c.7) Características de metais traços

As águas apresentam teores de alumínio acima dos padrões e mostrando que os solos precisam correção de pH para fixar este fitotóxico. O Quadro 5.74 apresenta águas com alto teor de alumínio e contribuem para decréscimo da produtividade de frutíferas.

Quadro 5.74 - Variação temporal de metais traços nas águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Alumínio	mg/L Al	2,190	0,431	8,11	1,60	0,884	0,307	0,878	0,1
Cádmio	mg/L Cd	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	ND	0,001
Ferro Bivalente	mg/L Fe ⁺⁺	0,374	0,521	1,22	0,497	0,207	0,185	0,24	in
Ferro Total	mg/L Fe _t	2,330	0,843	4,90	2,16	1,65	0,973	1,5	0,3
Manganês	mg/L Mn	0,112	N.D.	0,076	0,141	0,076	0,058	0,087	0,1
Mercúrio	mg/L Hg	0,00076	0,00053	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	ND	0,0002
Zinco	mg/L Zn	0,0043	0,0034	0,054	0,051	0,056	0,037	0,018	0,18

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

Cádmio não foi detectado, mas mercúrio apareceu nas duas primeiras amostras, acima do padrão ambiental.

Todas as amostras de ferro excedem o padrão ambiental pelo alto conteúdo argiloso do solo local. Ferro e manganês, além dos hidróxidos de alumínio, ocluem locais de postura de ovos e as guelras de peixes, com notórios impactos negativos ambientais. A erosão do solo aliada a altos teores de ferro contribuem para acelerar a siltação de barramentos de pequeno porte. Não há diferença significativa entre os teores de metais de 2007 e de 2013.

d) Seção AS4

Esta seção localiza-se na Sanga do Bueiro, próximo ao rio Jaguarão, imediatamente a montante desse.

d.1) Características estéticas

Turbidez e cor são parâmetros importantes no tratamento de água para abastecimento humano. Também tem que ser controladas para abastecimento industrial, principalmente caldeiras. Os padrões ambientais são diretrizes que, além de protegerem o ambiente aquático, indicam que mantidos irão minimizar o custo da produção da água.

Os valores de turbidez apresentados no quadro subsequente indicam atendimento ao padrão de classe 2. Cor, no entanto, ultrapassou o padrão nas ocasiões medidas nesta seção, seja em 2007 seja em 2013. Sólidos em suspensão têm valores bastante baixos.

Quadro 5.75 - Variação temporal das características estéticas das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Turbidez	UNT	11,7	21,3	64	13,5	8,66	8,36	46	100
Cor	mg/L Pt	NA	NA	NA	100	85	80	96	75
Sólidos Suspensos	mg/L	4,0	34	32	19	13	17	2,5	in

in = inexistente.

d.2) Características orgânicas

Quadro 5.76 - Variação temporal das características orgânicas das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Temperatura	°C	25,0	12,5	10,1	16,0	22,0	24,6	NA	in
Oxigênio Dissolvido	mg/L O ₂	7,91	7,0	5,36	8,9	5,2	8,6	8,5	5
Nitrogênio Total	mg/L N	1,35	5,03	0,660	0,4	1,2	N.D.	0,65	in
DQO	mg/L O ₂	14	8,62	27,6	22,8	11,7	N.D.	19	in
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	0,540	1,59	0,604	0,2	N.D.	N.D.	0,05	3,7

in = inexistente; ND = Não detectado; NA = Não Analisado.

Os valores de temperatura mostrados no quadro abaixo mostram sua variação aleatória natural. OD ficou acima dos padrões, mas com alguns baixos valores anômalos em baixas temperaturas.

Nitrogênio total e amoniacal atendem os padrões de proteção ambiental de classe 2 do CONAMA 237/2005. Não foram detectados compostos fenólicos na amostragens. Os valores de médios de DQO não diferiram significativamente de 2007 a 2013.

d.3) Características de agressividade

Os resultados de pH apresentados no Quadro 5.77 mostram uma pequena amplitude dos mesmos, mostrando a capacidade tampão das águas regionais.

Quadro 5.77 - Variação temporal da agressividade natural das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
pH		7,2	7,4	7,3	7,5	7,3	7,3	7,47	6 -9
Alcali. Total	mg/L CaCO ₃	ND	29,3	14,5	29,7	37,6	21,5	44	in
Acidez	mg/L CaCO ₃	N.D.	N.D.	1,1	N.D.	N.D.	N.D.	2,5	in
Sais.Diss. Totais	mg/L	72	67	128	78	64	83	132	500
Dureza	mg/L CaCO ₃	34,7	28,3	18,2	34,8	49,51	24,2	52	in
Pot. Redox	mV	NA	NA	NA	162	+179	+242	NA	in

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

A alcalinidade se mantém entre 15 e 44 mg/L, indicando águas fracamente tamponadas. É fraca a acidez das águas.

Os sais dissolvidos totais têm valores típicos da região, mas águas mais equilibradas tem sais dissolvidos totais acima de 100 mg/L. Relativamente à dureza, as águas necessitarão ser abrandadas a valores menores que 20 mg/L CaCO₃.

Novamente, o potencial redox mostra águas com grande capacidade de troca de elétrons.

d.4) Características iônicas

No Quadro 5.78, apesar de não existir padrão para condutividade, em média as águas regionais possuem o dobro de sais condutores daquele do Lago Guaíba, em frente à cidade do mesmo nome.

Quadro 5.78 - Variação temporal das características iônicas das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Condutividade	µS/cm	96,7	111,5	85,9	92,3	95,5	91,7	NA	in
Sulfatos	mg/L SO ₄ ²⁻	8,4	17,2	23,5	9,1	N.D.	2,29	13,3	250
Cálcio	mg/L Ca	6,75	11,3	4,05	7,79	7,37	13,6	NA	in
Magnésio	mg/L Mg	4,35	N.D.	1,97	3,74	7,56	20,0	NA	in
Potássio	mg/L K	1,50	1,31	2,08	1,44	1,27	3,12	NA	in
Sódio	mg/L Na	4,52	6,66	6,14	9,95	7,20	21,8	NA	in

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

Sulfatos atendem o padrão ambiental e mostram a inexistência de enxofre pirítico na superfície do solo. Cloretos, em 2013, apresentaram-se com baixos teores, 8,3 mg/L, frente a um padrão de 250 mg/L.

Em algumas amostras predominam águas com maior teor de cálcio, em outras de sódio. Potássio, magnésio e os demais sais basais, mostram o equilíbrio iônico e a capacidade de suportar vida aquática variada nos córregos da região do empreendimento.

d.5) Características de nutrientes e produtividade

Quatro das seis amostras atendem o padrão ambiental para fósforo total. A exemplo da variação dos teores de cálcio, não seguem nenhuma tendência temporal, de preparo do solo, por exemplo.

Quadro 5.79 - Variação temporal de nutrientes nas águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Fósforo Total	mg/L P	0,33	0,02	0,26	N.D.	N.D.	0,03	0,09	0,100
Fósforo Total Solúvel	mg/L P	0,17	N.D.	0,01	N.D.	N.D.	0,02	0,03	0,100
Nitratos	mg/L NO ₃ ⁻	1,94	0,54	3,0	1,5	0,7	0,20	0,80	10
Nitritos	mg/L NO ₂ ⁻	N.D.	0,02	0,118	0,012	0,01	0,012	0,03	1

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

Nitratos e nitritos são gerados em pequena concentração frente aos padrões ambientais, como mostrado no Quadro 5.79 acima. Mostram que não há fontes de esgoto doméstico ou industrial orgânico chegando na seção.

d.6) Características sanitárias

A forte contagem de coliformes totais, Quadro 5.80, representa a contaminação natural e antropogênica dos pastos e lavouras locais.

Quadro 5.80 - Variação temporal da contaminação sanitária das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Coliformes Totais	NMP/100 mL	4965	6130	3940	4100	1200	14140	3500	in
Coliformes termotol.	NMP/100 mL	407	1150	640	1430	52	6870	860	1000

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

Três amostras não atendem o padrão de coliformes termotolerantes; no entanto, inexistem fontes humanas em grande escala contribuindo para esta seção, mostrando que gado e animais domésticos podem ser a causa dessas densidades.

d.7) Características de metais traços

Todas as amostras apresentaram valores maiores que o padrão para alumínio, conforme Quadro 5.81 que segue. Junto com ferro e manganês podem ocasionar diversos problemas em barragens, pela sua precipitação e coagulação de compostos orgânicos e inorgânicos, diminuindo o volume útil do barramento.

Quadro 5.81 - Variação temporal de metais traços nas águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Alumínio	mg/L Al	0,375	0,487	3,47	0,519	0,111	0,190	1,300	0,1
Cádmio	mg/L Cd	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	ND	0,001
Ferro Bivalente	mg/L Fe ⁺⁺	0,169	0,223	0,933	0,185	0,497	0,132	0,23	in
Ferro Total	mg/L Fe _t	0,600	0,839	2,65	0,973	0,756	0,460	1,6	0,3
Manganês	mg/L Mn	N.D.	N.D.	0,038	0,058	0,0019	0,244	0,050	0,1
Mercúrio	mg/L Hg	0,00083	0,00084	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	ND	0,0002
Zinco	mg/L Zn	0,0019	0,0034	0,042	0,037	0,040	0,031	0,009	0,18

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

Cádmio não foi detectado, Apenas duas amostras de mercúrio não atendem os limites ambientais preconizados. Zinco ocorre em todas as amostras ambientais sem sobrepular os padrões da resolução 357/2009 do CONAMA. Os dados de 2013 não são significativamente distintos daqueles de 2007.

e) Seção AS5

A seção AS5 situa-se no afluente da margem esquerda da Sanga do Bueiro e a oeste da Vila Seival.

e.1) Características estéticas

A turbidez apresentada no Quadro 5.82 tem valores menores que o padrão, em todas as épocas, seguindo a tendência regional.

Quadro 5.82 - Variação temporal das características estéticas das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Turbidez	UNT	11,8	33,1	14,3	25,7	30,6	33,1	45	100
Cor	mg/L Pt	NA	NA	NA	100	250	50	83	75
Sólidos Suspensos	mg/L	3,0	40	85	26	8	24	6	in

in = inexistente.

Os valores de cor apresentam 75% de não atendimento, sem significância estatística.

Sólidos em suspensão tem variação aleatória, com valores bastante baixos.

e.2) Características orgânicas

Uma das amostras apresentou OD abaixo do padrão de classe 2, conforme apresentado no Quadro 5.83. Não há correlação deste parâmetro com a temperatura, nem com a DQO. Por sua vez, a DQO, além de representar a oxidação de matéria orgânica também traduz a contribuição de consumo de oxigênio de compostos reduzidos de ferro e manganês.

Quadro 5.83 - Variação temporal das características orgânicas das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Temperatura	°C	22,0	14,0	-	17,0	20,0	20,0	NA	in
Oxigênio Dissolvido	mg/L O ₂	-	5,4	7,34	7,8	4,3	6,3	8,1	5
Nitrogênio Total	mg/L N	0,97	3,70	0,489	0,7	1,3	N.D.	0,44	in
DQO	Mg/L O ₂	26	53,1	39,4	19,0	15,6	N.D.	14	in
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	0,811	2,38	0,333	0,6	N.D.	N.D.	0,05	3,7

in = inexistente; ND = Não detectado; NA = Não Analisado.

Nitrogênio total e nitrogênio amoniacal têm baixos teores atendendo o padrão ambiental quando existente.

e.3) Características de agressividade

A pequena variabilidade do pH é apresentada no Quadro 5.84 Os resultados de potencial hidrogeniônico estão dentro da faixa de águas equilibradas e capazes de sustentar uma vida aquática diversa.

Quadro 5.84 - Variação temporal da agressividade natural das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
pH		7,5	7,4	7,2	7,5	7,4	7,4	6,6	6-9
Alcali. Total	mg/L CaCO ₃	71,4	66,1	24,1	68,4	51,3	65,1	24	in
Acidez	mg/L CaCO ₃	N.D.	N.D.	1,4	2,7	2,2	3,1	2,5	in
Sais.Diss. Totais	mg/L	154	126	228	139	142	138	119	500
Dureza	mg/L CaCO ₃	76,5	69,0	28,3	71,6	75,50	73,6	24	in
Pot. Redox	mV	NA	NA	NA	164	+186	+227	NA	in

In = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

O potencial redox se apresentou na faixa positiva, de oxidação. Altos valores de dureza foram também encontradas nas amostras desta seção. Estas águas necessitarão de abrandamento.

Os valores de acidez são desprezíveis ao passo que os teores de alcalinidade total são condizentes com a manutenção da vida aquática, notadamente crustáceos.

O conteúdo de sais dissolvidos totais mostra que nesta seção as águas são mais ricas em sais dissolvidos, ficando numa faixa considerada aceitável pelos parâmetros comparativos.

e.4) Características iônicas

São altos os valores de condutividade, cerca de quatro vezes maiores que os teores das nascentes do rio Gravataí, por exemplo, e duas vezes maiores que a condutividade média da seção S4. O Quadro 5.85 também mostra que os teores de sulfatos são baixos e atendem ao padrão de efluente.

Os níveis de Ca, Mg, K e Na mostram águas levemente carbonatadas de classe 1, ou seja, de boa sustentação de vida aquática em todos os níveis tróficos.

Quadro 5.85 - Variação temporal das características iônicas das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Condutividade	µS/cm	221,0	237,0	128,5	185,5	156,8	188,7	NA	in
Sulfatos	mg/L SO ₄ ²⁻	10,2	8,4	51,1	2,2	N.D.	12,0	5,3	250
Cálcio	mg/L Ca	17,60	19,6	8,10	19,3	12,91	19,2	NA	in
Magnésio	mg/L Mg	7,90	19,4	1,97	5,71	10,52	62,2	NA	in
Potássio	mg/L K	4,71	5,0	3,16	2,81	2,14	2,47	NA	in
Sódio	mg/L Na	14,10	2,52	10,4	13,7	10,7	11,2	NA	in

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

e.5) Características de nutrientes e produtividade

Conforme Quadro 5.86, duas das seis amostragens suplantaram o padrão ambiental de classe 2 de fósforo total. A concentração média de fósforo total nesta seção, naquelas duas amostras, seria suficiente para causar florações junto às margens, se as águas forem barradas.

Quadro 5.86 - Variação temporal de nutrientes nas águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Fósforo Total	mg/L P	0,22	0,16	0,06	0,03	0,06	0,09	0,04	0,100
Fósforo Total Solúvel	mg/L P	0,13	0,09	0,05	N.D.	N.D.	0,05	0,03	0,100
Nitratos	mg/L NO ₃ ⁻	1,56	1,20	3,7	2,2	1,8	0,48	0,4	10
Nitritos	mg/L NO ₂ ⁻	0,01	0,03	0,291	0,026	0,08	0,069	0,02	1

In = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

Nitratos e nitritos são distróficos em relação ao fósforo mas atendem os limites ambientais.

e.6) *Características sanitárias*

Há uma grande contaminação bacteriana sanitária em termos de coliformes totais.

Por outro lado, coliformes fecais ou termotolerantes ou com predominância de *E. coli* não atendem o padrão em duas ocasiões, de acordo com o Quadro 5.87 a seguir.

Quadro 5.87 - Variação temporal da contaminação sanitária das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013 02/07	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11		
Coliformes Totais	NMP/100 mL	5446	5480	62100	7270	1840	5475	2410	in
Coliformes termotol.	NMP/100 mL	292	690	9280	1350	84	146	410	1000

In = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

Um dos impactos positivos de lagoas, lagos e barragens, é o efeito desinfetante provocado pela variação do pH, no aproveitamento do CO₂ da água pelas algas.

e.7) *Características de metais traços*

Mesmo as concentrações de ferro reduzido sobrepõem o padrão de ferro total, como apresentado no Quadro 5.88 subsequente. Apenas uma amostra de manganês ficou fora do padrão ambiental.

Quadro 5.88 - Variação temporal de metais traços nas águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013 02/07	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11		
Alumínio	mg/L Al	0,619	1,370	7,90	0,946	1,32	0,227	1,35	0,1
Cádmio	mg/L Cd	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	ND	0,001
Ferro Bivalente	mg/L Fe ⁺⁺	0,369	0,361	1,66	0,101	0,145	0,365	0,23	in
Ferro Total	mg/L Fe _t	0,929	1,380	5,04	1,10	1,74	0,496	1,8	0,3
Manganês	mg/L Mn	0,095	N.D.	0,086	0,097	0,105	0,084	0,095	0,1
Mercúrio	mg/L Hg	0,00081	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	ND	0,0002
Zinco	mg/L Zn	0,001	N.D.	0,055	0,025	0,508	0,027	0,018	0,18

In = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

A exemplo das seções anteriores, havendo erosão, natural ou antropogênica, os teores de alumínio excedem, em muito, o padrão de classe 2. Apenas uma amostra de mercúrio foi maior que o limite ambiental. O cádmio não foi detectado.

f) *Seção AS6*

A seção AS6 posiciona-se junto ao cruzamento da Sanga do Bueiro com a linha férrea desmantelada, a leste da Vila Seival.

f.1) Características estéticas

O Quadro 5.89 reporta a variabilidade de turbidez ao longo do ano de 2007 nesta seção do rio Jaguarão. Uma amostra, a de junho, época de chuva intensa, excedeu o padrão ambiental de classe 2. O mesmo ocorreu com a cor. Na amostragem de 2013, o teor de cor também excedeu o padrão ambiental. Às vezes, a cor deve-se ao apodrecimento da grama e de outras vegetações rasteiras.

Quadro 5.89 - Variação temporal das características estéticas das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Turbidez	UNT	11,3	25,5	130	21,5	15,9	15,4	54	100
Cor	mg/L Pt	NA	NA	NA	70	100	50	93	75
Sólidos Suspensos	mg/L	2,0	39	69	23	4	10	2,5	in

In = inexistente; NA = Não Analisado.

Os teores de sólidos em suspensão não devem causar grandes problemas de sedimentação nesta seção.

f.2) Características orgânicas

Relativamente à vida aquática, há sempre uma preocupação com o teor de nitrogênio amoniacal, pois este se encontra em equilíbrio com a amônia livre, esta tóxica à maioria dos invertebrados, a partir de 1 mg/L. O Quadro 5.90 mostra que os teores de nitrogênio amoniacal e de amônia livre não causarão impactos negativos à hidrofauna.

Quadro 5.90 - Variação temporal das características orgânicas das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Temperatura	°C	22,5	13,0	10,0	20,0	20,0	21,0	NA	in
Oxigênio Dissolvido	mg/L O ₂	7,0	6,1	8,1	8,3	5,1	8,3	8,7	5
Nitrogênio Total	mg/L N	1,24	5,69	0,466	0,8	0,8	N.D.	0,70	in
DQO	mg/L O ₂	26	6,7	39,4	30,4	N.D.	N.D.	21	in
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	0,62	0,40	0,346	0,3	N.D.	N.D.	0,05	3,7

in = inexistente; ND = Não detectado; NA = Não Analisado.

Os valores de OD não se correlacionam com a variabilidade natural da temperatura da água na seção, mostrando que há fontes de consumo de OD importantes nesta região do rio Jaguarão. Um valor de 5,1 mg/L de OD, apesar de estar dentro do padrão, é preocupante. Por outro lado, ocorreu apenas uma vez em sete amostras.

Tanto a DQO quanto nitrogênio total parece não influenciar o valor de OD, pois os menores valores destes parâmetros ocorrem com os menores valores de OD. Pela baixa concentração compostos fenólicos (<0,001 mg/L) não parecem influenciar o nível de OD de certas amostras.

f.3) Características de agressividade

O pH como definidor de acidez ou alcalinidade de uma água, tem-se mantido bastante constante em todas as seções e dentro da faixa recomendada, mesmo na amostragem de 2013.

Quadro 5.91 - Variação temporal da agressividade natural das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
pH		7,6	7,5	7,1	7,5	7,4	7,4	6,9	6 -9
Alcali. Total	mg/L CaCO ₃	44,8	49,1	18,3	51,3	46,2	47,8	56	in
Acidez	mg/L CaCO ₃	N.D.	N.D.	1,9	3,3	N.D.	3,1	2,5	in
Sais.Diss. Totais	mg/L	137	94	198	135	97	105	123	500
Dureza	mg/L CaCO ₃	81,6	64,6	20,2	71,6	74,27	45,8	52	in
Pot. Redox	mV	NA	NA	NA	+161	+185	+217	NA	in

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

Em termos médios, as águas são duras. Necessitarão tratamento para uso industrial. A acidez praticamente inexistente e a alcalinidade sustentaria boa ictio e malacofauna. O padrão de sais dissolvidos totais é atendido com valores médios acima de 100 mg/L, sinônimo de vida aquática equilibrada. Como nas demais seções, as águas não serão agressivas aos materiais.

f.4) Características iônicas

Nesta seção AS6, há predominância de cálcio em relação ao sódio, mostrando águas do tipo 1, da melhor qualidade para a vida aquática. A correlação desses íons com magnésio e potássio permite afirmar que são as melhores águas até aqui analisadas para conservação da vida aquática.

Quadro 5.92 - Variação temporal das características iônicas das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Condutividade	µS/cm	146,1	188,6	105,6	142,8	140,4	142,9	NA	in
Sulfatos	mg/L SO ₄ ²⁻	7,5	15,5	45,7	4,7	N.D.	4,71	5,0	250
Cálcio	mg/L Ca	15,10	24,3	4,86	14,9	13,55	11,2	NA	in
Magnésio	mg/L Mg	10,70	8,3	1,97	8,46	9,83	4,32	NA	in
Potássio	mg/L K	3,38	2,18	2,91	2,26	2,07	1,91	NA	in
Sódio	mg/L Na	9,75	10,70	8,86	12,0	8,79	8,12	NA	in

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

Os sulfatos e cloretos (16,4 mg/L) tem baixos teores e encontram-se dentro do padrão ambiental reconhecido como classe 2.

f.5) Características de nutrientes e produtividade

Das sete amostras, três atendem o padrão ambiental para fósforo total, exposto no Quadro 5.93 nitratos e nitritos faltam para o equilíbrio aquático, mas atendem o padrão.

Quadro 5.93 - Variação temporal de nutrientes nas águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Fósforo Total	mg/L P	0,23	0,10	0,21	0,02	N.D.	0,10	0,01	0,100
Fósforo Total Solúvel	mg/L P	0,02	0,03	0,21	N.D.	N.D.	0,06	0,06	0,100
Nitratos	mg/L NO ₃ ⁻	1,03	0,70	1,8	1,5	1,0	0,26	0,6	10
Nitritos	mg/L NO ₂ ⁻	N.D.	0,03	0,219	0,020	0,04	0,027	0,03	1

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

f.6) Características sanitárias

As densidades de coliformes termotolerantes, conforme Quadro 5.94, se dividem entre atender (4 amostras) e não atender (3 amostras) o padrão ambiental. A lavagem das chuvas do mês de junho resultou em altas contagens de coliformes totais e fecais.

Quadro 5.94 - Variação temporal da contaminação sanitária das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Coliformes Totais	NMP/100 mL	4374	7300	51900	5170	1640	3873	21430	in
Coliformes termotol.	NMP/100 mL	82	1170	8200	1600	120	155	613	1000

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

f.7) Características de metais traços

Todas as amostras de ferro total, alumínio e manganês excederam os padrões de classe 2. Cádmio em nenhuma das ocasiões. Uma amostra analisada para mercúrio excedeu o padrão e todas as de zinco obedeceram aos limites recomendados, exceto na amostragem de 2013.

Quadro 5.95 - Variação temporal de metais traços nas águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Alumínio	mg/L Al	1,350	0,756	5,34	0,777	NA	0,120	0,759	0,1
Cádmio	mg/L Cd	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	NA	N.D.	ND	0,001
Ferro Bivalente	mg/L Fe ⁺⁺	0,227	0,232	1,49	0,268	0,484	0,207	0,0250	in
Ferro Total	mg/L Fe _t	1,180	1,270	4,73	1,14	1,29	0,587	3,2	0,3
Manganês	mg/L Mn	0,086	N.D.	0,088	0,096	0,059	0,089	0,197	0,1
Mercúrio	mg/L Hg	0,00083	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	ND	0,0002
Zinco	mg/L Zn	0,0015	0,0032	0,080	0,035	0,030	0,034	0,0208	0,18

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

Uma amostra analisada para mercúrio excedeu o padrão e todas as de zinco obedeceram os limites recomendados, exceto na amostragem de 2013.

g) Seção AS7

Seção posicionada no rio Jaguarão do Meio, com a transposição da estrada municipal Francisco Xavier Ferreira em Hulha Negra, em afluentes do rio Jaguarão.

g.1) Características estéticas

Em todas as seções e nesta, uma amostra de cor ficou em desconformidade com os padrões ambientais, conforme Quadro 5.96.

Quadro 5.96 - Variação temporal das características estéticas das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Turbidez	UNT	16,1	3,5	139	9,48	60,1	6,5	36	100
Cor	mg/L Pt	NA	NA	NA	40	250	20	44	75
Sólidos Suspensos	mg/L	13,0	33	54	17	24	40	2,5	in

in = inexistente; NA = Não Analisado.

O mesmo ocorreu com a turbidez, ou seja, cinco das sete amostras atendem ao padrão. Os teores de sólidos em suspensão são baixos comparáveis com aqueles do lago Guaíba em frente ao Beira-Rio.

g.2) Características orgânicas

O mês de outubro de 2007 apresentou teor de OD em classe 3 do CONAMA, conforme Quadro 5.97 Os teores de nitrogênio total são bastante baixos bem como aqueles da DQO, exceto na amostra de 2013 que excede os 30 mg/L de águas cristalinas.

Quadro 5.97 - Variação temporal das características orgânicas das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Temperatura	°C	22,0	12,9	9,8	16,0	18,0	20,0	NA	in
Oxigênio Dissolvido	mg/L O ₂	2,43	6,3	7,34	5,7	4,5	5,4	8,4	5
Nitrogênio Total	mg/L N	1,08	2,65	0,887	0,9	0,11	N.D.	0,15	in
DQO	mg/L O ₂	16	7,9	29,5	11,4	15,6	11,9	61	in
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	NA	NA	NA	0,3	N.D.	N.D.	0,05	3,7

in = inexistente; ND = Não detectado; NA = Não Analisado.

A temperatura teve sua variabilidade natural e os teores de nitrogênio amoniacal atendem o padrão de classe 2 do CONAMA 357/2005.

g.3) Características de agressividade

A baixa variabilidade do pH é notória em todas as seções, mostrando águas bem tamponadas. Os valores de alcalinidade total estão abaixo do recomendado pelos órgãos fiscalizadores. Acidez apresentou baixos teores conforme Quadro 5.98. Estas observações foram válidas para 2007. Em 2013, no entanto, houve um incremento bastante pronunciado de dureza total, alcalinidade e sais dissolvidos totais, mostrando alguma correlação com lixívia de bota fora.

Quadro 5.98 - Variação temporal da agressividade natural das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
pH		7,4	7,6	7,2	7,5	7,4	7,6	7,5	6 -9
Alcali. Total	mg/L CaCO ₃	23,6	17,7	44,4	21,5	98,3	21,5	155	in
Acidez	mg/L CaCO ₃	N.D.	2,63	2,2	7,1	2,2	5,2	6	in
Sais.Diss. Totais	mg/L	60	243	254	231	265	288	263	500
Dureza	mg/L CaCO ₃	46,9	192	50,5	243	132	220	164	in
Pot. Redox	mV				166	+183	+188	NA	in

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

As concentrações de sais dissolvidos variam de 46,9 mg/L, valor baixo para vida aquática, até 288 mg/L, valor excelente para o equilíbrio das espécies aquáticas, desde que predomine o cálcio. Muitas das amostras de dureza indicam necessidade de abrandamento para uso da água em caldeiras e equipamentos fumotubulares.

g.4) Características iônicas

Detalhadas no Quadro 5.99, as concentrações de cálcio predominam sobre as concentrações de sódio, mostrando águas ricas nos principais sais basais responsáveis pelo equilíbrio aquático.

Quadro 5.99 - Variação temporal das características iônicas das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Condutividade	µS/cm	78,7	494,0	192,8	482	264	484	NA	in
Sulfatos	mg/L SO ₄ ²⁻	3,8	38,6	49,8	3,3	N.D.	5,70	28	250
Cálcio	mg/L Ca	9,19	75,0	13,8	64,0	28,62	58,7	NA	in
Magnésio	mg/L Mg	5,81	1,5	3,94	20,2	14,73	17,9	NA	in
Potássio	mg/L K	1,69	2,09	3,03	3,12	2,46	2,28	NA	in
Sódio	mg/L Na	5,31	24,30	9,08	21,8	8,91	16,6	NA	in

In = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

Potássio e magnésio também enriquecem o caldo de cultivo aquático, apesar de não haver padrões para estes íons basais.

Sulfatos tem concentrações variando de ND a 49,8 mg/L, valor este em época de chuva, mostrando alguma contribuição de lixívia de mineração, mas atendendo o padrão de controle de classe 2.

g.5) Características de nutrientes e produtividade

Para 50% das amostras de fósforo total apresentam-se acima do padrão ambiental, como apresentado no Quadro 5.100.

Quadro 5.100 - Variação temporal de nutrientes nas águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Fósforo Total	mg/L P	0,22	0,06	0,11	0,03	N.D.	0,14	0,04	0,100
Fósforo Total Solúvel	mg/L P	0,15	0,043	0,06	0,02	N.D.	0,08	0,02	0,100

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Nitratos	mg/L NO ₃ ⁻	1,72	0,12	5,0	1,5	3,2	0,34	0,15	10
Nitritos	mg/L NO ₂ ⁻	N.D.	N.D.	0,239	0,01	0,11	0,035	0,01	1

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

Nitratos e nitritos ficam dentro da concentração padrão, mostrando, em média, distrofia para o fósforo.

g.6) Características sanitárias

As altas contagens de coliformes totais mostradas no Quadro 5.92 corroboram as altas densidades das demais seções, quando o campo é ocupado por atividades agropecuárias extensivas.

Quadro 5.101 - Variação temporal da contaminação sanitária das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Coliformes Totais	NMP/100 mL	4100	2720	27440	14140	2290	4350	9590	in
Coliformes termotol.	NMP/100 mL	194	75	3740	6870	573	556	2280	1000

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

Em termos de coliformes termotolerantes, três das amostras ficaram acima do padrão ambiental, independente de chuva (junho/2007) ou seca (setembro/2007).

g.7) Características de metais traços

Com exceção de uma amostra, todas as concentrações de alumínio desta seção excederam o padrão ambiental. Pelo Quadro 5.102, cádmio não foi detectado.

Apenas uma amostra de ferro total atendeu o padrão de 0,3 mg/L.

Três das seis amostras de manganês atenderam ao padrão, o que pode ser típico dos solos regionais, principalmente pela erosão.

Quadro 5.102 - Variação temporal de metais traços nas águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Alumínio	mg/L Al	0,577	N.D.	5,28	0,289	1,53	0,134	1,17	0,1
Cádmio	mg/L Cd	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	NA	0,001
Ferro Bivalente	mg/L Fe ⁺⁺	0,325	0,085	1,57	0,132	0,511	0,123	0,18	in
Ferro Total	mg/L Fe _t	3,920	0,255	4,19	0,460	2,16	0,474	1,1	0,3
Manganês	mg/L Mn	0,459	N.D.	0,063	0,244	0,083	0,199	0,070	0,1
Mercúrio	mg/L Hg	0,00078	0,00050	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	ND	0,0002
Zinco	mg/L Zn	0,0036	N.D.	0,056	0,031	0,035	0,023	0,020	0,18

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

Mercúrio foi detectado acima dos padrões em duas das sete ocasiões e, zinco, em todas as datas, atendeu a concentração padrão regulamentar.

h) Seção AS8

Esta seção localiza-se no rio Jaguarão, junto ao eixo da futura barragem J2.

h.1) Características estéticas

Uma amostra de turbidez do Quadro 5.103 mostrou valor acima do padrão de 100 UNT. Três amostras excederam o padrão de cor, indicando águas que necessitarão tratamento convencional para uso humano e industrial.

Quadro 5.103 - Variação temporal das características estéticas das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Turbidez	UNT	18,2	16,6	107	20,5	20,6	17,3	50	100
Cor	mg/L Pt	NA	NA	NA	125	150	50	77	75
Sólidos Suspensos	mg/L	10,0	35	39	29	15	12	5	in

in = inexistente; NA = Não Analisado.

Em todas as épocas, sólidos em suspensão tem baixos teores, não devendo, nesta seção contribuir com grande carga de material que poderia colmatar o barramento projetado.

h.2) Características orgânicas

Comparando-se os resultados de OD e da temperatura do Quadro 5.104, verifica-se que a variabilidade natural desta não se correlaciona com as concentrações daquele parâmetro. Novamente em outubro, o teor de OD de classe 2 não é atendido nesta seção.

As concentrações de DQO são aleatórias e de baixos teores. O mesmo ocorre com nitrogênio amoniacal.

Quadro 5.104 - Variação temporal das características orgânicas das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Temperatura	°C	24,0	12,5	10,2	16,0	20,0	21	NA	in
Oxigênio Dissolvido	mg/L O ₂	6,38	9,6	6,65	8,1	4,7	7,9	8,5	5
Nitrogênio Total	mg/L N	1,24	1,72	0,671	0,7	0,7	N.D.	0,60	in
DQO	mg/L O ₂	28	12,5	31,5	27,6	N.D.	N.D.	18	in
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	0,621	0,93	0,473	0,4	N.D.	N.D.	0,05	3,7

in = inexistente; ND = Não detectado; NA = Não Analisado.

As baixas doses de nitrogênio amoniacal além de atenderem o padrão ambiental não deverão provocar desequilíbrios aquáticos devido à amônia livre. Os compostos fenólicos não foram detectados.

h.3) Características de agressividade

Pelo pH das águas, conforme Quadro 5.105, a baixa acidez e a alcalinidade de fraca a moderada, mostram que as águas do rio Jaguarão não são agressivas aos materiais e aos substratos aquáticos.

Quadro 5.105 - Variação temporal da agressividade natural das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
pH		7,7	7,4	7,5	7,6	7,5	7,6	7,65	6 -9
Alcali. Total	mg/L CaCO ₃	59,8	55,8	27,0	72,9	63,3	55,6	71	in
Acidez	mg/L CaCO ₃	N.D.	N.D.	1,9	4,3	N.D.	3,6	2,5	in
Sais.Diss. Totais	mg/L	165	95	205	137	142	120	169	500
Dureza	mg/L CaCO ₃	71,4	61	7,5	78,8	90,23	60,6	67	in
Pot. Redox	mV	NA	NA	NA	156	202	182	NA	in

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

Os sais dissolvidos totais apresentam-se na faixa recomendada pelos ecólogos para a diversidade aquática e algumas amostras indicam que os recursos hídricos necessitam ser abrandados para uso industrial de vapor d'água. O potencial redox indica águas oxidativas e oxigenadas.

h.4) Características iônicas

A condutividade mostra-se alta e cerca de três vezes maior, em média, que a condutividade do Guaíba. Predominam os sais de cálcio sobre sódicos, mostrando no Quadro 5.106 que o potássio e o magnésio complementam a qualidade dos sais basais.

Quadro 5.106 - Variação temporal das características iônicas das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Condutividade	µS/cm	197,7	205,0	143,6	195,3	184,7	168,6	NA	in
Sulfatos	mg/L SO ₄ ²⁻	11,20	6,4	38,5	3,6	N.D.	4,36	15,7	250
Cálcio	mg/L Ca	21,2	11,7	7,29	19,9	17,48	17,4	NA	in
Magnésio	mg/L Mg	15,90	18,0	2,45	7,10	11,33	4,18	NA	in
Potássio	mg/L K	7,65	4,0	2,68	2,59	1,78	2,12	NA	in
Sódio	mg/L Na	3,63	1,86	11,9	15,0	9,78	8,65	NA	in

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

Os teores de sulfatos são aleatórios e dentro dos padrões. Compostos de Cálcio e Magnésio contribuem para a alta dureza da água nesta seção do barramento.

h.5) Características de nutrientes e produtividade

O teor de fósforo total variou de ND a 0,36 mg/L por ocasião das chuvas de junho. 40% das amostras do Quadro 5.107 sobrepujaram o padrão de 0,1 mg/L do CONAMA 357/2005 para fósforo total.

Quadro 5.107 - Variação temporal de nutrientes nas águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Fósforo Total	mg/L P	0,35	0,08	0,36	0,02	N.D.	0,10	0,05	0,100
Fósforo Total Solúvel	mg/L P	0,19	0,06	0,01	0,02	N.D.	0,08	0,04	0,100
Nitratos	mg/L NO ₃ ⁻	1,56	0,65	1,6	2,1	3,7	0,33	0,5	10

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Nitritos	mg/L NO ₂ ⁻	N.D.	0,02	0,227	0,025	0,06	0,042	0,03	1

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

Nitratos e nitritos se apresentam mais equilibrados com os compostos de fósforo, favorecendo a vida aquática nesta seção.

h.6) Características sanitárias

No Quadro 5.108 são reportadas as densidades de coliformes totais e coliformes fecais. São altas as contagens do primeiro, característica de ocupação agropecuária do solo.

Quadro 5.108 - Variação temporal da contaminação sanitária das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Coliformes Totais	NMP/100 mL	7746	4880	22900	4100	2140	6630	4960	in
Coliformes termotol.	NMP/100 mL	196	1150	3780	930	120	240	510	1000

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

Em 30% das ocasiões amostradas obtiveram-se contagens de coliformes termotolerantes excedendo os padrões.

h.7) Características de metais traços

Metais estão associados a impactos negativos de biomagnificação e de bioacumulação nos níveis tróficos superiores, sendo a maioria deles neurotóxicos. O alumínio empregado em tratamento de água tem sido fortemente associado ao mal de Alzheimer, além de fitotóxico, com prejuízos econômicos.

Quadro 5.109 - Variação temporal de metais traços nas águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	2007						2013	Padrão Classe 2
		23/03	23/05	28/06	19/09	25/10	27/11	02/07	
Alumínio	mg/L Al	0,422	0,420	7,44	0,555	0,512	0,216	1,23	0,1
Cádmio	mg/L Cd	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	NA	0,001
Ferro Bivalente	mg/L Fe ⁺⁺	0,312	0,196	1,41	0,291	0,427	0,269	0,025	in
Ferro Total	mg/L Fe _t	0,747	0,952	3,37	1,03	1,31	0,676	1,6	0,3
Manganês	mg/L Mn	0,017	N.D.	0,047	0,070	0,055	0,049	0,044	0,1
Mercúrio	mg/L Hg	0,00084	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	ND	0,0002
Zinco	mg/L Zn	0,0029	N.D.	0,047	0,046	0,035	0,032	0,041	0,18

in = inexistente; NA = Não analisado; ND = Não Detectado.

No Quadro 5.109, o teor de alumínio ultrapassa os padrões estabelecidos de classe 2 do CONAMA. O mesmo ocorre com ferro total. Nesta seção, o manganês se apresenta dentro do padrão. Uma detecção de mercúrio e nenhuma de zinco acima dos padrões foi encontrada. Não há diferenças significativas, a 5%, dos valores de metais de 2007 e de 2013.

i) IVA - Índice de Proteção da Vida Aquática das Águas Superficiais

A aplicação dos dados às seções AS06 e AS08 mostra que o IPMCA ficou em 2,4, o que denota águas regulares para a vida aquática naquelas seções. Os parâmetros que aumentam e degradam o IPMCA são ferro e mercúrio como produtos da erosão, esse em consequência a poluição atmosférica por fontes térmicas.

A potencialidade de eutrofização é representada pelo IET. As seções AS06 e AS08 serão seções de barramento, portanto o conhecimento do IET indica potencial de impacto negativo associado aos teores de fósforo e clorofila α . O valor do IET variou de 55,3 a 75. Transformando esses valores (Quadro 5.45) para a escala empregada para o IVA, conforme Quadro 5.110, notam-se águas com potencialidade de eutrofização, IET igual a 3.

Quadro 5.110 - Índice de Proteção da Vida Aquática - IVA

Índices	Março		Maio		Junho		Setembro		Outubro		Novembro		Julho 2013	
	AS6	AS8	AS6	AS6	AS8	AS8	AS6	AS8	AS6	AS8	AS6	AS6	AS6	AS6
IET	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
IPMCA	2,4	2,4	2,4	2,4	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
IVA	5,7	5,7	5,7	5,7	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2

Também no Quadro 5.110, as águas amostradas apresentam-se, nos meses de coleta, como ruins para a proteção da vida aquática, IVAs entre 5,7 e 6,2.

5.3.5.3.3 Qualidade das águas das chuvas

a) Aspectos metodológicos

A análise seguirá a mesma abordagem das águas superficiais, detalhando as características de qualidade de água.

b) Resultados obtidos

b.1) Características estéticas

O Quadro 5.111 mostra as características estéticas das amostras de água das chuvas. É bastante baixo o teor de sólidos em suspensão, com alguma turbidez residual, fruto da precipitação de partículas atmosféricas. Por esses parâmetros seriam águas de classe 1 do CONAMA 357/2005.

Quadro 5.111 - Variação temporal de parâmetros de qualidade das águas da chuva – AC1

Parâmetro	Unidade	Limite de Detecção	28/06/07	18/07/07	25/10/07	27/11/07
Turbidez	N.T.U.	0,5	3,23	5,96	2,5	4,9
Sólidos Suspensos	mg/L	0,1	7	N.D.	20	2

b.2) Características orgânicas

Não é de se esperar matéria orgânica nas chuvas, exceto por alguma poeira. Inicialmente não se detectou fenóis totais, mas nas duas últimas datas altos teores foram detectados. O teor de nitrogênio total ficou abaixo de qualquer padrão e o nível de OD mostra 70% de saturação na primeira amostragem e supersaturado (temperatura de 11 °C) na segunda amostragem. Posteriormente, sem explicação plausível, determinaram-se baixos valores de OD. As amostras seriam de classe 4 para OD e fenóis totais, nas duas últimas datas. Pela DQO, não há matéria orgânica que justifique estes teores.

Quadro 5.112 - Variação temporal de parâmetros de qualidade das águas da chuva – AC1

Parâmetro	Unidade	Limite de Detecção	28/06/07	18/07/07	25/10/07	27/11/07
Temperatura	°C	0,1	9,6	11	23	27
Oxigênio Dissolvido	mg/L O ₂	0,2	5,95	11,2	2,8	2,1
Nitrogênio Total	mg/L N	0,03	0,250	0,546	2,5	0,86
DQO	mg/L O ₂	4	N.D.	31,4	11,7	19,8
Fenóis totais	mg/L	0,001	N.D.	N.D.	0,084	0,061

No Quadro 5.112, os valores de DQO são erráticos em função da maior presença de turbidez na segunda amostra. Cloretos, ferro bivalente e nitratos interferem na análise de DQO, mas suas concentrações são muito baixas para explicar o alto valor de DQO.

b.3) Características de agressividade natural

Há equilíbrio entre acidez e alcalinidade total talvez pela capacidade tampão do CO₂ atmosférico. O teor de dureza é variável, conforme apresentado no Quadro 5.113.

Quadro 5.113 - Variação temporal de parâmetros de qualidade da águas da chuva – AC1

Parâmetro	Unidade	Limite de Detecção	28/06/07	18/07/07	25/10/07	27/11/07
pH		0,1	6,0	6,4	6,4	6,2
Alcalinidade total	mg/L CaCO ₃	1,0	N.D.	N.D.	5,1	15,8
Acidez	mg/L CaCO ₃	2	0,5	0,5	4,3	12,4
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	5,0	7	58	210	4
Dureza	mg/L CaCO ₃	2,0	32,3	N.D.	12,5	11

O teor de sais dissolvidos totais se mantém dentro da classe 1 do CONAMA 357/2005, bem como o pH.

b.4) Características iônicas

A condutividade espelhando a força iônica é bastante baixa, muito menor que os 50 a 80 µmho/cm das águas superficiais regionais.

Quadro 5.114 - Variação temporal de parâmetros de qualidade das águas da chuva – AC1

Parâmetro	Unidade	Limite de Detecção	28/06/07	18/07/07	25/10/07	27/11/07
Condutividade	µmho/cm	0,3	9,87	10,59	20,5	42,2
Cloretos	mg/L Cl ⁻	0,35	1,81	0,70	1,9	1,6
Sulfatos	mg/L SO ₄ ⁻	1,0	0,63	0,9	ND	1,27
Cálcio	mg/L Ca	1,0	N.D.	N.D.	ND	3,2
Magnésio	mg/L Mg	1,0	7,85	N.D.	3,03	0,73
Potássio	mg/L K	0,01	0,221	0,299	0,445	0,59
Sódio	mg/L Na	0,02	3,29	6,17	2,4	0,94

Os elementos Ca, Mg, Na e K, são considerados os íons basais de manutenção da vida aquática, têm baixa concentração, semelhantes às águas superficiais. Com a presença de termoeletricas a carvão na região, esperava-se maior teor de cloretos e sulfatos, íons que podem provocar chuva ácida.

O teor de sulfatos mantém essas amostras em classe 1 do CONAMA.

b.5) Características de nutrientes

São altos os teores de fósforo, colocando as águas em classe 3. O grupo nitrogênio atende os padrões de classe 1, com nitrogênio amoniacal em teores semelhantes aos das águas superficiais e subterrâneas da sub-bacia avaliada.

Os valores de clorofila α foram colocados no Quadro 5.115 apenas por comparação, pois a população de algas nas chuvas deve ser praticamente nula.

Quadro 5.115 - Variação temporal de parâmetros de qualidade das águas da chuva – AC1

Parâmetro	Unidade	Limite de Detecção	28/06/07	18/07/07	25/10/07	27/11/07
Fósforo Total	mg/L P	0,01	0,36	0,10	ND	0,59
Fósforo Total Solúvel	mg/L P	0,01	0,01	0,03	ND	0,46
Clorofila α	µg/L	0,1	2,4	6,4	ND	10,3
Nitratos	mg/L NO ₃ ⁻	0,05	N.D.	0,5	1,7	0,056
Nitritos	mg/L NO ₂ ⁻	0,01	0,01	0,006	0,13	0,019
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	0,06	0,145	0,337	ND	ND

Considerando-se que chove 1.300 mm/ano na região, isto significa 1300 L/m², e considerando-se também a superfície da barragem J2 de 3.500 000 m², ter-se-á um aporte médio anual de 1,02 kg/ano para as águas da barragem (0,22 mg/L P x 1 300 L/m² ano x 3 500 000 m²). Por comparação, na seção AS08, para uma vazão média de longo prazo de 2,54 m³/s, passarão, em um ano médio, 74,8 kg de fósforo total. Portanto a chuva poderá trazer não mais que 1,42% da carga de fósforo da área alagada pela barragem J2.

b.6) Características sanitárias

As densidades de coliformes termotolerantes, baseados em *E coli*, mostram águas com leve contaminação fecal, ainda em classe 1 do CONAMA. Coliformes totais trazidos pelas poeiras atmosféricas refletem a ocupação dos solos por atividades agropecuárias.

Quadro 5.116 - Variação temporal de parâmetros de qualidade das águas da chuva – AC1

Parâmetro	Unidade	Limite de Detecção	28/06/07	18/07/07	25/10/07	27/11/07
Coliformes Totais	NMP/100 mL	2	1010	31	31	2
<i>E. Coli</i>	NMP/100 mL	2	19	9	2	2

b.7) Características de metais traços

Todos os metais analisados tiveram concentrações dentro da faixa de classe 1 do CONAMA 357/2005. Os elementos Cd e Hg não foram detectados.

Quadro 5.117 - Variação temporal de parâmetros de qualidade das águas da chuva – AC1

Parâmetro	Unidade	Limite de Detecção	28/06/07	18/07/07	25/10/07	27/11/07
Alumínio	mg/L Al	0,002	0,039	0,012	0,028	0,035
Cádmio	mg/L Cd	0,001	N.D.	N.D.	0,001	ND
Ferro Bivalente	mg/L Fe ⁺⁺	0,02	0,039	0,035	0,037	0,176
Ferro Total	mg/L Fé	0,001	0,042	0,035	0,037	0,176
Manganês	mg/L Mn	0,01	0,0041	0,0043	ND	0,73
Merúrio	mg/L Hg	0,0005	N.D.	N.D.	ND	ND
Zinco	mg/L Zn	0,001	0,032	0,038	0,039	0,031

Os teores de ferro, manganês, alumínio e zinco, ainda que baixos, refletem a composição das poeiras atmosféricas locais.

5.3.5.3.4. Conclusão

A qualidade da água superficial nas seções amostradas deixa a desejar pelos parâmetros fósforo total, coliformes totais e termotolerantes, Al, Fe, Mn e Hg. Por esses parâmetros, as águas seriam classificadas em Classe 3 ou 4. Pelos demais, em Classe 1 ou 2.

O IVA aponta águas superficiais ruins para a proteção da vida aquática.

As águas da chuva foram classificadas por alguns parâmetros em classe 1, exceto fósforo total, OD e fenóis totais nas últimas datas amostradas. Isto implica em mais uma fonte de aporte de fósforo para as barragens.

A Ilustração 5.13 - Mapa Hidrográfico e Relevo Sombreado apresenta os respectivos pontos de amostragem de água superficial.

5.3.5.4 Avaliação de impacto

Para a avaliação dos impactos referentes a qualidade da água superficial, foram obedecidos os seguintes condicionantes: As Barragens de abastecimento serão implantadas no ano zero (0); Termelétrica e as Instalações Acessórias Periféricas serão implantadas em até cinco (5) anos; De acordo com a avaliação atual da qualidade do ar regional, em cinco estações de medição, durante os anos de 2012 e 2013, os teores máximos de SO₂ variaram entre 6,2 e 179 µg/m³.; Nestas mesmas estações, os teores máximos de NO_x variaram entre 14,3 e 60,3 µg/m³.

Os impactos na qualidade dos recursos hídricos atmosféricos serão avaliados em grandes grupos, a saber: impactos nas características estéticas, impactos nas características orgânicas, impactos nas características de agressividade natural, características iônicas, características dos nutrientes aquáticos, impactos nas características dos metais traços e, para água superficial, impactos nas características de contaminação bacteriana.

5.3.5.4.1 Fase de planejamento e implantação

a) Contaminação das águas superficiais devido ao lançamento de efluentes e resíduos sólidos durante a obra

a.1) Descrição e valoração do impacto

Os efluentes líquidos sanitários e os resíduos gerados nos canteiros de obras e áreas de trabalho, podem ser dispostos no solo e carreados pelas chuvas ou lançados diretamente nos corpos d'água, causando alterações da qualidade das águas.

As principais alterações na qualidade das águas superficiais, causadas pelo lançamento de efluentes líquidos sanitários, são o aumento da carga orgânica a ser oxidada no corpo receptor. Este aumento de carga orgânica acarreta a depleção do oxigênio dissolvido, comprometendo a biota aquática, o aumento de coliformes termotolerantes e o aumento da probabilidade de eutrofização, principalmente nos ambientes lênticos (lagos, açudes e cacimbas), devido ao aumento da concentração dos compostos nitrogenados e fosforados.

Os demais resíduos líquidos ou sólidos, quando dispostos irregularmente nos corpos hídricos, podem gerar diversas alterações, dependendo das suas composições. Como principais, pode-se citar a alteração do pH, da salinidade, aumento da concentração de metais, de sólidos e da turbidez, todas essas alterações com efeitos nocivos sobre a biota local e comprometimento do uso das águas.

Na fase de instalação deverão ser construídos os acessos, seguindo-se a limpeza e o nivelamento da área e a construção do canteiro de obras. Posteriormente, com as fundações, se inicia a construção da usina propriamente dita e das barragens para formação dos reservatórios. Simultaneamente, à parte de construção civil, procede-se à montagem eletromecânica dos equipamentos.

Uma vez instalados e montados os equipamentos, inicia-se a fase de acabamento do pátio e do entorno da usina.

Assim, as atividades de implantação do empreendimento, considerando a usina e os reservatórios, envolvem as seguintes atividades:

- **Instalação do canteiro de obras:** Refere-se à construção de alojamentos, refeitórios, oficinas, almoxarifados, posto de combustíveis, escritórios técnicos e administrativos, garagens, armazéns, etc. As necessidades de água da obra irão ser supridas construindo-se o sistema de abastecimento de água pré-tratada e desinfetando-se a água destinada ao consumo humano. A água para abastecimento da usina será aduzida da Barragem J2 a ser implantada no rio Jaguarão, possuindo uma capacidade instalada de 667 L/s e 7 km de extensão. Os efluentes tratados serão lançados na crista da Barragem J1, mediante a construção de um emissário com extensão de 1.500 m.
- **Construção civil:** Durante a construção serão gerados efluentes sanitários na ordem de 2,0 L/s, efluentes industriais de almoxarifados, refeitórios, oficinas e de lavagens de equipamentos, aproximadamente 5,0 L/s, e drenagens de pátio, contaminadas pela erosão, por poeiras da obra e por vazamentos de equipamentos. A área da obra poderá gerar, em um período de 24 horas, cerca de 1,45 m³/s de drenagem pluvial com concentração de sólidos suspensos de cerca de 100 mg/L, e de óleos e graxas da ordem de 2 mg/L.

Sem tratamento, esses efluentes e drenagens iriam contaminar os lençóis subsuperficiais e, ainda, mais as drenagens superficiais, prevendo-se impacto negativo, reversível e de curta duração.

- *Montagem eletromecânica:* Durante a montagem eletromecânica dos equipamentos das utilidades e de geração de energia elétrica, poderão ocorrer vazamentos de combustíveis líquidos (óleo BPF - Baixo Ponto de Fluidez), de óleos de transformadores e de vários tipos de lubrificantes e graxas. Não se consegue quantificar quanto material poderia contaminar os recursos hídricos, prevendo-se impacto adverso de curta duração e reversível ao se adotarem medidas de contenção.

Verifica-se que a implantação de empreendimento de tal porte, sem medidas mitigadoras, pode gerar altos impactos na quantidade e qualidade dos recursos hídricos, impactos esses caracterizados como reversíveis, de curto prazo, contidos na bacia hidrográfica do Jaguarão, variando de magnitude média a alta. Apesar do consumo de água poder gerar altos impactos em termos quantitativos, existe produção natural de água superficial suficiente para todos os usos previstos na bacia das barragens a serem implantadas, não criando conflitos com outros usuários.

Atributo	Característica	Valor atribuído igual
Forma	Direta	2
Duração	Temporário	1
Temporalidade	Curto prazo	2
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Regional	2
Soma		8

Magnitude	Valor atribuído
Alta	4

Probabilidade	Valor atribuído
Alta	3

A natureza deste impacto é negativa, portanto atribui-se o valor -1.

Relevância = $-1 \times (8 \times 4 \times 3) = -96$ (enquadra-se na faixa de grande relevância).

a.2) Medidas recomendadas

Para mitigar o impacto identificado, recomendam-se as seguintes medidas:

- Execução de drenagem superficial em toda a área dos canteiros, sítio de implantação da usina, alojamentos e oficinas, com implantação de caixas coletoras;
- Monitoramento contínuo das áreas de construção, a fim de garantir a contínua eficiência do método e dos dispositivos de contenção de derramamentos e dos efluentes;
- Avaliação do cronograma de implantação das obras, de modo que não haja abertura de frentes de trabalho sem a implantação de mecanismos de controle de efluentes;

- Execução das obras de travessia de drenagens, preferencialmente durante o período de estiagem;
- Implantação de estruturas de contenção em áreas onde forem manipulados combustíveis e lubrificantes.

a.3) *Reavaliação da relevância do impacto em presença das medidas recomendadas*

O grau de resolução obtido tende a ser alto (valor 1), visto que a implantação das medidas recomendadas poderá reduzir em muito o lançamento de efluentes e o aporte de material sólido aos cursos d'água.

Dessa forma, a classificação final do impacto, após a implantação das medidas recomendadas, é considerada de pequena relevância (valor -96).

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Alto	1
Classificação final	Pequena relevância	-96

b) *Características estéticas*

b.1) *Descrição e valoração do impacto*

Os impactos a serem gerados na Implantação serão um acréscimo na turbidez devido às poeiras levantadas por máquinas e equipamentos de construção, pela erosão provocada pelos processos construtivos e pela precipitação de material particulado na fase de testes dos equipamentos. Também alguma alteração na cor das águas pode ser esperada.

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Forma	Direto	2
Duração	Temporário	1
Temporalidade	Curto Prazo	2
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Regional	2
Soma		8

Magnitude	Valor Atribuído
Baixa	2

Probabilidade	Valor Atribuído
Alta	3

A natureza deste impacto é negativa, portanto atribui-se o valor -1.

Relevância = $-1 \times (8 \times 2 \times 3) = -48$ (enquadra-se na faixa de pequena relevância).

b.2) *Medidas recomendadas*

Para mitigar o impacto identificado, recomendam-se as seguintes medidas:

- Sistemas de controle de poeiras nas obras de terraplenagem

- Sistemas emergenciais de contenção nos testes de partidas dos equipamentos
- Cobertura de depósitos de matérias primas e de descarte.

b.3) Reavaliação da relevância do impacto em presença das medidas recomendadas

O grau de resolução obtido tende a ser alto (valor 1), visto que a implantação das medidas recomendadas poderá reduzir significativamente a magnitude e a probabilidade de ocorrência dos impactos

Dessa forma, a classificação final do impacto, após a implantação das medidas recomendadas, é considerada de muito pequena relevância (valor -48).

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Alto	1
Classificação Final	Muito Pequena Relevância	-48

c) Características orgânicas

c.1) Descrição e valoração do impacto

Não é de se esperar matéria orgânica nas chuvas, exceto por alguma poeira. Inicialmente não se detectou fenóis totais, mas nas duas últimas datas altos teores foram detectados. O teor de nitrogênio total ficou abaixo de qualquer padrão e o nível de OD mostra 70% de saturação na primeira amostragem e supersaturado (temperatura de 11 °C) na segunda amostragem. Posteriormente, sem explicação plausível, determinaram-se baixos valores de OD. As amostras seriam de classe 4 para OD e fenóis totais, nas duas últimas datas. Pela DQO, não há matéria orgânica que justifique estes teores.

Os valores de DQO são erráticos em função da maior presença de turbidez na segunda amostra. Cloretos, ferro bivalente e nitratos interferem na análise de DQO, mas suas concentrações são muito baixas para explicar o alto valor de DQO.

Impactos nas características orgânicas na Implantação poderão ocorrer pela liberação de compostos fenólicos voláteis para a atmosfera a partir da combustão de combustíveis fósseis de máquinas e equipamentos, de substâncias reduzidas das poeiras dos canteiros de obras, e de vazamentos ou descarte de nitrogênio amoniacal ou outras substâncias reduzidas nos testes de partida dos equipamentos.

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Forma	Direto	2
Duração	Temporário	1
Temporalidade	Curto Prazo	2
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Regional	2
Soma		8

Magnitude	Valor Atribuído
Baixa	2

Probabilidade	Valor Atribuído
Alta	3

A natureza dos impactos é negativa, com valor -1.

Relevância = $-1 \times (8 \times 2 \times 3) = -48$ (enquadra-se na faixa de média relevância).

c.2) Medidas recomendadas

- sistemas de controle de poeiras nas obras de terraplenagem
- sistemas emergenciais de contenção de nitrogênio amoniacal nos testes de partidas dos equipamentos
- cobertura de depósitos de matérias primas e de descarte.

c.3) Reavaliação da relevância do impacto em presença das medidas recomendadas

As medidas mitigadoras serão capazes de reduzir significativamente a magnitude e a probabilidade de ocorrência dos impactos. Dessa forma, a classificação final do impacto, após a implantação das medidas recomendadas, é considerada de muito pequena relevância (valor - 48).

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Alto	1
Classificação Final	Muito pequena Relevância	-48

d) Características de Agressividade Natural

d.1) Descrição e Valoração dos Impactos

Nas chuvas amostradas, houve equilíbrio entre acidez e alcalinidade total, talvez pela capacidade tampão do CO₂ atmosférico. O teor de dureza foi variável. O teor de sais dissolvidos totais se mantém dentro da classe 1 do CONAMA 357/2005, bem como o pH.

Na implantação, são esperados impactos nulos no equilíbrio do CO₂ atmosférico, apesar da exaustão de máquinas e equipamentos. As poeiras crescem à dureza e ao teor de sais dissolvidos das precipitações atmosféricas, mas numa escala muito pequena.

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Forma	Direto	2
Duração	Temporário	1
Temporalidade	Curto Prazo	2
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Regional	2
Soma		8

Magnitude	Valor Atribuído
Insignificante	1

Probabilidade	Valor Atribuído
Alta	3

A natureza dos impactos é negativa, com valor -1. Portanto, a relevância sem medidas mitigadoras é de -24 pontos, mínima relevância.

d.2) *Medidas Recomendadas*

- sistemas de controle de poeiras nas obras de terraplenagem
- sistemas emergenciais de contenção de nitrogênio amoniacal nos testes de partidas dos equipamentos
- cobertura de depósitos de matérias primas e de descarte.
- controle das descargas gasosas de veículos e equipamentos de motor a combustão.

d.3) *Reavaliação da relevância após Medidas Mitigadoras*

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Alto	1
Classificação Final	Muito Pequena Relevância	-24

Apesar da pequena magnitude dos impactos, as medidas mitigadoras não conseguirão reduzir a relevância negativa de -24 pontos

e) *Características Iônicas*

e.1) *Descrição e Valoração dos Impactos*

A condutividade, espelhando a força iônica, é bastante baixa, muito menor que os 50 a 80 $\mu\text{mho/cm}$ das águas superficiais regionais. Os elementos Ca, Mg, Na e K, são considerados os íons basais de manutenção da vida aquática, têm baixa concentração, semelhantes às águas superficiais. Com a presença de termoelétricas a carvão na região, esperava-se maior teor de cloretos, nitratos e sulfatos, íons que podem provocar chuva ácida. O teor de sulfatos mantém essas amostras em classe 1 do CONAMA.

Impactos sobre as características iônica esperados na implantação dizem respeito à produção de sulfato, pelas gases dos equipamentos de transporte, e pelos descartes ou vazamentos nos testes de partida. A produção de Ca, Mg, Na, K e cloretos levam a ions básicos neutralizantes da chuva ácida.

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Forma	Direto	2
Duração	Temporário	1
Temporalidade	Curto Prazo	2
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Regional	2
Soma		8

Magnitude	Valor Atribuído
Média	3

Probabilidade	Valor Atribuído
Alta	3

Portanto, a relevância negativa dos impactos chega a - 72 pontos, relevância média.

e.2) Medidas Recomendadas

- sistemas de controle de poeiras nas obras de terraplenagem
- sistemas emergenciais de contenção de nitrogênio amoniacal nos testes de partidas dos equipamentos
- cobertura de depósitos de matérias primas e de descarte.
- sistema de lavagem de gases.

e.3) Reavaliação da relevância após Medidas Mitigadoras

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Alto	1
Classificação Final	Muito Pequena Relevância	-72

Mesmo com sistemas emergenciais, haverá impacto negativo de pequena relevância de -72 pontos.

f) Características de Nutrientes

f.1) Descrição e Valoração dos Impactos

São altos os teores de fosfato, colocando as águas em classe 3. O grupo nitrogênio atende os padrões de classe 1, com nitrogênio amoniacal em teores semelhantes aos das águas superficiais e subterrâneas da sub-bacia avaliada.

Os valores de clorofila α foram avaliados apenas por comparação, pois a população de algas nas chuvas deve ser praticamente nula. Considerando-se que chove, em média, 1.300 mm/ano na região, isto significa 1 300 L/m², e, considerando-se também a superfície da barragem J2 de 3.500 000 m², ter-se-á um aporte médio anual de 1,02 kg/ano para as águas da barragem (0,22 mg/L P x 1 300 L/m² ano x 3 500 000 m²). Por comparação, na seção AS08, para uma vazão média de longo prazo de 2,54 m³/s, passarão, em um ano médio, 74,8 kg de fósforo total. Portanto a chuva poderá trazer não mais que 1,42% da carga de fósforo da área alagada pela barragem J2.

São esperados impactos muito fracos na implantação do empreendimento no tocante à geração de nutrientes nas chuvas, com exceção do descarte e vazamentos de nitrogênio amoniacal nos testes de partida.

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Forma	Direto	2
Duração	Temporário	1
Temporalidade	Curto Prazo	2
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Regional	2
Soma		8

Magnitude	Valor Atribuído
Insignificante	1

Probabilidade	Valor Atribuído
Alta	3

Pelos quadros de valoração de impactos, estes serão negativos, -24 pontos, sem medidas mitigadoras.

f.2) Medidas Recomendadas

- Sistemas de controle de poeiras nas obras de terraplenagem
- Sistemas emergenciais de contenção de nitrogênio amoniacal nos testes de partidas dos equipamentos
- Cobertura de depósitos de matérias primas e de descarte.
- Sistema de lavagem de gases.

f.3) Reavaliação da relevância após Medidas Mitigadoras- Características de Nutrientes

As precipitações, mesmo com medidas mitigadoras, sempre conterão nutrientes provenientes da ineficiência técnica das medidas mitigadoras.

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Alto	1
Classificação Final	Muito Pequena Relevância	-24

Impactos de relevância muito pequenas podem ser previstos, igual a -24 pontos.

g) Características Sanitárias

g.1) Descrição e Valoração dos Impactos

As densidades de coliformes termotolerantes, baseados em *E coli*, mostram águas com leve contaminação fecal, ainda em classe 1 do CONAMA. Coliformes totais trazidos pelas poeiras atmosféricas refletem a ocupação dos solos por atividades agropecuárias.

Na implantação não haverão fontes apreciáveis de contaminação microbiológica que alterem as características sanitárias hoje vigentes.

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Forma	Direto	2
Duração	Temporário	1
Temporalidade	Curto Prazo	2
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Regional	2
Soma		8

Magnitude	Valor Atribuído
Insignificante	1

Probabilidade	Valor Atribuído
Baixa	1

Alguma contaminação sanitária pelas poeiras irá acontecer, refletida na pequena magnitude de -8 pontos.

g.2) Medidas Recomendadas

- Sistemas de controle de poeiras nas obras de terraplenagem
- Cobertura de depósitos de matérias primas e de descarte.

g.3) Reavaliação da relevância após Medidas Mitigadoras

Impactos mínimos ocorrerão, magnitude -8, como em qualquer atividade antropogênica.

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Alto	1
Classificação Final	Muito Pequena Relevância	-8

h) Características de Metais Traços

h.1) Descrição e Valoração dos Impactos

Todos os metais analisados tiveram concentrações dentro da faixa de classe 1 do CONAMA 357/2005. Os elementos Cd e Hg não foram detectados. Os teores de ferro, manganês, alumínio e zinco, ainda que baixos, refletem a composição das poeiras atmosféricas locais.

Os impactos esperados nas características dos metais traços, na fase de implantação, apesar da poeira dos veículos e equipamentos de construção, não deve ser muito importante, como mostram as análises das precipitações. Esperam-se impactos de metais nos testes de partida do empreendimento e pelas poeiras de carvão arrastadas pelos ventos.

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Forma	Direto	2
Duração	Temporário	1
Temporalidade	Curto Prazo	2
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Regional	2
Soma		8

Magnitude	Valor Atribuído
Média	3

Probabilidade	Valor Atribuído
Alta	3

A pontuação de -72 pontos indica que as medidas de contenção terão que ser eficientes para amenizar a provável contaminação das precipitações na implantação do empreendimento.

h.2) Medidas Recomendadas

- Sistemas de controle de poeiras nas obras de terraplenagem
- Sistemas emergenciais de contenção de nitrogênio amoniacal nos testes de partidas dos equipamentos
- Cobertura de depósitos de matérias primas e de descarte.

- Sistema de lavagem de gases.

h.3) Reavaliação da relevância após medidas mitigadoras

Com a eficiência das medidas os impactos são de muito pequena relevância, -72 pontos.

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Alto	1
Classificação Final	Muito Pequena Relevância	-72

5.3.5.4.2. Fase de comissionamento e operação

a) Contaminação das águas superficiais devido ao lançamento de efluentes líquidos durante a operação

a.1) Descrição e valoração do impacto

Os testes de geração ou comissionamento são realizados para verificação da eficiência e controle do empreendimento, desde o funcionamento das utilidades, tratamento de água, de esgotos, bombeamentos diversos, transporte e preparo do combustível sólido (carvão), teste dos sistemas de segurança, de sistema de despoeiramento, etc., até o teste da caldeira, trocadores de calor, e do sistema de transformação e distribuição de energia elétrica.

Na fase de operação o pátio do empreendimento já não gera mais drenagem pluvial contaminada por poeiras do solo, mas drenagem pluvial de pátio industrial e drenagens da pilha de carvão. Para uma chuva de 50 (cinquenta) anos de tempo de recorrência, de 166 mm/hora, e uma pilha de carvão com 1200 m² de área impermeabilizada, seria gerada uma drenagem máxima de 56 L/s. Trata-se de um impacto negativo, reversível e de curta duração, se o efluente da pilha não for tratado já na fase de testes. A área de tancagem de óleo combustível será impermeabilizada, não gerando drenagem contaminada, exceto por eventuais vazamentos e acidentes.

Atributo	Característica	Valor atribuído igual
Forma	Direta	2
Duração	Temporário	1
Temporalidade	Curto prazo	2
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Regional	2
Soma		8

Magnitude	Valor atribuído
Alta	4

Probabilidade	Valor atribuído
Média	2

A natureza deste impacto é negativa, portanto atribui-se o valor -1.

Relevância = $-1 \times (8 \times 4 \times 2) = -64$ (enquadra-se na faixa de média relevância).

a.2) *Medidas recomendadas*

Para mitigar o impacto identificado, recomendam-se as seguintes medidas:

- Instalação e operação de estação de tratamento de efluentes ;
- Resfriamento da água que deverá retornar ao rio Jaguarão;
- Impermeabilização do pátio de estocagem do carvão e implantação de drenagem pluvial no entorno do pátio industrial.

a.3) *Reavaliação da relevância do impacto em presença das medidas recomendadas*

O grau de resolução obtido tende a ser alto (valor 1), visto que a implantação das medidas recomendadas poderá reduzir em muito o lançamento de efluentes aos cursos d'água.

Dessa forma, a classificação final do impacto, após a implantação das medidas recomendadas, é considerada de muito pequena relevância (valor -64).

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Alto	1
Classificação final	Muito pequena relevância	-64

b) *Características Estéticas*

b.1) *Descrição e Valoração dos Impactos*

Os impactos a serem gerados na Operação do empreendimento serão um aumento da turbidez pelo material particulado residual dos precipitadores eletrostáticos e alteração da cor por finos levados pelos ventos das pilhas de carvão e de cinzas.

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Forma	Direto	2
Duração	Temporário	1
Temporalidade	Curto Prazo	2
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Regional	2
Soma		8

Magnitude	Valor Atribuído
Baixa	2

Probabilidade	Valor Atribuído
Média	2

Os equipamentos projetados para contenção de material particulado na usina não são 100% eficientes, por isso impactos negativos ocorrem com relevância pequena, - 32 pontos.

b.2) Medidas Recomendadas

- Cobertura de depósitos de matérias primas e de descarte;
- Sistema de lavagem de gases.
- Controle da operação e manutenção periódica do precipitador eletrostático
- Controle de poeiras no transporte das cinzas às cavas da mina

b.3) Reavaliação da relevância após Medidas Mitigadoras- Características Estéticas

Com as medidas mitigadoras espera-se diminuir os impactos negativos para - 32 pontos, muito pequena relevância.

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Alto	1
Classificação Final	Muito Pequena Relevância	-32

c) Características Orgânicas

c.1) Descrição e Valoração dos Impactos

Impactos nas características orgânicas, na Operação, poderão ser gerados a partir de vazamentos de substâncias amoniacais reduzidas, finos de carvão, substâncias fenólicas não captadas pelos processos de despoluição do ar e, pela geração de outros compostos orgânicos refratários, notadamente poliaromáticos nucleados tais como naftalenos, pirenos, benzopirenos, antracenos e dioxinas da combustão de derivados de petróleo ou de carvão mineral.

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Forma	Direto	2
Duração	Temporário	1
Temporalidade	Curto Prazo	2
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Regional	2
Soma		8

Magnitude	Valor Atribuído
Alta	4

Probabilidade	Valor Atribuído
Média	2

Em função da volatilidade e periculosidade (dioxinas) de alguns compostos nos gases efluentes dos sistemas de tratamento, esperam-se impactos de grande relevância, - 64 pontos.

c.2) Medidas Recomendadas

Além da redução de material particulado por precipitadores, da redução do SO₂ por adição de calcário na queima do carvão, a lavagem dos gases é uma medida a ser implantada para minorar o efeito dos compostos voláteis.

c.3) *Reavaliação da relevância após Medidas Mitigadoras- Características Orgânicas*

As medidas mitigadoras preconizadas diminuem enormemente a probabilidade de ocorrência de impactos negativos.

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Alto	1
Classificação Final	Muito Pequena Relevância	-64

d) *Características de Agressividade Natural*

d.1) *Descrição e Valoração dos Impactos*

Na operação, haverá impactos importantes das poeiras de gesso do sistema de tratamento do efluente gasoso, e, o efluente térmico aéreo, mesmo tratado, irá acrescer ao teor de sais dissolvidos, pois os sistemas de tratamento tem limites técnicos operacionais que não permitem a sua total eficiência. Acresça-se a isto, a total liberação de CO₂, gás de efeito estufa e que controlará a alcalinidade das chuvas na região.

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Forma	Direto	2
Duração	Temporário	1
Temporalidade	Curto Prazo	2
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Regional	2
Soma		8

Magnitude	Valor Atribuído
Alta	4

Probabilidade	Valor Atribuído
Alta	3

Grandes impactos negativos pelo CO₂ podem ocorrer na fase da operação que irão influenciar sobremaneira as características de agressividade natural dos recursos hídricos atmosféricos: grande relevância, -96 pontos.

d.2) *Medidas recomendadas*

- Cobertura de depósitos de matérias primas e de descarte;
- Controle da operação e manutenção periódica do precipitador eletrostático;
- Controle de poeiras no transporte das cinzas às cavas da mina;
- Reaproveitamento do CO₂ para biodiesel de algas.

d.3) *Reavaliação da relevância após medidas mitigadoras*

Com as medidas de controle de impactos, principalmente reaproveitamento do CO₂, essas características serão pouco impactadas pela operação do empreendimento.

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Alto	1
Classificação Final	Pequena Relevância	-96

e) *Características Iônicas*

e.1) *Descrição e Valoração dos Impactos*

Alterações das características iônicas na operação podem levar a impactos bastante fortes, pela geração de sulfatos, cloretos e nitratos, além de íons orgânicos. Na operação, as poeiras finas contidas no efluente aéreo tratado conterão íons básicos, impacto positivo para a qualidade iônica das precipitações.

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Forma	Direto	2
Duração	Temporário	1
Temporalidade	Curto Prazo	2
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Regional	2
Soma		8

Magnitude	Valor Atribuído
Média	3

Probabilidade	Valor Atribuído
Alta	3

Se não houver controle, esses íons irão impactar a atmosfera com média relevância, - 72 pontos.

e.2) *Medidas Recomendadas- Características Iônicas*

- Cobertura de depósitos de matérias primas e de descarte;
- Sistema de lavagem de gases;
- Controle da operação e manutenção periódica do Precipitador Eletrostático;
- Controle de poeiras no transporte das cinzas às cavas da mina.

e.3) *Reavaliação da relevância após Medidas Mitigadoras*

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Alto	1
Classificação Final	Muito Pequena Relevância	-72

Pelo equilíbrio entre íons positivos e negativos, as chances de altos impactos diminuem para muito pequena relevância, -72 pontos.

f) Características de nutrientes

f.1) Descrição e valoração dos impactos

Na operação, compostos oxidados de nitrogênio e fósforo serão gerados podendo acrescer à contaminação aérea regional, com reflexos na produtividade primária das barragens.

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Forma	Direto	2
Duração	Temporário	1
Temporalidade	Curto Prazo	2
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Regional	2
Soma		8

Magnitude	Valor Atribuído
Baixa	2

Probabilidade	Valor Atribuído
Baixa	1

Os impactos negativos serão de pequena relevância, -16 pontos.

f.2) Medidas Recomendadas

- sistema de lavagem de gases.
- controle da operação e manutenção periódica do Precipitador Eletrostático

f.3) Reavaliação da relevância após medidas mitigadoras

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Alto	1
Classificação Final	Muito Pequena Relevância	-16

Após tratamento dos gases, a contribuição de nutrientes para a atmosfera será mínima, -16 pontos.

g) Características sanitárias

g.1) Descrição e valoração dos impactos

Tanto na implantação quanto na operação não haverão fontes apreciáveis de contaminação microbiológica que alterem as características sanitárias hoje vigentes.

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Forma	Direto	2
Duração	Temporário	1
Temporalidade	Curto Prazo	2
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Regional	2
Soma		8

Magnitude	Valor Atribuído
Baixa	2

Probabilidade	Valor Atribuído
Baixa	1

São nulas as chances de contaminação sanitária atmosférica por efluentes gasosos a 900 °C. Relevância de impactos muito pequena, -16.

g.2) Medidas recomendadas

Não fazem necessárias.

g.3) Reavaliação da relevância após medidas mitigadoras

Relevância muito pequena, -16 pontos.

h) Características de metais traços

h.1) Descrição e valoração dos impactos

Todos os metais analisados tiveram concentrações dentro da faixa de classe 1 do CONAMA 357/2005. Os elementos Cd e Hg não foram detectados. Os teores de ferro, manganês, alumínio e zinco, ainda que baixos, refletem a composição das poeiras atmosféricas locais.

Impactos relevante ocorrerão pela emissão de metais traços voláteis, notadamente selênio ,mercúrio, e eventualmente, um metalóide, o arsênio. Apesar do tratamento ser bastante avançado e com recuperação de materiais, cinzas pesadas para cimenteiras, e sulfato de amônio para adubo, a eficiência de lavadores e precipitadores, e eventuais falhas de operação, indicam fortes possibilidades de impactos, no curto e médio prazo.

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Forma	Direto	2
Duração	Temporário	1
Temporalidade	Curto Prazo	2
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Regional	2
Soma		8

Magnitude	Valor Atribuído
Alta	4

Probabilidade	Valor Atribuído
Alta	3

A expectativa de impactos sem medidas mitigadoras tem grande relevância, - 96 pontos.

h.2) Medidas recomendadas

- Cobertura de depósitos de matérias primas e de descarte;

- Sistema de lavagem de gases;
- Controle da operação e manutenção periódica do precipitador eletrostático;
- Controle de poeiras no transporte das cinzas às cavas da mina.

h.3) Reavaliação da relevância após medidas mitigadoras

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Alto	1
Classificação Final	Pequena Relevância	-96

As medidas de controle de impacto podem ter alto grau de sucesso em controlar metais não voláteis, mas alguns metais traços voláteis não serão captados. Relevância pequena, - 96 pontos.

i) Alterações na qualidade da água em função da mudança do regime fluvial do segmento do rio Jaguarão (Estratificação Térmica e Eutrofização)

Considerando a complexidade para avaliar a qualidade futura das águas nesse segmento do rio Jaguarão, após as alterações do regime fluvial com a implantação das Barragens J1 e J2, foi elaborado o estudo apresentado no Anexo 5.7 - Prognóstico de Qualidade da Água – Barragem Jaguarão 1 (J1) e Jaguarão 2 (J2) – modelo de simulação CE QUAL W2 V3.7, 2012.

A análise do impacto ambiental, no que se refere à qualidade futura da água dos reservatórios, foi efetuada a partir de modelos de simulação que permitiram a abordagem quali-quantitativa do impacto ambiental.

Assim, a partir dos dados levantados no diagnóstico, avaliaram-se basicamente, as possíveis modificações na qualidade e usos das águas dos dois reservatórios, envolvendo a possibilidade da ocorrência de estratificação térmica, as alterações nos parâmetros de qualidade (DBO, OD, N e P) e a possibilidade de ocorrência de eutrofização.

i.1) Descrição e valoração do impacto

As simulações apontaram que é pequena a chance de ocorrer estratificação térmica em ambos os reservatórios, pela pequena profundidade, baixo tempo de detenção e regime de ventos.

Os valores de matéria orgânica nas duas barragens nunca ultrapassarão 50 mg/l, medidos sob a forma de DQO ou carbono orgânico dissolvido. As simulações mostram que, ao longo dos anos, parte dessa matéria orgânica mais aquela formada por algas decadentes irá consumir OD no fundo; simultaneamente, por ser um ambiente reduzido, o fósforo irá precipitar aos sedimentos, onde ficará preso pelos compostos de ferro, manganês, e de outros metais. Por consequência, as duas barragens apresentam baixas concentrações na superfície.

Não havendo estratificação, não haverá ressuspensão desse fósforo e não haverá eutrofização (algae bloom) por algas e, posteriormente, por macrófitas flutuantes.

Para fins de avaliação, esse impacto foi classificado como negativo, direto, permanente, de curto prazo, reversível e de abrangência local.

Atributo	Característica	Valor atribuído igual
Forma	Direto	2
Duração	Permanente	2
Temporalidade	Curto prazo	2
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Local	1
Soma		8

Magnitude	Valor atribuído
Baixa	2

Probabilidade	Valor atribuído
Baixa	1

A natureza deste impacto é negativa, portanto atribui-se o valor -1.

Relevância = $-1 \times (8 \times 2 \times 1) = -16$ (enquadra-se na faixa de muito pequena relevância).

i.2) Medidas recomendadas

Afora a limpeza da bacia de contribuição dos reservatório deve-se fazer o controle de eventuais fontes poluidoras na bacia do rio Jaguarão. A implantação da faixa de proteção ciliar dos reservatórios poderá amenizar a introdução de cargas poluidoras difusas da bacia.

Também deverá ser implementado o programa de monitoramento da qualidade da água durante a fase de operação até a estabilização das condições dos reservatórios.

i.3) Reavaliação da relevância do impacto em presença das medidas recomendadas

O grau de resolução obtido tende a ser alto (valor 1), visto que a implantação das medidas recomendadas poderá reduzir em muito os processos de degradação da qualidade das águas.

Dessa forma, a classificação final do impacto, após a implantação das medidas recomendadas, é considerada de muito pequena relevância (valor -16).

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Alto	1
Classificação final	Muito pequena relevância	-16

5.3.6. Meteorologia e qualidade do ar

Tempo e clima são dois termos que estão intimamente relacionados, mas, mesmo assim, são bem distintos. Define-se clima como o estado médio da atmosfera em um determinado período (normalmente o período de 30 anos). Ou seja, o clima de uma determinada região é classificado através da análise das condições de Tempo que se refere ao estado instantâneo da atmosfera a qualquer momento, incluindo temperatura, precipitação, pressão do ar, nebulosidade, etc.

O clima constitui a condição essencial para a vida na Terra. Os elementos climáticos desencadeiam uma série de processos, que condicionam o mecanismo

dinâmico do ambiente. Interferindo na formação de solos, na estrutura e forma de relevo, nos recursos hídricos e no desenvolvimento e distribuição dos seres vivos no planeta. Por isso, o conhecimento do clima de uma região, pode possibilitar o gerenciamento de setores econômicos e também sociais.

Apesar do avanço tecnológico e científico, o clima constitui uma importante variável na economia e geração de energia, uma vez que afeta estes setores através de fenômenos climáticos extremos como: geada, estiagem, enchentes, granizo e ventos fortes. Antigamente as atividades humanas sofriam influencia direta do clima. No entanto, com o desenvolvimento técnico-científico, a sociedade conseguiu se adaptar a condições climáticas adversas. Mas em decorrência de uma maior urbanização, o homem passou a influenciar o clima em escala local.

Felizmente, as atividades antrópicas ainda não implicam em mudanças globais. Mesmo assim, não se descarta essa possibilidade se não forem reduzidas as emissões de poluentes e as atitudes humanas que prejudicam o planeta.

O Clima pode ser abordado em dimensões espacial (extensão) e temporal (duração), normalmente analisadas em conjunto. As escalas espaciais mais conhecidas são a macroclimática, mesoclimática e microclimática (Quadro 5.118), enquanto as temporais são a geológica, histórica e contemporânea.

Quadro 5.118 – Organização das escalas espaciais do clima.

Ordem de grandeza	Subdivisões	Escala Horizontal	Escala vertical	Temporalidade das variações mais representativas	Exemplificação espacial
Macroclima	Clima zonal Clima regional	>2.000 km	3 a 12 km	Algumas semanas a vários decênios	O globo, um hemisfério, oceano, continente, mares, etc.
Mesoclima	Clima regional Clima local Topoclima	2.000 km a 10 km	12 km a 100 m	Várias horas a alguns dias	Região natural, montanha, região metropolitana, cidade etc.
Microclima		10 km a alguns m	Abaixo de 100 m	De minutos ao dia	Bosque, uma rua, uma edificação/casa etc.

Fonte: MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007.

O macroclima pode abranger desde a superfície do planeta como um todo (clima global), passando por zonas (clima zonal), ou até regiões de dimensões continentais (clima regional). Fazem parte do mesoclima extensões de áreas menores do que as antes mencionadas, como as regiões naturais (clima regional), áreas definidas pelo relevo (topoclima), ou grandes cidades e áreas litorâneas (clima local); já o microclima diz respeito a unidades muito pequenas como clima de construções ou de ruas. Para mensurar as escalas no sentido vertical, considerando a coluna troposférica, a escala macro climática abrange de 3 a 12 km de altitude; a meso escala, de 100 m a 12 km; e a micro escala inclui a troposfera próxima ao solo, abaixo de 100 m.

Quanto às escalas temporais, a escala geológica aborda fenômenos climáticos que ocorrem durante milhões ou milhares de anos, a escala histórica trata do estudo do passado, porém no período registrado pelo homem através da utilização de relatos, desenhos, registros dos primeiros instrumentos meteorológicos e a escala contemporânea, na qual trabalha a maioria dos climatólogos, considera fenômenos em séries de mais de 30 anos de dados sequenciais (MENDONÇA &

DANNI-OLIVEIRA, 2007). Neste estudo, serão utilizadas as escalas mesoclimáticas e contemporânea.

Situado em zona tropical na costa leste da América do Sul, o estado do Rio Grande do Sul (RS) caracteriza-se por paisagens contrastantes e que expressam, fundamentalmente, os grandes compartimentos geomorfológicos: o escudo sul-riograndense, planalto meridional, depressão central e planície costeira. Essa compartimentação promove significativas variações no clima do estado. Têm-se duas grandes áreas de maior altitude seccionadas por uma grande depressão de sentido, predominantemente, leste-oeste, além das áreas planas litorâneas, onde a influência marítima se faz importante. Essas diferenciações orográficas implicam em distribuição diferencial da precipitação e da temperatura. As áreas mais altas localizadas no nordeste do estado concentram as menores temperaturas no verão e os maiores índices pluviométricos, contrastando com a campanha gaúcha, onde as temperaturas do mês mais quente são mais altas e as chuvas menos volumosas (MORENO, 1961).

Segundo a classificação climática de *Köppen* (mais utilizada) o clima do RS é do tipo temperado (Cfb) ou subtropical úmido (Cfa). Uma das particularidades deste clima é a distribuição regular das chuvas durante todo o ano e temperatura média do mês mais quente entre 22°C e do mês mais frio superior a 3°C. Em decorrência da circulação atmosférica da Região Sul que é caracterizada por uma área de passagem e domínio da Frente Polar Atlântica. O que torna esta região sujeita às sucessivas invasões de Frentes Frias com extraordinária regularidade de praticamente uma invasão por semana. Destaca-se que essa classificação foi realizada em escala global e restringe-se à vegetação e à precipitação, não levando em conta outros aspectos das condições de tempo e clima locais. A classificação de *Köppen* está baseada na premissa de que a vegetação nativa é a melhor expressão do clima; os limites das zonas climáticas foram definidos tendo em mente os limites de grandes grupos vegetais e sua relação com graus de aridez, indicados pela precipitação e temperatura (STRAHLER, 1984; TREWARTH, 1943). Este sistema é empírico, o que implica uma definição dos climas segundo médias anuais ou mensais. Nesta classificação não se considerou pressão atmosférica, ventos, sistemas atmosféricos entre outros elementos do clima.

Quando se faz uma análise mais apurada da dinâmica do clima do estado, já se percebe nesta classificação uma limitação: há uma distorção da realidade, uma vez que se sabe que, embora existam durante todo o ano, no sul do Brasil, os episódios chuvosos (entendidos aqui como sequências de dias de chuva) encontram-se melhor distribuídos nos meses de inverno e com distribuição desigual nos meses de verão (SATYAMURTY *et al.*, 1998). Particularmente a classificação de *Köppen* a mais difundida em âmbito técnico científico caracteriza-se por ser muito genérica e não incorporar dados que revelem maiores detalhes da variabilidade climática no estado. Além disto, considera-se desatualizada diante das discussões sobre a possibilidade de mudanças climáticas no período atual.

Segundo Nimer (1972), o clima é uma composição ou generalização das diversas condições de tempo do dia-a-dia. Tais generalizações não residem, unicamente, na média das condições de tempo. A variação média é tão ou mais importante do que média em si. Certamente que no retrato do clima não é possível figurar toda a variação do tempo, mas é possível, e imprescindível que nele sejam pintados, pelo menos as mudanças de estação, as quais são geralmente suas características mais proeminentes.

Sendo assim, o processo de classificação climática do município de Candiota, realizado a seguir, procura abordar de forma integrada os elementos do clima (associados entre si) e a circulação atmosférica de superfície. Levando em conta a dinâmica das massas de ar e promovendo uma síntese no espaço das condições climáticas. Considerando em termos escalares a dimensão espacial do município.

Em função da complexidade inerente a este trabalho, optou-se pela sua apresentação de forma que as etapas do estudo, apresentadas nesse documento por capítulo, permitissem ao leitor uma visão integral de cada uma delas individualmente. Sendo assim, os resultados são discutidos na seguinte formatação: uma breve introdução, metodologia, resultados parciais e conclusões.

5.3.6.1. Climatologia regional

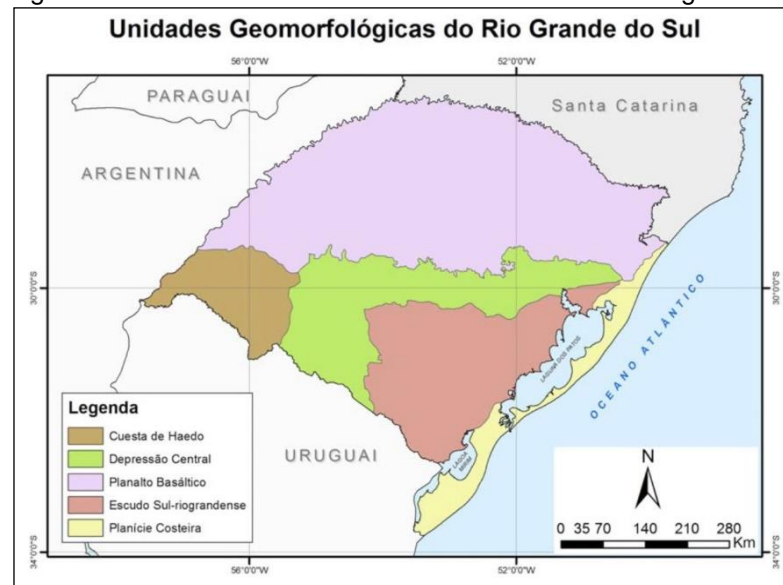
O município de Candiota (Figura 5.32), que hoje se encontra em pleno crescimento na Metade Sul do Estado, está localizado no Escudo Sul-riograndense, ou região da Campanha. Situado há 390 km de Porto Alegre, a capital do RS, com uma área geográfica de mais de 900 km². A população é composta por cerca de 10 mil habitantes, sendo que este número deve crescer consideravelmente nos próximos anos, em função dos empreendimentos que a cidade está recebendo.

Candiota faz limites com as cidades de Bagé, Hulha Negra, Pinheiro Machado e Pedras Altas. E segundo o mapa hipsométrico do IBGE (Figura 5.33), tem de 100 a 200 m de altitude, sendo uma área praticamente plana. Logo oferece condições para formação de precipitação frontal ou convectiva.

Figura 5.32 – Área de estudo: Município de Candiota.



Figura 5.33 – Rio Grande do Sul – Unidades Geomorfológicas.



Fonte: ROSSATO, 2011.

Segundo os autores Suertegaray e Guasselli (2004) esta região apresenta formas de relevo bastante erodidas, predominando morros arredondados. Os solos do escudo, em geral, são arenosos e pouco férteis, entretanto seu substrato rochoso oferece minerais metálicos, como o cobre, de maior oferta no estado.

Esse núcleo rochoso faz parte de um antigo embasamento sobre o qual se desenvolveu a bacia sedimentar do Paraná. Há 120 milhões de anos, durante a Era Mesozóica, intensas atividades vulcânicas promoveram um grande derramamento de lava através de fissuras abertas na crosta terrestre. Depois de consolidada, a lava vulcânica deu origem a rochas basálticas que cobriram parte da bacia do Paraná, que abrange os estados do RS, Santa Catarina (SC), Paraná (PR), São Paulo (SP), Minas Gerais (MG), Mato Grosso do Sul (MS), Mato Grosso (MT) e Goiás (GO), estendendo-se, também, pelo Paraguai, Argentina e Uruguai. Este setor que foi recoberto por lavas forma o compartimento denominado Planalto Meridional do Brasil. Em classificação moderna, essa unidade do relevo é chamada Planaltos e Chapadas da Bacia do Paraná.

A partir do momento em que aconteceram os movimentos tectônicos que alteram a configuração do Planalto Meridional, os sedimentos oriundos dos planaltos foram transportados, sobretudo, por rios e depositados no leste do território. Nestas áreas, juntamente com intensa deposição de sedimentos marinhos e sucessivos retrabalhamentos, formou-se uma larga faixa de terras baixas e planas, com numerosas lagoas e lagunas, chamada Planície Costeira (ROSSATO, 2011).

Economicamente o município tem como base a extração de carvão e geração de energia. Entretanto há outras potencialidades, além das carboníferas. O município é o que mais gera empregos na região, tornou-se o Pólo de Desenvolvimento da Metade Sul do Estado. Também está tornando-se referência vitivinícola, ao lado de investimentos na bacia leiteira e também na cerâmica.

5.3.6.1.1. Métodos

Objetivamente foram desenvolvidas, para a realização deste estudo, seis etapas operacionais: construção do referencial teórico-metodológico; coleta e

preparação de dados; tratamento estatístico dos dados; análise dos resultados e conclusões.

Na etapa inicial foi construído o referencial teórico-metodológico, a partir da leitura de autores da climatologia nacional e internacional e geografia. Dentre as leituras, deu-se ênfase aos trabalhos de classificação climática de forma geral e aos trabalhos relacionados ao clima no RS, em escala local e regional. A segunda etapa constitui-se da coleta dos dados meteorológicos e das cartas sinóticas de superfície junto aos institutos meteorológicos nacionais. De posse dos dados, fez-se a sua preparação para as análises posteriores através da organização em planilhas eletrônicas, controle de qualidade e preenchimento de lacunas.

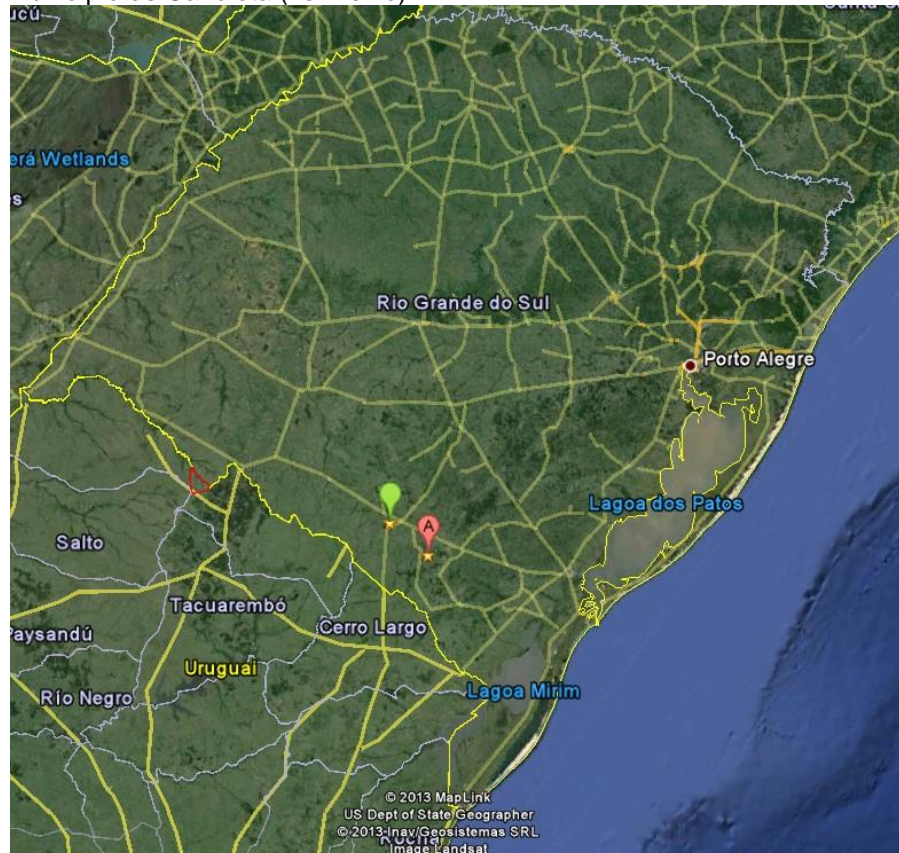
Foi realizado o mapeamento dos elementos do clima em Candiota, como: precipitação pluviométrica, dias de chuva, dias de geada, temperatura (média, médias máxima e mínima, máxima e mínima absolutas), umidade relativa, insolação e pressão atmosférica, em diferentes escalas, tais como, anuais, sazonais e mensais. Além das análises das tendências dos elementos climáticos para o período de 1963-2012 e análise comparativa das médias calculadas com as normais de 1961-1990 para avaliação da variabilidade dos elementos que compõem o clima do RS. Todo esse material foi obtido através do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). E as cartas sinóticas do horário das 12 GMT foram obtidas através do site do Centro de Previsão de tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE).

No que tange á análise estatística todos os dados foram tratados através de técnicas clássicas de estatística descritiva, como cálculos de médias, de medidas de variabilidade ou dispersão (desvio padrão e coeficientes de variação).

Na terceira etapa operacional, foi feito o tratamento estatístico da série temporal. Numa primeira etapa foram feitos os cálculos, da estação meteorológica, de medidas de tendência central e de dispersão em diferentes escalas temporais. Na segunda etapa foram desenvolvidas as técnicas estatísticas para a identificação de ciclos e tendências. A partir disto, foi possível definir o quadro evolutivo do clima para o período em estudo, analisando a variabilidade dos elementos do clima de forma individual e relacionada.

Foram coletados valores médios mensais de temperatura média, temperatura máxima e mínima média e temperatura máxima e mínima absoluta, precipitação pluviométrica, dias com precipitação, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, insolação, direção e intensidade do vento. Da Estação meteorológica de Bagé (INMET) – Latitude: $-31,333^{\circ}$ Longitude: $-54,100^{\circ}$ Altitude (metros): 242,31 (Figura 5.34). A série temporal de dados coletados compreende os períodos 1963-2012. E esta única estação convencional foi escolhida, por conter a maior série de dados contínuos existentes e ser a mais próxima do município de Candiota.

Figura 5.34 – Imagem ilustrativa da localização geográfica da Estação Meteorológica Convencional do INMET em Bagé-RS (verde) em relação ao município de Candiota (vermelho).



Fonte: Google Maps.

5.3.6.1.2. Estatística

A análise da variabilidade espacial e temporal para definição de regimes climáticos foi baseada em valores médios. A partir do tratamento das séries temporais da estação meteorológica, foi possível calcular as médias mensais, sazonais, anuais para o período de dados. Para caracterizar cada estação do ano (escala sazonal) foi utilizado o ano civil, considerando: verão (janeiro, fevereiro e março), outono (abril, maio e junho), inverno (julho, agosto e setembro) e primavera (outubro, novembro e dezembro). Este procedimento foi feito no *software Excel*.

5.3.6.1.3. Sistemas atmosféricos atuantes

Para definição foi feita a identificação sazonal, em cartas sinóticas de superfície referentes às 12 horas GMT, do sistema atmosférico atuante sobre o local de estudo. Chega-se a soma mensal, sazonal e anual destas participações depois transformadas em percentuais que irão compor a análise.

5.3.6.1.4. Candiota: dinâmica atmosférica, elementos e fatores do clima

A seguir serão descritos os sistemas de tempo que exercem influência sobre a Região Sul do Brasil e afetam diretamente a área de estudo. A climatologia sinótica da região é caracterizada pela passagem de sistemas frontais, e três tipos de sistemas que se desenvolvem no sul do Brasil: o primeiro associado a vórtices

ciclônicos ou cavados (áreas de baixa pressão) em altos níveis que chegam a costa oeste da América do Sul vindos do Pacífico, o segundo gerado por intensa convecção associada à instabilidade causada pelo jato subtropical e o terceiro resultantes de frontogênese ou ciclogênese (CLIMANÁLISE, 1986).

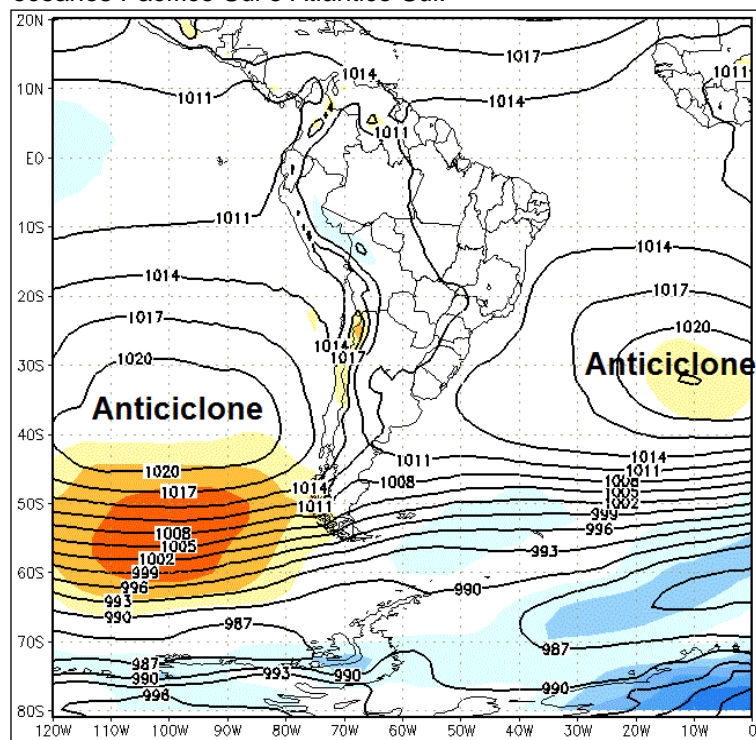
5.3.6.1.5. Circulação de grande escala

A circulação atmosférica de grande escala da América do Sul (AMS) é influenciada pela presença de anticiclones (centros de alta pressão) quase estacionários do Pacífico Sul e do Atlântico Sul (Figura 5.35). Estes anticiclones refletem a movimentação das massas de ar sobre a AMS e são responsáveis, em grande parte, pelas condições de tempo sobre o continente, exercendo influência na penetração das massas de ar tropicais úmidas e polares (VIANELLO & ALVES, 1991).

Estes anticiclones movimentam as massas de ar tropicais marítimas e são chamados migratórios, pois em função das variações sazonais de temperatura, ora se afastam, ora se aproximam do continente, bem como oscilam latitudinalmente. Durante o verão, afastam-se mais do continente, período em que a maior parte da AMS apresenta sua estação chuvosa (SATYAMURTY *et al.*, 1998).

Segundo Nimer (1989) o anticiclone do Atlântico desempenha maior influência sobre o clima do Brasil, uma vez que encontra mais facilidade de penetração, o que não ocorre com o anticiclone do Pacífico que é barrado pela Cordilheira dos Andes. De uma maneira geral, o padrão de ventos para a Região Sul do Brasil é determinado pela ação desses dois Anticiclones. Sendo que a direção predominante do vento durante todo o ano é a nordeste (NE), devido à maior influência do Anticiclone subtropical do Atlântico Sul.

Figura 5.35 – Mapa de pressão média ao nível do mar, para elucidar a localização médias dos Anticiclones que atuam nos oceanos Pacífico Sul e Atlântico Sul.



Fonte: CPTEC/INPE.

5.3.6.1.6. Massas de ar

Destaca-se que esses sistemas anticiclônicos são influenciados por movimentos atmosféricos de maior proporção, chamados de Massas de Ar. Define-se Massa de Ar, como um grande volume de ar com características (temperatura, pressão e teor de vapor de água) aproximadamente uniformes num plano horizontal. Que cobre centenas ou milhares de quilômetros quadrados e possui as mesmas características da superfície que está abaixo dela.

O município de Candiota juntamente com o resto do Brasil Meridional, sofre a ação de quatro tipos de massas de ar:

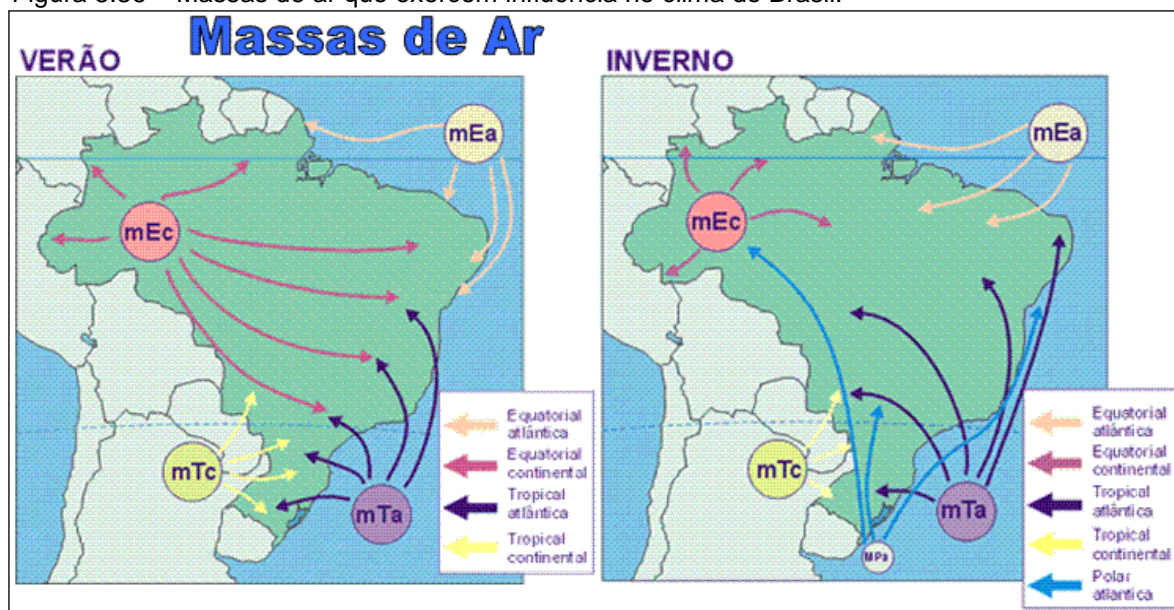
Massa Tropical Atlântica (mTA), formada no oceano Atlântico Sul e é conhecida como uma massa quente, úmida e com tendência a estabilidade pelo movimento de ar subsidente do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul; Cortando a região através de correntes de leste e nordeste, geralmente trazendo estabilidade atmosférica. Porém, no verão, com o aquecimento basal e o efeito orográfico ocasionado pelo contato com a superfície continental, torna-se uma massa instável. Durante o inverno, o resfriamento da base aumenta a estabilidade superior contribuindo para a ocorrência de bom tempo. Possui grande poder de penetração no continente, tendo atuação durante o ano todo (MONTEIRO, 1968).

Massa Polar Atlântica (mPa), formada de ar polar marítimo (ar frio e úmido) sobre o oceano Austral ao norte de 65°S, mais pronunciada no inverno, mas com forte atuação durante todo o ano. A mPa é extremamente influente sobre a porção meridional da AMS, em especial no sul do Brasil, por causa das facilidades do relevo na face oriental dos Andes. As correntes de sul, originadas na mPa, constituem a maior parte das Frentes Frias que atravessam a Região Sul. Ocasionalmente ocasionando acentuadas baixas de temperatura, constituindo, por vezes, verdadeiras ondas de frio. No que diz respeito à circulação superior, a chegada de ar frio no inverno gera forte instabilidade, uma vez que os contrastes térmicos são acentuados pelos aquecimentos prévios das correntes perturbadas de oeste. Desta maneira, estas correntes de sul, no inverno, contribuem para uma forte turbulência atmosférica, com muitas trovoadas, o que é menos intenso no verão. (MONTEIRO, 1968; NIMER, 1989).

Massa Equatorial Continental (mEc), formada na planície Amazônica sobre continente aquecido, é quente e úmida e é responsável pelo aquecimento da Região Sul durante o verão.

Massa Tropical Continental (mTc), fica restrita ao verão, e associada a Baixa do Chaco, é caracterizada por baixa umidade aliada à forte subsidência da Alta da Bolívia (circulação superior), o que dificulta a formação de nuvens (NIMER, 1989) (Figura 5.36).

Figura 5.36 – Massas de ar que exercem influência no clima do Brasil.

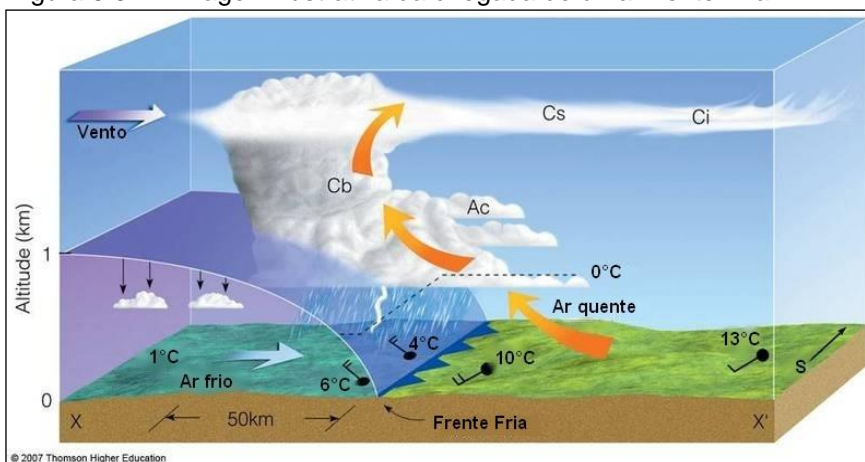


5.3.6.1.7. Frentes

No caso do RS sua posição subtropical faz com que o Estado seja uma área de confronto entre forças opostas. Ou seja, sobre essa região ocorre o avanço de sistemas atmosféricos de origem polar em direção aos sistemas de origem tropical. Ocasionalmente um encontro contínuo entre Massas de Ar distintas. Esse fenômeno é conhecido como Frentes, que são uma zona de transição entre duas massas de diferentes densidades e temperaturas, causando uma grande mudança nas variáveis meteorológicas. E podem ser classificadas como Frentes Frias, Frentes Quentes, Oclusas ou Estacionárias.

A Frente Fria ocorre quando o Ar frio desloca o ar quente na superfície, ocupando o lugar do ar quente. Ou seja, quando uma Massa de Ar frio atinge uma região mais aquecida. Como ilustrado na Figura 5.37.

Figura 5.37 – Imagem ilustrativa da chegada de uma Frente Fria.



A passagem de frentes frias é o evento mais comum do tempo atmosférico sobre a AMS. Sua profunda penetração é uma indicação das fortes interações que ocorrem entre os trópicos e as médias latitudes no sul do continente, sendo mais

frequente no RS. Ocasionalmente grande parte da chuva no norte da Argentina; Uruguai; Paraguai; sul, sudoeste e centro-oeste do Brasil; Bolívia e sul do Peru. O prenúncio da invasão polar é o aquecimento pré-frontal que induz à entrada de ventos de noroeste do *Chaco*, gerando ondas de calor, com elevadas temperaturas (NIMER, 1989).

Por ser o fenômeno que mais ocorre sobre o RS e sobre o município de Candiota. Proporciona então a distribuição de chuvas durante todo o ano, derivadas das sucessivas passagens frontais, sem ocorrência de estação seca (SARTORI, 2003). No inverno as massas de ar frio com alta pressão em superfície e baixas temperaturas penetram na direção norte-nordeste sobre o continente após a entrada das frentes, causando intenso resfriamento ao sul de 30°S e frio moderado nos estados do RS, SC, PR, MS, SP e sul de MG.

Essas massas movem-se para o Atlântico em torno de 20°S e gradualmente perdem sua identidade, fundindo-se à Alta Subtropical (SATYAMURTY *et al.*, 1998). Análises sazonais têm mostrado uma queda na frequência dos ventos de nordeste (NE) e de leste (L) durante o inverno, aliada a um claro aumento na frequência dos ventos de sudoeste (SO) e de oeste (O), associados à passagem de frentes frias. Britto e Krusche (1996) estudaram tanto os ventos quanto os sistemas frontais entre 1993 e 1995, e observaram que o vento NE ocorre principalmente entre dezembro e março, enquanto que de maio a julho observa-se um aumento na frequência das componentes de SO e O, provocado por um maior avanço do Anticiclone Migratório Polar sobre o RS. Segundo o mesmo estudo, a maior frequência de sistemas frontais ocorreu no outono, inverno e primavera, com taxas de 12 a 13 frentes por estação. A menor frequência foi no verão, com 10 a 11 frentes por estação. Concluiu-se que a média mensal de frentes frias em Rio Grande entre 1993 e 1995 foi de quatro entradas por mês, sugerindo que a precipitação nessa região seja predominantemente de origem frontal.

Britto e Saraiva (1997) também estudaram os sistemas frontais durante o ano de 1996, relacionando as maiores precipitações aos períodos de menor pressão atmosférica. A maior frequência de frentes ocorreu em agosto e os ventos predominantes eram nordeste durante o período pré-frontal e sul/sudoeste no período pós-frontal. Outros autores (CASTRO, 1985; OLIVEIRA e NOBRE, 1986; STECH e LORENZZETTI, 1992; PINTO *et al.*, 1996), estudando as regiões Sul e Sudeste do Brasil, citam períodos que variam de 5 a 11 dias entre a passagem de sistemas frontais consecutivos.

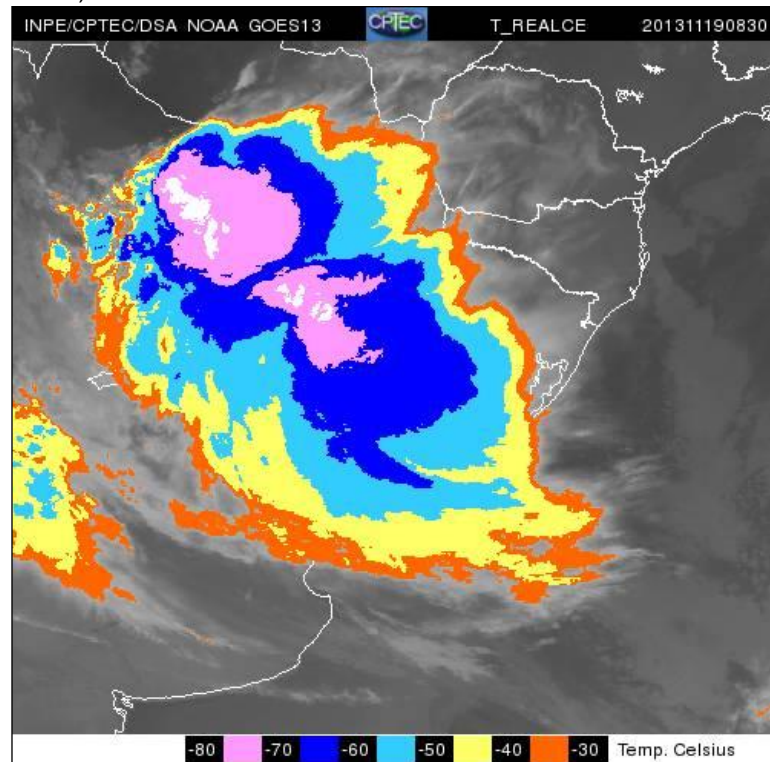
5.3.6.1.8. Complexos convectivos de mesoescala

Já em uma escala menor, são observados sistemas em forma de vírgula invertida, que se formam na retaguarda de sistemas frontais, além de complexos convectivos de mesoescala (CCM), que normalmente se desenvolvem sobre o Paraguai e norte da Argentina e se deslocam para leste, atingindo a região costeira do RS (SARAIVA, 1996). Especialmente no período que vai de novembro a abril.

Segundo Madox (1980), Complexos Convectivos de Mesoescala são tempestades individuais maduras, que podem cobrir áreas de aproximadamente 1000 km² ou pouco mais. Os CCM's que se desenvolvem no sul do Brasil, formam-se pela presença de vórtices ciclônicos ou cavados (áreas de baixa pressão) em altos níveis que chegam a costa oeste da América do Sul vindos do Pacífico. Um exemplo de uma grande tempestade como esta sobre os locais citados anteriormente, principalmente sobre o RS, pode ser visto na Figura 5.38 que é uma

imagem de satélite GOES-13 do dia 19 de novembro de 2013 as 6h30 locais (8h30 GMT).

Figura 5.38 – Imagem da Região Sul do Brasil, do satélite GOES-13 do dia 19 de novembro de 2013 as 6h30 (8h30 GMT).



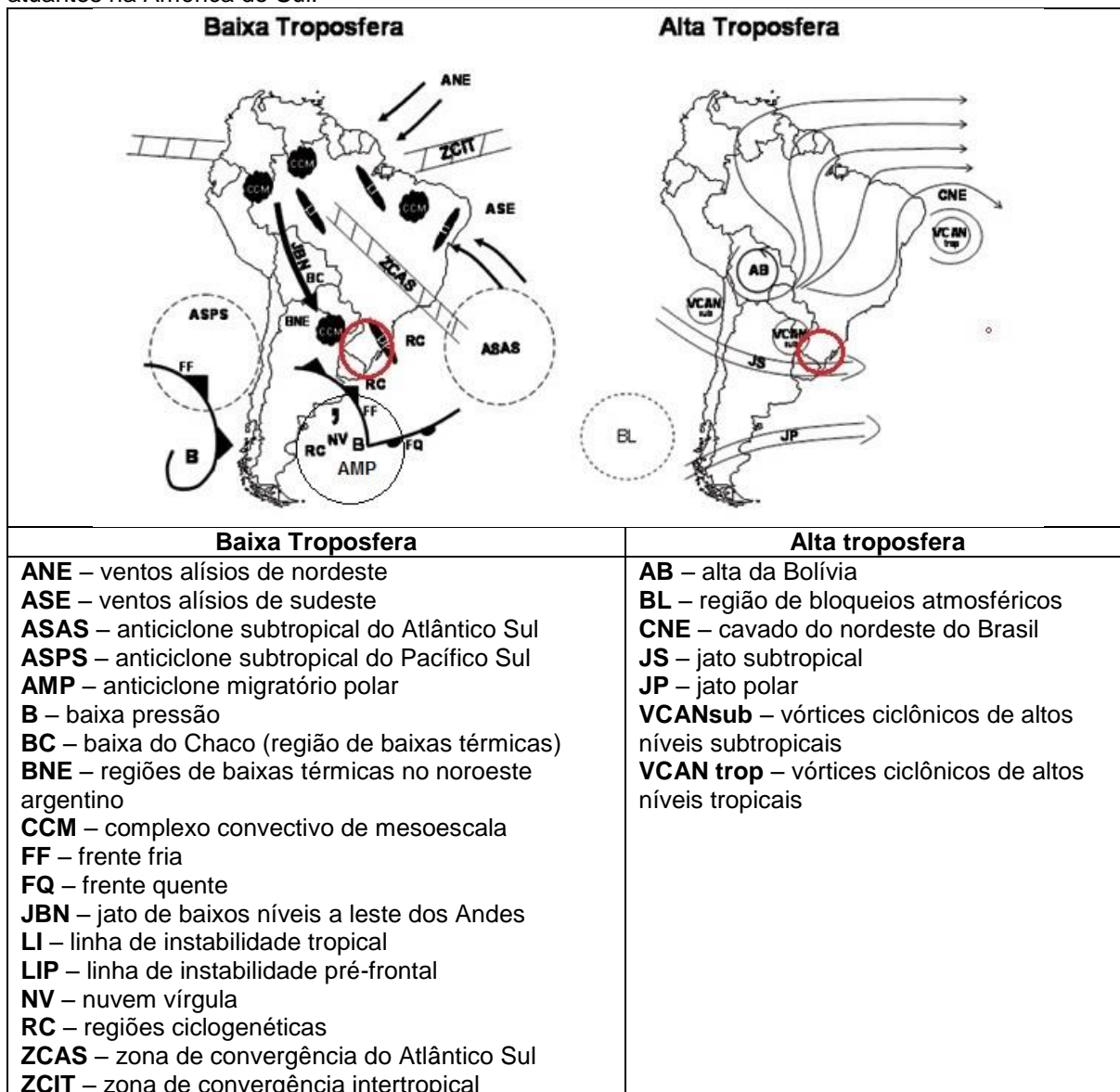
Fonte: DAS/CPTEC/INPE.

Normalmente iniciam nas primeiras horas do dia antes do nascer do sol e apresentam um ciclo curto (menos de um dia). O mecanismo de intensificação dos CCM's nessa região tem seu início entre as latitudes de 15° e 40°S (noroeste do Brasil), onde existe a presença de uma corrente de jato em nível inferior (850hPa) que, sopra na direção sul, sendo responsável pelo transporte de calor e umidade da Amazônia para a região do Paraguai e norte da Argentina (SATYAMURTY *et al.*, 1998). Os CCM's movem-se para leste a partir de sua fonte que tende a ter início no norte da Argentina e Paraguai e geralmente afetam o sudoeste do Brasil e Uruguai com intensas precipitações.

Esses sistemas são muito importantes para o conhecimento regional do tempo, e estão muito ligados às características geográficas da região (montanhas, proximidade de oceano ou lagos, florestas, cidades, etc.).

Foram descritos os diversos sistemas meteorológicos atuantes na AMS que influenciam diretamente o clima no município de Candiota. Todos esses sistemas podem ser visualizados na Figura 5.39 vista a seguir. Nela pode-se visualizar todos os fenômenos atmosféricos que ocorrem sobre a América do Sul na baixa troposfera (próximos a superfície com valores de pressão em torno de 1000 hPa) e na alta troposfera (fenômenos que ocorrem em altitudes com valores de pressão em torno de 250 hPa).

Figura 5.39 – Representação esquemática dos sistemas atmosféricos na baixa e alta troposfera atuantes na América do Sul.



Fonte: Adaptada de SATYAMURTY *et al.*, 1998.

Diversos trabalhos sobre clima têm dado ênfase ao estudo de fenômenos atmosféricos periódicos. Parte desse interesse vem do fato que perturbações que mostram periodicidade mais ou menos definida possuem melhores chances de serem prognosticadas. Segundo Jones e Horel (1990), a atmosfera possui dois modos principais de flutuações em baixas frequências: variações interanuais, como o fenômeno *El Niño*/Oscilação Sul (ENOS) e variações intrasazonais, como a Oscilação de 30-60 dias, ou Oscilação de Madden-Julian (OMJ).

5.3.6.1.9. Fenômenos climáticos *La niña* e *El niño*

Uma componente do sistema climático da terra é representada pela interação entre a superfície dos oceanos a baixa atmosfera adjacente a ele. Os processos de troca de energia e umidade entre eles determinam o comportamento do clima, e alterações destes processos podem afetar o clima regional e global.

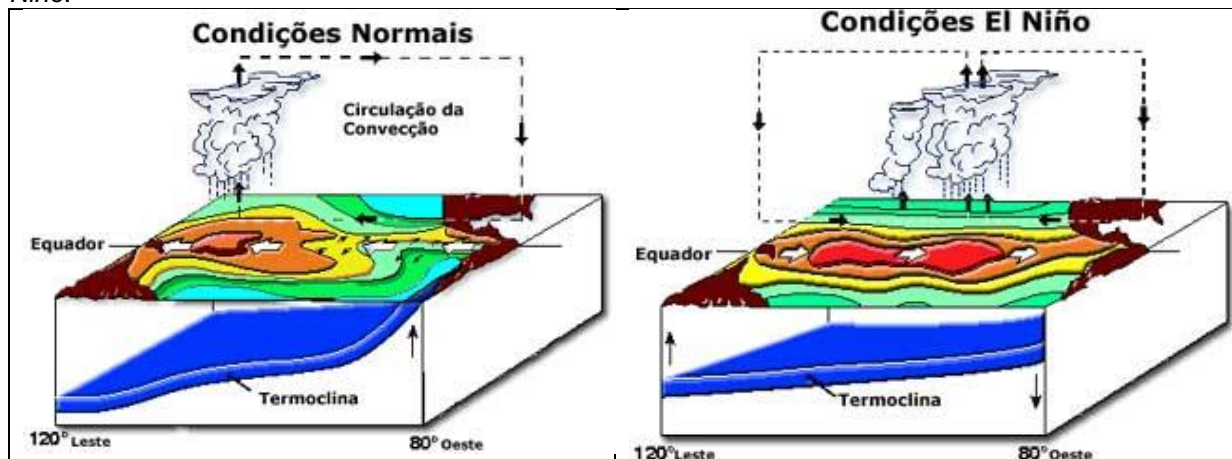
Na atualidade, as anomalias do sistema climático que são mundialmente conhecidas como *El Niño* e *La Niña* representam uma alteração do sistema oceano-atmosfera no Oceano Pacífico Tropical, e tem consequências no tempo e no clima em todo o planeta.

Apesar de ocorrerem em uma região distante do RS, os dois fenômenos exercem influência importante sobre as precipitações pluviométricas, tanto no que se refere ao excesso quanto à estiagem no estado.

O fenômeno *El Niño* representa o aquecimento anormal das águas superficiais e sub-superficiais do Oceano Pacífico Equatorial. A palavra *El Niño* é derivada do espanhol, e refere-se à presença de águas quentes que todos os anos aparecem na costa norte de Peru na época de Natal. Os pescadores do Peru e Equador chamaram a esta presença de águas mais quentes de *Corriente de El Niño* em referência ao *Niño Jesus* ou Menino Jesus (Figura 5.40).

Considera-se não somente a presença das águas quentes da *Corriente El Niño*, mas também as mudanças na atmosfera próxima à superfície do oceano, com o enfraquecimento dos ventos alísios (que sopram de leste para oeste) na região equatorial. Com esse aquecimento do oceano e com o enfraquecimento dos ventos, começam a ser observadas mudanças da circulação da atmosfera nos níveis baixos e altos, determinando mudanças nos padrões de transporte de umidade, e, portanto variações na distribuição das chuvas em regiões tropicais e de latitudes médias e altas (vistos na Figura 9). Em algumas regiões do globo também são observados aumento ou queda de temperatura.

Figura 5.40 – Comparação entre as condições atmosféricas normais e na ocorrência do fenômeno *El Niño*.



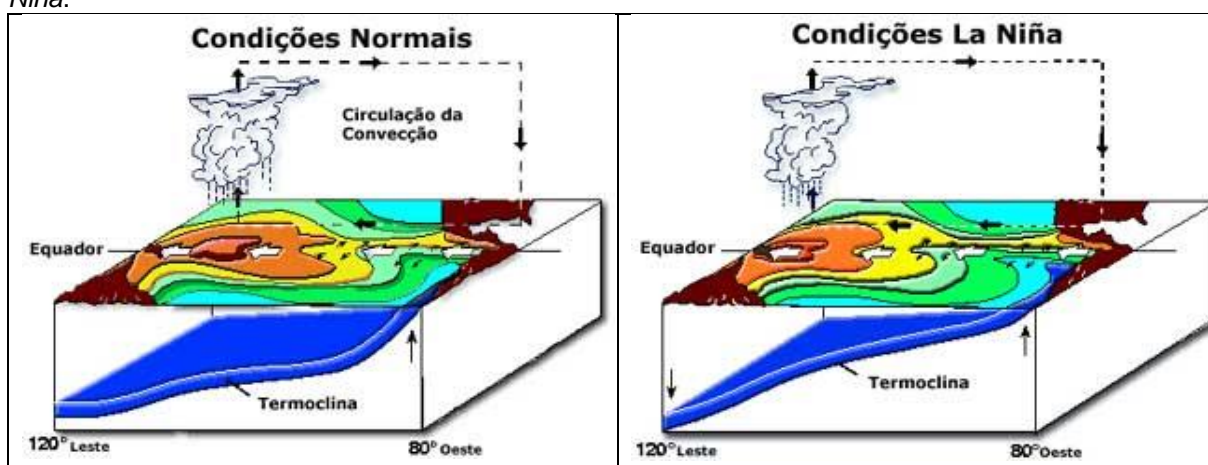
Fonte: CPTEC/INPE.

Especificamente em relação à região sul do Brasil e ao município de Candiota, pode-se dizer que em anos de influência do *El Niño*, faz com que ventos de altitude (12 km) situados em 30°S, chamados Jato Subtropical, tornem-se mais intensos que o normal em decorrência do aumento do gradiente de temperatura entre o Equador e o Pólo Sul. O fortalecimento destas correntes cria um bloqueio para os sistemas frontais que chegam ao RS, permanecendo estacionados sobre esta área. Desta forma, ocorre a intensificação em mesoescala de Complexos Convectivos (CCM's), gerando um aumento da precipitação e da temperatura média na região (GRI MM *et al.*, 2000; SATYAMURTY *et al.*, 1998). Temperaturas mais altas principalmente na primavera e chuvas intensas de maio a julho (CPTEC/INPE).

Já o termo *La Niña* ("a menina", em espanhol) surgiu, pois o fenômeno se caracteriza por ser oposto ao *El Niño*. Pode ser chamado também de episódio frio, ou ainda *El Viejo* ("o velho", em espanhol).

La Niña ocorre devido à diminuição da temperatura ocasionada pelo aumento da força dos ventos alísios. Ou seja, ao aumentar a intensidade dos ventos alísios, o fenômeno de ressurgência (afloramento das águas profundas do oceano – mais frias e com mais nutrientes) das águas do Pacífico tende a se intensificar e ocorre a diminuição da temperatura da superfície oceânica. Além disso, a corrente atmosférica tende a “empurrar” as águas mais quentes com maior força, fazendo com que ela se acumule mais a oeste do que ocorreria normalmente. A ilustração sobre o fenômeno pode ser vista na Figura 5.41.

Figura 5.41 – Comparação entre as condições atmosféricas normais e na ocorrência do fenômeno *La Niña*.



Fonte: CPTEC/INPE.

A *La Niña* costuma ocorrer em períodos alternados com o *El Niño*, e causa consequências como secas severas para o sul do Brasil e consequentemente a região de Candiota. Pois promove o enfraquecimento da Corrente de Jato Subtropical na primavera, propiciando a formação de uma circulação anticiclônica sobre o sul do Brasil que, associada ao enfraquecimento da Baixa da Bolívia (que ocasiona diminuição no aporte setentrional de umidade), causa períodos de secas nesta região. Anomalias negativas na precipitação foram encontradas durante esse fenômeno nos meses de primavera (outubro a dezembro) sobre o sul do país (GRIMM *et al.*, 2000).

A *La Niña* costuma ocorrerem intervalos que variam de 3 a 7 anos e pode durar de dois a sete anos. Mas, na maioria das vezes foi registrada uma duração média de nove a doze meses. Outra diferença é que nas últimas décadas o fenômeno do *El Niño* vem se intensificando enquanto que a *La Niña* vem ocorrendo com menos frequência (CPTEC/INPE).

Descritas as condições meteorológicas que afetam o tempo e o clima na região de Candiota, no próximo capítulo veremos as análises médias do tempo nos últimos 50 anos.

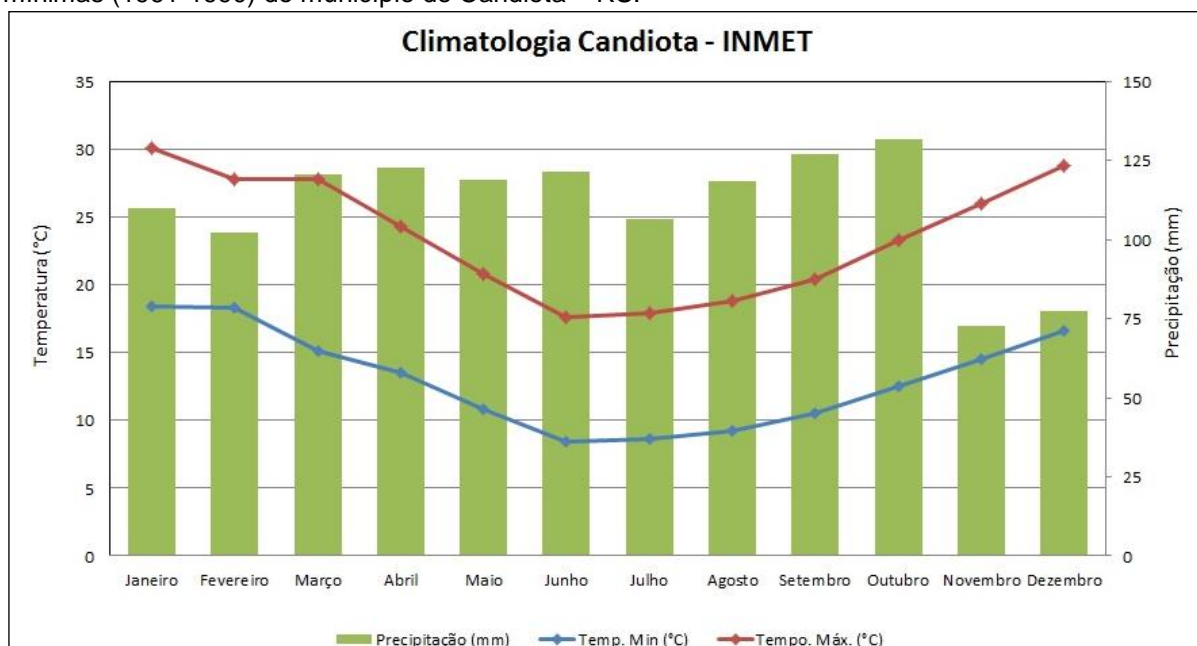
5.3.6.2 Meteorologia local

Nos itens a seguir, apresentam-se os dados climatológicos dos municípios de Candiota e Hulha Negra, onde localizar-se-á o empreendimento.

5.3.6.2.1 Médias climatológicas

De acordo com as médias climatológicas do INMET (1961-1990), o clima no município de Candiota (Figura 5.42), comporta-se de maneira semelhante ao clima do RS. Ou seja, como se pode observar no gráfico a seguir, temos um aumento gradativo das temperaturas nos meses que vão da primavera ao verão (novembro a março) e diminuição das temperaturas nos meses mais frios (abril a outubro). Observam-se médias praticamente constantes de precipitação durante o ano, apenas com valores menores no período de novembro a fevereiro.

Figura 5.42 - Médias climatológicas de precipitação (barras) e temperaturas médias máximas e mínimas (1961-1990) do município de Candiota – RS.



Fonte: INMET.

De acordo com a climatologia a temperatura média máxima em Candiota, não passa dos 30°C, e a temperatura média mínima no inverno fica em torno dos 8,4°C. Já a média de precipitação anual é de no mínimo 73 mm.

5.3.6.2.2 Ocorrências de El Niño e La Niña

No Quadro 5.119, são mostrados os anos de normalidade (azul) em relação à Oscilação Sul (ENOS) ou em que houve ocorrência dos fenômenos *El Niño* e *La Niña* (classificados como forte, fraco e moderado) durante os 50 anos estudados. Para auxiliar na análise dos anos com maiores ou menores volumes de precipitação pluviométrica para a cidade de Candiota.

Quadro 5.119 – Registro de fenômenos *El Niño* e *La Niña* (1963-2012).

	<i>El Niño</i>	<i>La Niña</i>		<i>El Niño</i>	<i>La Niña</i>
1963	neutro		1988	Moderado	Forte
1964		Moderado	1989		Forte
1965	Moderado	Moderado	1990	Forte	
1966	Moderado		1991	Forte	
1967	Neutro		1992	Forte	

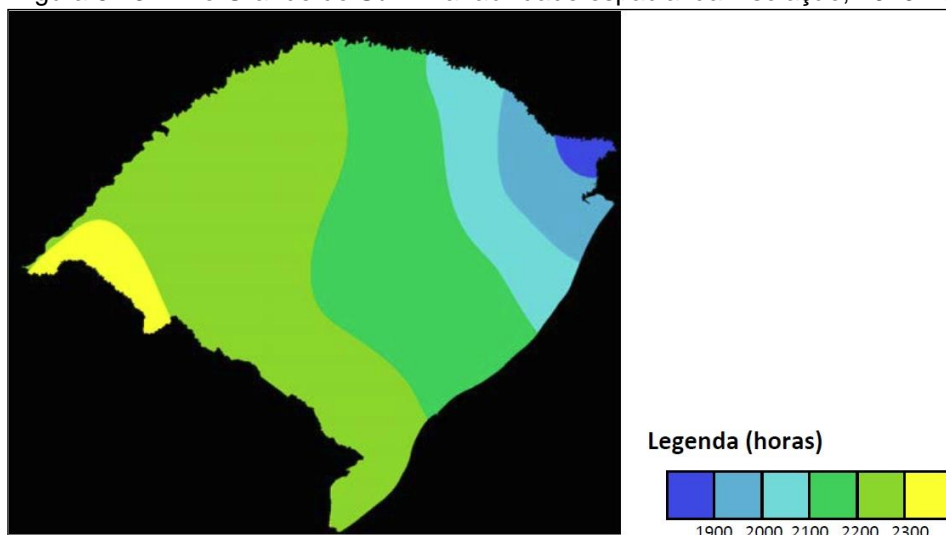
	<i>El Niño</i>	<i>La Niña</i>		<i>El Niño</i>	<i>La Niña</i>
1968	Moderado		1993	Forte	
1969	Moderado		1994	Moderado	
1970	Moderado	Moderado	1995	Moderado	Fraco
1971		Moderado	1996		Fraco
1972	Forte		1997	Forte	
1973	Forte	Forte	1998	Forte	Moderado
1974		Forte	1999		Moderado
1975		Forte	2000		Moderado
1976	Fraco	Forte	2001		Moderado
1977	Fraco		2002	Moderado	
1978	Fraco		2003	Moderado	
1979	Fraco		2004	Fraco	
1980	Fraco		2005	Fraco	
1981	Neutro		2006	Fraco	
1982	Forte		2007	Fraco	Forte
1983	Forte	Fraco	2008		Forte
1984		Fraco	2009	Fraco	
1985		Fraco	2010	Fraco	
1986	Moderado		2011	Neutro	
1987	Moderado		2012	Neutro	

Fonte: CPTEC.

5.3.6.2.3 Insolação

Os valores de insolação variam conforme a latitude e a nebulosidade. Esta distribuição se manifesta de forma semelhante em todos os meses do ano, variando na quantidade, mas sempre no sentido sudoeste (mais insolação) – nordeste (menor insolação). A Figura 5.43 mostra a distribuição total de horas de insolação no estado, indicando a região do Planalto Basáltico a leste como a área com menor quantidade de horas de sol no ano, ao contrário da fronteira oeste. Já a região do município de Candiota, tem média de horas entre 2200 a 2300 horas de sol.

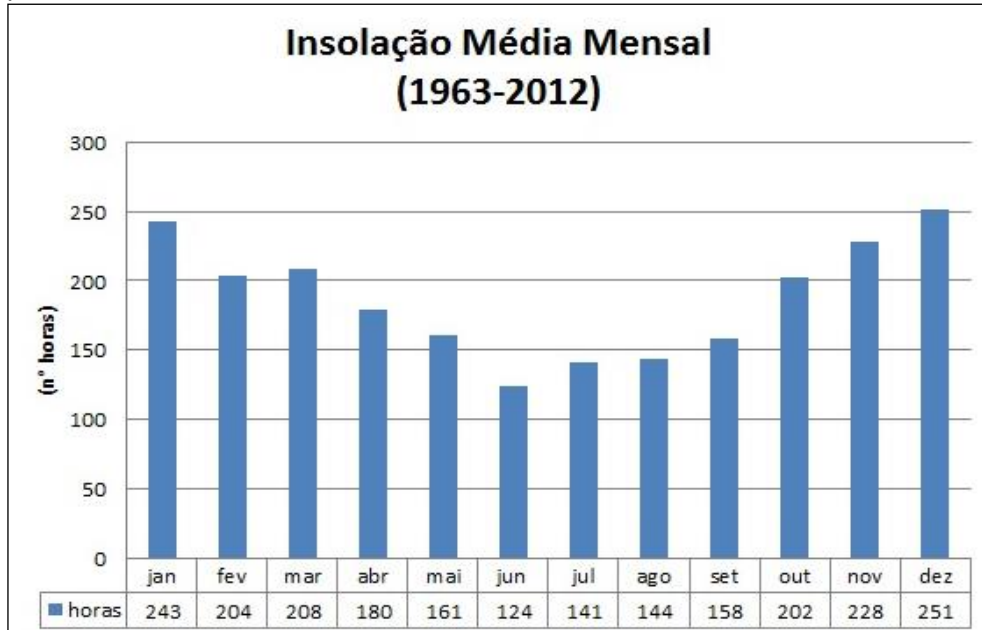
Figura 5.43 – Rio Grande do Sul – Variabilidade espacial da insolação, 1970-2007.



Fonte de dados: INMET, FEPAGRO, DNM, CIM. Fonte: ROSSATO, 2011.

A distribuição mensal das horas de insolação (Figura 5.44) para Candiota indicou acentuação média nos meses de verão, em especial dezembro e janeiro e declínio nos meses de inverno, com destaque para junho. Este comportamento era esperado e se deve à mudança no ângulo de incidência dos raios solares no decorrer do ano, o que resulta em menor insolação no solstício de inverno e maior insolação no solstício de verão.

Figura 5.44 – Distribuição média mensal de número de horas de insolação no período de 1963-2012.



Assim, as maiores oscilações nos valores de insolação foram registradas nos meses de primavera e verão e decresceram em torno de 100 horas nos meses de outono e inverno.

Figura 5.45 – Distribuição média sazonal de número de horas de insolação no período de 1963-2012.

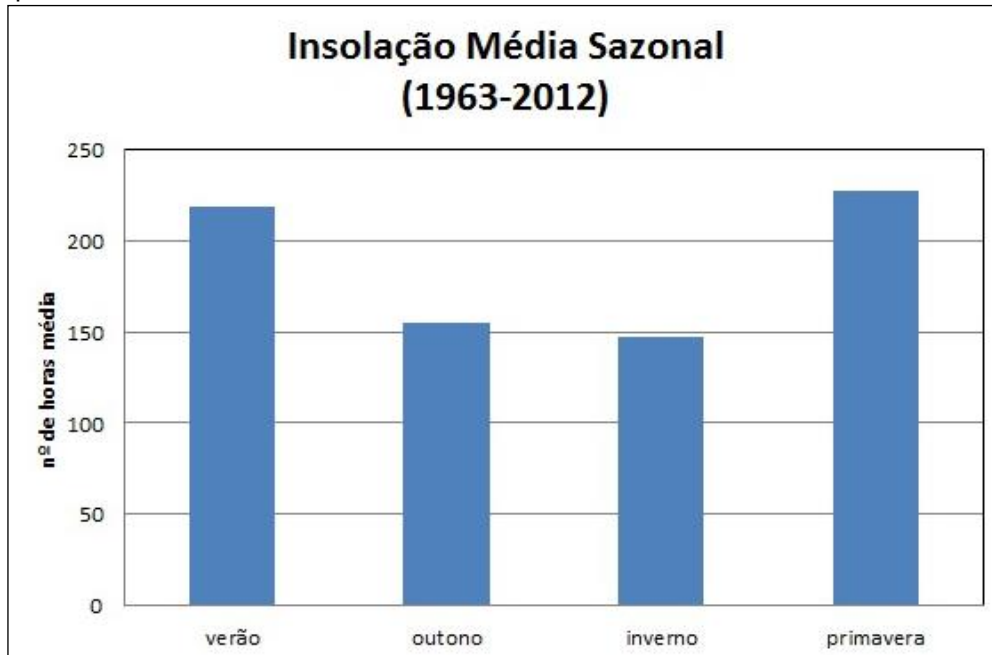
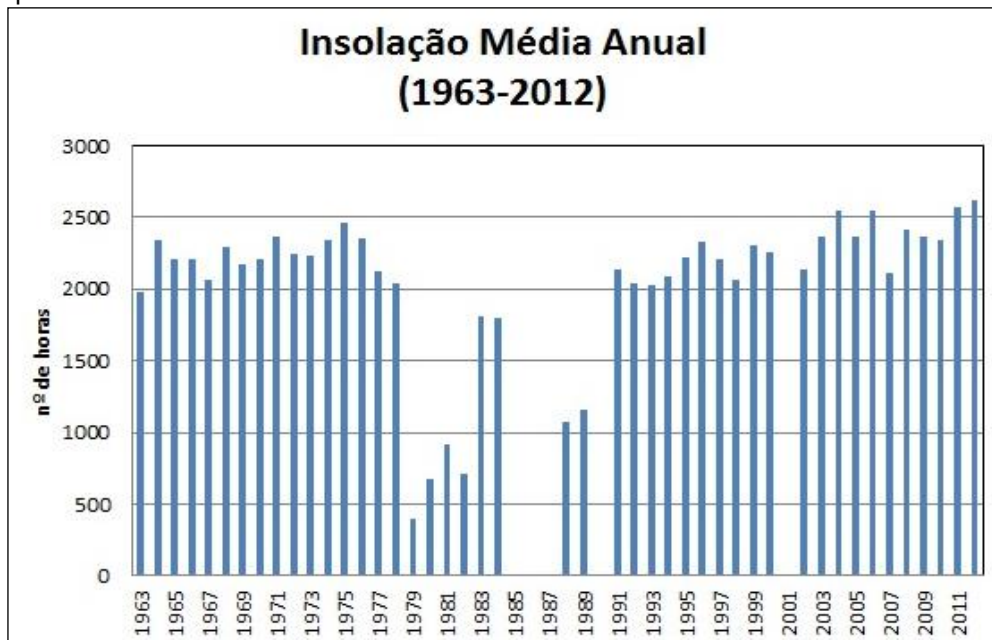


Figura 5.46 – Distribuição média anual de número de horas de insolação no período de 1963-2012.



5.3.6.2.4. Pressão

Pressão atmosférica é a pressão que o ar da atmosfera exerce sobre a superfície do planeta. Essa pressão pode mudar de acordo com a variação de altitude, ou seja, quanto maior a altitude menor a pressão e, conseqüentemente, quanto menor a altitude maior a pressão exercida pelo ar na superfície terrestre. No Caso do município de Candiota, que se encontra a apenas 242 metros acima do nível médio do mar, este elemento apresenta pequena variabilidade espacial e temporal, as médias de pressão atmosférica para os 12 meses do ano, indicam um comportamento semelhante ao longo dos meses, no que se refere à variabilidade

anual, não são vistas grandes oscilações. O mesmo ocorre para as médias sazonais e mensais.

Figura 5.47 – Distribuição média anual de pressão (mb) no período de 1963-2012.

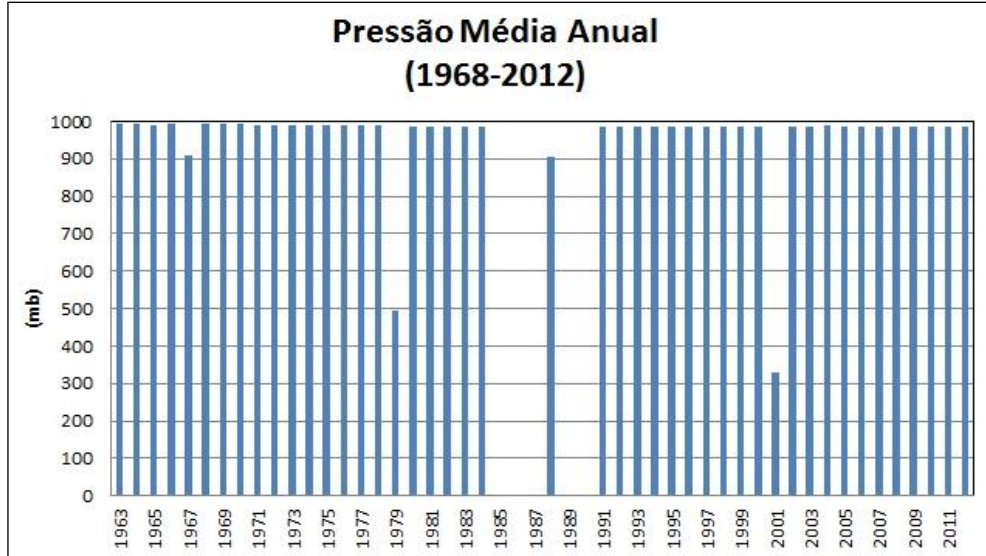


Figura 5.48 – Distribuição média mensal de pressão (mb) no período de 1963-2012.

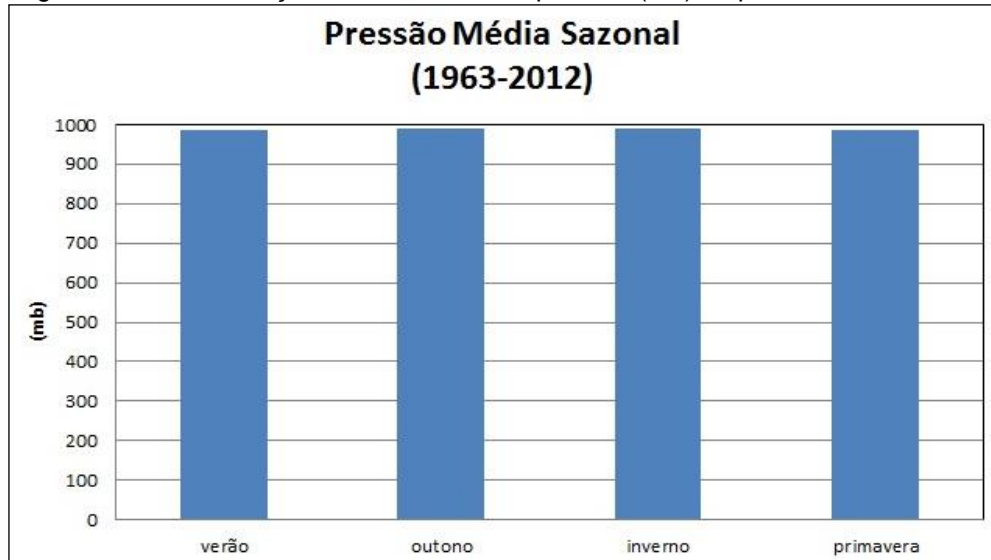
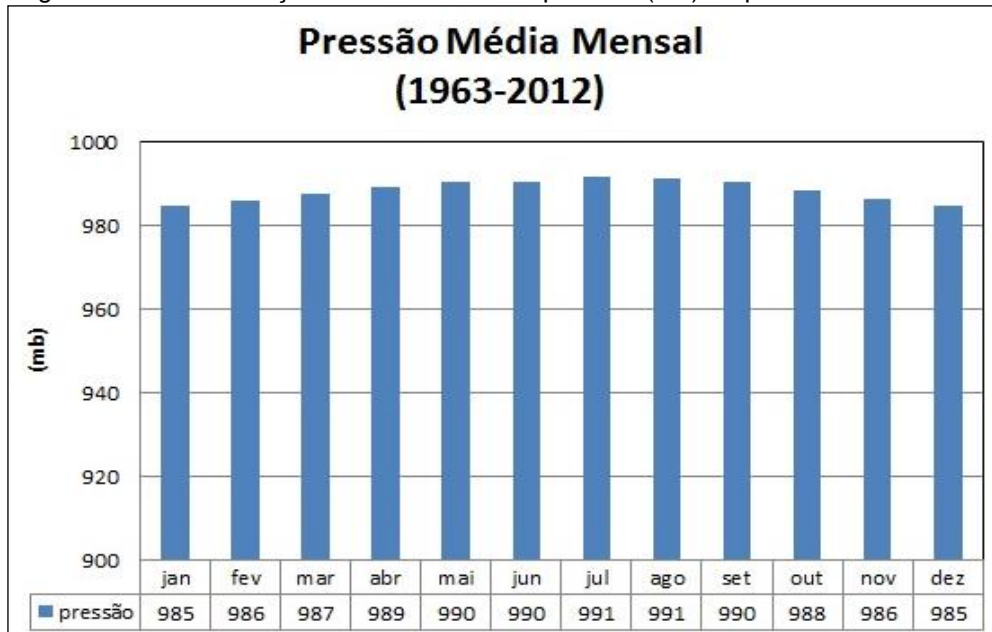


Figura 5.49 – Distribuição média sazonal de pressão (mb) no período de 1963-2012.

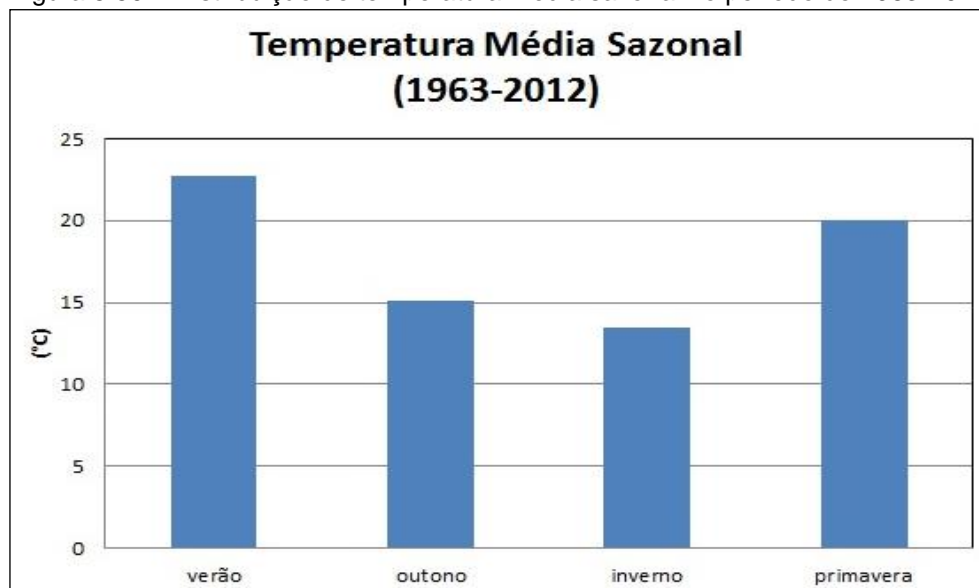


5.3.6.2.5. Temperatura

A latitude e o ritmo das estações do ano coordenam a variabilidade das temperaturas médias mensais, sazonais e anuais, que acompanham as diferenças da insolação e da entrada de radiação solar entre os solstícios de inverno e verão, com valores intermediários nos equinócios de primavera e outono.

Na Figura 19, por meio de valores médios mensais de temperatura é possível visualizar a oscilação das medidas no decorrer das estações do ano. As temperaturas, bem como as horas de insolação, são maiores nos meses de verão, começando a declinar no outono até o inverno, quando atingem seu mínimo, recomeçando o ciclo nos meses de primavera. Nos meses de verão as médias variaram de 19,3 a 26,4°C. Nos meses de outono as médias variaram de 9,1 a 23,8°C. Nos meses de inverno, entre 8,8 a 17,6°C. E nos meses de primavera, as médias ficaram entre 15,9 e 24,7°C. Pode-se observar no gráfico a variabilidade sazonal de maneira que temos a variabilidade anual de temperaturas na região, bem distribuída.

Figura 5.50 – Distribuição de temperatura média sazonal no período de 1963-2012.



O maior registro de temperatura média anual ocorrida no período de estudo, aconteceu nos anos de 1980 e 2011, com registro de temperatura média anual em 20°C. Sendo que o maior valor de temperatura média máxima da série foi registrado em janeiro de 2011, e foi de 26,3°C. Antes apenas em fevereiro de 1965 havia ocorrido uma média assim.

Já os dados de temperaturas médias mínimas, ocorreram no mês de julho no ano de 2009, em que o valor médio ficou em 9,1°C. Sendo que nos anos de 1992 e 2012, também foram registradas mínimas significativas em torno de 9,2°. Estes e os registros anuais são vistos na Figura 5.51, onde também podemos fazer uma análise geral das condições de temperaturas observadas nesses 50 anos. Também no Quadro 3 são apresentados os recordes de temperatura das cinco décadas.

Na década de 60, a Temperatura Média Anual variou com um menor valor em 1964 e 1966, ficando em 17,6°C. E o maior valor ocorreu ano de 1967, e foi 19,3°C.

Já os recordes de temperaturas diárias dessa década, ocorreram nos dias 16/07/1965 com temperatura mínima registrada de -1,4°C e nos dia 26/01/1964 com máxima de 39,2°C.

Fazendo referência a década de 70, a máxima e mínima temperaturas diárias registradas ocorreram no mesmo ano, nos dias 01/03/1970 a máxima foi de 38°C e no dia 02/07/1970 a mínima foi de -3,8°C. Em relação às médias, o menor valor de temperatura média anual aconteceu no ano de 1976 (16,9°C) e maior valor em 1977 (18,4°C). Já nos anos 80, o menor valor da média foi em 1983 (17,2°C) e o maior valor em 1980. Faz-se importante ressaltar que os anos de 1985, 1986 e 1987 não houveram dados registrados. Apesar das falhas, as datas em que houve registro de máxima e mínima, foram 37,6° em 28/01/1982 e -1,2°C em 10/06/1983.

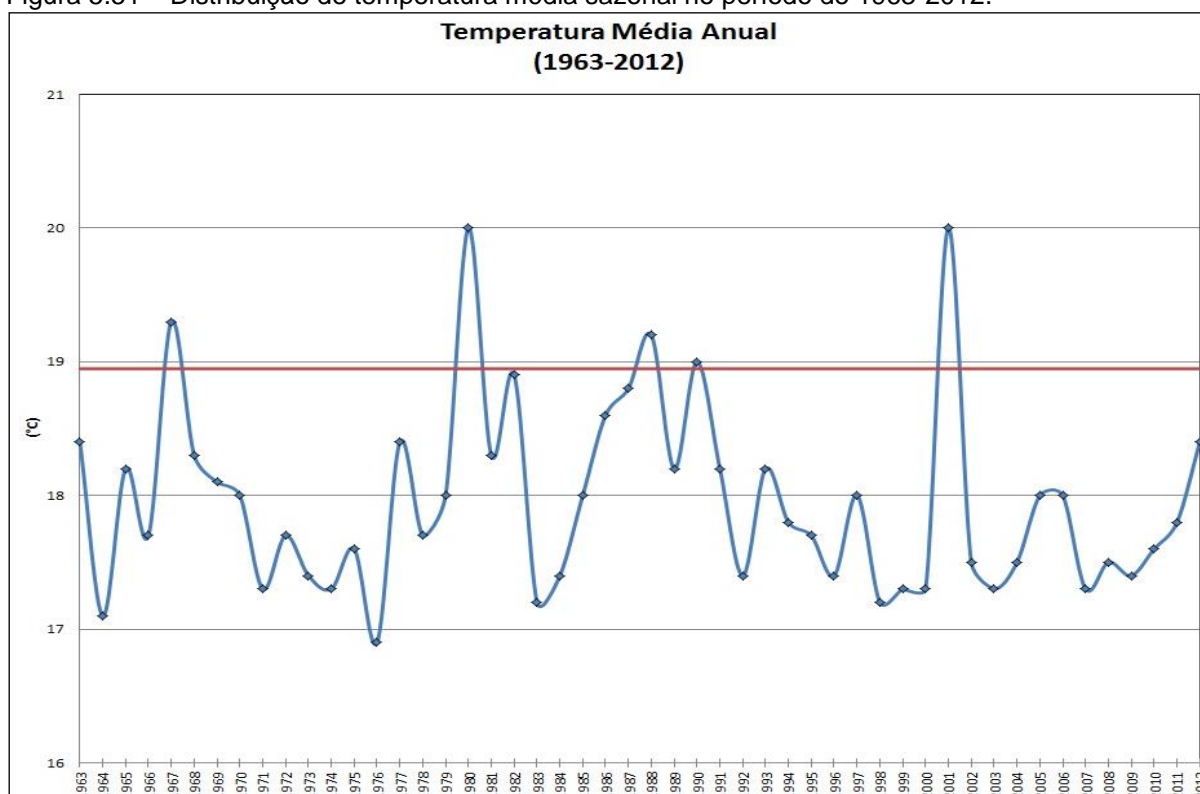
Foi na década de 90 em que, de todo o período estudado, ocorreram os dois recordes de temperaturas máxima e mínima registradas. Nos dias 29/06/1996 (-3,9°C) e 27/12/1995 (39,9). Já o menor valor da média de Temperatura foi no ano de 1998(17,2°C) e o maior valor nos anos de 1991 e 1993(18,2°C). Por fim, de 2000 a 2012, os menores valores ocorreram nos anos 2000, 2003 e 2007 com 17,3°C e o maior valor em 2001, ficando em 20°C. E o maior e menor valor de temperaturas diárias registradas, foram 38,3° e -2,2° em 10/01/2006 e 12/07/07 respectivamente.

Quadro 5.120 – Recordes de temperatura durante os 50 anos de estudo.

Década	Maior Temp. média anual	Menor Temp. média anual	Temp. Máx. diária	Temp. Mín. diária
1960	19,3°C 1967	17,6°C 1964/1966	39,2°C 26/jan/1964	-1,4°C 16/jul/1965
1970	18,4°C 1977	16,9°C 1976	38°C 01/mar/1970	-3,8°C 02/jul/1970
1980	20,7°C 1980	17,2°C 1983	37,6°C 28/jan/1982	-1,2°C 10/jun/1983
1990	18,2°C 1991 e 1993	17,2°C 1998	39,9°C 27/dez/1995	-3,9°C 29/jun/1996
2000	20°C 2001	17,3°C 00/03/07	38,3°C 10/jan/2006	-2,2°C 12/jul/2007

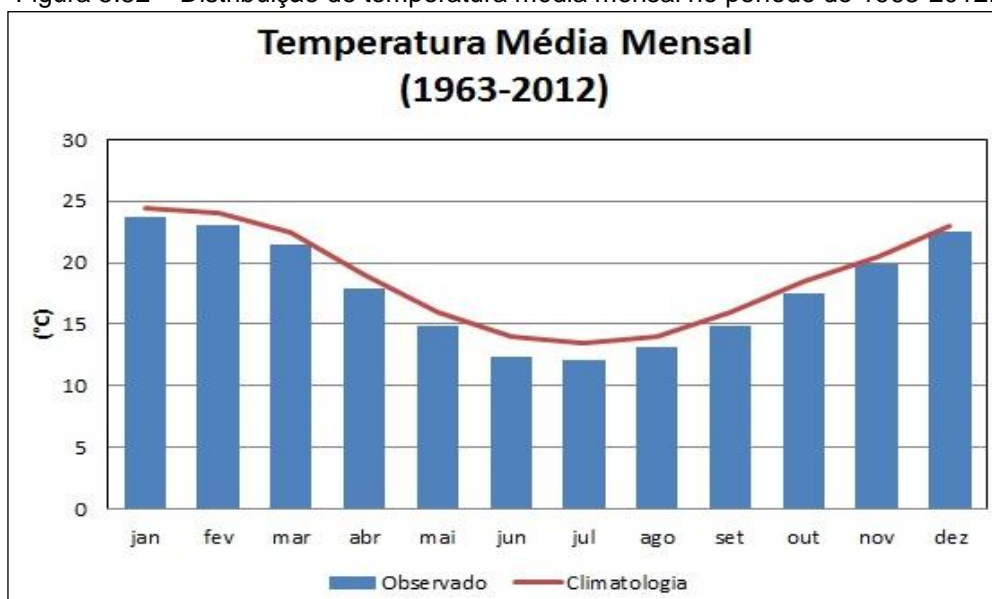
Faz-se importante salientar que no mês de Junho de 1967, nos meses que vão de Janeiro a Agosto de 1979, Junho a Agosto de 1980, Junho de 1981, Junho e Julho 1982, Junho a Agosto 1988, Janeiro a Setembro 2001, não houveram dados registrados.

Figura 5.51 – Distribuição de temperatura média sazonal no período de 1963-2012.



A variabilidade das médias das temperaturas médias mensais indicou oscilação de 12°C entre os meses de verão e os meses de inverno (Figura 5.52).

Figura 5.52 – Distribuição de temperatura média mensal no período de 1963-2012.



Dentre os 50 anos analisados, os meses que mostraram valores extremos para o menor valor de Temperatura Média Mensal, foi Junho com 10,3°C e o de maior valor foi Janeiro com 22,6°C.

Em todo o período estudado, no mês de Janeiro as temperaturas médias mensais, mostrou-se com valores que vão de 22°C a 26,5°C. A média mensal para Janeiro foi de 22,6°C. Para o mês de Fevereiro, os valores vão de 21°C a 26°C, ea média mensal foi de 21,9°C. A média mensal para Março foi de 20,3°C, e as temperaturas médias foram de 19°C a 24°C. Já em Abril, as médias ficaram de 15°C a 22°C. Com média 17°C. Para Maio, os valores vão 11°C a 18°C. A média mensal do período foi de 14°C. Em Junho, as médias mensais ficam entre 8°C e 17°C. A média mensal para Junho foi de 10,3°C.

Em Julho, as Temperaturas Médias Mensais analisadas mostraram-se com valores que vão de aproximadamente 8°C a 16°C. A média mensal para Julho foi de 10,6°C. Para Agosto, as temperaturas vão de 10°C a 16°C. A média mensal para Agosto foi de 11,9°C. Setembro, entre 12,5°C a 17°C, com média mensal de 14,6°C. Outubro, aproximadamente 15,5°C a 19,5°C. E média de 17,1°C. Para o mês de Novembro, as Médias Mensais analisadas ficam aproximadamente 17°C a 23°C. E a média para Novembro foi de 19,4°C. Por fim a média mensal para Dezembro foi de 22,5°C, e as temperaturas médias foram 20°C a 25°C.

No Quadro 5.121 é possível visualizar os valores médios máximos e mínimos mensais de todo o período.

Quadro 5.121 – Registros das temperaturas médias máximas e mínimas no período de 1963-2012 na estação convencional de Bagé-RS.

ANO	MÊS / MENOR TEMP. MÉDIA(°C)	MÊS / MAIOR TEMP.MÉDIA(°C)	MÉDIA ANUAL(°C)
1963	Agosto (13)	Fevereiro (24,4)	18,4
1964	Junho (9,4)	Janeiro (24,6)	17,6
1965	Julho (11,6)	Fevereiro (26,2)	18,2
1966	Agosto (10,9)	Janeiro (24,4)	17,6
1967	Julho (13,1)	Dezembro (24,7)	19,7

ANO	MÊS / MENOR TEMP. MÉDIA(°C)	MÊS / MAIOR TEMP.MÉDIA(°C)	MÉDIA ANUAL(°C)
1968	Junho (12,8)	Fevereiro (25,1)	18,3
1969	Agosto (11,6)	Dezembro (23,8)	18,1
1970	Junho (12,2)	Fevereiro (24,6)	18
1971	Junho (9,5)	Dezembro (23,7)	17,3
1972	Julho (11,8)	Janeiro (23,4)	17,7
1973	Agosto (11,2)	Janeiro (23,9)	17,4
1974	Junho (10,1)	Janeiro (24,4)	17,3
1975	Julho (11,3)	Fevereiro (23,2)	17,6
1976	Junho (11,6)	Janeiro (23,5)	16,9
1977	Junho (12,9)	Janeiro (24,2)	18,4
1978	Junho (12)	Janeiro (24)	17,7
1979	Setembro (14,9)	Dezembro (21,7)	18
1980	Setembro (13,7)	Janeiro (23,7)	20
1981	Julho (12,4)	Fevereiro (23,4)	18,3
1982	Agosto (13,1)	Dezembro (23,6)	18,9
1983	Junho (9,8)	Janeiro (24,4)	17,2
1984	Junho (11)	Janeiro (24,4)	17,4
1988	Maio (12,3)	Dezembro (24,3)	19,2
1991	Julho (12,7)	Dez. – Fev. (23,3)	18,2
1992	Julho (9,2)	Fevereiro (23,3)	17,4
1993	Julho (10,6)	Janeiro (24,2)	18,2
1994	Julho (12,4)	Dezembro (24,6)	17,8
1995	Junho (11,4)	Janeiro (24)	17,7
1996	Junho (9,5)	Dezembro (23,5)	17,4
1997	Junho (9,5)	Dezembro (23,5)	18
1998	Junho (11,9)	Janeiro (25,3)	17,2
1999	Junho (11,6)	Março (23,1)	17,3
2000	Julho (9,4)	Janeiro (23,7)	17,3
2001	Outubro (19,3)	Dezembro (21)	20
2002	Julho (11,4)	Fevereiro (23)	17,7
2003	Agosto (11,3)	Janeiro (24,1)	17,3
2004	Julho (11,4)	Janeiro (23,4)	17,5
2005	Julho (12,6)	Janeiro (25,1)	18
2006	Julho (12,6)	Janeiro (25,1)	18
2007	Agosto (12,3)	Janeiro (24,1)	18
2008	Julho (8,7)	Janeiro (23,6)	17,3
2009	Junho (10,4)	Janeiro (23,2)	17,5
2010	Julho (11,1)	Fevereiro (23,9)	17,6
2011	Julho (10,7)	Janeiro (26,3)	17,8
2012	Julho (9,3)	Fevereiro (24,2)	18,4

5.3.6.2.6. Precipitação

No extremo sul do RS e na costa do Uruguai a corrente fria das Malvinas exerce influência importante, pois reduz a temperatura do ar sobre a sua superfície de atuação. Este ar menos aquecido, na ocasião da passagem de frente fria, não

gera um contraste térmico suficiente para promover a ascensão de ar e a formação de nuvens capazes de gerar índices importantes de precipitação. O relevo de planície favorece um rápido deslocamento dos sistemas frontais o que corrobora para uma diminuição dos dias sequenciais de chuva nesta região.

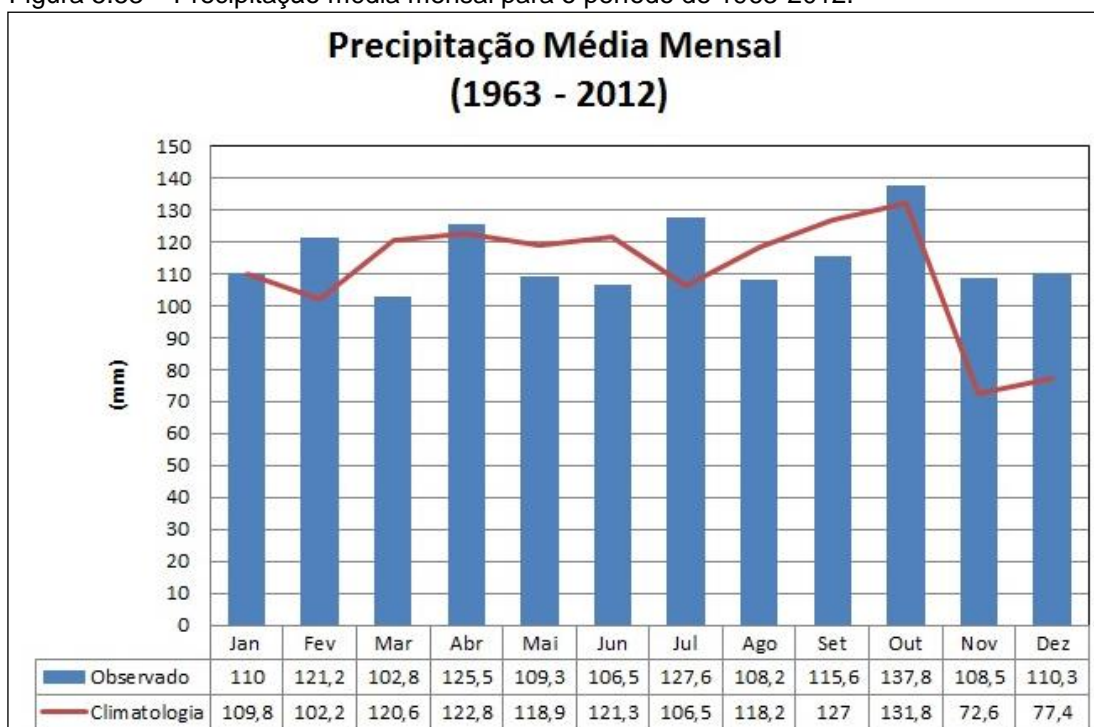
A trajetória dos sistemas frontais na relação com as formas de relevo de Candiota compõe parte da explicação para a menor quantidade de dias de chuva na região em relação a outras áreas em seu entorno. A posição do escudo Sul-riograndense evidencia um corredor que permite a entrada dos sistemas frontais. E apenas ao encontrar as áreas mais altas no norte dessa região, é que o ar ascende formando nuvens e permitindo a queda de precipitação em maior quantidade e também distribuída em mais dias.

Além disso, a orientação da entrada dos sistemas frontais no verão se dá pelo ramo litorâneo. E quando há a entrada da Frente Polar Antártica pelo oeste do estado, na região de Uruguaiana, o contraste térmico entre o ar quente que se situa sobre essa região e o ar polar que chega é significativo, favorecendo grandes formações de nuvens que geram precipitações intensas de curta duração. Essa diferença de temperatura entre as massas de ar faz com o deslocamento da frente seja mais rápido, o que implica, também, em menos dias de chuva.

Essas características de movimento de ar, a corrente oceânica e a topografia do terreno, explicam o porquê de chuvas praticamente constantes na região de Candiota durante a maior parte do ano, e a diminuição destas nos meses de verão (janeiro e fevereiro), que serão vistos a seguir nos gráficos de distribuição de precipitação média anual, mensal e sazonal.

No gráfico da Figura 22 analisaram-se as médias mensais de precipitação para os anos de 1963 a 2012. Ressalta-se que o eixo vertical é relativo à precipitação em milímetros registrada na estação do município de Bagé-RS, enquanto o eixo horizontal refere-se às médias mensais de precipitação pluviométrica e média climatológica do INMET (1961-1990) para o município de Candiota.

Figura 5.53 – Precipitação média mensal para o período de 1963-2012.



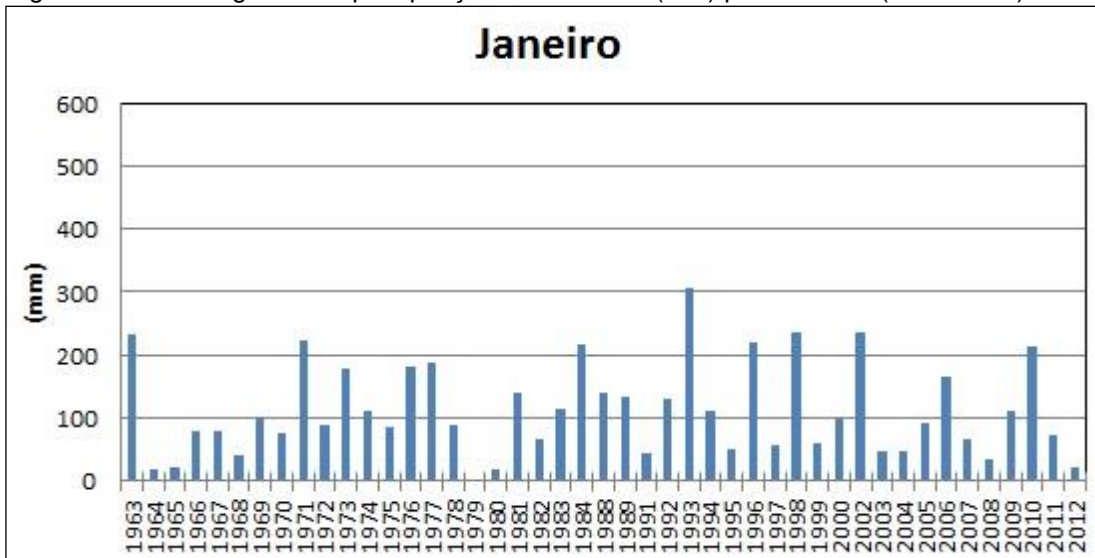
Pode-se ver que os valores médios registrados nos últimos 50 anos, comportam-se de maneira coerente a média climatológica calculada pelo INMET. Com apenas algumas pequenas variações.

A seguir são apresentados os valores máximos e mínimos de médias mensais de precipitação. Com base nisso, analisou-se comportamentos extremos de precipitação e pode-se concluir que a média de precipitação mensal para os 50 anos variou entre 102,8 mm no mês de Março (menor valor), 137,8 mm no mês de Outubro (maior valor) e que para os meses relativos aos 50 anos estudados que:

Para o mês de Janeiro (Figura 54), pode-se observar que os acumulados de precipitação estão concentrados de 20 mm a 140 mm. As precipitações se mostraram mais bem distribuídas nas décadas de 70 e 90. Com valores abundantes nos anos de 1963, 1971, 1984, 1993, 1996, 1998 e 2002, com acumulados médios mensais que superaram os 200 mm.

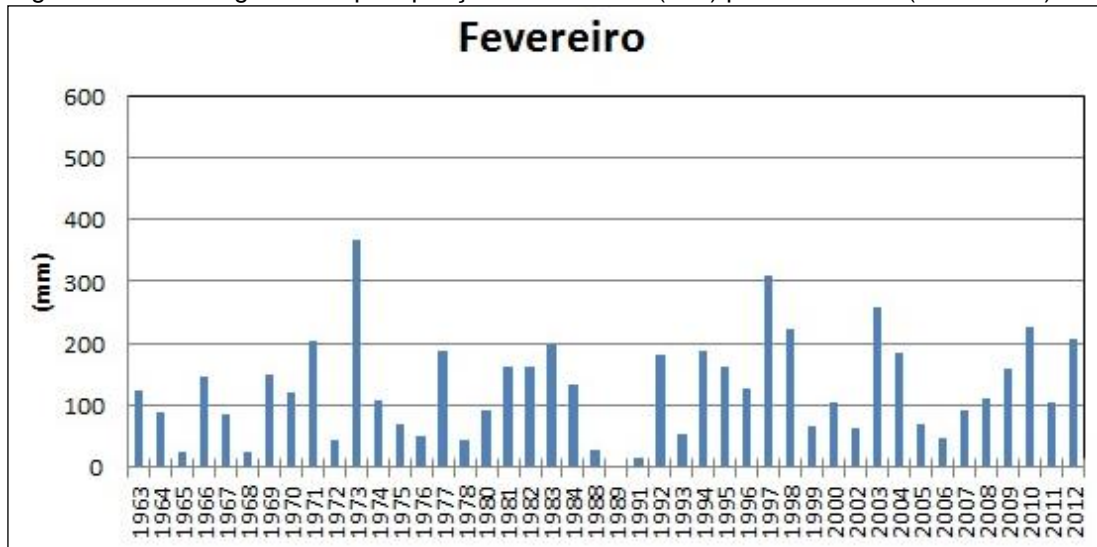
Já os menores valores de precipitação se deram nos anos de 1964, 1965, 1980 e 2012, com volumes que não ultrapassaram os 30 mm. A média para esse mês foi de 110 mm. Apenas em 1993, houve um evento de precipitação extremo, sendo esse, maior que a média mensal da série histórica, variando de 300 mm a 320 mm.

Figura 5.54 – Histograma de precipitação total mensal (mm) para Janeiro (1963-2012).



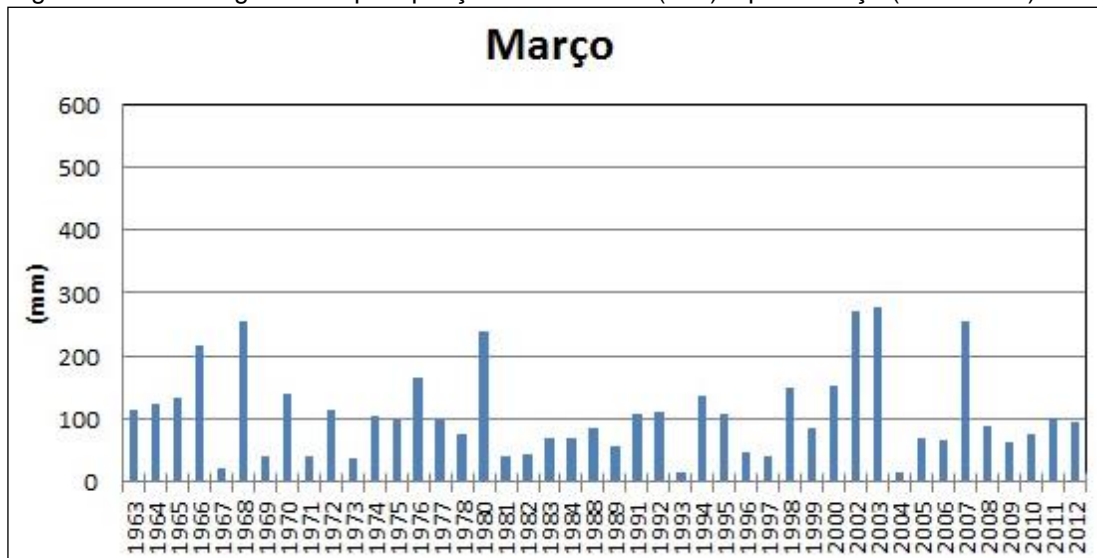
Em Fevereiro (Figura 5.55) a média mensal ficou em 121 mm e novamente as chuvas foram mais bem distribuídas nas décadas de 70 e 90. Sendo que nos anos 1973, 1997 e 2003, houve acumulados extremos maiores que a média mensal da série histórica (300 mm a 400 mm), com valores correspondentes a: 368 mm, 308 mm e 258 mm respectivamente. Já os anos menos chuvosos foram 1965, 1966 e 1991, com volumes que não superam os 30 mm.

Figura 5.55 – Histograma de precipitação total mensal (mm) para Fevereiro (1963-2012).



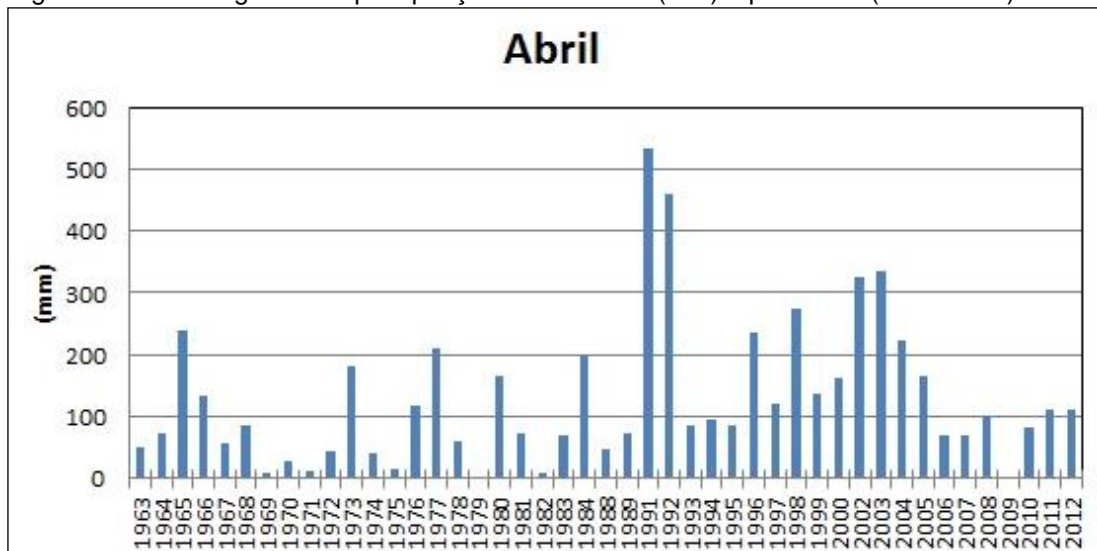
Março tem a menor média mensal (Figura 5.56), apenas 103 mm. Os acumulados de precipitação mantiveram-se entre 40 mm e 160 mm. Extremos ocorreram em 1966 (217 mm), 1968 (257 mm), 1980 (240 mm), 2002 (270 mm), 2003 (279 mm) e 2007 (255 mm), sendo maiores que a média da série histórica, que variade 200 mm a 280 mm. Já os menores valores foram nos anos de 1967, 1993 e 2004, com volumes que não superam os 30 mm.

Figura 5.56 – Histograma de precipitação total mensal (mm) e para Março (1963-2012).



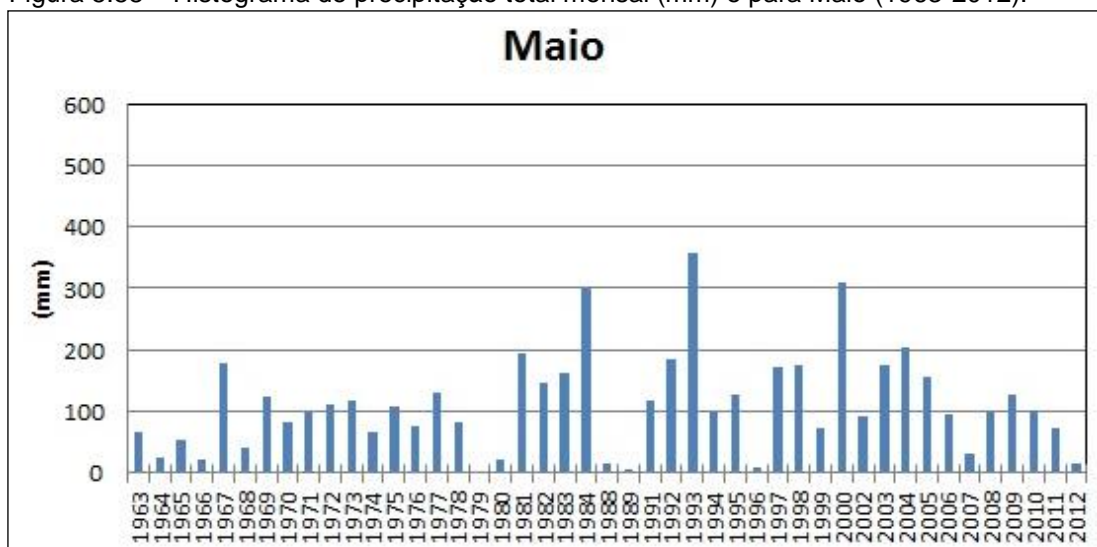
A média para Abril (Figura 5.57) é de 126 mm. Os volumes de precipitação se concentraram entre 50 mm e 250 mm. Lembrando que o recorde de precipitação diário da série total foi registrado em 17/04/1991 (181 mm).As precipitações desse mês se mostraram mais abundantes nos anos de 1965, 1977, 1991, 1992,1996, 1998, 2002, 2003 e 2004, com acumulados médios superiores a 200mm.Destaca-se que nos anos 1991, 1992, 2002 e 2003, houve extremos de respectivamente: 532 mm, 461 mm, 326 mm e 336 mm, maiores que a média mensal da série histórica, variando de 300 mm a 550 mm (Figura 27). Já os valores inferiores a 30 mm foram nos anos 1969, 1971, 1975, 1982.

Figura 5.57 – Histograma de precipitação total mensal (mm) e para Abril (1963-2012).



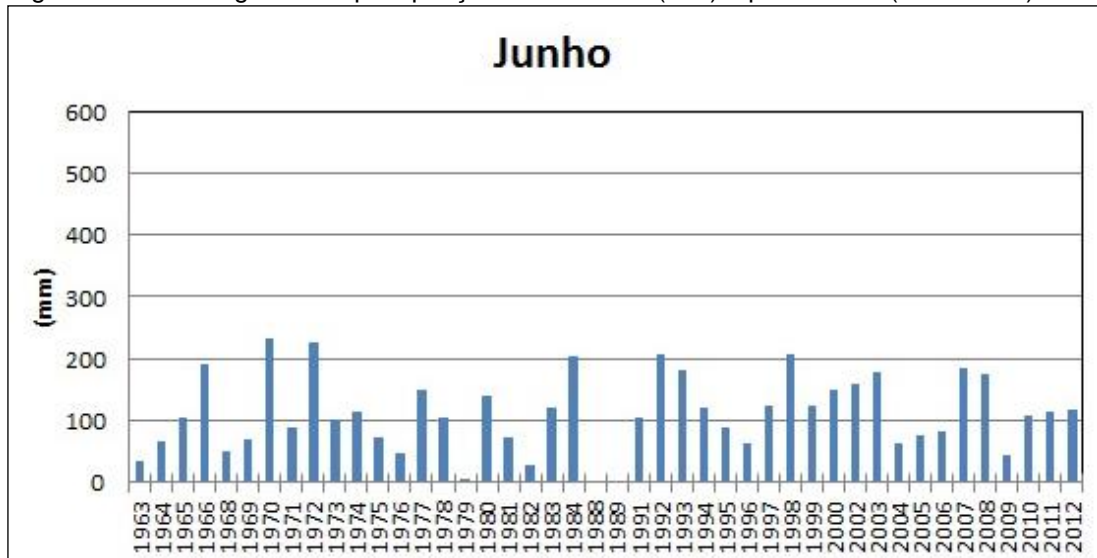
Para Maio a média mensal (Figura 5.58) de precipitação foi de 109 mm. Sendo que os melhores anos foram 1984, 1993, 2000 e 2004, com acumulados médios mensais superiores a 200 mm. Já os menores valores pluviométricos foram nos anos de 1964, 1966, 1989, 1996, 2007 e 2012, com volumes que inferiores a 50 mm. Para o mês de Maio, os volumes de precipitação se concentraram entre 50 mm e 200 mm. Em 1984, 1993 e 2000, houveram extremos de precipitação de 301 mm, 359 mm e 309 mm respectivamente, sendo esses valores maiores que a média mensal da série histórica, variando de 300 mm a 400 mm.

Figura 5.58 – Histograma de precipitação total mensal (mm) e para Maio (1963-2012).



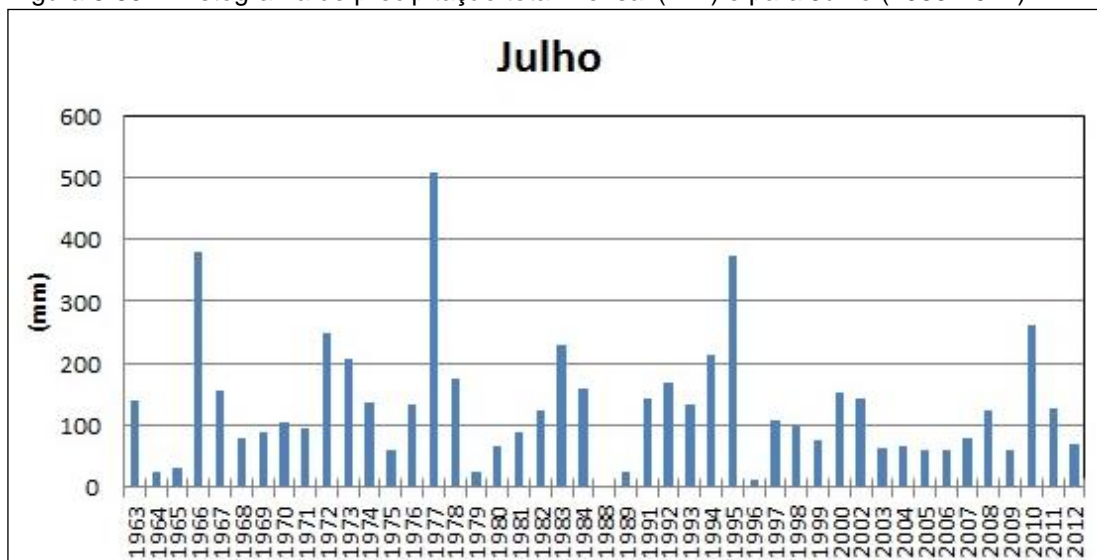
Em Junho (Figura 5.59) a média total foi de 107 mm. Neste mês ocorreram acumulados mais distribuídos e as precipitações se mostraram mais abundantes nos anos de 1970 (232 mm), 1972 (205 mm), 1984 (180 mm), 1992 (208 mm) e 1998 (210 mm). Sendo esses maiores que a média mensal da série histórica que varia de 180 mm a 240 mm.

Figura 5.59 – Histograma de precipitação total mensal (mm) e para Junho (1963-2012).



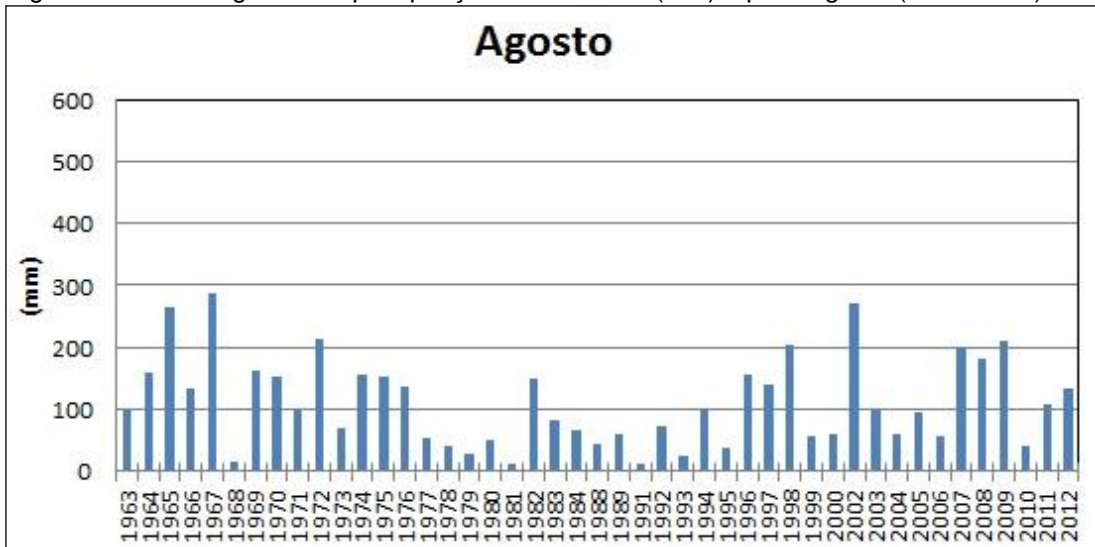
Os maiores registros para Junho (Figura 5.59) foram nos anos de 1966 (379 mm), 1972(250 mm), 1977(507 mm), 1995 (373 mm) e 2010 (270 mm). Já os menores valores foram em 1964, 1965, 1996 com menos de 30 mm de chuva. A média foi 128 mm. E a média mensal da série histórica para esse mês, varia de 350 mm a 510 mm.

Figura 5.60 – Histograma de precipitação total mensal (mm) e para Julho (1963-2012).



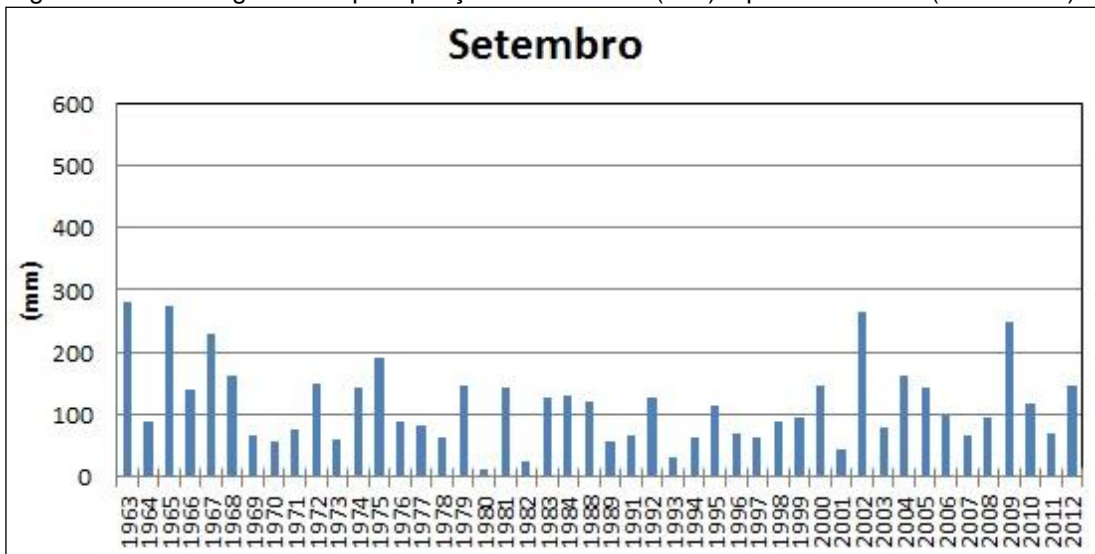
Para o mês de Agosto (Figura 5.61), os volumes de precipitação se concentraram entre 40 mm e 160 mm. As maiores médias foram nos anos 1965, 1967, 1973, 1972, 1998, 2002, 2009, superiores a 200 mm. Já os menores valores foram nos anos de 1968 e 1991 menores que 30 mm. A média mensal total foi de 108 mm. Os acumulados extremos de precipitação que foram respectivamente: 265,6 mm, 288 mm e 270 mm, sendo esses valores maiores que a média mensal da série histórica, variando de 250 mm a 300 mm.

Figura 5.61 – Histograma de precipitação total mensal (mm) e para Agosto (1963-2012).



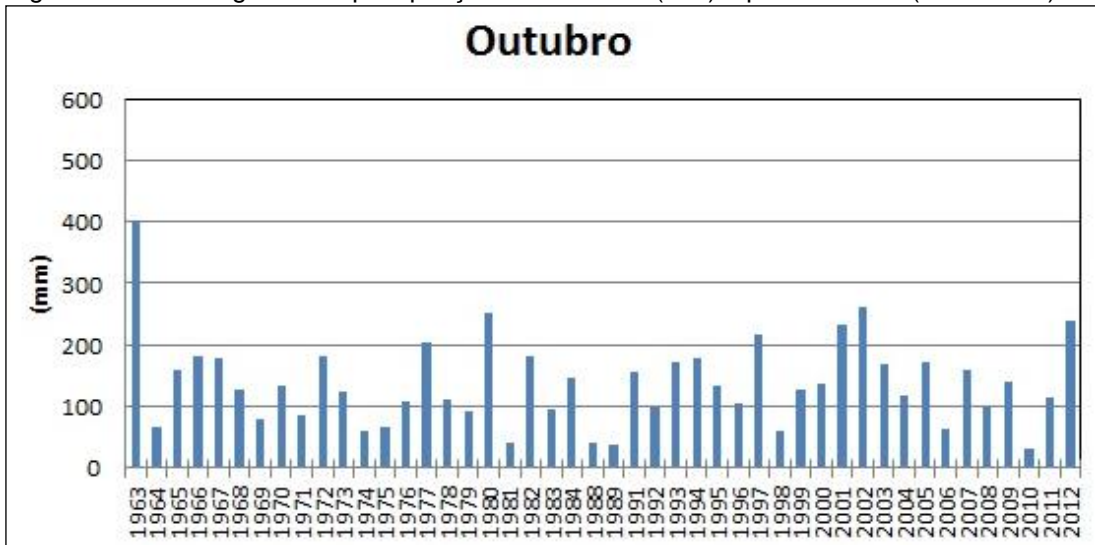
Para Setembro a média mensal histórica varia de 240 mm a 300 mm (Figura 5.62). Na série os volumes de precipitação se concentraram entre 60 mm e 160 mm, eos acumulados médios mensais superiores a 200 mm foram registrados em 1963 (280,3 mm), 1965 (273,8 mm), 1967 (230 mm), 2002 (265 mm) e 2009 (249 mm). Os menores valores pluviométricos variaram ente 40 mm e 60 mm. A média de precipitação para o mês foi de 116 mm.

Figura 5.62 – Histograma de precipitação total mensal (mm) e para Setembro (1963-2012).



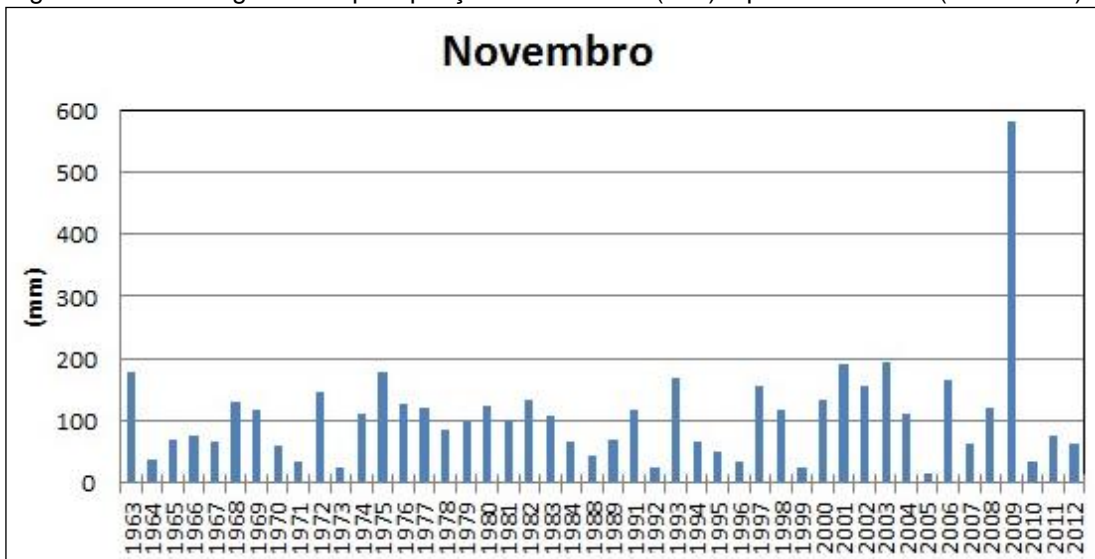
Outubro é o mês com maior volume de precipitação (Figura 5.63). A média é em torno de 138 mm e os anos mais significativos foram 1963 (401,4 mm), 1977 (210 mm), 1980 (252 mm), 1997 (220 mm), 2001 (230 mm), 2002 (261 mm) e 2012 (235 mm). Sendo esses valores maiores que a média mensal da série histórica, variando de 200 mm a 400 mm. Os menores valores pluviométricos foram 1981, 1988 e 1989, com volumes inferiores a 50 mm.

Figura 5.63 – Histograma de precipitação total mensal (mm) e para Outubro (1963-2012).



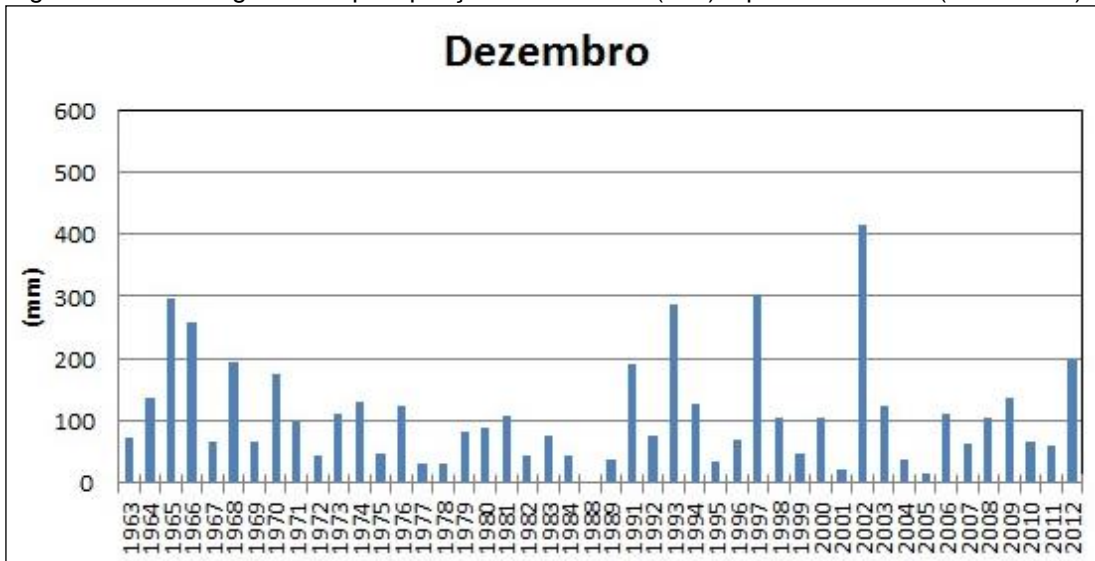
Para o mês de Novembro (Figura 5.64), a precipitação mais abundante aconteceu no ano de 2009, com um acumulado médio mensal equivalente a 583 mm. Já os menores valores se fizeram presentes em diversos anos, com volumes inferiores a 50 mm de chuva. A precipitação média para o mês foi de 109 mm, pois os volumes de precipitação se concentraram entre 50 mm e 200 mm.

Figura 5.64 – Histograma de precipitação total mensal (mm) e para Novembro (1963-2012).



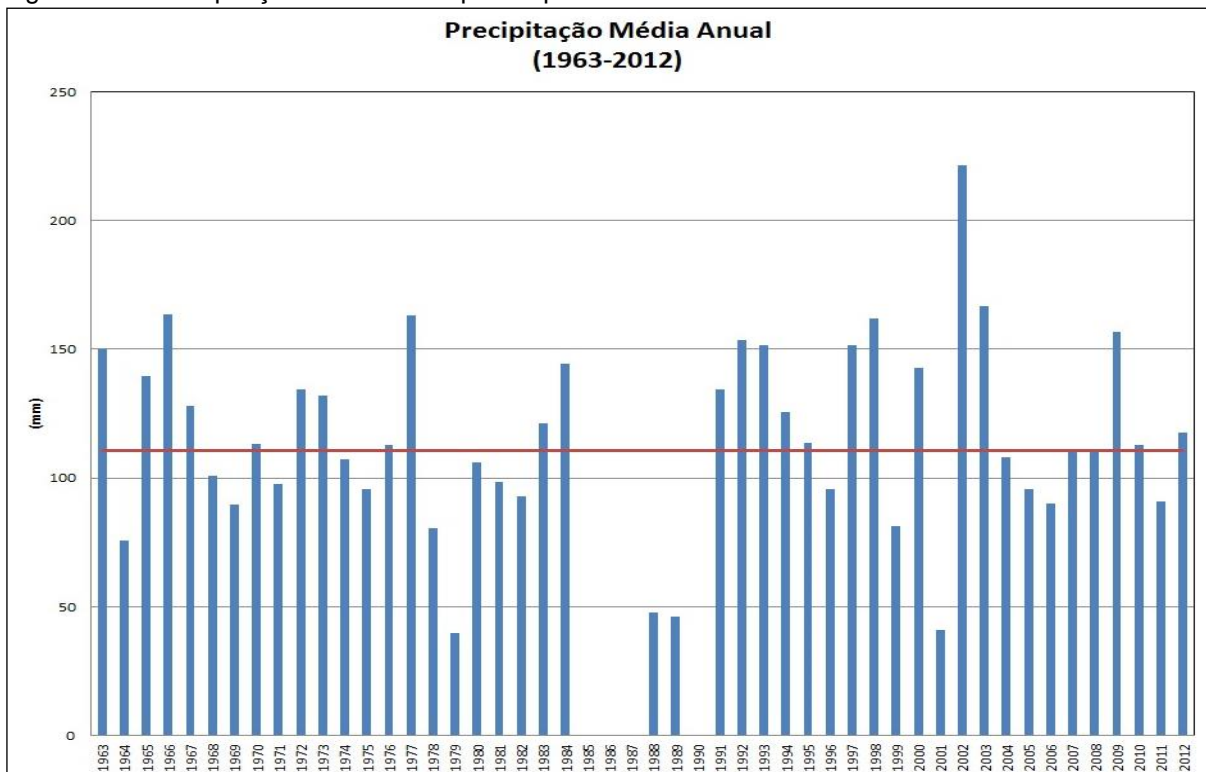
Em Dezembro a média mensal da série histórica (Figura 5.65), variando de 250 mm a 450 mm. Os volumes de precipitação se concentraram entre 50 mm e 150 mm e a média foi de 110 mm. Os anos 1965 (296,5 mm), 1966 (258 mm), 1993 (287 mm), 1997 (304 mm), 2002 (414 mm), tiveram acumulados médios mensais superiores a 200 mm. Já os menores valores foram em 1977, 1978, 1989, 2001 e 2005 com valores inferiores a 30 mm.

Figura 5.65 – Histograma de precipitação total mensal (mm) e para Dezembro (1963-2012).



A partir do gráfico de precipitação média anual (Figura 5.66), podemos observar que na década de 60, o volume de precipitação anual teve seu menor valor no ano de 1964, com a média de 75,7 mm e um maior valor no ano de 1966, com 163,4 mm de chuva. Já nos anos 70, a média anual de precipitação teve seu menor valor no ano de 1978, com aproximadamente 80,6 mm de chuva, enquanto, a maior média anual de chuva foi em 1977, sendo 163,2 mm. Salienta-se que não houveram dados registrados de Janeiro a Maio e 1979.

Figura 5.66- Precipitação média anual para o período 1963-2012.



Para a década de 80, a menor média anual de chuva se deu no ano de 1989, com 46,2 mm e a maior média no ano de 1984, com 144,4 mm. Faz-se importante

ressaltar na década de 80, a ausência de registros de dados nos anos de 1985, 1986, 1987. Já na década de 90, teve-se como menor média anual de chuva, o ano de 1999, com 81,3 mm e a maior média anual no ano de 1998, com 161,8 mm de precipitação. Cabe lembrar que no ano de 1990 os dados não foram registrados.

Dos anos que vão de 2000 a 2012, obteve-se a menor média anual de chuva para o ano de 2006, com 90,3 mm, enquanto a maior média anual de chuva foi registrada em 2002, com 221,3 mm. Novamente destaca-se que nos meses de Janeiro e Agosto de 2001 não houve registro de dados na estação meteorológica.

Analisando a série completa, pode-se constatar que no ano de 1989 foi o ano com a menor média de precipitação. Já a maior média de chuva se apresentou no ano de 2002, com aproximadamente 221,3 mm de chuva. E de todos os 50 anos estudados, o maior valor de precipitação diária foi no dia 17/04/1991 com total de 181 mm.

A seguir a Quadro 5.122 apresenta a relação anual de médias pluviométricas e meses com maiores e menores volumes de chuva.

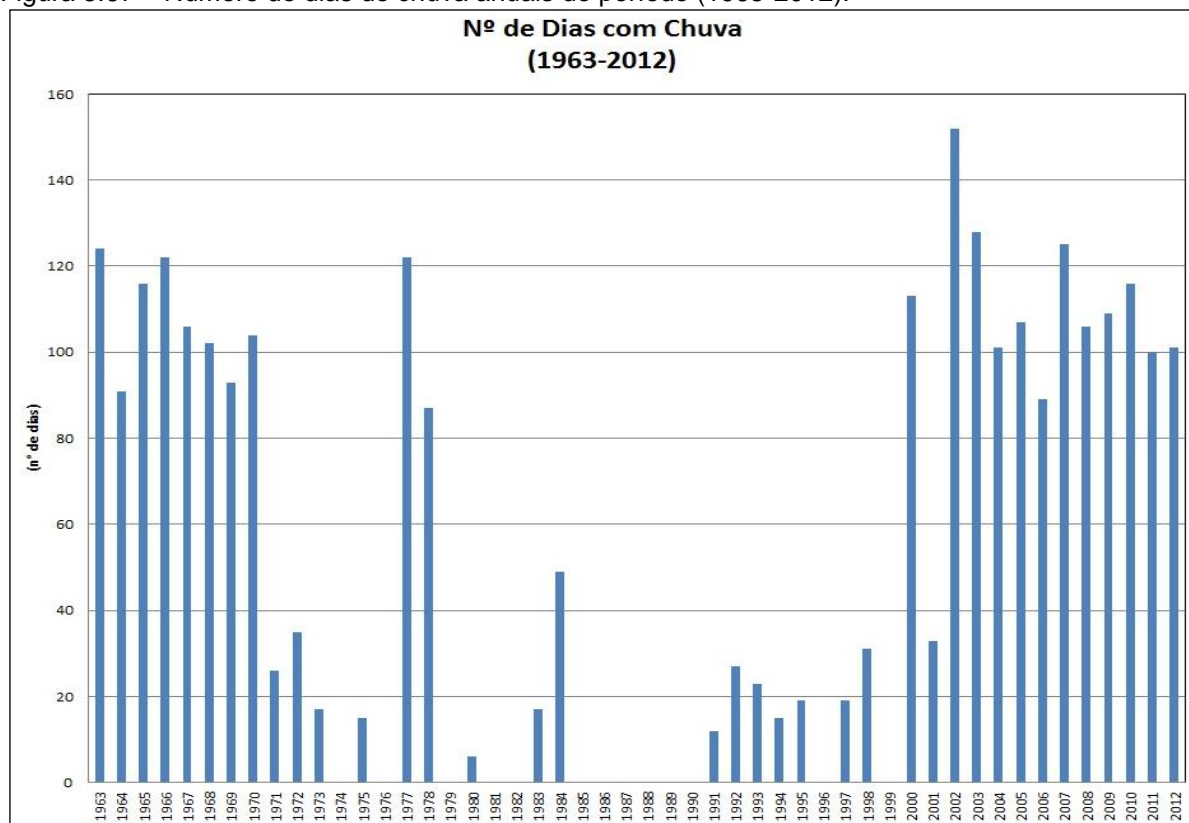
Quadro 5.122- Anos analisados (1963–2012), meses com menor e maior volume de precipitação e média anual (mm).

Ano	Mês/ Menor Volume de Precipitação (mm)	Mês/ Maior Volume de Precipitação (mm)	Média Anual (mm)
1963	Junho (33,3)	Setembro (280,3)	149,8
1964	Janeiro (17,2)	Agosto (159,4)	75,7
1965	Janeiro (21)	Dezembro (296,5)	139,4
1966	Maio (21,4)	Julho (379,4)	163,4
1967	Março (22,7)	Agosto (288,3)	128,1
1968	Agosto (14,6)	Março (256,5)	100,7
1969	Abril (9,8)	Agosto (161,8)	89,9
1970	Setembro (56)	Junho (231,6)	113,4
1971	Abril (10,8)	Janeiro (239,9)	97,6
1972	Fevereiro (45,1)	Julho (247,4)	134,4
1973	Novembro (24)	Fevereiro (367,7)	131,9
1974	Abril (41,9)	Setembro (142,5)	107,1
1975	Abril (16,1)	Novembro (177,5)	95,7
1976	Junho (47,5)	Janeiro (182,8)	112,9
1977	Dezembro (30,8)	Julho (506,6)	163,2
1978	Dezembro (31,4)	Julho (176,6)	80,6
1979	Junho (7)	Setembro (145,7)	39,9
1980	Setembro (11,6)	Outubro (252,4)	106,1
1981	Agosto (13,2)	Maio (194,7)	98,4
1982	Abril (9,6)	Fevereiro (161,6)	93
1983	Abril (69,3)	Julho (230,1)	121,2
1984	Dezembro (44)	Maio (300,7)	144,4
1988	Jun. – Dez. (1,4)	Janeiro (140,2)	47,7
1989	Fevereiro (1,1)	Janeiro (132,3)	46,2
1991	Agosto (13,1)	Abril (532)	134,5
1992	Novembro (23,9)	Abril (460,6)	153,6
1993	Março (16,6)	Janeiro (304,7)	151,5
1994	Setembro (63)	Julho (212,5)	125,5
1995	Dezembro (35,9)	Julho (373,1)	113,8

Ano	Mês/ Menor Volume de Precipitação (mm)	Mês/ Maior Volume de Precipitação (mm)	Média Anual (mm)
1996	Maio (8,6)	Abril (234,7)	95,7
1997	Março (40,4)	Fevereiro (308,1)	151,4
1998	Outubro (59,2)	Abril (273,4)	161,8
1999	Novembro (23,8)	Abril (137,4)	81,3
2000	Agosto (58,9)	Maio (309,3)	142,6
2001	Dezembro (21,2)	Outubro (233,6)	40,9
2002	Fevereiro (63,9)	Dezembro (414)	221,3
2003	Janeiro (47,7)	Abril (336,1)	166,8
2004	Março (16,4)	Abril (223,8)	107,9
2005	Dezembro (14,6)	Outubro (172,8)	93,7
2006	Fevereiro (48,4)	Janeiro (165)	90,3
2007	Maio (30,5)	Março (254,5)	110,8
2008	Janeiro (33,9)	Agosto (181,8)	110,9
2009	Abril (0,8)	Novembro (582,7)	156,7
2010	Outubro (30,2)	Julho (261,1)	112,8
2011	Dezembro (59,1)	Julho (126,5)	91
2012	Maio (14,2)	Outubro (238,4)	117,7

No gráfico a seguir (Figura 5.67) podemos ver a distribuição anual do período estudado, do número de dias de chuva. Observa-se que na década de 60 e a partir do ano 2000, existe uma frequência praticamente uniforme de nº de dias com chuva. O que nos gera a dúvida, sobre a consistência desses dados nas décadas de 70, 80 e 90.

Figura 5.67 – Número de dias de chuva anuais do período (1963-2012).



5.3.6.2.7. Umidade relativa do ar (UR)

A umidade do ar é responsável pela formação das nuvens e pode influenciar diretamente na saúde e bem-estar do homem, assim como em algumas de suas atividades, por exemplo, a agricultura (INDRIUNAS, 2008).

O ar é uma mistura de gases e inclui quantidades variáveis de água em estado de vapor. Mas há limites para essas quantidades. Há um ponto de saturação, ou seja, a quantidade máxima de vapor d'água que o ar pode conter em determinada temperatura, chamado Ponto de Orvalho. As unidades utilizadas são pressão relativa de vapor de água, em relação massa/massa (gramas de vapor d'água por kg de ar) ou ainda massa/volume (gramas de vapor d'água por metros cúbicos de ar).

Existirá, portanto uma pressão parcial desse vapor de água (e_a). Essa pressão é de grande importância para muitos fenômenos ligados à meteorologia, pois em conjunto com outros fatores como temperatura, vento etc., determina a taxa de evaporação da água líquida.

Essa quantidade de água contida no ar pode se tornar líquida num processo chamado condensação. A condensação ocorre geralmente no caso de um esfriamento do ar, como por exemplo, a condensação sobre vidros, o orvalho que se forma de madrugada nas folhas de plantas e a própria formação de nuvens. Esses fenômenos ocorrem quando a pressão de vapor do ar (e_a) se torna superior à pressão de vapor saturado (e_s), que é função de sua temperatura. Quanto maior a temperatura, maior a sua pressão de vapor saturado, ou seja, mais água o ar pode conter.

Existem formas de medir a quantidade de vapor d'água em determinada quantidade de ar em um momento específico. Esse valor é a umidade absoluta do ar, o que nos fornece a informação de quanto de vapor d'água há. Mas é bom lembrar que a umidade absoluta varia com a temperatura dentro de uma determinada margem para cima e para baixo, assim fica difícil entender o quanto significa determinada umidade. Para tanto se criou a relação entre a umidade absoluta do ar e os valores dos pontos de orvalho, a umidade relativa do ar, que se expressa em porcentagem chamada umidade relativa do ar (UR), vista na equação a seguir:

$$UR = \frac{e_a}{e_s}$$

Onde UR é igual a pressão de vapor do ar (e_a) dividida pela pressão de vapor saturado (e_s).

Ou seja, quando um espaço contém todo o vapor d'água que pode conter à sua temperatura, sua umidade relativa é de 100 por cento. Se um metro cúbico de ar contém 7 gramas de vapor d'água, mas pode conter 14 gramas, sua umidade relativa é de 50 por cento. Umidade relativa de um volume de ar é a relação entre a quantidade de vapor de d'água que ele contém e o que conteria se estivesse saturado (MIRANDA & LIER, 2003).

Logo a UR tem grande importância meteorológica, pois determina entre outros fatores a taxa de evaporação da água. E também através da UR é possível mensurar a sensação térmica humana. Ou seja, para o homem, considera-se que a faixa de umidade relativa de 40 a 70% proporciona conforto máximo. Acima de 70%, a umidade relativa é alta, o que se reflete na dificuldade de a água evaporar: o

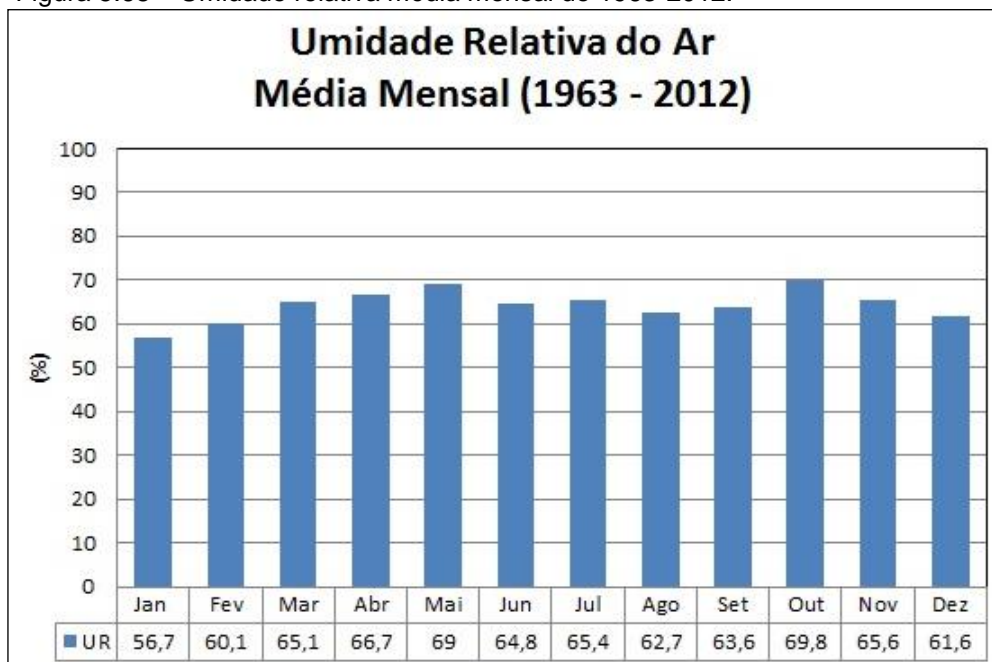
ambiente fica “abafado”. Abaixo de 40%, a evaporação ocorre com muita facilidade, refletindo em problemas respiratórios, ressecamento da garganta e donariz, etc. Para as plantas, da mesma forma que para o homem, uma umidade relativa baixa resulta em altas taxas de transpiração; conseqüentemente, a planta deve extrair a água do solo a taxas maiores.

O relevo e as correntes de ar influenciam de forma marcante a distribuição das chuvas, o índice pluviométrico e, de modo geral, a umidade. A região Sul possui índices mais altos devido ao seu relevo mais plano facilitando a penetração de ar úmido.

Sendo assim, recolhidos os dados diários (00, 12 e 18 GMT) de Umidade Relativa do Ar no município de Bagé-RS, obtidos na série histórica do INMET no período de 01/01/1963 até 31/12/2012, foi realizado o cálculo do valor médio destes 50 anos para UR, e o valor encontrado foi de 69,82% (~70%). A seguir são apresentados os gráficos de UR Média Anual e mensal para o período estudado.

Para o período as médias para os meses de Janeiro a Dezembro variaram entre 56,7% em Janeiro e 69,8% em Outubro (Figura 5.68).

Figura 5.68 – Umidade relativa média mensal de 1963-2012.



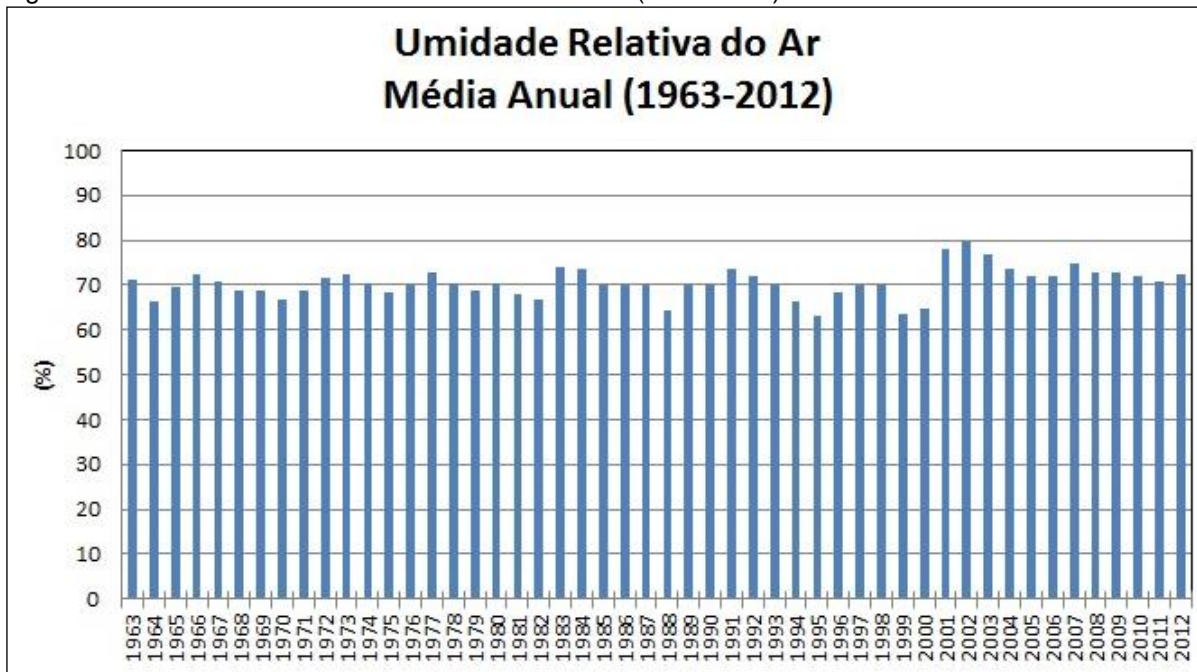
Observou-se que para o mês de Janeiro, a U.R variou entre os valores que vão de aproximadamente 50% a 75%. A média de Janeiro para o período foi de 56,7%. Esses valores aumentam gradativamente de acordo com o passar dos meses e o aproximar do outono. Ou seja, no mês de Fevereiro, a U.R variou entre os valores que vão de aproximadamente 50% a 80% e a média aumentou para 60,1%. Em Março, a U.R variou entre 60% e 85%, e obteve média de 65,1%. Abril 66,7% e Maio 69%.

Com a chegada do inverno, os valores diminuem um pouco, em decorrência de o ar frio ser mais seco que o ar quente. Isso é observado nos valores de U.R de junho até setembro. Onde as médias ficam praticamente constantes, variando de 62% até 66%.

A partir da entrada da primavera e da chegada do mês de outubro (mês recorde em volume de precipitação), os percentuais de umidade relativa do ar, vão

aumentando novamente. Outubro conseqüentemente é o mês com a maior média de U.R do ano, com valor de 69,8%.Baixando para 65,6% em novembro e 61,6% em dezembro.

Figura 5.69 – Média Anual de Umidade relativa do ar (1963-2012).



De acordo com os dados, na década de 60, a menor e a maior média anual de U.R ocorreram nos anos de 1964 (66,4%) e 1966 (72,3%). Já os recordes médios mensais desse período, foram registrados em setembro de 1963, com U.R com 84,3% e em janeiro e fevereiro de 1965 com U.R médias de apenas 51,6%.

Nos anos 70, a menor média ocorreu no ano de 1970 (66,6%) e a maior em 1973 (72,3%). Já os máximos e mínimos médios mensais registrados nessa década, foram em dezembro de 1971 (53,1%) e o em junho de 1972 (84,7%). Na década de 80, a menor média anual ocorreu em 1981 (67,9%) e a maior em 1983 (73,8%). Novamente no ano de 1983 no mês de maio foi registrado o maior valor médio mensal de 83% e em dezembro de 1984 o menor de 55%. Cabe lembrar que nos anos de 1985-1987 e 1989 não houveram dados registrados.

Já na década de 90, a maior média ocorreu em 1991 (73,6%) e a menor no ano de 1995 (63%) lembrando que ano de 1990 não foram registrados dados. Nos mesmos anos foram registradas as médias mensais recordes, em junho de 1991 (82,4%) e em dezembro de 1995 (49,2%). Por fim de 2000 a 2012, obteve-se menor média anual de U.R no ano de 2000 (64,6%) e o maior valor em 2002(79,4%). A menor média mensal em janeiro de 2000 (48%) e em junho de 2003 a maior (87,3%).

Figura .5.70 – Média sazonal de UR no período de 1963-2012. Bagé-RS.



A seguir no Quadro 5.123 são apresentados os valores médios anuais de UR e os meses com menor e maior valores registrados no período estudado.

Quadro 5.123 - Umidade relativa do ar (%) para o período de 1963 – 2012.

Ano	Mês / Menor U.R (%)	Mês / Maior U.R (%)	Média Anual (%)
1963	Fevereiro	Setembro	71,1
1964	Janeiro	Agosto	66,4
1965	Jan. – Fev.	Setembro	69,3
1966	Janeiro	Julho	72,3
1967	Dezembro	Jul. – Set.	70,8
1968	Fevereiro	Julho	68,5
1969	Janeiro	Agosto	68,8
1970	Janeiro	Junho	66,6
1971	Dezembro	Setembro	68,7
1972	Fevereiro	Junho	71,6
1973	Novembro	Junho	72,3
1974	Novembro	Maio	70,1
1975	Dezembro	Junho	68,4
1976	Dezembro	Maio	69,9
1977	Dezembro	Maio	72,8
1978	Janeiro	Julho	70,3
1979	Novembro	Outubro	68,5
1980	Janeiro	Maio	70,1
1981	Dezembro	Maio	67,9
1982	Janeiro	Fevereiro	66,8
1983	Dezembro	Maio	73,8
1984	Dezembro	Junho	73,3
1988	Novembro	Março	62,7

Ano	Mês / Menor U.R (%)	Mês / Maior U.R (%)	Média Anual (%)
1991	Setembro	Junho	73,6
1992	Novembro	Junho	71,8
1993	Agosto	Maio	70
1994	Dezembro	Maio	66,3
1995	Dezembro	Julho	60,3
1996	Agosto	Abril	68,5
1999	Janeiro	Mai- Nov.	64,6
2000	Novembro	Junho	63,9
2001	Novembro	Setembro	77,9
2002	Novembro	Março	79,4
2003	Janeiro	Junho	76,7
2004	Dezembro	Maio	73,3
2005	Novembro	Junho	72,1
2006	Fevereiro	Junho	72,1
2007	Dezembro	Agosto	74,6
2008	Janeiro	Julho	72,8
2009	Jan – out	Setembro	72,9
2010	Dezembro	Maio	72
2011	Novembro	Junho	70,7
2012	Janeiro	Maio	72,4

E de acordo com o Quadro 5.123 referente à Umidade Relativa do Ar Média Anual (%), pode-se constatar que os meses com menores percentuais de U.R são: Novembro, Dezembro e Janeiro. Já os meses de maiores percentuais de U.R são: Maio, Junho e Julho.

5.3.6.2.8. Vento

O vento é uma consequência da contínua movimentação da atmosfera, resultante da circulação de massas de ar decorrentes das diferenças de incidência de energia radiante do Sol e pela rotação da Terra. Portanto, as tendências diurnas e sazonais no quadrante e intensidade dos ventos, ocorrem tanto em escala global (latitudes e ciclo dia-noite) provocado pela curvatura do eixo da Terra, quanto em escala local (provocados pelos fenômenos de brisa: marítima, terrestre, vale-montanha) por causa do aquecimento desigual da superfície terrestre.

O regime de precipitação também depende diretamente de fatores como a altitude local e principalmente da orientação dos ventos predominantes, que transportam umidade. Ou seja, a instabilidade da atmosfera e a disponibilidade de umidade são fatores que influenciam a distribuição da precipitação, quando associada ao relevo.

A seguir serão apresentados os gráficos e a análise de direção originária e intensidade do vento predominante nas quatro estações do ano e também no período total de estudo, medidos na estação meteorológica convencional de Bagé-RS no período de 01/01/1963 até 31/12/2012.

A Alta Subtropical do Atlântico Sul tem posição média anual entre 30°S e 25°W, praticamente a leste do RS. Exercendo atuação predominante no escoamento atmosférico sobre o Estado. A dinâmica entre este anticiclone e os intermitentes

deslocamentos de massas polares sobre o RS ditam o padrão de ventos de leste e nordeste sobre a região.

Quando próxima do litoral do RS, provoca ventos vindos de leste, principalmente no verão, os quais trazem mais umidade do oceano Atlântico o que ameniza a temperatura. Isso também provoca o domínio do sistema associado à Massa Tropical Atlântica (mTa). Esta massa tem atuação significativa no leste do estado durante a primavera, verão e início do outono. Esse domínio de ventos de leste pode ser visto nas rosas dos ventos plotadas e mostradas a seguir nas Figuras 5.71 e 5.72, para o período de primavera e verão.

Figura 5.71 – Intensidade e direção predominantes do vento no período de primavera (out-dez) de 1963-2012.

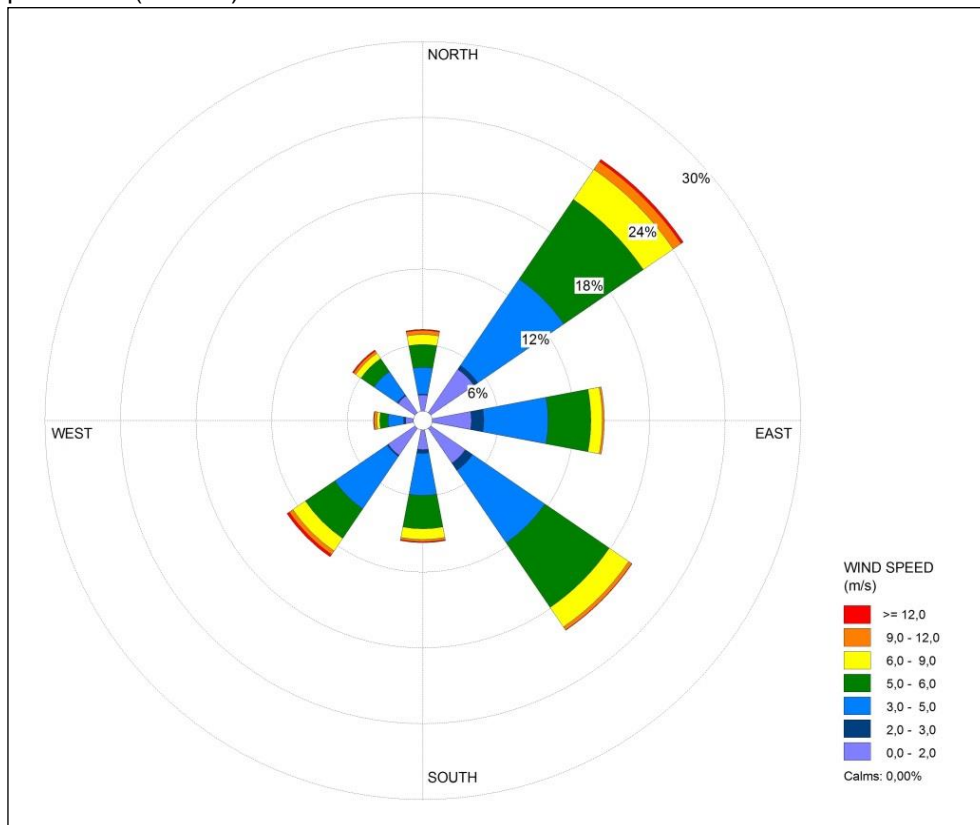
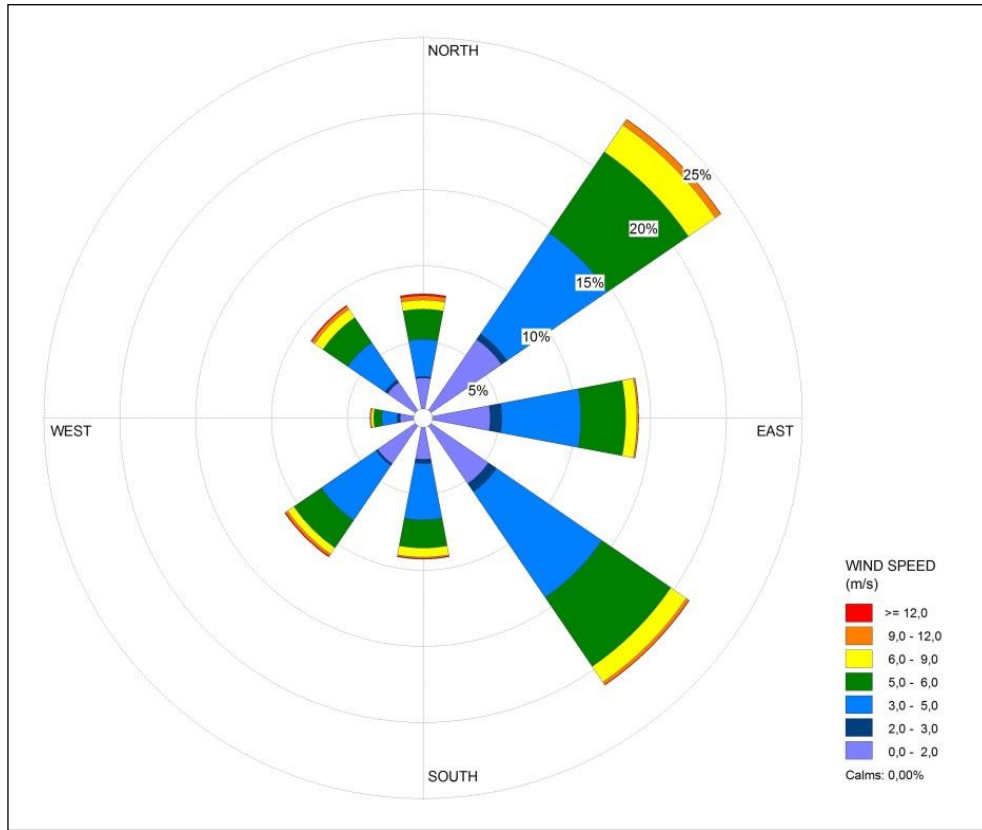
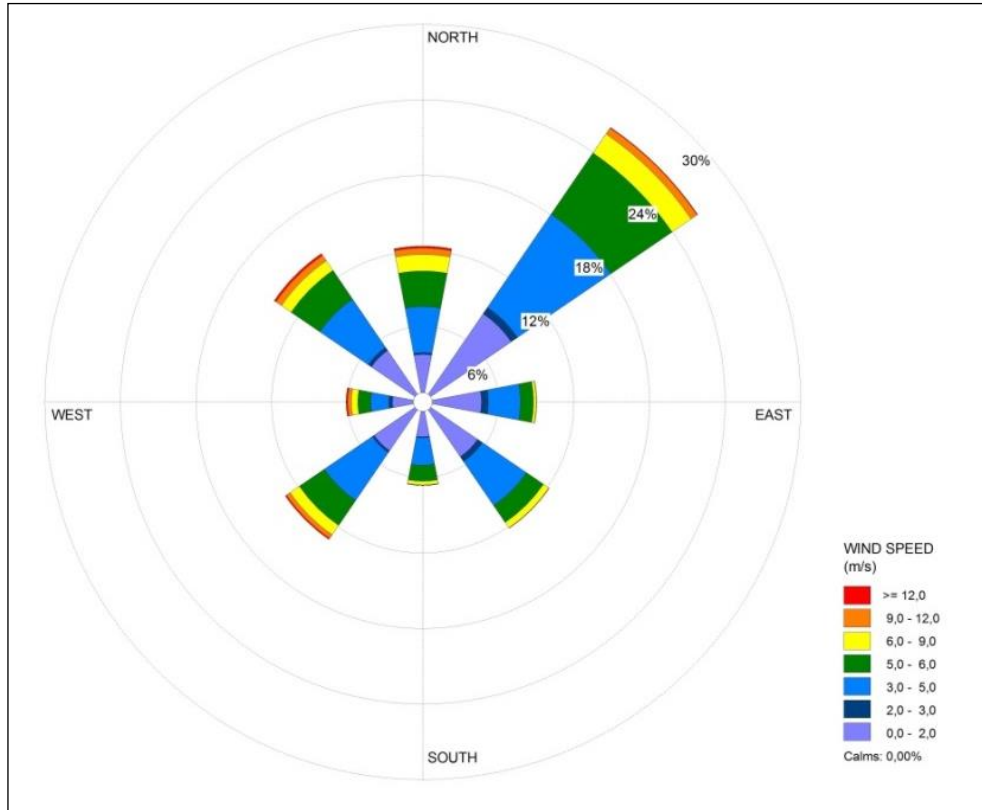


Figura 5.72 – Intensidade e direção predominantes do vento no período de verão (jan-mar) de 1963-2012.



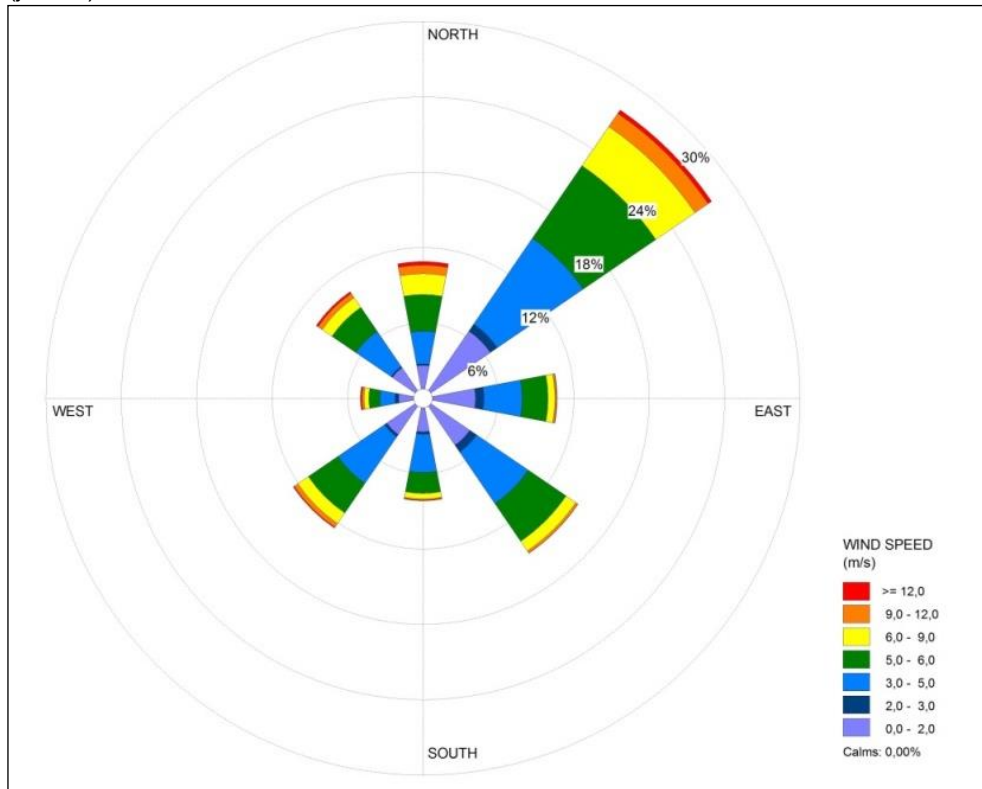
Mesmo no inverno quando o anticiclone encontra-se mais ao norte do hemisfério, os ventos vêm de nordeste e adentram o continente. Neste percurso a massa de ar vai perdendo sua umidade e aumentando sua temperatura pelas trocas de calor entre a superfície e a baixa troposfera. Análises sazonais têm mostrado uma queda na frequência dos ventos de nordeste (NE) e de leste (L) durante o inverno, aliada a um claro aumento na frequência dos ventos de sudoeste (SO) e de oeste (O), associados à passagem de frentes frias.

Figura 5.73 – Intensidade e direção predominantes do vento no período de outono (abr-jun) de 1963-2012.



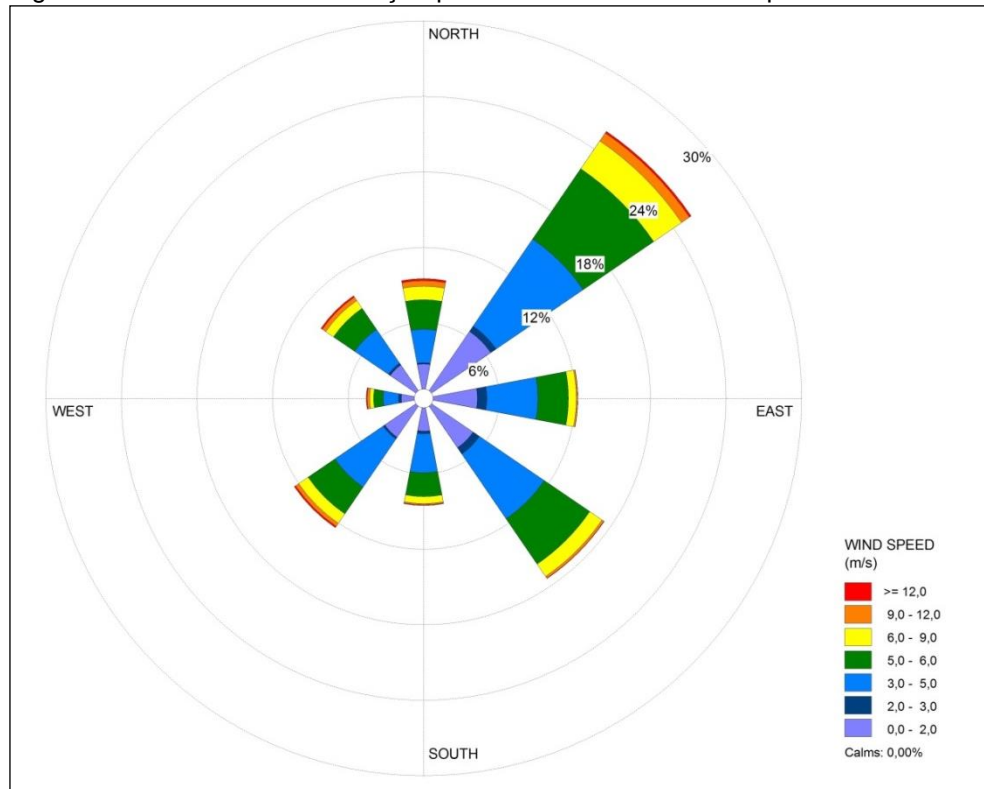
Sobre o nordeste da Argentina existe ainda uma área quase permanente de baixas pressões, ocasionada pela depressão barométrica causada pelo bloqueio da circulação geral da atmosfera imposto pela parede montanhosa dos Andes e agravada pelo intenso aquecimento das planícies da região. Os gradientes de pressão decorrentes desse sistema no nordeste da Argentina e o anticiclone subtropical do Atlântico induzem novamente a um escoamento persistente de leste-nordeste ao longo de toda a região Sul do Brasil.

Figura 5.74 – Intensidade e direção predominantes do vento no período de inverno (jul-set) de 1963-2012.



A seguir na Figura 5.75 é apresentado o gráfico do padrão predominante do vento na região de Candiota. Ressalta-se que o caráter dinâmico das circulações sobre o RS, destacando-se as passagens de frentes frias (mais intensas no inverno e primavera) ocasionam o vento forte, frio e intenso de Sudoeste (conhecido popularmente como Minuano) sobre a Campanha, com duração média de três dias a cada passagem de massa polar.

Figura 5.75 – Intensidade e direção predominantes do vento no período de 1963-2012.



5.3.6.2.9. Conclusão e avaliação de impacto

A atuação dos sistemas atmosféricos configura a identidade climática ao município de Candiota. Ou seja, a interação dos sistemas polares com os sistemas tropicais, são os grandes dinamizadores do clima na região.

A observação dos dados atmosféricos, recolhidos na estação de Bagé, nos permitiu verificar que os elementos do clima refletem os centros de pressão e os sistemas atmosféricos em menor ou maior escala, associados aos fatores geográficos de Candiota. Por meio da caracterização e através da descrição das médias calculadas para o período em estudo, pôde-se ter uma ideia de como os elementos do clima distribuem-se espacialmente.

A passagem de frentes frias é o evento mais comum do tempo atmosférico sobre o RS e ocasionam grande parte da chuva sobre o município de Candiota. Proporcionando então a distribuição de chuvas durante todo o ano, sem ocorrência de estação seca. A maior frequência de sistemas frontais ocorre no outono, inverno e primavera, com taxas de 12 a 13 frentes por estação. A menor frequência é no verão, com 10 a 11 frentes por estação. Concluiu-se que a média mensal de frentes frias de quatro entradas por mês, que a precipitação nessa região seja predominantemente de origem frontal.

As análises sazonais mostraram uma queda na frequência dos ventos de nordeste (NE) e de leste (L) durante o inverno, aliada a um claro aumento na frequência dos ventos de sudoeste (SO) e de oeste (O), associados à passagem de frentes frias. O vento NE ocorre principalmente entre dezembro e março, enquanto que de maio a julho observa-se um aumento na frequência das componentes de SO e O, provocado por um maior avanço do Anticiclone Migratório Polar sobre o RS.

Foi visto que na década de 60, o volume de precipitação anual teve seu menor valor no ano de 1964, e o maior valor no ano de 1966. Consequentemente a

Umidade Relativa do Ar registrada no período também teve seus máximos e mínimos nos mesmos anos. Sendo a menor e a maior média anual de U.R. ocorreram nos anos de 1964 (66,4%) e 1966 (72,3%). Corroborando com a ocorrência dos fenômenos *La Niña* que teve intensidade moderada em 1964 e o *El Niño* de 1966.

Nos anos 70, a média anual de precipitação teve seu menor valor no ano de 1978, enquanto, a maior média anual de chuva foi em 1977. Nos dois anos estava ocorrendo *El Niño* fraco, o que não se considera fator de grande influência na questão do período menos chuvoso. Para a década de 80, a maior média anual de chuva se deu no ano 1984 e a menor em 1989, os dois anos houve o fenômeno *La Niña*, sendo que em 1989 pode ser correlacionada a menor média, pois foi evento foi classificado com de forte intensidade. O que reduz o volume de precipitação na Região Sul do Brasil.

Já na década de 90, teve-se como a maior média anual o ano de 1998 em que foi registrado *El Niño* de forte intensidade. E a menor média de chuva no ano de 1999, ano este de *La Niña*. Dos anos que vão de 2000 a 2012, obteve-se a maior média anual de chuva e umidade relativa do ar em 2002 e a menor média foi registrada em 2006, anos de *El Niño* sendo que em 2006 o fenômeno já havia reduzido seu padrão.

Analisando a série completa, pode-se constatar que no ano de 1989 foi o ano com a menor média de precipitação. Já a maior média de chuva se apresentou no ano de 2002, com aproximadamente 221,3 mm de chuva. E de todos os 50 anos estudados, o maior valor de precipitação diária foi no dia 17/04/1991 com total de 181 mm.

Levando em consideração os menores e maiores volumes médios anuais de precipitação, pode-se verificar que os meses em que são apresentados os menores valores médios de precipitação são: Dezembro e Janeiro enquanto os meses com maiores valores médios de precipitação são: Julho e Abril. Pois no verão, o trajeto das frentes frias se dá pelo ramo litorâneo, diminuindo sua influência sobre o município.

Pela distribuição anual do número de dias de chuva. Observou-se que na década de 60 e a partir do ano 2000, existe uma frequência praticamente uniforme de nº de dias com chuva. Mas em decorrência da inconsistência dos dados das décadas de 70, 80 e 90, não se pode realizar uma análise mais aprofundada.

Em relação aos valores vistos de umidade relativa do ar, e que a Organização Mundial de Saúde (OMS) aponta que os valores ideais de umidade relativa do ar encontram-se na faixa de 40% a 70%. Observou-se que pelo município de Candiota manter um regime de precipitação praticamente constante durante todo o ano, os valores de UR permanecem dentro da média climatológica, não ultrapassando os limites médios entre 48% e 87,3%. Sendo que as médias sazonais não ficam abaixo dos 65% de UR.

Através de todas essas informações, conclui-se que o município de Candiota mantém um regime climático do tipo subtropical pouco úmido com inverno frio e verão fresco. Sendo uma área com maior influência dos sistemas polares e com menor participação dos sistemas tropicais conjugados com a influência do relevo e da corrente fria das Malvinas. Os sistemas frontais são responsáveis pela maior parte das precipitações. E o quadrante predominante do vento de direção nordeste e leste ocorrem por influência direta do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul. O regime de chuva anual é em torno de 1400 mm e a temperatura média fica entre 17°C e 20°C.

De acordo com o exposto acima, a região não apresenta condições meteorológicas extremas capazes de ocasionar impactos ao longo da vida útil do empreendimento.

5.3.6.3. Qualidade do ar

Foram relacionados os dados meteorológicos com os dados de qualidade do ar e apresentados detalhadamente quais os fenômenos atmosféricos favoráveis e desfavoráveis para a dispersão de poluentes. As informações relacionadas aos dados de qualidade do ar, foram obtidas das estações já existentes na região, de propriedade da CGTEE. Para os poluentes SO₂, NO_x e MP, foram considerados para esta parte do trabalho os últimos 3 anos de monitoramento. Considerando os dados de qualidade do ar obtidos e tratados, os períodos de violação dos padrões primários ou secundários e os episódios agudos de poluição do ar, uma análise mais detalhada dos dias foi realizada, com base na Resolução CONAMA nº03/1990.

Os dados utilizados foram tratados em planilhas e gráficos, acompanhados de uma discussão relacionada a bacia aérea local, a rede de monitoramento existente na região, a qualidade dos dados e a necessidade de modernização e/ou ampliação da rede de monitoramento.

Foram elaborados gráficos com os índices de qualidade do ar, conforme metodologia estabelecida pela CETESB, apresentada no TR (setembro de 2013), identificando, os níveis de qualidade do ar atingidos (boa, regular, inadequada, má e péssima), bem como uma discussão relacionado aos mesmos.

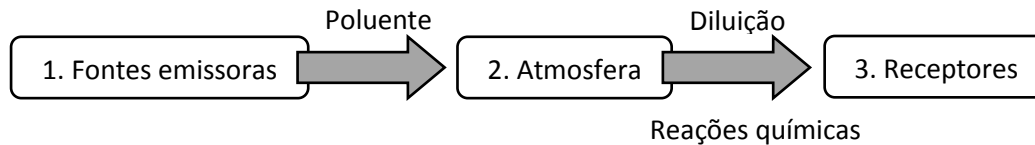
Uma maneira para definir a poluição do ar consiste em um estado da atmosfera na qual substâncias estão presentes em concentrações maiores que em um ambiente normal (atmosfera limpa). A concentração de um poluente é a razão entre a quantidade ou a massa deste e o volume da solução em que esse composto se encontra dissolvido, que neste estudo é o ar. Esta concentração vai depender da taxa em que este poluente é emitido e o estado que se encontra a atmosfera. As substâncias poluidoras podem ser de origem natural, ou elementos químicos compostos antropogênicos no estado gasoso, líquido ou sólido que são capazes de permanecer no ar.

O conhecimento sobre a poluição atmosférica bem como as ferramentas capazes de quantificar os impactos das diversas fontes de poluição evoluíram significativamente durante os últimos anos. A análise da poluição atmosférica pode ser dividida em três etapas fundamentais: 1) a emissão dos poluentes primários, 2) o transporte, a dispersão e a transformação dos poluentes que atuam na atmosfera e 3) a interação com o receptor (homem, vegetais, materiais, etc.).

A contínua emissão de gases poluentes, segundo Branco (2004), exige um estudo frequente da qualidade do ar que respiramos bem como dos efeitos de cada poluente em particular. De fato, sempre existirá na atmosfera, uma “mistura de gases”, no entanto, essa mistura pode não ser adequada à manutenção da vida em condições ideais, é o que ocorre quando o ar está poluído.

A problemática da poluição do ar, segundo Seinfeld (1986) esquematiza-se basicamente como um sistema constituído de três componentes dispostos da seguinte maneira:

Figura 5.76 - Diagrama ilustrativo do problema da Poluição do Ar (adaptado de Seinfeld, 1986).



Os poluentes são produzidos e emitidos para a atmosfera, pelos diversos tipos de fontes antropogênicas ou naturais. A atmosfera funciona como um meio de transporte, onde ocorrem as interações sob o ponto de vista físico denominado diluição, e químico conhecidas como reações químicas. A detecção será estabelecida determinando-se a concentração do poluente nos receptores, ou seja, mensura-se o grau de exposição dos receptores, que podem ser instrumentos, seres humanos, animais, plantas ou materiais.

Devido à grande emissão de poluentes na atmosfera e de sua diversidade, consequência do aumento da queima de combustíveis fósseis, da circulação de veículos, do desenvolvimento industrial, do crescimento populacional, e seus reflexos negativos sobre a saúde e o meio ambiente, bem como episódios críticos de poluição do ar em várias partes do mundo, tornou-se evidente aos governos e à comunidade científica que a contaminação atmosférica poderia trazer consequências muito graves. Surge então a necessidade de se estabelecer um limite tolerável para a emissão de poluentes no ar, sem que isso cause mal a saúde humana.

Baseados em estudos científicos; onde foram determinados os vários níveis de exposição aos diversos poluentes e seus respectivos efeitos sobre a saúde; fixados em níveis que propiciem uma adequada margem de segurança, estabeleceram-se os padrões de qualidade do ar.

Um padrão de qualidade do ar define legalmente um limite máximo para a concentração de um componente atmosférico, garantindo a proteção da saúde e do bem-estar das pessoas. Através da resolução nº 03 de 28/06/1990, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabeleceu Padrões Nacionais de Qualidade do Ar (PNQA), objetivando controlar e recuperar a qualidade do ar, prevenindo sua degradação. Foram estabelecidas as concentrações máximas de cada poluente existente na atmosfera, sem que os mesmos causem problemas à saúde humana ou danos à flora, à fauna ou ainda a alguns materiais distintos.

Nesta resolução foram definidos dois tipos de padrões de qualidade do ar: os padrões primários e os secundários.

- Padrões Primários de qualidade do ar: são as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população. Podem ser entendidos como níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos, constituindo-se em metas de curto e médio prazo.
- Padrões Secundários de qualidade do ar são as concentrações de poluentes atmosféricos abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem estar da população, assim como o mínimo dano à fauna e à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral. Podem ser entendidos como níveis desejados de concentração de poluentes, constituindo-se em meta de longo prazo. O objetivo do estabelecimento de padrões secundários é de que através deste mecanismo legal seja possível prevenir a degradação da

qualidade do ar, sendo aplicados às áreas de preservação como: parques nacionais, áreas de proteção ambiental, etc.

Os poluentes atmosféricos regulamentados pelo CONAMA, bem como os utilizados como parâmetros de referencia neste trabalho, são apresentados na Figura 5.77 – Distribuição espacial das estações da rede de monitoramento da qualidade do ar da CGTEE.

Quadro 5.124 - Padrões Nacionais de Qualidade do Ar (resolução CONAMA nº 3, de 28/06/90).

Poluente	Tempo de amostragem	Padrão primário $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Padrão secundário $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Partículas totais em suspensão (PTS)	24 horas ⁽¹⁾	240	150
	MGA ⁽²⁾	80	60
Partículas inaláveis (PI)	24 horas ⁽¹⁾	150	150
	MAA ⁽³⁾	50	50
Fumaça	24 horas ⁽¹⁾	150	100
	MAA ⁽³⁾	60	40
Dióxido de Enxofre ** (SO ₂)	24 horas ⁽¹⁾	365	100
	MAA ⁽³⁾	80	40
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	1 hora ⁽¹⁾	320	190
	MAA ⁽³⁾	100	100
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora ⁽¹⁾	40.000	40.000
		35ppm	35ppm
	8 horas ⁽¹⁾	10.000	10.000
		9ppm	9ppm
Ozônio (O ₃)	1 horas ⁽¹⁾	160	160

⁽¹⁾ Não deve ser excedido mais do que uma vez ao ano.

⁽²⁾ Média Geométrica Anual.

⁽³⁾ Média Aritmética Anual.

** Poluente que servirá como parâmetro de quantificação do nível de poluição do ar neste estudo.

O impacto ambiental das emissões de poluentes, decorrentes da combustão do carvão mineral está associado aos processos de dispersão do material na atmosfera. Diversos estudos têm salientado que a influência da concentração de uma determinada substância na atmosfera varia no tempo e no espaço em função de reações químicas e/ou fotoquímicas, dos fenômenos de transporte, fatores meteorológicos e da topografia da região.

Para verificar a qualidade do ar na área de estudo, foi realizado um levantamento das informações existentes na região (Quadro 5.125), a Eletrobrás CGTEE, monitora desde outubro de 2011 a qualidade do ar, a qualidade da chuva e as condições meteorológicas em uma área de aproximadamente 3600km², que apresenta influência direta da Usina Termelétrica Presidente Médici - Candiota II e Candiota III.

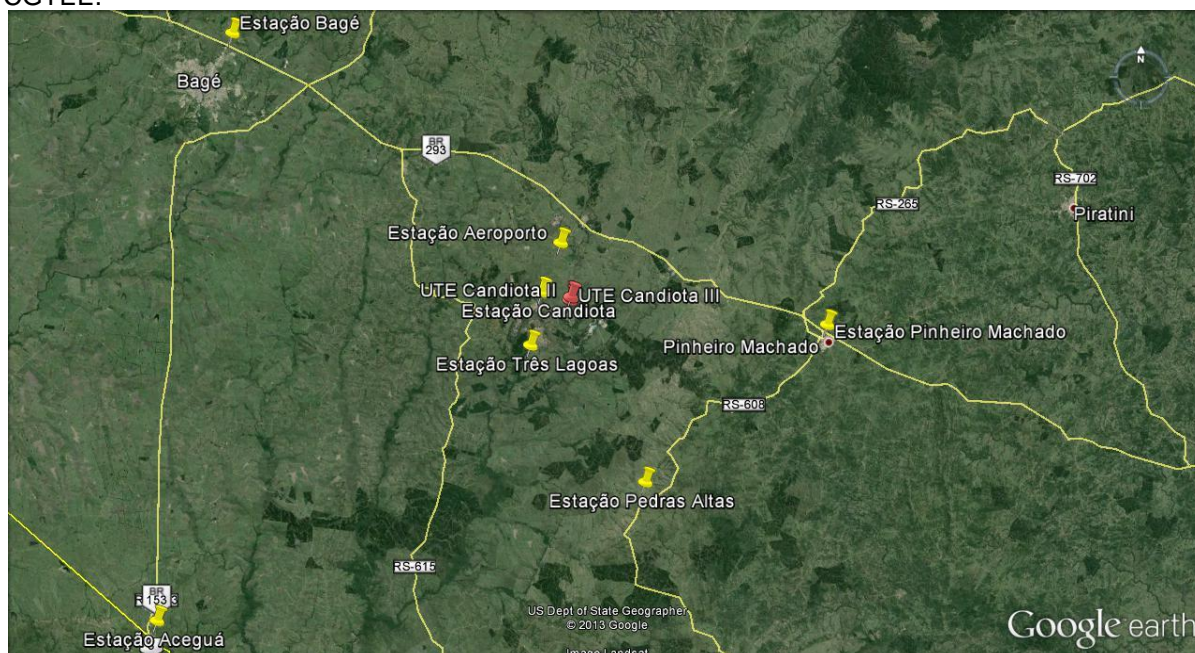
Tal área abrange todo o município de Candiota e ainda total ou parcialmente os municípios vizinhos de Hulha Negra, Pedras Altas, Pinheiro Machado, Bagé, Aceguá (Aceguá (Sede) e Colônia Nova). No Quadro 5.125 e na Figura 5.77, encontram-se respectivamente as coordenadas geográficas de cada ponto da rede

de monitoramento, e a vista espacial das estações instaladas na região de influência do Complexo Termelétrico de Candiota, tais informações foram disponibilizadas para compor este estudo pela Eletrobrás CGTEE.

Quadro 5.125 - Coordenadas da localização da Rede de Monitoramento da ELETROBRAS CGTEE - Companhia de Geração de Energia Elétrica.

Estação	Latitude	Longitude
Aeroporto	31°29'42.80"S	53°41'38.00"W
Candiota	31°32'35.77"S	53°42'55.87"W
Três Lagoas	31°35'42.30"S	53°43'42.70"W
Aceguá	31°51'51.85"S	54° 9'43.71"W
Pedras Altas	31°43'43.25"S	53°35'45.36"W

Figura 5.77 – Distribuição espacial das estações da rede de monitoramento da qualidade do ar da CGTEE.



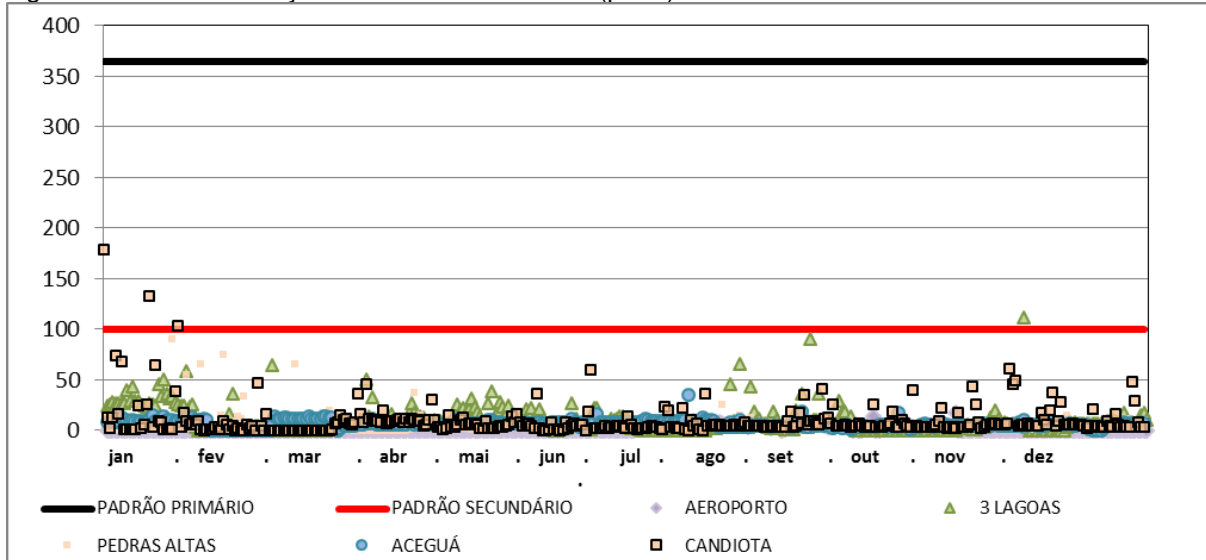
De acordo com as informações das estações de qualidade do ar, e as informações meteorológicas é possível avaliar a relação existente entre os diferentes sistemas atmosféricos e os índices de qualidade do ar. Através dos Quadros 5.126 a 5.129 e das figuras 5.78 a 5.81, a seguir é possível verificar os dez máximos valores de concentração dos poluentes dióxido de enxofre (SO₂) e dióxido de nitrogênio (NO₂) no período de 2012 e 2013. Uma breve descrição dos principais sistemas meteorológicos e as condições de tempo atuantes, de forma geral, é apresentada para os dias de maiores concentrações.

Quadro 5.126 - Dez maiores valores de concentrações de SO₂ para o ano de 2012.

Aeroporto	Três Lagoas	Pedras Altas	Aceguá	Candiota
25/10 = 18,0	18/11 = 112,2	24/01 = 90,9	23/07 = 17,9	01/01 = 179
26/09 = 13,9	04/09 = 90,9	11/02 = 75,0	01/09 = 18,6	17/01 = 132,7
02/09 = 11,6	10/08 = 65,6	03/02 = 65,5	05/10 = 17,1	27/01 = 103,2
01/09 = 10,6	28/02 = 65,1	03/02 = 65,5	21/06 = 16,0	05/01 = 73,6
31/08 = 9,8	29/01 = 58,3	29/01 = 55,3	17/01 = 15,0	07/01 = 67,9

05/09 = 9,2	01/04 = 50,8	18/04 = 37,2	17/03 = 14,5	19/01 = 64,7
30/08 = 8,3	21/01 = 50,7	04/08 = 25,6	21/01 = 14,4	14/11 = 61,6
03/08 = 8,1	19/01 = 46,3	19/03 = 19,4	12/03 = 14,2	20/06 = 60,2
06/07 = 7,6	07/08 = 46,0	10/08 = 15,7	29/02 = 13,7	16/11 = 49,2
24/07 = 7,5	14/08 = 43,4	03/12 = 15,6	28/07 = 13,3	27/12 = 48,3

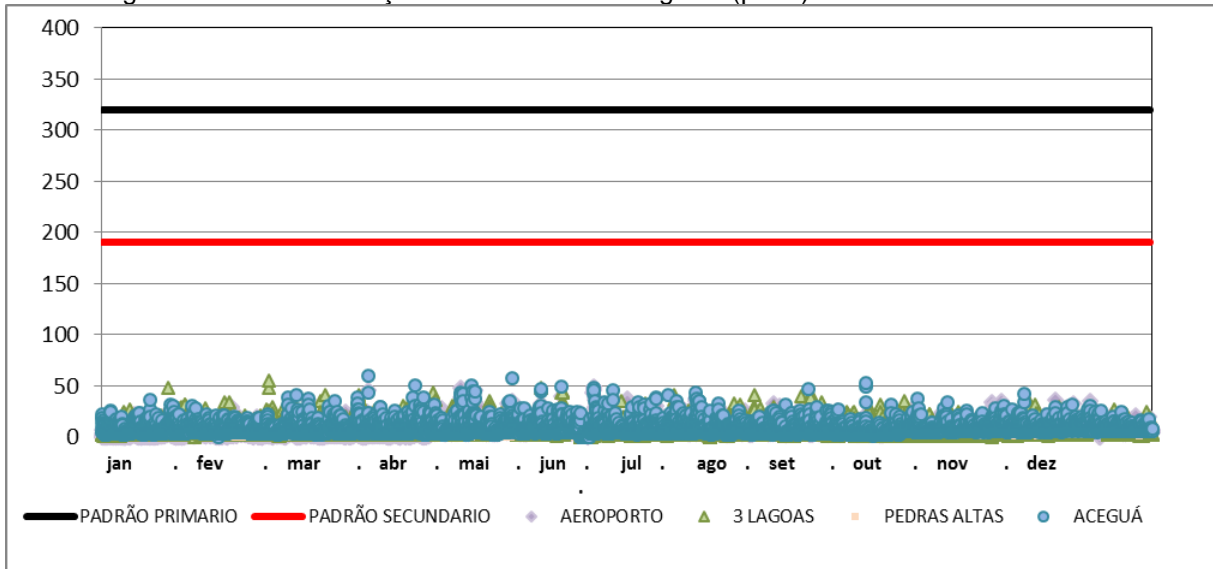
Figura 5.78 - Concentração de dióxido de enxofre (μm^3) ano/2012.



Quadro 5.127 - Dez maiores valores de concentrações de NO_2 para o ano de 2012.

Aeroporto	Três Lagoas	Pedras Altas	Aceguá	Candiota
19/06 = 49,8	28/02 = 55,6	09/05 = 16,9	22/08 = 42,7	02/04 = 60,3
20/06 = 48,1	28/02 = 48,5	03/10 = 16,8	21/07 = 33,0	22/05 = 57,9
04/05 = 47,8	01/06 = 48,5	09/05 = 16,2	21/07 = 27,9	22/09 = 52,4
20/06 = 47,2	23/01 = 47,7	18/04 = 15,0	09/06 = 25,0	08/05 = 50,7
02/04 = 46,0	09/06 = 44,3	31/05 = 14,9	02/05 = 24,8	18/04 = 50,6
09/05 = 45,7	08/06 = 44,0	18/07 = 14,8	17/08 = 23,8	08/06 = 49,4
20/06 = 45,5	09/06 = 44,0	28/06 = 14,6	17/08 = 23,6	22/09 = 48,9
19/06 = 43,6	25/04 = 43,6	12/02 = 14,4	07/07 = 23,2	20/06 = 47,7
08/05 = 41,8	03/09 = 42,5	06/06 = 14,3	08/06 = 22,5	01/06 = 47,2
-	18/03 = 41,0	06/02 = 14,3	25/07 = 22,5	02/09 = 47,2

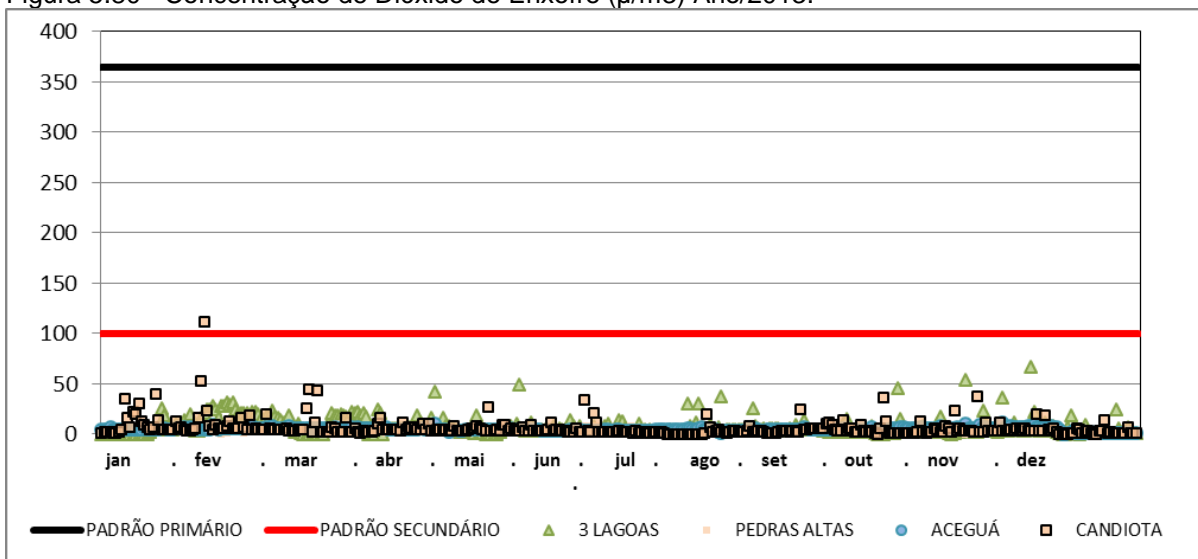
Figura 5.79 - Concentração de Dióxido de Nitrogênio (μm^3) Ano/2012.



Quadro 5.128 - Dez maiores valores de concentrações de SO_2 para o ano de 2013.

Aeroporto	Três Lagoas	Pedras Altas	Aceguá	Candiota	MPX
06/10 = 25,4	24/11 = 66,8	25/03 = 10,3	14/11 = 11,4	06/02 = 111,6	26/08 = 62,2
05/10 = 17,5	01/11 = 54,5	31/07 = 9,9	28/04 = 10,3	05/02 = 52,7	21/08 = 49,2
19/09 = 10,9	28/05 = 49,1	24/06 = 8,6	01/11 = 10,2	15/03 = 44,1	10/01 = 24,4
26/11 = 8,8	08/10 = 45,7	01/08 = 8,4	25/11 = 9,8	18/03 = 43,4	27/08 = 24,0
10/08 = 8,1	28/04 = 42,3	21/06 = 8,2	09/02 = 9,1	20/01 = 39,4	09/01 = 23,9
26/08 = 7,5	07/08 = 37,9	06/07 = 7,9	06/11 = 8,8	05/11 = 38,0	25/08 = 23,3
24/10 = 7,4	14/11 = 36,1	27/07 = 7,8	01/12 = 8,7	03/10 = 36,9	09/04 = 22,3
28/12 = 7,2	16/02 = 31,3	20/06 = 7,6	02/03 = 8,5	09/01 = 35,6	28/08 = 19,3
27/10 = 6,9	14/02 = 31,2	16/09 = 7,5	24/11 = 8,3	20/06 = 34,5	08/08 = 19,3
15/10 = 6,2	30/07 = 30,7	15/06 = 7,4	23/02 = 8,0	14/01 = 30,6	14/01 = 18,6

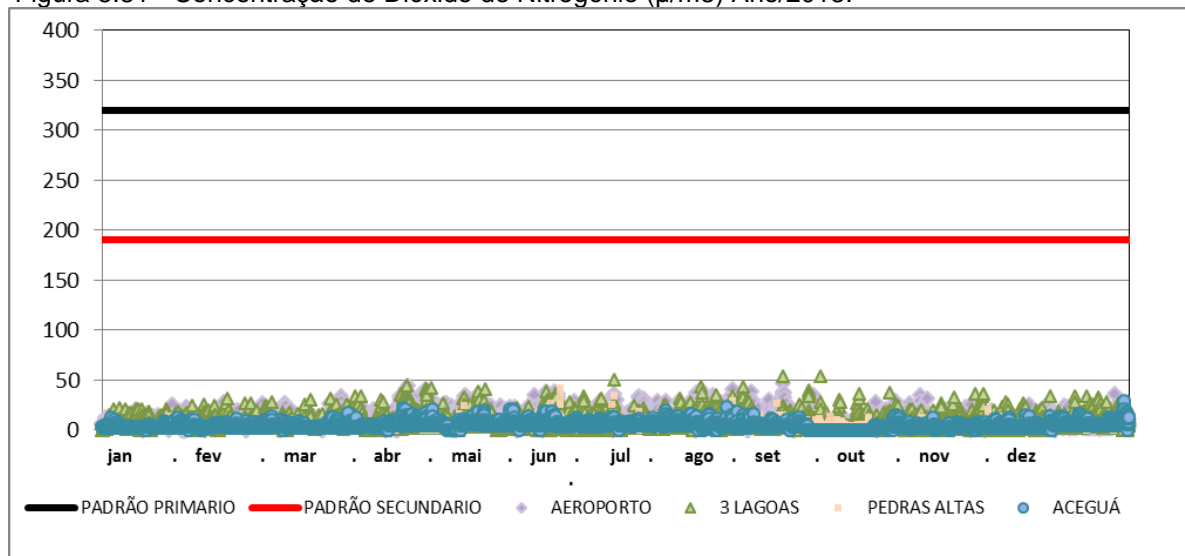
Figura 5.80 - Concentração de Dióxido de Enxofre (μm^3) Ano/2013.



Quadro 5.129 - Dez maiores valores de concentrações de NO₂ para o ano de 2013.

Aeroporto	Três Lagoas	Pedras Altas	Aceguá	Candiota
30/08 = 46,4	13/09 = 54,3	12/06 = 41,9	30/12 = 29,8	17/08 = 52,7
19/04 = 44,5	30/08 = 53,8	12/06 = 35,5	29/12 = 25,3	24/04 = 49,2
01/08 = 41,7	01/07 = 50,9	02/07 = 35,2	30/12 = 24,7	10/06 = 45,2
18/04 = 41,0	19/04 = 44,7	02/07 = 34,0	10/08 = 23,4	19/06 = 43,7
25/04 = 41,0	18/04 = 44,4	13/08 = 29,3	17/04 = 22,8	01/08 = 43,3
12/08 = 40,6	01/08 = 44,0	12/06 = 27,6	30/12 = 21,6	20/06 = 42,6
19/04 = 39,2	16/08 = 43,4	09/06 = 27,1	25/05 = 21,5	26/04 = 41,8
10/06 = 38,8	28/04 = 41,7	28/08 = 26,7	18/04 = 21,3	01/08 = 41,3
19/08 = 38,8	16/05 = 41,0	01/07 = 26,1	28/04 = 21,1	30/08 = 41,1
31/08 = 38,8	26/04 = 40,6	12/06 = 25,7	27/05 = 21,1	14/05 = 40,3

Figura 5.81 - Concentração de Dióxido de Nitrogênio (µ/m³) Ano/2013.



Através das Figuras (5.78 a 5.81) e Quadros (5.126 a 5.129) ilustradas anteriormente, é possível observar que de maneira geral, os valores de concentrações medidos pelos equipamentos de qualidade do ar encontram-se abaixo dos padrões de qualidade do ar exigidos pela legislação, onde o padrão primário em nenhum dos casos é ultrapassado. De acordo com a resolução CONAMA nº 3, o padrão secundário de qualidade do ar, Quadro 5.124, para o poluente SO₂, foi ultrapassado três dias na estação de Candiota, e um dia na estação Três Lagoas. Quando consideramos o poluente NO₂ este não ultrapassa os padrões de qualidade do ar em nenhum dos dois anos considerados.

Processos de emissão, transporte e deposição de poluentes na atmosfera, têm dinâmica complexa. Além disto, somam-se fatores meteorológicos, como: direção do vento, temperatura, umidade relativa, intensidade de radiação solar, entre outros. Portanto estudos da composição atmosférica requerem uma análise multidisciplinar (SILVA, 2005).

Estudos como Setzer et al. (1980) e Abreu (1984), realizam avaliações das relações entre parâmetros meteorológicos e índices de poluição. E diagnosticam que altos índices de poluição ocorrem na presença de anticiclones pós-frontais. Ou seja, sistemas de alta pressão que se deslocam atrás de um sistema frontal, da direção leste para oeste, acarretando ventos calmos de noroeste. Com baixa umidade e ausência de dias chuvosos.

Os sistemas de alta pressão são responsáveis por causar subsidência do ar, e conseqüentemente configurando a atmosfera como estável, sem a presença (ou com pouca) de nebulosidade. A subsidência do ar significa a descendência de ar mais frio de níveis superiores, para os mais baixos da atmosfera. Este processo dificulta a convecção em superfície, o que impede a formação de nebulosidade.

Para o estudo da relação meteorologia e qualidade do ar, foram utilizadas cartas sinóticas do Grupo de Previsão de Tempo (GPT/CPTEC/INPE), imagens realçadas do satélite GOES-13, disponibilizadas pelo Departamento de Satélites e Sistemas Ambientais (DSA/CPTEC/INPE) e dados da estação meteorológica de superfície do município de Bagé, adquiridas no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para os dias onde ocorreram as maiores concentrações de poluentes, discutidas com mais detalhes no Termo de Referência de Dispersão dos Poluentes que compõem este estudo.

De forma geral, foi observado que em todo período, onde foram observados os valores mais altos de concentração de SO₂ e NO₂ nas estações de qualidade do ar, houve atuação de sistemas de alta pressão (anticiclones) sobre o estado do Rio Grande do Sul e oceanos Pacífico e Atlântico.

Os sistemas observados sobre o continente nos dias citados foram anticiclones pós-frontais (que ocorrem após a passagem de frentes frias). Estes anticiclones também são conhecidos como massas de ar seco, responsáveis por diminuir a umidade, e deixar os ventos fracos. Características estas que também foram observadas pelos autores mencionados anteriormente, em seus respectivos estudos.

Já sobre os oceanos observou-se a presença de Altas Subtropicais do Atlântico Sul (ASAS) e do Pacífico Sul (ASPS) que também são sistemas de alta pressão localizados em torno de 30° de latitude. Estes são responsáveis por inibir a entrada de frentes frias, causando inversão térmica e auxiliam a estagnação de poluentes no sudeste e sul do Brasil.

A análise dos dados da estação meteorológica convencional de Bagé (a mais próxima da cidade de Candiota) visa verificar o comportamento pontual da atmosfera na região, a fim de se ter uma visão mais precisa de como os sistemas observados pelas imagens de satélite e cartas sinóticas influenciaram a cidade (ou suas proximidades). Além disto, pode-se perceber a reação das variáveis meteorológicas com a presença dos sistemas observados nos dias mostrados nos Quadros 5.126 a 5.129.

Como já mencionado, nas datas em que ocorreram as maiores concentrações de poluentes, o estado do Rio Grande do Sul estava sobre influência de sistemas de alta pressão, não sendo observadas variações muito bruscas de tempo.

Nos dias com maiores valores de concentração dos dois poluentes mostrados nos Quadros anteriores (01 e 17/01 SO₂, 02/04 e 22/05 NO₂ de 2012; 05 e 06/02 SO₂, 17/08 e 24/04 NO₂ de 2013) observou-se que a direção do vento manteve-se, na maior parte do tempo, de sudeste, devido à passagem de frentes frias (que ocorreram nos dias anteriores a cada análise) e que tinham, em suas respectivas retaguardas, um anticiclone pós-frontal. Nos casos em que o vento estava na

direção nordeste (norte), observou-se a presença de ASAS e ASPS ou massas de ar seco, que impediam o deslocamento de sistemas frontais que poderiam atuar no estado.

De acordo com os dados da estação, a umidade manteve-se baixa, em todos os dias comentados, indicando a falta de nebulosidade. Estas características apontam que os sistemas de alta pressão atuavam sobre a cidade de Bagé. A radiação solar nestes casos apresentou valores elevados devido à falta de nebulosidade causada pelos sistemas frontais.

Com a análise sinótica é possível constatar que em todos os casos onde ocorreram os maiores valores de concentração, a cidade de Bagé estava sobre influência de sistemas de alta pressão. Desta forma pode-se certificar que estes sistemas influenciaram de forma direta a ocorrência dos altos valores de concentração dos poluentes, já que as características meteorológicas observadas nestes dias concordaram com as apresentadas na literatura. Entre as características, a falta de precipitação, os baixos valores de umidade, os ventos fracos, não viabilizam a dispersão dos poluentes para grandes distancias.

O modelo de boletim para divulgação dos dados à população local será elaborado e distribuído de acordo com normativas da FEPAM.

5.3.6.3.1. Avaliação de Impactos

Os dados utilizados para a avaliação dos impactos sobre a qualidade do ar resultaram do estudo de dispersão atmosférica, apresentado no Volume 9, conforme Termo de Referência próprio.

O estudo de dispersão aborda os padrões da qualidade do ar atual, baseado nas estações de monitoramento disponíveis na região do empreendimento, padrões de emissão e a caracterização climática.

Conforme sugerido no Termo de Referência, para o estudo foi utilizado o modelo de dispersão atmosférica AEROMOD. Para as simulações foram considerados os cenários indicados abaixo:

- Cenários para 5 anos (2009-2010-2011- 2012 e 2013), carga operacional de 100 % de todas as fontes em operação e projetadas;
- Pior cenário de modelagem - ano 2010 - ute pampa sul, carga operacional de 60 %;
- Cenários críticos menor e maior temperatura atmosférica, carga operacional para todas as fontes de 100%;
- Cenários variando configuração do terreno;
- Cenários variando a malha proposta.

Para a identificação e avaliação dos impactos sobre a qualidade do ar, durante a fase de operação da usina, foram considerados os resultados obtidos para os cenários com carga operacional de 100 % e o pior cenário. Foram avaliados como poluentes atmosféricos o material particulado (PM₁₀), o dióxido de nitrogênio (NO₂) e o dióxido de enxofre (SO₂).

De forma geral, os resultados do estudo realizado, com base nas emissões dos poluentes emitidos por fontes já existentes na região e fontes licenciadas, mostram que as concentrações obtidas através da modelagem atmosférica, para a área de estudo, no período dos últimos cinco anos, ultrapassa uma única vez o padrão secundário da resolução CONAMA, para o poluente SO₂; este valor foi da

ordem de $107 \mu\text{g}/\text{m}^3$, enquanto que o padrão secundário para o SO_2 é de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Os poluentes MP e NO_2 , em nenhuma vez ultrapassaram o padrão secundário. Quando comparados os resultados obtidos pelos cenários com ou sem a fonte da UTE PampaSul, os resultados evidenciam que a UTE Pampa Sul, não vai interferir nas concentrações já existentes na região, sendo mínimo o impacto local com a implantação deste empreendimento. Além do exposto acima, outros fatores contribuem para este fato:

- A localização prevista para a instalação da UTE Pampa Sul é favorável quando comparamos a distância e influência da pluma de dispersão com os outros empreendimentos instalados na região, suas emissões não vão sobrepor os valores de concentrações já existentes;
- Conforme demonstrado através da rosa dos ventos e das isolinhas de concentração, os efeitos locais favorecem a dispersão dos poluentes na área de estudo, tem predomínio de ventos mais intensos favorecendo a dispersão dos poluentes na região;
- As simulações com a UTE Pampa Sul isolada, em nenhum dos cenários estudados, ultrapassou os padrões de qualidade do ar, para os poluentes NO_2 , PM_{10} e SO_2 , em todos cenários os valores de concentração estiveram bem abaixo dos padrões secundários de qualidade do ar sugerido pelo CONAMA.

A seguir serão descritos e valorados os impactos sobre a qualidade do ar que resultaram do estudo de dispersão atmosférica, apresentado no Volume 9 deste estudo.

a) Alteração na qualidade do ar - odores e visibilidade

a.1) Descrição e valoração do impacto

O impacto ambiental das emissões de poluentes, decorrentes da combustão do carvão mineral está associado aos processos de dispersão do material na atmosfera. Diversos estudos têm salientado que a influência da concentração de uma determinada substância na atmosfera varia no tempo e no espaço em função de reações químicas e/ou fotoquímicas, dos fenômenos de transporte, fatores meteorológicos e da topografia da região.

Ao longo das pesquisas, o material particulado fino ($\text{PM}_{2,5}$), mostram seu perigo caso sejamos expostos à uma concentração significativa resultando danos à saúde humana. O CONAMA não estabelece padrões de qualidade do ar para este poluente. A EPA (*United States Environmental Protection Agency*) contribuiu para que fosse elaborado um padrão de qualidade do ar específico para esta fração do particulado inalável (Quadro 17). Assim como a EPA, a *World Health Organization* (WHO) também estipulou valores padrões para qualidade do ar destas partículas inaláveis: fino ($\text{PM}_{2,5}$) e grosso (PM_{10}).

Os poluentes atmosféricos, no que diz respeito a qualidade do ar, regulamentados pelo CONAMA, bem como os utilizados como parâmetros neste trabalho, são apresentados no Quadro 5.130 e os níveis de alertas encontram-se no Quadro a seguir.

Quadro 5.130 - Padrões Nacionais de Qualidade do Ar, níveis de alerta.

Parâmetros	Atenção	Alerta	Emergência
Partículas totais em Suspensão ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)- 24h	375	625	875
Partículas Inaláveis ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)- 24h	250	420	500
SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)- 24h	800	1600	2100
NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)- 1h	1130	2260	3000

Fonte: Resolução CONAMA nº 3, de 28/06/1990.

Quadro 5.131 - Padrões de Qualidade do Ar.

Poluente	Tempo de exposição	Padrão ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
PM ₁₀	1 ano	20
	24h	50
PM _{2,5}	1 ano	10
	24h	25

Fonte: World Health Organization, 2008.

Os níveis de NO₂ e SO₂ que poderiam provocar odores, quando comparados com os padrões de qualidade do ar, níveis de alerta (CONAMA nº 3/1990) ficaram abaixo dos valores de concentração obtidos através da modelagem numérica. Para o SO₂, considerando as fontes (CGTEE, MPX, Seival e Pampa Sul) os níveis detectados para o período de 24 horas em todos os cenários para o período 2009-2013, foram da ordem de 90,85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e para o NO₂ os máximos valores 1 hora foram da ordem de 139,81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Em relação a visibilidade (material particulado), considerando as fontes (CGTEE, MPX, Seival e Pampa Sul) os níveis detectados para o período de 24 horas em todos os cenários, para o período 2009-2013, foram da ordem de 14,76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Atributo	Característica	Valor atribuído igual
Forma	Direta	2
Duração	Permanente	2
Temporalidade	Curto prazo	2
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Regional	2
Soma		9

Magnitude	Valor atribuído
Insignificante	1

Probabilidade	Valor atribuído
Baixa	1

A natureza deste impacto é negativa, portanto, admite-se o valor -1.

Relevância = $-1 \times (9 \times 1 \times 1) = -9$ (está situado na faixa de muito pequena relevância)

a.2) Medidas recomendadas

Em relação aos padrões de qualidade do ar, cabe ressaltar que a região de Candiota, já conta com uma rede de monitoramento de propriedade da Eletrobrás CGTEE.

No entanto, para minimizar o impacto decorrente da emissão atmosférica, incluindo o monitoramento dos níveis de NO₂ e SO₂ que poderiam provocar odores, recomenda-se, além da aplicação do Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar, a instalação de mais uma estação de qualidade do ar completa, acompanhada de uma estação meteorológica de superfície. Esta estação, além das informações convencionais, já existente nas demais, deverá fornecer informações dos parâmetros micrometeorológicos, tais como medidas dos fluxos turbulentos, através destes é possível calibrar e desenvolver novos métodos e modelos diagnósticos de dispersão de poluentes.

a.3) Reavaliação da relevância do impacto em presença das medidas recomendadas

O grau de resolução obtido tende a ser alto (valor 1), visto que a implantação das medidas recomendadas irá ampliar a rede de monitoramento da qualidade do ar já existente na região.

Dessa forma, a classificação final do impacto, após a implantação das medidas recomendadas, é considerada de muito pequena relevância (valor -9).

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Alto	1
Classificação final	Muito pequena relevância	-9

b) Concentração de poluentes no solo

b.1) Descrição e valoração do impacto

Através dos resultados apresentados no estudo da dispersão atmosférica (Volume 9) pode-se verificar que a pluma de dispersão da UTE Pampa Sul, não sobrepõem e nem interfere nos valores de concentrações já existentes na região. Isto é verificado quando comparamos os diferentes cenários de fonte, para todo o período 2009-2013, modelados com o AERMOD, para os poluentes MP, NO₂ e SO₂. Os valores de concentração foram obtidos considerando a fonte Pampa Sul isolada, todas as fontes consideradas no estudo (CGTEE, MPX, SEIVAL, Pampa Sul) e considerando todas as fontes sem a UTE Pampa Sul. Através deste último cenário de fonte, foi possível identificar a influência da implementação da UTE Pampa Sul na região de estudo, correspondente ao poluente material particulado, mostrados no quadro a seguir.

Quadro 5.132 — Média de 24 horas, concentração de MP.

Ano	Pampa_isolada µg/m ³	Todas as fontes µg/m ³	Todas s/ UTE Pampa µg/m ³
2009	1,74	16,62	13,61
2010	1,97	16,7	16,65
2011	1,7	12,37	12,35
2012	1,83	13,429	13,423
2013	1,82	14,69	14,63

Verifica-se que as concentrações de material particulado, em todas as condições de modelagem, ficam muito abaixo dos padrões de qualidade do ar. Quanto a influência das concentrações obtidas da UTE Pampa Sul, na área de

estudo, é evidente que a mesma contribui com concentrações muito insignificantes, quando comparado aos padrões de qualidade do ar.

Quando comparados os resultados de concentração de NO₂, com e sem a UTE Pampa Sul para o máximo valor de 1 hora, a diferença é muito baixa, aproximadamente 1 µg/m³ para os anos de 2009, 2011, 2012 e 2013, e de 6 µg/m³, para o ano de 2010.

O Quadro 5.133 corresponde ao poluente NO₂, para o período de estudo compreendido entre 2009-2013.

Quadro 5.133 - Máximo de 1 hora, concentração de NO₂

Ano	Pampa_isolada µg/m ³	Todas as fontes µg/m ³	Todas s/ UTE Pampa µg/m ³
2009	111,53	140,6	139,13
2010	81,59	141,59	134,19
2011	103,37	137,8	136,5
2012	102,99	139,43	138,62
2013	93,03	139,67	138,42

Quando comparados os resultados de concentração de SO₂, com e sem a UTE Pampa Sul, para a média de 24 horas, a diferença é inexistente para os anos de 2010, 2011 e 2013, muito baixa para o ano de 2009, aproximadamente 1 µg/m³, e, para o ano de 2013, é da ordem de 4 µg/m³.

O Quadro 5.134 apresenta as médias de 24 horas, média mensal e média anual para o poluente SO₂.

Quadro 5.134 - Média 24 horas, concentração de SO₂.

Ano	Pampa_isolada (µg/m ³)	Todas as fontes (µg/m ³)	Todas sem UTE Pampa (µg/m ³)
2009	14,12	87,77	89,52
2010	15,83	107,82	107,29
2011	13,69	79,71	79,57
2012	14,24	84,85	84,84
2013	16,2	94,21	98,82

Os resultados do estudo realizado, com base nas emissões dos poluentes emitidos por fontes já existentes na região e fontes licenciadas, mostram que as concentrações obtidas através da modelagem atmosférica, no período dos últimos cinco anos, ultrapassa uma única vez o padrão secundário da resolução CONAMA, para o poluente SO₂. Este valor foi da ordem de 107 µg/m³, e ocorreu no ano de 2010, o padrão secundário para o SO₂ é de 100 µg/m³. Para os poluentes MP e NO₂, em nenhuma vez foi ultrapassado o padrão secundário. Quando comparados os resultados obtidos pelos cenários com ou sem a fonte da UTE Pampa Sul, os resultados deixam evidente que a UTE Pampa Sul, não interfere nas concentrações já existentes na região, e, portanto, o impacto local com a implantação deste empreendimento é mínimo.

Atributo	Característica	Valor atribuído igual
Forma	Direta	2
Duração	Permanente	2
Temporalidade	Curto prazo	2

Atributo	Característica	Valor atribuído igual
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Regional	2
Soma		9

Magnitude	Valor atribuído
Média	3

Probabilidade	Valor atribuído
Baixa	1

A natureza deste impacto é negativa, portanto, admite-se o valor -1.

Relevância = $-1 \times (9 \times 3 \times 1) = -27$ (está situado na faixa de muito pequena relevância)

b.2) Medidas recomendadas

Recomenda-se, além da aplicação do Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar, a instalação de uma estação de qualidade do ar completa, acompanhada de uma estação meteorológica de superfície.

b.3) Reavaliação da relevância do impacto em presença das medidas recomendadas

O grau de resolução tende a ser alto (valor 1), visto que a implantação das medidas recomendadas irá ampliar a rede de monitoramento da qualidade do ar já existente na região.

Dessa forma, a classificação final do impacto, após a implantação das medidas recomendadas, é considerada de muito pequena relevância (valor -27).

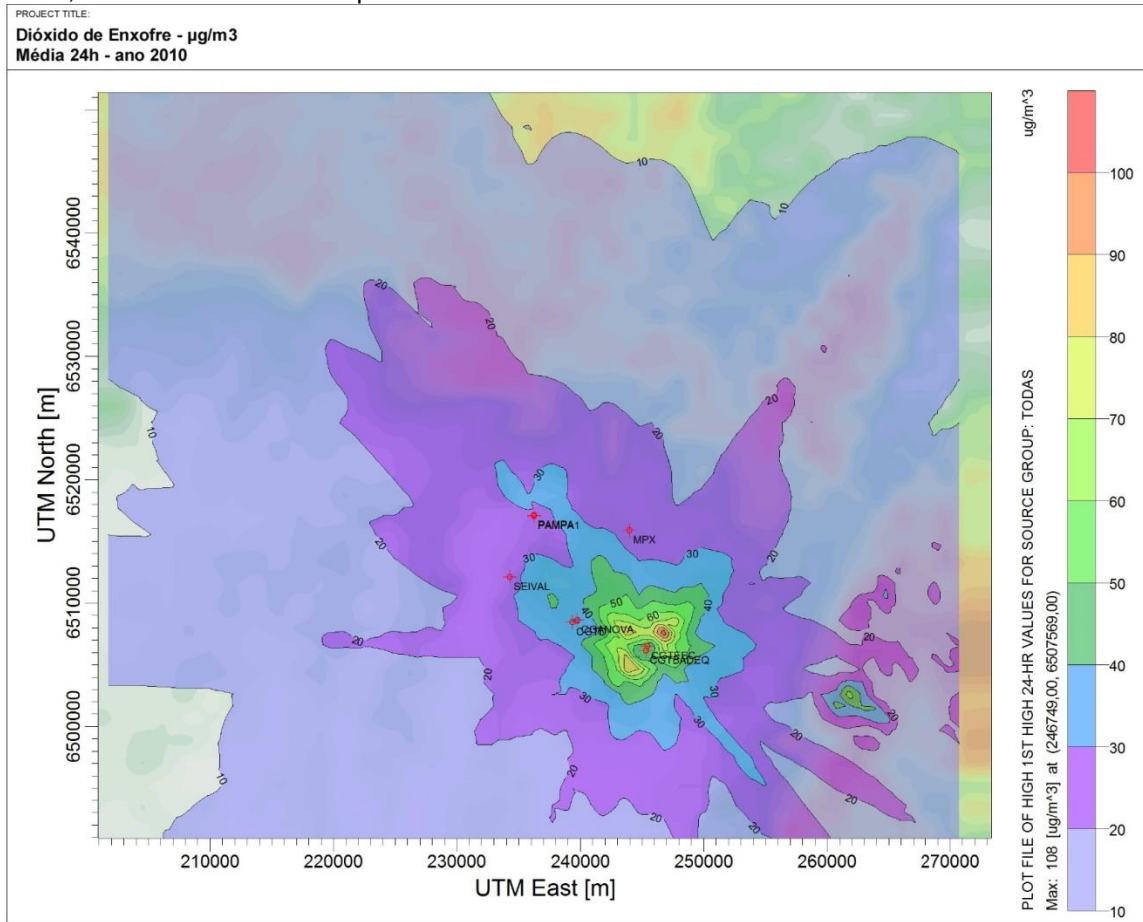
Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Alto	1
Classificação final	Muito pequena relevância	-27

c) Áreas com potencial de acidificação do solo

c.1) Descrição e valoração do impacto

A deposição úmida do SO₂ é um dos fatores que pode causar acidez no solo. A Figura 5.82 ilustra a concentração média de SO₂ para o período de 24 horas, considerando o ano de 2010, cenário mais crítico do período estudado.

Figura 5.82 - Concentração média de SO₂ para o período de 24 horas, considerando o ano de 2010, cenário mais crítico do período estudado.



Nestes locais de maior concentração (UTM X 246749.00 m/ Y 6507569.00 m), considerando todas as fontes de emissão (CGTEE, Seival, MPX e Pampa Sul), o máximo valor anual para o período de 24 horas, foi de 107,82 µg/m³.

Atributo	Característica	Valor atribuído igual
Forma	Direto	2
Duração	Temporária	1
Temporalidade	Longo prazo	1
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Regional	2
Soma		7

Magnitude	Valor atribuído
Médio	3

Probabilidade	Valor atribuído
Média	2

A natureza deste impacto é negativa, portanto, admite-se o valor -1.
 Relevância = -1 x (7 x 3 x 2) = -42 (está situado na faixa de pequena relevância).

a.2) *Medidas Recomendadas:*

Para mitigar e prevenir os impactos identificados recomendam-se as seguintes medidas:

- Uso de precipitadores eletrostáticos e dessulfurização com calcário.
- Aplicação do Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar e Programa de Monitoramento da Qualidade dos Solos;

c.3) *Reavaliação da relevância do impacto em presença das medidas recomendadas*

O grau de resolução tende a ser alto (valor 1), visto que a implantação das medidas recomendadas irá minimizar os efeitos da pluma sobre o solo.

Dessa forma, a classificação final do impacto, após a implantação das medidas recomendadas, é considerada de muito pequena relevância (valor -42).

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Alto	1
Classificação final	Muito Pequena relevância	-42

OBS.: O mesmo impacto foi avaliado no item relativo aos solos.

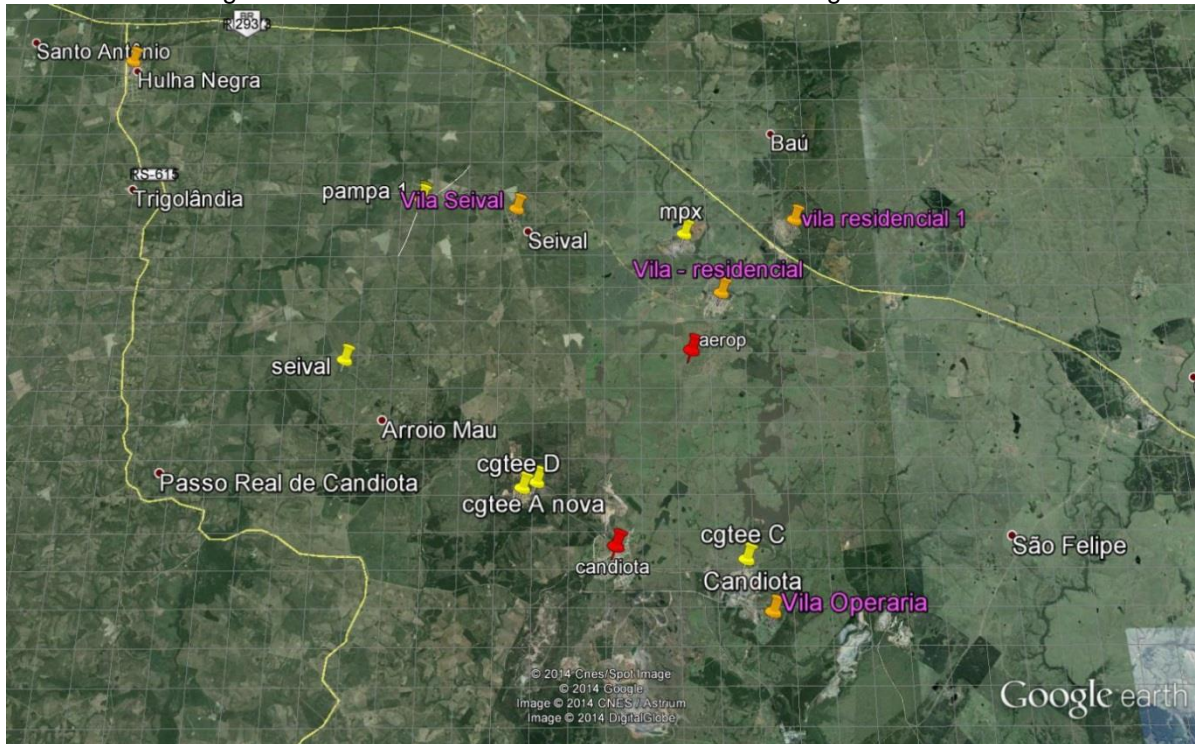
d) *Impactos da pluma de dispersão resultantes do projeto e suas implicações sobre recursos naturais e materiais*

d.1) *Descrição e valoração do impacto*

De acordo com o estudo de dispersão atmosférica, apresentado no Volume 9, a UTE Pampa Sul, não contribui com concentrações nas áreas consideradas significativas em relação aos recursos naturais e materiais. É possível verificar que em nenhum dos cenários relacionados, as emissões dos poluentes MP e SO₂, da fonte UTE Pampa Sul isolada, atinge áreas consideradas urbanas. Para o poluente NO₂, observamos que concentrações da ordem de 50 µg/m³ atingem a Vila Seival, distante aproximadamente 3 km a leste da UTE Pampa Sul, no pior cenário de dispersão considerado neste trabalho.

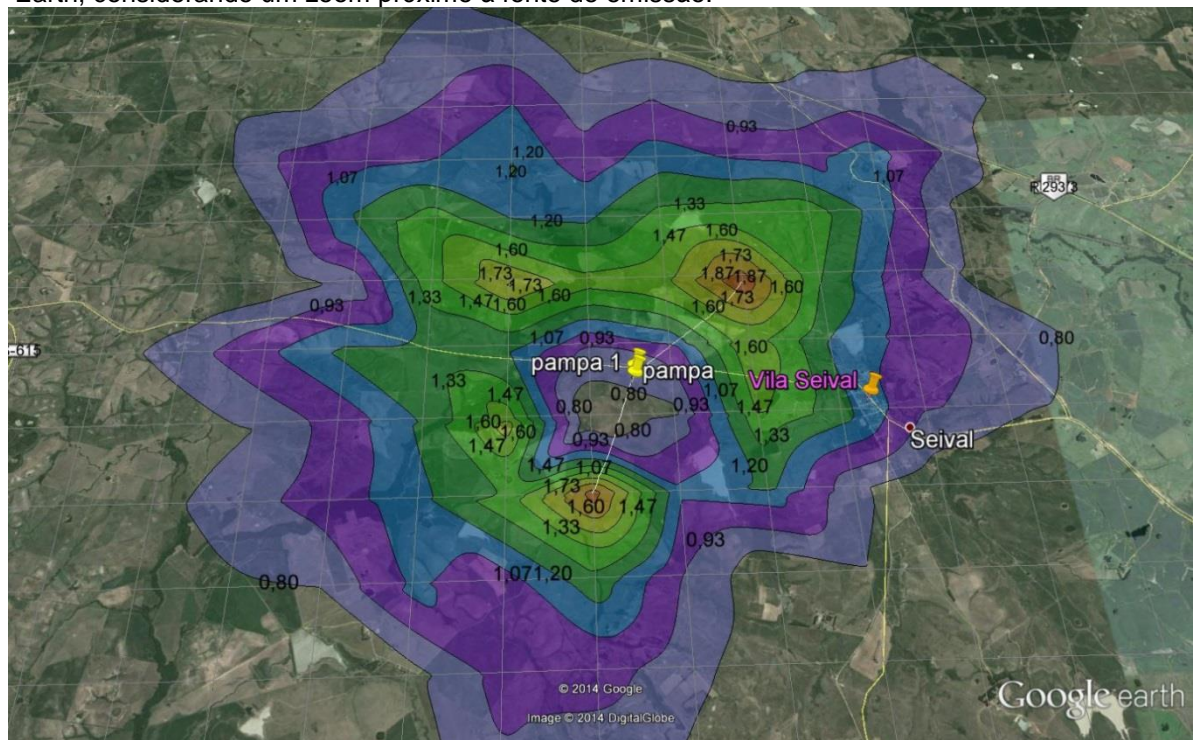
A Figura 5.83 ilustra uma visão do Google Earth aproximando as áreas urbanas localizadas na região de Candiota-RS.

Figura 5.83 - Área considerada para o estudo da dispersão dos poluentes sobreposta no Google Earth. Em cor magenta estão as áreas residenciais localizadas na região



A figura 5.84, representa isolinhas de concentração do poluente material particulado sobreposta no Google Earth, período média de 24 horas, para o cenário de fonte UTE Pampa Sul isolada. O mapa identifica qual área será atingida pelas concentrações originadas desta fonte. O ano 2010 foi considerado por ser o pior cenário de dispersão.

Figura 5.84 – Isolinhas de concentração do poluente material particulado sobreposta no Google Earth, considerando um zoom próximo à fonte de emissão.



Conforme apresentado nas figuras acima, as concentrações de material particulado são insignificantes quando comparadas aos padrões de qualidade do ar, conforme resolução CONAMA 03/1990.

A Figura 5.85, ilustrada a seguir, refere-se as isolinhas de concentração para o poluente dióxido de enxofre, SO₂. O período considerado é para o ano de 2010, médias de 24 horas.

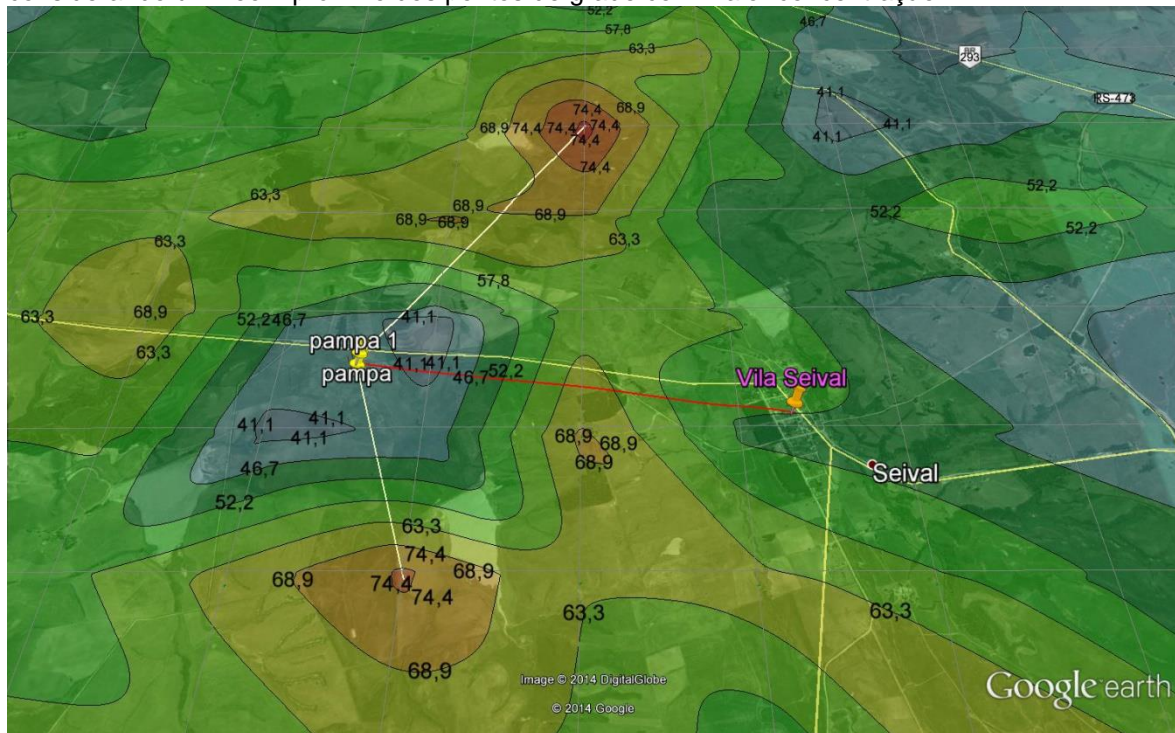
Verifica-se que as médias de 24 horas de concentração do SO₂, influenciam a região da Vila Seival com concentrações da ordem de 8 µg/m³, sendo este valor muito inferior aos padrões nacionais de qualidade do ar da resolução CONAMA 03/1990, conforme já discutido em itens anteriores.

Figura 5.85 - Isolinhas de concentração de SO₂, sobreposta no google earth, considerando um zoom próximo dos pontos de grade com maior concentração.



A seguir encontram-se as isolinhas de concentração para o poluente dióxido de nitrogênio, máximo valor horário para o ano de 2010, pior cenário.

Figura 5.86 - Isolinhas de concentração de NO₂, sobreposta na imagem do Google Earth, considerando um zoom próximo dos pontos de grade com maior concentração.



Em todos os cenários apresentados, é possível observar que a operação da UTE Pampa Sul não vai impactar áreas urbanas ou consideradas significativas.

Atributo	Característica	Valor atribuído igual
Forma	Direta	2
Duração	Permanente	2
Temporalidade	Curto prazo	2
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Regional	2
Soma		9

Magnitude	Valor atribuído
Insignificante	1

Probabilidade	Valor atribuído
Baixa	1

A natureza deste impacto é negativa, portanto, admite-se o valor -1.

Relevância = $-1 \times (9 \times 1 \times 1) = -9$ (está situado na faixa de muito pequena relevância)

c.2) Medidas recomendadas

Aplicação do Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar e Programa de Monitoramento da Qualidade dos Solos. Programa de Manutenção Preventiva e Corretiva dos Equipamentos de Controle das Emissões (FGD, Precipitador Eletrostático).

c.3) Reavaliação da relevância do impacto em presença das medidas recomendadas

O grau de resolução tende a ser alto (valor 1), visto que a implantação das medidas recomendadas irá ampliar a rede de monitoramento da qualidade do ar já existente na região.

Dessa forma, a classificação final do impacto, após a implantação das medidas recomendadas, é considerada de muito pequena relevância (valor -9).

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Alto	1
Classificação final	Muito pequena relevância	-9

No que diz respeito a proposição de Pano de Monitoramento por Tubos Passivos, em função das baixas concentrações detectadas na região de estudo e de o nível de detecção deste sistema ser usual para altas concentrações, conforme estudo realizado no Projeto JICA (1995 a 1997), concluímos não ser aplicável à região de estudo.

5.3.7 Ruídos

O som pode ser definido como qualquer variação de pressão que o ouvido humano pode detectar. Essa variação deve ocorrer pelo menos vinte vezes por segundo, e então o ouvido humano pode detectar o som. O número de variações de pressão por segundo é chamado de frequência, e é medido em Hertz (Hz). A frequência de um som gera um tom distintivo, tal como o som produzido por um trovão distante é de baixa frequência e o som produzido por um apito é de alta frequência. A faixa de frequências que um ouvido humano saudável jovem consegue captar varia de aproximadamente 20 Hz até 20000 Hz, enquanto que a faixa entre a mais alta e a mais baixa notas de um piano varia de 27,5 Hz a 4186 Hz.

O conceito de ruído emerge de uma questão subjetiva: chama-se de ruído sons desagradáveis ou indesejados, que nos perturbam. No entanto, o nível de perturbação dependerá não apenas de aspectos da qualidade do som, mas também da atitude das pessoas frente a isso. Assim como o som gerado pela turbina de um novo avião a jato pode ser agradável para os engenheiros projetistas, pode ser agonizante para as pessoas que residem próximo à pista de testes. Deste modo, entende-se que ruído é uma emissão sonora composta de diferentes frequências que provocam uma sensação desagradável.

O som e o ruído são medidos em decibéis. O decibel (dB) não é uma unidade absoluta: é a razão, ou taxa, entre uma determinada pressão e um nível de pressão de referência. A escala de decibéis é logarítmica e usa a pressão limite inferior de audição, de 20 (vinte) μ Pa (micropascal), como nível de referência. Assim, a correlação entre aumento de pressão sonora e o aumento do nível de ruído em decibéis (dB) não é linear. As vantagens do uso dessa escala estão nos fatos de que os números em dB são menores e mais fáceis de compreender e manejar que os números em μ Pa e de que essa escala representa com mais fidelidade o reconhecimento de sons pelo ouvido humano.

O ruído se compõe de sons emitidos em diversas frequências. O ouvido humano tem sensibilidade diferente para essas frequências, sendo pouco afetado por algumas e mais afetado por outras. As frequências a que o homem é mais sensível se situa na faixa entre 2000 e 15000 Hz, sendo ainda mais acentuado para

baixos níveis de potência sonora do que para altos níveis. Assim, por exemplo, um tom de 100 Hz deve ter um nível de 5 dB superior a um tom de 1000 Hz a 80 dB, para ter a mesma audibilidade subjetiva.

Devido a esse fenômeno, foram desenvolvidas curvas de compensação que se destinam a ajustar as potências sonoras desenvolvidas em várias frequências a um mesmo patamar de sensibilidade auditiva. Essas curvas de compensação podem ser inseridas em circuitos elétricos para que aparelhos eletrônicos de avaliação de potência sonora forneçam resultados compatíveis com a sensação de audibilidade humana. Atualmente se utilizam as curvas A, B e C, que representam as correções a serem feitas nos tons das diversas frequências a 40, 70 e 100 fones de altura. Para a medição de ruído contínuo se usa quase exclusivamente a curva A de compensação.

O som, ou ruído, pode ser contínuo, intermitente ou de impacto. O ruído é considerado de impacto quando é constituído por picos com duração inferior a 1 s e que se repetem em períodos de mais de 1 segundo de intervalo. O ruído contínuo é considerado, portanto, como aquele que não é de impacto, ou seja, os picos que têm duração superior a 1 s ou que se repetem a intervalos inferiores a 1 s. A condição de ruído intermitente se dá quando há períodos relativamente grandes de ruído contínuo, intercalados por períodos relativamente grandes sem ruído.

O problema da proteção contra o ruído passa por fenômenos físicos comuns a ondas: reflexão, refração, difração e absorção.

A reflexão ocorre quando a onda sonora se encontra com um obstáculo, se choca nele e retorna. Uma das formas de atenuar o efeito de emissões sonoras é especificar superfícies rugosas, de forma que a reflexão se faça de forma incoerente.

A refração ocorre quando a onda atravessa um corpo, mas sofre desvio na sua trajetória. Esse fenômeno pode ser usado para criar zonas de “sombra” acústica, ou seja, zonas em que as ondas sonoras não estarão percorrendo.

Da mesma forma, também se pode utilizar o fenômeno da difração para criar zonas de “sombra” acústica. A difração consiste no desvio da onda ao passar tangencialmente a um obstáculo. Esse comportamento se reflete no fato de que, próximo a barreiras altas, não se escuta ruído, mas ao se afastar um pouco, o ruído começa a ser percebido, apesar de não haver trajetória reta direta entre a fonte e o receptor do ruído.

A absorção se dá quando a energia sonora da onda provoca um movimento nas moléculas do corpo e esse movimento se dissipa, parcial ou inteiramente, devido ao atrito interno dessas moléculas e estruturas do corpo.

Na questão do ruído, as frequências baixas são isoladas por colocação de obstáculos pesados, funcionando por absorção (lei de massa), ao passo que as frequências altas são melhor isoladas pela colocação de anteparos que funcionem por reflexão.

5.3.7.1. Caracterização dos ruídos

5.3.7.1.1. Ruído em Ambiente Aberto

A transmissão de ruído em ambiente aberto é estudada em função da necessidade de se manter os níveis de ruído para a comunidade em patamares que não interfiram com as atividades normais de vivência, quais sejam, basicamente repouso, durante o dia e durante a noite.

A transmissão de ruído em ambiente aberto depende basicamente do tipo de fonte emissora e da atenuação presente nas condições de emissão e trajetória do som. A fonte emissora foi considerada como uma fonte pontual, para o caso deste Relatório.

As possibilidades de atenuação consideradas neste trabalho são:

- Devido à distância;
- Devido à absorção do ar;
- Devido à vegetação.

a) *Atenuação devido à distância*

A atenuação devido à variação da distância se deve ao fato de que a potência sonora de uma fonte de emissão permanece constante, mas devido ao fato de a distância aumentar, sua intensidade diminui. O cálculo da atenuação devido à distância se faz conforme a seguinte expressão:

$$NPS1 - NPS2 = 20 \log (r2/r1)$$

Onde:

NPS1 é o nível de pressão sonora no ponto 1, em dB;

NPS2 é o nível de pressão sonora no ponto 2, em dB;

r1 é a distância da fonte emissora até o ponto 1, em m;

r2 é a distância da fonte emissora até o ponto 2, em m.

b) *Atenuação devido à absorção do ar*

O ar funciona como um material absorvente seletivo em função das frequências e da temperatura. A absorção sonora deriva de dois tipos de processo. O primeiro é determinado pelas condições de viscosidade e condução de calor do ar, chamado de absorção clássica. E para uma temperatura próxima de 20°C pode ser calculada pela expressão:

$$\alpha1 = 1,2 \times 10^{-10} f^2$$

Onde:

$\alpha1$ é o coeficiente de atenuação por absorção clássica, em dB/m;

f é a frequência da onda sonora atenuada, em Hz.

Outro processo é função da dissipação de energia pela relaxação vibratória das moléculas de oxigênio, chamado de absorção por relaxação molecular. A seguinte expressão é usada para temperaturas entre -10°C e +10°C:

$$\alpha2 \approx (7,4 \times 10^{-8} f^2) / (u (1 + 4 \times 10^{-6} \Delta t f))$$

Onde:

$\alpha2$ é o coeficiente de atenuação por absorção por relaxação, em dB/m;

f é a frequência da onda sonora atenuada, em Hz;

u é a umidade relativa do ar, em % (percentual);

Δt é a diferença de temperatura relativa a 20°C.

Para temperaturas fora do intervalo determinado, os valores de α_2 são determinados por expressões matemáticas complexas. Para efeito de simplificação, no entanto, pode-se admitir que as atenuações obtidas com 10°C são iguais ou inferiores a temperaturas maiores, de modo que, para este estudo, vai-se utilizar a atenuação por relaxação molecular referente a 10°C como um parâmetro mínimo.

Por fim, a atenuação total do ar é dada por:

$$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$$

Deve-se observar ainda que a atenuação devido ao ar atua principalmente nas faixas de frequência mais altas, sendo cada vez mais eficiente com o aumento da frequência.

c) Atenuação devido à vegetação

A vegetação pode agir de duas maneiras no tocante à atenuação de ruído. A principal delas é o comportamento de grupos de vegetais altos como barreiras, e em seguida, não menos importante, trata do efeito da vegetação rasteira como complemento aos grupos de vegetais altos.

Os grupos de vegetais altos são reconhecidos nos Estados Unidos como eficientes apenas quando não se pode enxergar do outro lado, ou seja, quando barram completamente a linha de visão. É considerado e comprovado empiricamente, que esse tipo de disposição de atenuação é mais eficiente quando colocado próximo ao ponto de recepção, pois a zona de sombra acústica pode ser determinada com exatidão a fim de se adequar ao local desejado para proteção. Ou próximo ao ponto de emissão, pois se pode variar a altura da cortina vegetal a fim de maximizar a zona de sombra acústica.

A atenuação dos grupos de vegetais é obtida de listas empíricas. Nessa análise serão considerados os grupos vegetais compostos de pinho e de árvores duras.

A altura mínima do grupo de vegetais pode ser determinada pela expressão:

$$\Delta h = (d_1 \times d_2) / (16 d)$$

Onde:

Δh é a altura do caminho de transmissão curvo acima da linha reta entre a fonte e o ponto receptor;

d_1 é a distância do grupo de vegetação até a fonte;

d_2 é a distância do grupo de vegetação até o ponto receptor;

d é a distância entre a fonte e o ponto receptor.

Quando o grupo de vegetais estiver em local com grama densa e arbustos, pode ser obtida uma atenuação adicional de mais 4 dB(A).

d) Atenuação total

A atenuação total será, portanto, a soma das parcelas de atenuação consideradas, conforme a expressão abaixo:

$$AT = Ad + Aa + Av$$

Onde:

AT é a atenuação total;

Ad é a atenuação devido à distância;

Aa é a atenuação devido ao ar;

Av é a atenuação devido à vegetação.

5.3.7.1.2. Fontes de ruídos

Os ruídos de poluição sonora são vinculados às atividades das fontes emissoras:

- Estacionárias (indústrias, atividades comerciais, shows, comícios);
- Móveis (veículos automotores, aviões, trens, navios, tratores);
- Naturais (ventos, vulcões, descargas elétricas).

A medição é realizada pela quantificação dos níveis de energia sonora no ar ambiente.

O som está sempre presente no cotidiano do homem, permitindo-nos experiências agradáveis como ouvir música ou o canto dos pássaros. Possibilita a comunicação falada com familiares e amigos.

O som alerta ou previne em muitas circunstâncias: o sinal sonoro do telefone, a batida à porta ou o toque da sirene. Permite ainda identificar diagnósticos qualitativos, como o som de uma freada de automóvel, de uma cavalgada, do latido de um cachorro, etc.

Contudo, continuamente na sociedade moderna, o som incomoda e muitos sons são desagradáveis. Sendo assim, é muitas vezes denominado ruído. O grau de incômodo decorrente do ruído não depende somente de suas qualidades. Assim, para os engenheiros de projeto, por exemplo, o som de decolagem de um novo avião a jato supersônico pode soar como música para os ouvidos, mas para a comunidade próxima, adjacentes a pista de decolagem, será um estrondo agonizante.

O som não precisa ser alto para ser incômodo: o assoalho de madeira rangendo ou uma torneira pingando podem incomodar mais que um forte trovão.

As medições sonoras permitem análises precisas e científicas dos sons incomodativos; porém, em função das características fisiológicas de cada indivíduo, o grau de incômodo não pode ser cientificamente mensurado individualmente. Entretanto, as medições geram um meio objetivo de comparar incômodos sonoros sob diferentes condições.

Por outro lado, as medições sonoras indicam quando um som pode causar danos à audição, permitindo que sejam tomadas medidas corretivas.

As avaliações e análises de som permitem diagnosticar necessidades de reduções nas emissões de ruídos de empreendimentos industriais e não industriais que resultem em níveis aceitáveis de ruído e/ou atendimento à legislação ambiental vigente na área de influência do empreendimento.

O Quadro 5.135 apresenta exemplos de níveis de ruídos para diversas condições ambientais.

Quadro 5.135 - Níveis de ruídos em diversas situações.

Nível de Ruído (DB)	Condições/ Situações
40	Região da Mata (floresta)
45	Área residencial de pequena comunidade
51	Área residencial urbana
65	Automóvel a 100 km/hora
75	Tráfego de caminhão pesado

Fonte: Handbook of Noise Control.

A Resolução CONAMA nº 001 de 08/03/90, que “estabelece normas a serem obedecidas, no interesse da saúde, no tocante à emissão de ruídos” baseia-se nas seguintes considerações:

- Os problemas dos níveis excessivos de ruído estão incluídos entre os sujeitos ao Controle da Poluição de Meio Ambiente;
- A deterioração da qualidade de vida, causada pela poluição, está sendo continuamente agravada nos grandes centros urbanos;
- Os critérios e padrões deverão ser abrangentes e de forma a permitir fácil aplicação em todo o Território Nacional.

Os incisos I e II da Resolução CONAMA nº 001/90 apresentam:

Inciso I: “A emissão de ruídos, em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política, obedecerá, no interesse da saúde, do sossego público, aos padrões, critérios e diretrizes estabelecidos nesta Resolução”;

Inciso II: “São prejudiciais à saúde e ao sossego público, para os fins do item anterior, os ruídos com níveis superiores aos considerados aceitáveis pela norma NBR 10151 – Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT”.

A norma ABNT NBR 10151 apresenta os critérios básicos de ruído externo associados com o período, para uso residencial em diferentes zonas, que estão apresentados no Quadro 5.136

Quadro 5.136 – Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A)

Tipos de áreas	Nível de ruído (db _a)	
	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

Os valores referem-se aos limites para uso residencial nas diferentes zonas.

A Resolução CONAMA remete também ao atendimento das normas da ABNT 10152 e 7731, conforme mostra o mapa referente às Alternativas Locacionais, apresentado na Ilustração 4.2. O enquadramento da área a caracteriza como “Áreas

de sítios e fazendas”, onde o limite de tolerância para o ruído diurno é de 40 dB(A) e o noturno, de 35 dB(A).

5.3.7.2. Avaliação de níveis de ruído na área de influência

A implantação e operação da Usina Termelétrica Pampa Sul irão gerar emissões de ruídos para a atmosfera, resultando em contribuições adicionais aos atuais níveis de ruídos da área de influência.

Visando determinar os atuais níveis de ruídos na área de influência, foram realizadas campanhas de medições nos locais indicados no Ilustração 5.16 - Pontos de Medição de Ruídos, concebido em escala 1:15.000.

a) Procedimentos de avaliação

Em cada ponto demarcado foram realizadas 20 tomadas com uso Decibelímetro.

Os equipamentos utilizados foram:

- Marca: Instrutherm, Decibelímetro – Medidor de Nível de Pressão Sonora;
- Modelo: DEC-460;
- N^o/série: 12050189;
- Calibrador: Instrutherm, Cal-400;
- Certificado de Calibração: n^o 51.068;
- Data de Calibração: 03/06/2013;
- Validade do Padrão: 03/06/2014.

A metodologia aplicada consistiu em:

- Aferição: 03/07/2013;
- Circuito de Ponderação: “A”;
- Circuito de Resposta: SLOW;
- Critério de Referência: 50 dB(A);
- Nível Limiar de Integração: 50 dB(A);
- Incremento de Duplicação de Dose: 5.

Foram obtidos os seguintes resultados:

- LaEQ: < 50,0 dB(A);
- Início: 13:15 h;
- Término: 21:20 h;
- Tempo de Avaliação: 08:05 h.

Foram realizados monitoramentos de cinco minutos em cada ponto, cujos resultados estão apresentados na Ilustração 5.16 no Volume 8. Observa-se que os resultados obtidos sempre estiveram abaixo de 50 dB(A).

- Decibelímetro Instrutherm modelo DEC-460;
- Calibrador Instrutherm modelo CAL-4000;
- Faixa de Operação: 35/100 (dB) – Ponderação de frequência (A);

- Resposta: SLOW (lenta).

Foram tomadas cinco medidas em cada ponto demarcado. Faz-se uma média aritmética dos resultados obtidos em leitura visual (sem influência externa). Os resultados estão lançados no Quadro 5.137 e coordenadas descritas no Quadro 5.138, ponto por ponto conforme indicação no mapa, Ilustração 5.16.

- GPS FS-707DC - marca FOSTON

Quadro 5.137 - Dados do levantamento acústico.

Pontos	Medidas no dia 07/03/2014 (das 13:15 hr às 21:20 hr)	Média	Observação	Local
C-E	49,3+49,8+44,9+44,0+44,9=	46,58	Aves, rumores de motores ao longe	Centro da obra direção Leste
C-W	45,9+41,9+43,0+40,3+39,8=	42,18	Aves, vento	Centro da obra direção Oeste
C-N	45,2+47,0+45,3+44,4+45,9=	45,56	Aves, gado e cavalos	Centro da obra direção Norte
C-S	44,5+44,3+45,1+44,2+44,9=	44,60		Centro da obra direção Sul
E-DI	45,3+45,6+44,9+45,1+42,5=	44,68	Vento, movimento de carros (diurno)	Entrada Seival /campo de futebol (leste direção centro da obra)
E-NO	47,1+47,3+47,2+49,2+37,5=	45,66	Vento, arvores próximas (noturno)	
S-C	43,7+45,5+44,3+45,7+45,1=	44,86	Aves, rumores de motores ao longe	500 metros da estrada principal, 1 km do açude – Bulcão (Sul direção centro da obra)
SW-C	44,3+43,2+43,3+44,3+44,1=	43,84	Aves, gado e cavalos	Próximo Campo Hugo Liske (Sudoeste direção Centro da Obra)
N-DI	44,7+44,7+45,9+45,5+44,8=	45,12	Pássaros	João Socca (Norte direção centro da obra) (diurno)
N-NO	47,8+49,7+48,7+49,1+48,6=	48,78	Ouve-se o ruído de carros	João Socca (Norte direção centro da obra) (noturno)
W-C	46,4+45,0+45,4+45,5+43,7=	45,2	Carros e pássaros	Entrada da fazenda Hamilton Bulcão/ RS 84 ou estrada principal (Oeste direção centro da obra)
E-C	43,9+44,8+45,8+45,6+45,3=	45,08	Carros e pássaros	Estrada acesso Seival
N-C	44,9+45,3+44,7+45,6+44,8=	45,06	Pássaros	Campo Tractebel

Quadro 5.138 - Coordenadas dos pontos monitorados.

Pontos	Coordenadas	Descrição dos pontos
C-E	6.516.875 – 235.873	Área da obra (ponto central) / Plantio / ponto alto
C-W	6.516.875 – 235.873	Zona baixa de pastagem
C-N	6.516.875 – 235.873	Encosta suave direção campo Tractebel
C-S	6.516.875 – 235.873	Lavoura – Área c/ declive suave p/ S – direção Açude Hamilton Bulcão (SW)
E-DI	6.516.474 – 238.948	Acesso Seival / campo de futebol (diurno)
E-NO	6.516.474 – 238.948	Acesso Seival / campo de futebol (noturno)
S-C	6.515.138 – 235.915	500 metros da estrada principal, 1 km do açude – Bulcão
SW-C	6.516.238 – 235.530	Estrada Principal próximo ao açude
N-DI	6.517.367 – 235.962	Campo João Socca (diurno)
N-NO	6.517.367 – 235.962	Campo João Socca (noturno)
W-C	6.517.425 – 234.597	Acesso fazenda Bulcão
E-C	6.516.478 – 237.504	Próximo a entrada fazenda dos Rosa
N-C	6.518.503 – 236.502	Atrás campo Tractebel

b) Conclusão

A dosimetria realizada permite concluir que os níveis médios dos ruídos medidos no local do empreendimento são inferiores a 50 dB(A), caracterizando uma região típica composta por fazendas, embora a área seja estabelecida como industrial, de acordo com a Certidão de Uso e Ocupação do Solo do município de Candiota no Anexo 5.8.

Dado os baixos níveis de ruídos verificados na região, o aparelho que indicou um resultado mais visível, por trabalhar em faixa de menor escala - 30/80 dB(A), foi o Decibelímetro com resposta lenta.

Todos os dados e resultados obtidos podem ser visualizados no Quadro 5.137 e demais informações na Ilustração 5.16 - Pontos de Medição de Ruídos (escala 1:15.000).

5.3.7.3. Avaliação de impactos

A avaliação do impacto relativo à poluição sonora na área de influência está associada ao grau de exposição à pressão sonora dos receptores compreendidos pelos seres humanos e fauna, resultante do processo de emissão, dispersão e recepção.

A Resolução CONAMA 001/90 estabelece critérios e padrões para emissão de ruídos por atividades industriais. Esta Resolução considera como níveis aceitáveis de ruídos os previstos pela Norma ABNT NBR 10.152/87 e que as medições de ruídos deverão ser efetuadas de acordo com a Norma ABNT NBR 10.151/2000. Esta Norma estabelece os níveis de ruídos aceitáveis em áreas habitadas visando o conforto da comunidade.

O projeto UTE Pampa Sul levará, também, em consideração o atendimento às diretrizes do Banco Mundial para ruídos, pois são utilizadas por instituições financeiras internacionais para os projetos de avaliação. Estas diretrizes são baseadas no documento de Proteção do Meio Ambiente dos Estados Unidos, o qual foi promulgado estabelecendo diretrizes que são tidas como "os requisitos para proteção da saúde e bem estar com uma adequada margem de segurança". A intenção deste regulamento é de "assegurar níveis de som que são compatíveis com a saúde pública e a tranquilidade".

O memorial de cálculo delimitou como área diretamente afetada a que está inserida num raio de 500 m a partir do centro das chaminés das usinas, correspondendo à área onde o incremento de ruídos é igual ou maior do que 50 dBA, limite de nível de ruído estabelecido pela ABNT NBR 10.151 para áreas residenciais, no período noturno. Para área predominantemente industrial, o nível de critério de avaliação poderá alcançar índices de 70dB(A) diurno e 60 dB(A) noturno.

As contribuições dos níveis de ruído na área de influência variam em função da distância, relevo, vegetação, ventos, temperatura, inversão térmica e chuvas, e associados aos outros ruídos da área do receptor resultam em ruídos equivalentes dos receptores.

5.3.7.3.1. Fase de implantação

Os impactos de ruídos na área de influência decorrentes da implantação do empreendimento decorrerão dos níveis de emissões de ruídos das fontes e das distâncias aos receptores.

a) Emissões de ruídos durante as obras de implantação

a.1) Descrição e valoração do impacto

Consiste nas emissões de ruídos dos equipamentos que trabalharão na movimentação de terra, no tráfego de veículos pesados, compressores, corte e solda de metais, corte de vegetação com uso de motosserras, montagens de estruturas e equipamentos e outras operações que geram ruídos.

As emissões de ruído variam conforme as operações e fases de implantação do empreendimento, sendo que, em princípio, oscilarão entre 70 e 100 dBA, a 10 metros da área de obras.

Estas contribuições dos níveis de ruídos gerados na fase de implantação do empreendimento e no seu entorno próximo, em linhas gerais, estão compatíveis com níveis de ruídos típicos de áreas residenciais.

Em função do exposto, o impacto dos ruídos a serem gerados durante a instalação da UTE Pampa Sul, será temporário e compatível com o uso do solo existente e previsto para a área de influência.

Atributo	Característica	Valor atribuído igual
Forma	Direta	2
Duração	Temporário	1
Temporalidade	Curto Prazo	2
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Local	1
Soma		7

Magnitude	Valor atribuído
Média	3

Probabilidade	Valor atribuído
Alta	3

A natureza deste impacto é negativa, portanto, admite-se o valor -1.

Relevância = $-1 \times (7 \times 3 \times 3) = -63$ (está situado na faixa de média relevância)

a.2) Medidas recomendadas

As atividades potencialmente geradoras de ruídos na fase de implantação referem-se a movimentação de maquinários, veículos e ao uso de equipamentos. Para minimizar este tipo de ruído devem ser observados os seguintes procedimentos:

- Manutenção preventiva e periódica dos maquinários e equipamentos utilizados durante a obra;

- Definição dos horários de trabalho e restrição ao tráfego de maquinários e caminhões somente às áreas pré-determinadas e sinalizadas.

a.3) *Reavaliação da relevância do impacto em presença das medidas recomendadas*

O grau de resolução obtido tende a ser médio (valor 2), visto que a implantação das medidas recomendadas, poderá reduzir um pouco a emissão de ruídos durante a implantação do empreendimento.

Dessa forma, a classificação final do impacto, após a implantação das medidas recomendadas, é considerada de pequena relevância (valor -126).

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Médio	2
Classificação final	Pequena relevância	-126

5.3.7.3.2. *Fase de comissionamento e operação*

Os impactos de ruídos na área de influência decorrentes das fases de comissionamento e operação do empreendimento decorrerão dos níveis de emissões de ruídos das fontes e das distâncias aos receptores.

Para a fase de operação a área de influência indireta, segue a mesma considerada para a primeira fase, sendo toda a área que recebe alguma contribuição de ruído em relação a operação efetiva do empreendimento, estendendo-se num raio até de 2 Km da chaminé da usina.

Pode-se verificar a inexistência de vilas residenciais dentro dessa área. Isso significa que o impacto da emissão de ruídos em zonas residencial durante a operação será mínimo e atendem às normas pertinentes.

A vila residencial mais próxima da usina é a Vila Seival, que está a aproximadamente 2.400 metros da chaminé em seu ponto mais próximo.

As áreas de influência estão indicadas na Ilustração 5.17 - Áreas de Influência de Ruídos, onde podemos verificar a inexistência de vilas residenciais dentro dessa área.

a) *Emissões de ruídos durante a operação da usina*

a.1) *Descrição e valoração do impacto*

As emissões de ruídos decorrentes dos ensaios e testes operacionais e funcionais do empreendimento, na fase comissionamento e depois na operação da usina, consistem em impactos contínuos e permanentes.

As principais fontes de emissões de ruídos nas usinas térmicas estão ligadas à necessidade de utilização de equipamentos tais como: ventiladores, turbinas, bombas e geradores necessários para a geração de energia de origem termelétrica.

Especial atenção será dada à localização, balanceamento e isolamento acústico do turbo gerador e ventiladores, no sentido de minimizar os ruídos próprios decorrente de sua operação.

Os principais níveis de ruídos emitidos pelos equipamentos que compõem a Usina estão apresentados no Quadro 5.139 para quatro áreas da Usina, com base na semelhança com níveis medidos durante operação das Usinas de Jorge Lacerda,

em Santa Catarina, de projeto similar à UTE Pampa Sul. As áreas apresentam níveis de ruídos que variam de 88 a 105 dBA.

Para o projeto Pampa Sul está prevista a construção de caixas acústicas envolvendo os turbos geradores, de forma a limitar o ruído máximo permitido pela norma brasileira NBR 10.151 e pela IEC 651.

O regulamento de controle de ruído brasileiro contém limites quantitativos de níveis de som para áreas divididas em zonas potencialmente afetadas por ruído.

Os resultados das avaliações estimativas dos principais níveis de ruídos emitidos pelos equipamentos que compõem a UTE Pampa Sul são apresentados no Quadro a seguir para as quatro principais áreas de fontes de ruídos.

Quadro 5.139 – Estimativa de níveis de ruído para os locais mais críticos das usinas.

Local da Usina	Nível de Ruído (db _a)
Área Externa	103,0
Caldeira	84,4
Sala de Máquinas – Piso do Turbo Gerador	100,7
Sala de Máquinas – Piso Térreo	105,5
Ruído médio para Usinas Termelétricas	108,3

Fonte: Tractebel Energia – Dados médios nas usinas do Complexo Termelétrico Jorge Lacerda.

Podemos verificar que, para esses dados, o cálculo de ruído médio previsto para a futura operação da usina será em média de 108,3 dB_A.

Este nível, emitido e mensurado a um metro das fontes de ruído citadas, já considera as ações corretivas dos dispositivos de controle a serem implantados, como defletores, silenciadores, atenuadores, invólucros, etc.

Estas contribuições dos níveis de ruídos gerados na fase de operação do empreendimento e no seu entorno próximo, em linhas gerais, estão compatíveis com níveis de ruídos típicos de áreas residenciais.

Em função do exposto, o impacto dos ruídos a serem gerados pela UTE Pampa Sul, será baixo e permanente, durante a operação da usina e compatível com o uso do solo existente e previsto para a área de influência.

Atributo	Característica	Valor atribuído igual
Forma	Direta	2
Duração	Permanente	2
Temporalidade	Curto Prazo	2
Reversibilidade	Reversível	1
Abrangência	Local	1
Soma		8

Magnitude	Valor atribuído
Médio	3

Probabilidade	Valor atribuído
Alta	3

A natureza deste impacto é negativa, portanto, admite-se o valor -1.

Relevância = -1 x (8 x 3 x 3) = -72 (está situado na faixa de média relevância)

a.2) Medidas recomendadas

Além das medidas de controle, que serão utilizadas diretamente nas fontes de emissão de ruídos, como isolamentos termo-acústicos, atenuadores e enclausuramento de equipamentos, está previsto o plantio de árvores de porte, com uma densidade adequada, em uma faixa de, no mínimo, 10 metros de largura no perímetro externo do terreno, o que deverá contribuir para atenuar o nível de ruídos.

As diretrizes para a implantação do cortinamento vegetal estão discriminadas no Programa de Implantação de Cortina Vegetal.

a.3) Reavaliação da relevância do impacto em presença das medidas recomendadas

O grau de resolução obtido tende a ser alto (valor 1), visto que a implantação das medidas recomendadas, poderá reduzir a padrões aceitáveis a emissão de ruídos durante a operação do empreendimento.

Dessa forma, a classificação final do impacto, após a implantação das medidas recomendadas, é considerada de muito pequena relevância (valor -72).

Atributo	Característica	Valor Atribuído
Grau de resolução	Baixo	1
Classificação final	Muito Pequena relevância	-72