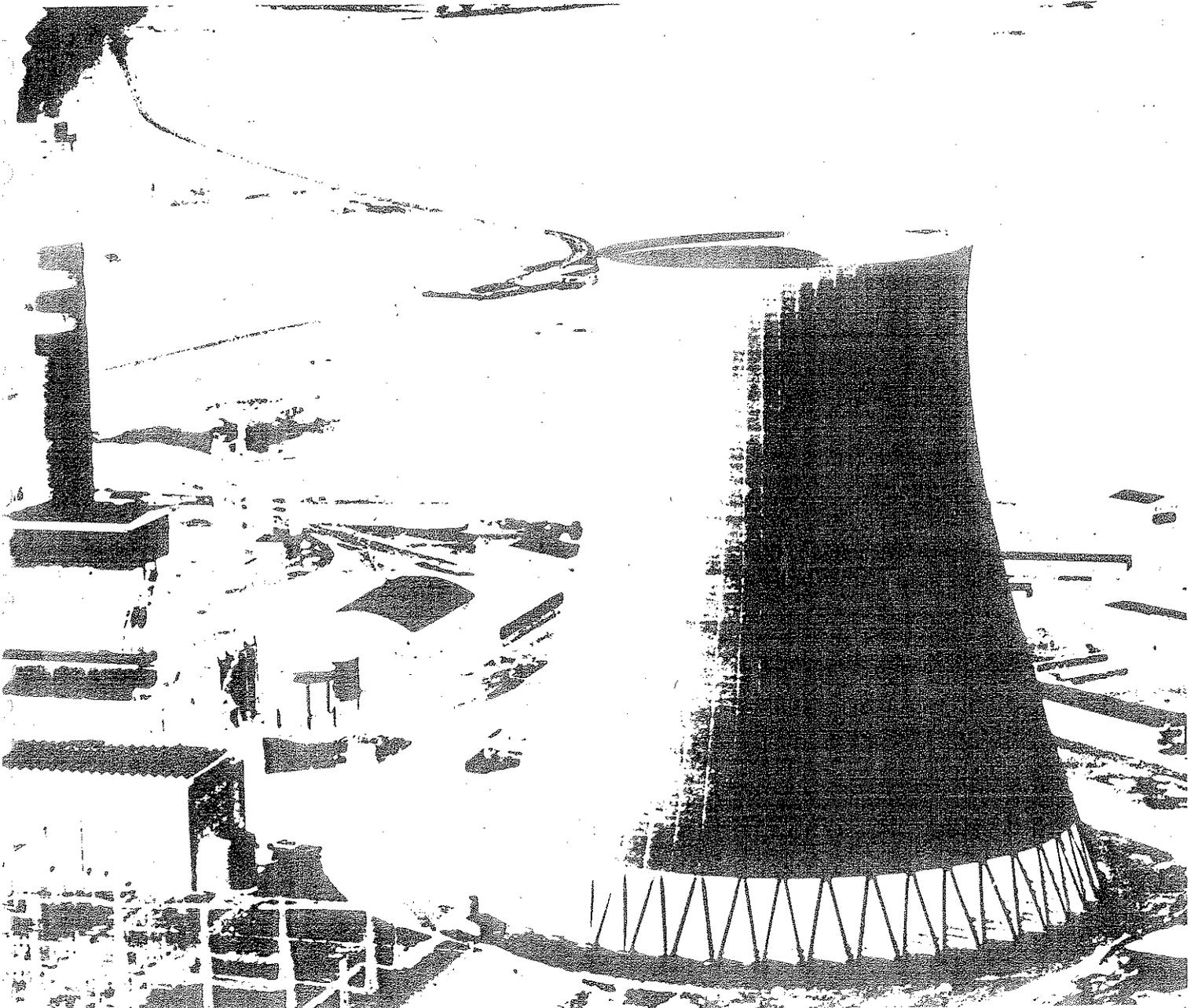


# RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL - RIMA



USINA TERMELÉTRICA CANDIOTA III  
1ª MÁQUINA  
COMPANHIA ESTADUAL DE ENERGIA ELÉTRICA  
CEEE - SETEMBRO/1996

Realização



TOMO V  
RIMA



FUNDAÇÃO  
DE CIÊNCIA  
E TECNOLOGIA

**RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL - RIMA**

**USINA TERMELÉTRICA CANDIOTA III**

**1ª MÁQUINA**

**COMPANHIA ESTADUAL DE ENERGIA ELÉTRICA - CEEE**

**TOMO V**

**SETEMBRO 1996**



**FUNDAÇÃO  
DE CIÊNCIA  
E TECNOLOGIA**

## **EQUIPE DE TRABALHO**

### **ENTIDADE EXECUTORA:**

#### **FUNDAÇÃO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - CIENTEC**

**Paulo José Gallas - Eng<sup>o</sup> Químico, Coordenador**

**Ernesto Diestel Júnior - Eng<sup>o</sup> Químico**

**Eugênio Miguel Cánepa - Economista**

**Francisco Schneider Neto - Eng<sup>o</sup> Químico**

**Geraldo Mário Rohde - Geólogo**

**Júlio César Trois Endres - Eng<sup>o</sup> Químico**

**Pedro Rocha - Geólogo**

**Sônia Martinelli - Eng<sup>a</sup> Química**

**João Nelson Goldenberg - Gráfico**

**Liane Barcellos Thedy - Desenhista**

**Rafael Andrade da Silva - Técnico em Informática**

**Sérgio Nunes da Luz - Assistente de Pesquisa**

**Adriano Prates do Amaral - Estagiário**

### **ENTIDADES SUBCONTRATADAS:**

#### **BIOLAW - CONSULTORIA E PLANEJAMENTO AMBIENTAL**

**Adriano Cunha - Biólogo**

**Rodrigo Balbuena - Biólogo**

**Willi Bruschi Jr. - Biólogo**

#### **POLUTEC ENGENHARIA QUÍMICA LTDA**

**Wolfgang Niebeling - Eng<sup>o</sup> Químico**

**Sheila Maria Rosito - Eng<sup>a</sup> Química**



**FUNDAÇÃO  
DE CIÊNCIA  
E TECNOLOGIA**

**ENTIDADES COLABORADORAS:**

**CÂMARAS MUNICIPAIS DE HERVAL E PINHEIRO MACHADO;  
EMATER - ESCRITÓRIOS MUNICIPAIS DE BAGÉ, CANDIOTA HERVAL,  
HULHA NEGRA E PINHEIRO MACHADO;  
INCRA;  
PREFEITURA MUNICIPAL DE BAGÉ;  
PREFEITURA MUNICIPAL DE CANDIOTA;  
PREFEITURA MUNICIPAL DE HULHA NEGRA;  
PROCERGS;  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA.**



FUNDAÇÃO  
DE CIÊNCIA  
E TECNOLOGIA

## SUMÁRIO GERAL

**TOMO I - DESCRIÇÃO GERAL E TÉCNICA DO EMPREENDIMENTO**

**TOMO II - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL**

**TOMO III - AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS**

**TOMO IV - PROGRAMA DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL**

**TOMO V - RIMA**



## SUMÁRIO

	página
<b>1-DESCRIÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO</b>	<b>9</b>
1.1-Identificação do Empreendedor	9
1.2-Geração de Termelétricidade em Candiota	9
1.3-Usina Termelétrica Candiota III	9
1.3.1-Histórico	9
1.3.2-Identificação do Empreendimento	10
1.3.3-Localização e Acessos	10
1.3.4-Características do Local de Instalação	11
1.3.5-Justificativas Econômicas para o Empreendimento	13
1.3.6-Benefícios Decorrentes do Empreendimento	14
1.3.7-Recomendações para Concretização dos Benefícios	17
1.4-Mercado de Energia Elétrica no Brasil e no Rio Grande do Sul	19
1.4.1-Consumo de Energia no Brasil (1970-1995)	19
1.4.2-Previsões para o Consumo de Energia Elétrica no Brasil (1995-2015)	19
1.4.3-Energia Elétrica no Rio Grande do Sul	20
1.4.4-Taxas de Crescimento do Consumo de Energia Elétrica e do PIB-RS	20
1.4.5-Previsão de Consumo de Energia Elétrica no Rio Grande do Sul (1995-2015)	20
<b>2-DESCRIÇÃO TÉCNICA DO EMPREENDIMENTO</b>	<b>22</b>
2.1-Informações Básicas	22
2.2-Insumos	23
2.2.1-Carvão	23
2.2.2-Água	24
2.2.3-Óleo Combustível	26
<b>3-LEGISLAÇÃO REFERENTE A RECURSOS NATURAIS E AMBIENTAIS E OCUPAÇÃO DO SOLO</b>	<b>27</b>



	página
<b>3.1-Legislações Federal e Estadual</b>	27
<b>3.2-A Constituição Brasileira</b>	29
<b>4-DIAGNÓSTICO AMBIENTAL</b>	30
<b>4.1-Meio Ar</b>	30
<b>4.1.1-Área de Estudo</b>	31
<b>4.1.2-Variáveis de Trabalho</b>	31
<b>4.1.3-Resultados da Coleta de Dados e das Simulações</b>	32
<b>4.1.4-Conclusões</b>	33
<b>4.2-Meio Água</b>	33
<b>4.2.1-Área de Estudo</b>	34
<b>4.2.2-Recursos Hídricos</b>	34
<b>4.2.3-Núcleos Habitacionais</b>	35
<b>4.2.4-Unidades Industriais</b>	36
<b>4.2.5-Pontos de Amostragem das Águas Superficiais</b>	41
<b>4.2.6-Characterização Físico-Química das Águas Superficiais</b>	42
<b>4.3-Meio Solo</b>	57
<b>4.3.1-Métodos de Trabalho</b>	57
<b>4.3.2-Geomorfologia</b>	57
<b>4.3.3-Pedologia</b>	57
<b>4.3.4-Classes de Capacidade de Uso do Solo</b>	58
<b>4.3.5-Use Atual do Solo</b>	59
<b>4.3.6-Geologia</b>	59
<b>4.3.7-Hidrogeologia</b>	60
<b>4.3.8-Characterização dos Materiais</b>	60
<b>4.3.9-Characterização da Qualidade Ambiental</b>	60



	<b>página</b>
<b>4.4-Meio Biótico</b>	<b>65</b>
4.4.1-Introdução	65
4.4.2-Área de Estudo	65
4.4.3-Metodologia	66
4.4.4-Resultados e Discussão	68
4.4.5-Conclusão	77
<b>4.5-Meio Sócio Econômico</b>	<b>78</b>
4.5.1-Introdução	78
4.5.2-Evolução da População e da Renda	78
4.5.3-Setores Primário, Secundário e Terciário	83
4.5.4-Outros Indicadores Sócio-Econômicos	85
4.5.5-Agropecuária: Padrões de Uso do Solo e Estrutura Fundiária	92
<b>5-AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS</b>	<b>97</b>
<b>5.1-Introdução</b>	<b>97</b>
5.1.1-Efluentes Líquidos	97
5.1.2-Emissões Atmosféricas	97
5.1.3-Resíduos Sólidos	98
<b>5.2-Metodologia de Avaliação dos Impactos Ambientais do Empreendimento Candiota III - 1ª Máquina</b>	<b>100</b>
<b>5.3-Identificação dos Descritores Ambientais e das Ações Impactantes</b>	<b>101</b>
5.3.1-Descritores Ambientais	101
5.3.2-Ações Impactantes	102
<b>5.4-Identificação e Valoração dos Impactos</b>	<b>103</b>
5.4.1-Meio Ar	103
5.4.2-Meio Água	107
5.4.3-Meio Solo	114



	página
5.4.4-Meio Biótico	116
5.4.5-Meio Sócio-Econômico	121
<b>6-PROGRAMA DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL</b>	<b>132</b>
6.1-Introdução	132
6.2-Monitoramento Ambiental	132
6.2.1-Monitoramento Ambiental do Meio Ar	134
6.2.2-Monitoramento Ambiental do Meio Água	135
6.2.3-Monitoramento da Contaminação Residual	138
6.2.4-Sistematização de Dados Cartográficos	138
6.2.5- Monitoramento Ambiental do Meio Biótico	138
6.3-Medidas Mitigadoras	141
6.3.1-Medidas Mitigadoras para o Meio Ar	141
6.3.2-Medidas Mitigadoras para o Meio Água	151
6.3.3-Medidas Mitigadoras para o Meio Solo	152
6.3.4-Medidas Mitigadoras para o Meio Biótico	158
6.3.5-Medidas Mitigadoras para o Meio Sócio-Econômico	160
6.4-Promoções de Estímulo a Preservação Ambiental	160
6.4.1-Divulgação do Programa de Controle Ambiental	160
6.4.2-Instituição de Promoções Técnico-Científicas	160
6.4.3-Estabelecimento de Plano Regional de Meio Ambiente	161
6.4.4-Planos de Cooperação e Intercâmbio Binacional	161



FUNDAÇÃO  
DE CIÊNCIA  
E TECNOLOGIA

## 1-DESCRIÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO

### 1.1-Identificação do Empreendedor

Razão Social:

Companhia Estadual de Energia Elétrica - CEEE  
CGC nº 92715812/0001-31

Endereço para correspondência:

CEEE - Superintendência de Geração  
Av. Ipiranga, nº 8.300 - Prédio A1 - 5º andar  
91.530-000 - Porto Alegre - RS  
Fone: (0512)34-0050

Ramo de atividade: A CEEE, empresa de economia mista vinculada à Secretaria de Energia, Minas e Comunicação do Estado do Rio Grande do Sul, atua no setor energético nas áreas de geração, transmissão, transformação e distribuição de energia elétrica.

Diretoria da Empresa:

Diretor-Presidente: PEDRO BISCH NETO

Diretores:

MÁRCIO BALDINO KARAM  
JAIRO DA SILVA DUTRA  
MANUEL ANTÔNIO R. VALENTE  
PAULO ROBERTO FRAGA ZUCH  
VANDERLINO HORIZONTE RAMAGE  
EDSON ZART

### 1.2-Geração de Termelétricidade em Candiota

Desde a década de 50, a CEEE vem atuando na região de Candiota, na geração de energia elétrica a partir da queima de carvão mineral. O RS detém cerca de 90% das reservas de carvão mineral do Brasil, sendo que a jazida de Candiota contribui com cerca de 38% deste total, abrangendo uma área de aproximadamente 2.500 km<sup>2</sup>. As reservas da Jazida Grande Candiota totalizam aproximadamente 12,3 bilhões de toneladas de carvão, das quais 3,9 bilhões (cerca de 30%) são mineráveis a céu aberto.

No campo da geração termelétrica, a CEEE já implantou em Candiota a Usina Candiota I (já desativada) e a Usina Termelétrica Presidente Médici (UTPM) composta das Fases A (126 MW) e B (320 MW). Pretende-se implantar, através da participação da iniciativa privada a Usina Termelétrica Candiota III - 1ª Máquina, objeto deste Relatório de Impacto Ambiental.

### 1.3-Usina Termelétrica Candiota III

#### 1.3.1-Histórico

A Usina de Candiota III foi concebida a partir de estudos preliminares realizados em 1975 pelos integrantes da equipe de termelétricidade do Grupo de Trabalho do Complexo Carboquímico do Rio Grande do Sul, criado pelo Governo do Estado em maio daquele ano. A referida equipe composta de representantes da CEEE - Companhia Estadual de Energia Elétrica e CRM - Companhia Riograndense de Mineração, tratou especificamente do carvão como insumo energético, tendo em vista estabelecer um programa de trabalho e estimar os recursos necessários.



Em 1979, a CEEE desenvolveu a concepção dessa usina, estudou sua localização e elaborou as especificações técnicas correspondentes, tudo de forma integrada e paralela ao desenvolvimento da conceituação geral, por parte da CRM, da respectiva mina. Em decorrência do Acordo de Cooperação Franco-Brasileiro de 20/03/80, sobre o aproveitamento do carvão, foi assinado, em 29/01/81, o protocolo entre os governos do Brasil e da França, sobre o projeto da UTE Candiota III.

As propostas técnica, comercial e financeira para o 1º Módulo, recebidas pela CEEE em maio de 1981, foram detidamente avaliadas e aceitas, sendo o contrato com a Alstom assinado em setembro de 1981. Logo a seguir foram assinados também os contratos financeiros com os grupos de bancos estrangeiros, contando com os avais do Governo do Estado e do Governo Federal. A unidade contratada visava originalmente um índice de nacionalização dos componentes da ordem de 60%.

A fabricação estrangeira, assim como o projeto básico e o detalhado, desenvolveram-se em ritmo acelerado até fins de 1982, quando dificuldades financeiras da CEEE impuseram uma solução de continuidade, com progressiva e rápida desativação do projeto, que foi praticamente total, nos anos de 1984 e 1985. A retomada foi tentada no início de 1986, sem sucesso.

Em dezembro de 1985 foi celebrado um primeiro protocolo de intenções entre o Ministério das Minas e Energia, Ministério da Fazenda, Secretaria de Planejamento da Presidência da República, DANE, ELETROBRÁS, Governo do Estado do Rio Grande do Sul e CEEE e, em outubro de 1986, um segundo, assinado entre o Ministério das Minas e Energia, ELETROBRÁS, o DANE, o Governo do Estado e a CEEE, definiu Candiota como local preferencial para a instalação de unidades termelétricas a carvão.

### 1.3.2-Identificação do Empreendimento

O empreendimento UTE Candiota III prevê a implantação de uma máquina com potência nominal de 350 MW. O carvão para alimentação desta unidade será extraído da Malha IV, a mesma que abastece a UTE Presidente Médici.

### 1.3.3-Localização e Acessos

O local para instalação do empreendimento de Candiota III - 1ª Máquina será junto ao atual sítio da UTPM, localizada no Município de Candiota, a 13 km da BR-293 através de estrada de ligação.

Foi delimitada, pela CEEE, uma área de aproximadamente 5.000 km<sup>2</sup> que, pelo seu potencial de carvão para fins energéticos, passou a ser denominada "Pólo Energético". Para desenvolver um estudo de zoneamento de atividades, foi igualmente definida pela CEEE, uma área menor (entre as latitudes 31º25'S e 31º40'S e longitudes 53º32'W e 53º52'W), dentro dos limites do Pólo Energético, com aproximadamente 1.000 km<sup>2</sup>, que será aqui denominada "Pólo Econômico de Candiota".

Pelas facilidades de acesso, pela topografia favorável, pela proximidade dos recursos hídricos disponíveis e, principalmente, pela concentração local de jazidas de carvão a céu aberto e jazidas de calcário, esta área se caracteriza como o local onde atualmente estão instaladas as principais atividades industriais de exploração e beneficiamento de carvão mineral e calcário, usinas termelétricas e fábricas de cimento da região. A Usina de Candiota III, será implantada próximo à zona de mineração (Malha IV).

Os principais acessos rodoviários à área, todos através de estradas pavimentadas, são:



- BR-290, que liga Porto Alegre a Uruguaiana, e trecho da BR-153, que liga a BR-290 a Bagé.
- BR-293, que liga Pelotas a Quaraí, passando por Bagé.

Tomando como referência a Usina Presidente Médici, ponto central do Pólo, as distâncias rodoviárias aproximadas, por estradas asfaltadas, são as seguintes:

- 3 km de Dario Lassance (sede do Município de Candiota)
- 45 km de Pinheiro Machado;
- 60 km de Bagé;
- 150 km de Pelotas;
- 210 km de Rio Grande;
- 410 km de Porto Alegre.

O acesso ferroviário ao local é feito através da linha que parte da cidade de Rio Grande, passando por Pelotas, Herval, Bagé e Torquato Severo, e ali prossegue, ligando a área ao sistema ferroviário do Estado e ao norte do País. O acesso aéreo é feito por aviões comerciais de linha regular, com escala em Bagé, ou aviões fretados de transporte (taxi aéreo), que visam o aeroporto próprio da CEEE (900m de pista asfaltada), a 7 km da UTPM.

### 1.3.4- Características do Local de Instalação

#### Geologia e Geomorfologia

A Jazida Grande Candiota pertence à bacia sedimentar que abrange o Rio Grande do Sul, Uruguai, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Mato Grosso. Suas camadas de carvão integram a Formação Rio Bonito, que intercala cerca de uma dezena de camadas de carvão. Na maior parte da jazida, a camada Candiota, composta por dois bancos de carvão com espessura média total de 5m, é preferencial à lavra devido a suas características praticamente constantes de possança e qualidade.

O relevo da região é caracterizado por superfícies onduladas, levemente acidentadas, recortadas por frontões mais ou menos pronunciados e/ou cursos d'água. As altitudes da região variam entre 100 e 400 m, predominando valores da ordem de 220m.

#### Hidrologia

A principal bacia hidrográfica da região, onde será implantada a nova unidade, é a do Rio Jaguarão e seus afluentes o Arroio Candiota, o Arroio Poacá, o Arroio Quebra-Jugo e a Sanga da Carvoeira. A bacia do Rio Jaguarão, que faz parte da Sub-Bacia 88 "Lagoa Mirim e Canal de São Gonçalo" da Bacia 8 - "Atlântico Sudeste" toma a direção da Lagoa Mirim, a qual se interliga com a Lagoa dos Patos através do Canal de São Gonçalo. A Lagoa dos Patos deságua no Oceano Atlântico através do Canal de Rio Grande, onde se situa o porto oceânico de Rio Grande.

Dentre outros projetos e empreendimentos localizados nesta bacia, podemos citar: o projeto Passo do Centurião, destinado fundamentalmente à irrigação de lavouras de arroz, e a implantação da Reserva Ecológica do Taim, entre as Lagoas Mirim e Mangueira. As principais bacias hidrográficas, circundantes ao Pólo, são: a do Rio Jacuí, a do Rio Negro, a do Rio Uruguai e a do Rio Paraná.

As estações hidrológicas existentes na região são:

- Estações Pluviométricas de Paraíso, Fazenda Boa Vista e Usina Candiota;



-Estações Pluviométricas de Dario Lassance, Candioteinha, Jaguarão, Barragem Candiota I e Barragem Candiota II.

Os principais recursos hídricos da área do Pólo Econômico de Candiota são:

-O Arroio Candiota (afluente do Rio Jaguarão) e seus contribuintes: o Arroio Poacá, o Arroio Quebra-Jugo, a Sanga da Carvoeira, a Sanga Funda, o Arroio Caiena, o Arroio Candioteinha e o Arroio Pitangueira.

-Nascentes do Rio Jaguarão e seu contribuinte, a Sanga do Bueiro.

No percurso do Arroio Candiota estão localizadas: a Barragem I, de captação, com capacidade de armazenamento de água de 300.000 m<sup>3</sup> (junto à antiga Usina Candiota I) onde estão situadas as tomadas d'água que abastecem atualmente a Usina Presidente Médici e a Vila Residencial da CEEE, e, futuramente a UTE Candiota III; a Barragem II, de regularização, situada a aproximadamente 2 km a montante da Barragem I, com capacidade de armazenamento útil de 15.000.000 m<sup>3</sup> de água, o que propicia a regularização de vazão do Arroio Candiota para 1 m<sup>3</sup>/s.

Na Sanga Funda, próximo à BR-293, está localizada a Barragem Sanga Funda, com volume útil de acumulação de água de 158.000 m<sup>3</sup>, para abastecimento da Vila Operária da CEEE

## Clima

Os dados meteorológicos registrados em Bagé e Candiota indicam que as temperaturas máximas atingem até 40°C no verão e as mínimas até 5°C negativos no inverno. De acordo com a classificação de Köppen, o clima pode ser considerado do tipo Cfa-chuvoso com inverno frio, precipitações durante todo ano (mais acentuadamente nos meses de julho a outubro) e ocorrência de verões quentes.

As umidades relativas médias são de 73% no verão e 83% no inverno, com uma insolação média de aproximadamente 2400 h por ano (55%). As precipitações anuais são da ordem de 1300 mm, sendo que as chuvas mais intensas na região atingem um valor de 240 mm/h aproximadamente, com uma duração de cerca de 5 minutos. Os ventos predominantes no local são os que sopram de leste e nordeste. As velocidades médias dos ventos, nas diversas direções, são da ordem de 4,0 m/s.

A região apresenta os mais altos valores de velocidade máxima de vento no Brasil. A velocidade básica do vento, conforme definida na NB-599, para um período de recorrência de 50 anos, é de 158 km/h para Candiota, devendo-se ainda adotar um coeficiente S1, conforme a NB-599, igual a 1,1, correspondente à influência adversa das condições topográficas locais.

## Fisiografia

As litologias predominantes constituem-se de rochas cristalinas e rochas sedimentares. A área é típica da Campanha Gaúcha, com topografia suavemente ondulada, apresentando rara energia de relevo (120 a 300 metros). Sobre as rochas cristalinas predomina um relevo de coxilhas e domos, enquanto que sobre as rochas sedimentares predomina o tipo morro-mesa.

As características de solo sub úmido, aliadas à topografia e ao clima, que é subtropical, mesotérmico com verões quentes, fazem predominar no Pólo Econômico de Candiota uma vegetação de campo e, nos locais de mais umidade, capões e mato-galerias, principalmente nas margens dos rios e arroios. Os solos ocorrentes na área, segundo a EPFS-MA (Equipe de



Pedologia e Fertilidade dos Solos do Ministério da Agricultura), apresentam as seguintes características:

-Solos sobre terrenos arenosos - Solo com horizonte B textural, argila com atividade baixa, não hidromórfico, laterítico, bruno avermelhado, entrófico, textura argilosa, relevo ondulado e substrato arenito.

-Solos nos vales dos rios e arroios - Solo com horizonte B textural, argila de atividade alta, hidromórfico, relevo suave, ondulado e substrato siltito. Este solo normalmente se encontra encharcado.

-Solos sobre o substrato cristalino (Escudo) - Solo classificado como litossolo (camada muito fina), pedalféricos - podzol. Estes solos variam muito em função do tipo litológico ocorrente.

A capacidade de aproveitamento destes solos, devido aos fatores restritivos que apresentam, permitem o cultivo com culturas permanentes adequadas, como pastagens, ou com espécies florestais. Não são solos aconselháveis para culturas anuais pois são condicionados por fatores adversos como encharcamento, declividade, profundidade dos solos, erosão, etc.

A drenagem normalmente apresenta-se controlada pela tectônica, segundo um padrão paralelo, e sua densidade não é muito intensa devido à existência de solos arenosos de maior porosidade e permeabilidade. Estes dois fatores levam a uma lixiviação de elementos solúveis como Na, Ca, K, SiO<sub>2</sub>, e também, em virtude da inexistência de uma vegetação de médio e grande porte, favorecem desse modo a formação de solos avermelhados, ricos em ferro. Feições depositantes, como depósitos aluvionares recentes, encontram-se ao longo das drenagens.

### 1.3.5-Justificativas Econômicas para o Empreendimento

Em decorrência das crises do petróleo o Brasil foi submetido a forte desequilíbrio em sua balança comercial, o que motivou, no início da década de 80, o desenvolvimento de uma série de acordos financeiros-comerciais, entre os quais destacamos o Acordo de Cooperação Franco-Brasileiro sobre o Aproveitamento de Carvão de 20/03/80, o Convênio Complementar Franco-Brasileiro de Cooperação Econômica no Campo do Carvão, de 20/05/80 e o Acordo entre o Governo do Brasil e o Governo da França sobre Cooperação Tecnológica e Industrial no Campo do Carvão Mineral de 30/01/81, que objetivava operação financeira e comercial para implantação da UTE Candiota III.

No conjunto das medidas para alteração da Matriz Energética Brasileira, houve decisão do Governo Federal no sentido de estimular a redução do consumo de petróleo e sua substituição por outros energéticos nativos, entre os quais o Carvão Mineral, abundante na região sul do país, em especial nos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. A formalização dessa decisão política deu-se, no âmbito do Plano de Expansão do Setor Elétrico Brasileiro, com o desenvolvimento, dentre outros, do programa térmico com base no uso do energético carvão mineral.

A partir do Acordo de Cooperação Franco-Brasileiro sobre o carvão e do plano Federal de Expansão do Setor Elétrico, a Companhia Estadual de Energia Elétrica - CEEE, controlada pelo Governo do Estado do Rio Grande do Sul, assumiu o encargo de executar o Projeto da Usina Termelétrica Candiota III, localizada no Município de Candiota - RS, destinada a aumentar a geração de energia elétrica naquele Estado e a utilizar, conseqüentemente, o carvão produzido pela Companhia Riograndense de Mineração - CRM, igualmente controlada pelo Estado.

Em 29/01/81, foi assinado Protocolo entre os Governos do Brasil e da França, sobre o aproveitamento do carvão energético, com a concessão pelo Governo Francês de créditos extremamente favoráveis, de seu interesse, exclusivos de protocolos entre países.



Dentre os projetos beneficiados figurava a Usina Termelétrica Candiota III na sua configuração final, com seis unidades de 335/350 MW e cujo primeiro grupo gerador deveria entrar em operação em 1986, destinando-se os recursos da operação à cobertura do pagamento inicial dos equipamentos e serviços franceses contratados. Defrontada com sérios problemas financeiros a partir de 1982, não teve a CEEE condições de adquirir a parte dos equipamentos de fabricação nacional e de efetuar a construção das obras civis, essenciais para a instalação dos equipamentos encomendados à GEC ALSTHOM, os quais equivalem a cerca de 40% do total dos equipamentos destinados à Usina de Candiota III, que foram fabricados nos prazos contratados. Isto significando que estão embalados e armazenados na França, há mais de 10 anos.

Além do problema representado pela não conclusão dessa obra, definida como prioritária na programação do setor elétrico brasileiro desde 1982 e mantida no seu programa de expansão, essa situação também afetou as relações Brasil - França, tendo dificultado, inclusive, a obtenção de novos financiamentos daquele País, com grandes reflexos no processo de renegociação da dívida externa brasileira junto ao "Clube de Paris", conforme carta datada de 04/02/93 da Embaixada da França.

Para resolver tal situação, tendo em vista, especialmente, a necessidade de estruturar mecanismos de financiamentos que permitam a conclusão do Projeto de Candiota III - 1ª Máquina, bem como eliminar os problemas de relacionamento Brasil-França, considerando-se que a CEEE não dispõe, nem disporá em futuro próximo, de meios para dar seguimento por seu exclusivo encargo, à execução daquele empreendimento, foi criado Grupo de Trabalho Interministerial, integrado por representantes do Ministério da Economia, Fazenda e Planejamento e do Ministério da Infra-Estrutura (Portaria Interministerial nº 245, de 22/11/91).

Os resultados dos estudos desenvolvidos por esse grupo foram relatados ao Excelentíssimo senhor Presidente da República através da E.M. nº 030/GM/MME/MEFP, de 20/07/92.

Um novo Grupo de Trabalho foi criado, posteriormente, pela Portaria nº 502, de 09/09/92, do Ministério de Minas e Energia, com o objetivo de propor e acompanhar os procedimentos necessários para viabilizar a conclusão e a operação da Usina Termelétrica de Candiota III - 1ª Máquina, do qual resultou uma proposta de relatório, em que a CEEE analisou e aprovou a Alternativa 3, encaminhando à ELETROBRÁS a sua posição e proposta de relatório final.

A complexidade da matéria não permitiu obter solução de consenso. Em consequência, por determinação do Excelentíssimo Senhor Presidente da República, Doutor Itamar Franco, o Ministério de Minas e Energia, através da Portaria nº 345, de 29/08/94, designou nova Comissão, composta por representantes dos Ministérios de Minas e Energia, da Fazenda e do Governo do Estado do Rio Grande do Sul, para elaborar Proposta de Solução Definitiva para a Usina Termelétrica de Candiota III - 1ª Máquina, definindo o prazo de 10/11/94 para apresentação de Relatório Conclusivo, cujo conteúdo básico esta a seguir apresentado.

### **1.3.6-Benefícios Decorrentes do Empreendimento**

A Comissão nomeada pela Portaria MME nº 345, após analisar todas as questões incidentes sobre o empreendimento, conclui que é inquestionável a necessidade de conclusão da Usina Termelétrica Candiota III - 1ª Máquina, pelos benefícios decorrentes para todos os segmentos envolvidos. A sua concretização deverá envolver, obrigatoriamente, alocação de recursos por parte da União, para assunção dos compromissos com bancos franceses e GEC ALSTHOM, de parte de empreendedor privado para aquisição de bens e serviços faltantes e,



participação intensiva da CEEE/ELETROSUL em atividades essenciais à garantia da qualidade da Usina, tanto na fase de construção quanto na sua operação.

Os participantes estariam agregados em sistema de viabilização conhecido por B.O.T. (Build-Operate-Transfer), com escolha de parceiro(s) privado(s) em processo de concorrência pública. O modelo gerencial, adiante melhor caracterizado, se assemelha à "Alternativa 3", definida no relatório apresentado pelo pelo GT criado pela Portaria nº 502/92.

### **Benefícios para a União**

- Transformação de créditos de assunção inevitável, uma vez que a União é avalista dos financiamentos assumidos pela CEEE, de difícil equacionamento, em participação acionária na ELETROBRÁS e por meio desta na ELETROSUL, com perspectivas de boa rentabilidade pela valorização das empresas do Setor Elétrico Brasileiro no mercado das ações.
- Eliminação das dificuldades nas relações comerciais e diplomáticas entre Brasil e França, que tem dificultado, conforme relato anteriormente, a concessão de novos créditos daquele país ao Brasil.
- Geração de recursos financeiros, decorrentes do recolhimento de PIS, COFINS, Contribuição Social e Imposto de Renda, superiores a US\$ 44,3 milhões, para uma simulação de operação com tarifas da ordem de US\$ 45/MWh por período de 15 anos.
- Fabricação pelo parque industrial brasileiro de parte dos equipamentos e obras civis da Usina, o que no total corresponde a investimentos de US\$ 300 milhões, aproximadamente, com o aumento da oferta de empregos e desenvolvimento de tecnologia para a indústria termelétrica e a geração de todos os impostos vinculados.
- Geração de novos empregos e arrecadação de impostos em função da construção da Usina, da sua operação e do manuseio do carvão mineral.
- Inclusão de participação da iniciativa privada na geração de energia elétrica, com conseqüente redução do papel do Estado.

### **Benefícios para o Estado do Rio Grande do Sul**

- Equacionamento do maior passivo financeiro de uma das mais importantes empresas do Estado.
- Eliminação de problema que vem prejudicando o desempenho de sucessivas gestões governamentais.
- Geração de recursos financeiros oriundos de ICMS sobre energia vendida, consumo de combustível e de participação em tributos federais, da ordem de US\$ 364 milhões, de acordo com a simulação feita pelo grupo de trabalho.
- Aumento da exploração da sua mais importante jazida de carvão mineral, a Mina de Candiota, onde se localiza 25% de todas as reservas minerais de energéticos não renováveis do Brasil.
- Potencialização do desenvolvimento do Parque Termelétrico a partir do uso do carvão mineral.



-Otimização do montante de recursos investidos na exploração do carvão mineral pela CRM, detentora da concessão de lavra da Mina de Candiota.

### **Benefícios para o Setor Elétrico Brasileiro**

- Melhoria das condições operacionais do Sistema Interligado Brasileiro.
- Aumento de oferta de energia firme, de origem térmica, pela viabilização do empreendimento a curto prazo, tendo em vista as condições atuais do fornecimento.
- Potencialização dos investimentos realizados em unidades hidrelétricas, pelo aumento de oferta de energia firme no sistema por conta de geração termelétrica.
- Desenvolvimento estratégico do parque termelétrico brasileiro, em consonância com as diretrizes do Plano de Expansão do Setor Elétrico até 2015.

### **Benefícios para a Companhia Estadual de Energia Elétrica - CEEE**

- Consolidação do processo de saneamento econômico-financeiro da empresa e criação de condições excepcionais para captação de recursos no mercado financeiro, para expansão e melhoria do atendimento a seus consumidores.
- Obtenção de retorno para investimentos em equipamentos e serviços, que vêm se realizando há mais de uma década, com evidentes prejuízos próprios, para a sociedade atendida e para o País.
- Aproveitamento da energia garantida da Usina no sistema elétrico próprio da Empresa, por ocorrência de demanda reprimida na sua região de abrangência, bem como pela sua importância estratégica para interligação com os países integrantes do MERCOSUL.
- Otimização da ampla infra-estrutura geral do atual Complexo Candiota.
- Redução dos custos com fornecimento de carvão, pelo considerável aumento da demanda.
- Retorno da usina ao controle e patrimônio da Empresa como Unidade Produtiva qualificada, após o período de exploração pelo empreendedor privado.
- Eliminação de pendências que prejudicam permanentemente o entendimento da Empresa, tanto com organismos federais quanto com entidades privadas nacionais e internacionais.
- Redução do preço final do carvão fornecido pela Companhia Riograndense de Mineração - CRM, em função do aumento da demanda deste combustível.
- Utilização e desenvolvimento das potencialidades técnicas e gerenciais dos seus empregados.



### **Benefícios para a Eletrobrás / Eletrosul**

- Aumento do patrimônio das empresas.
- Ampliação da possibilidade de obtenção pela ELETROBRÁS, no mercado de capitais, de recursos financeiros superiores a 80% do valor a ser capitalizado pela União.
- Utilização e desenvolvimento dos seus recursos humanos.
- Ampliação das condições de manutenção de adimplência por parte da CEEE relativamente aos seus contratos de suprimento.

### **Benefícios para a Iniciativa Privada**

- Oportunidade de participação na geração de energia elétrica no Brasil.
- Garantia de retorno do investimento, com riscos empresariais adequados às características do empreendimento.
- Melhoria de utilização do parque industrial brasileiro com possíveis repercussões junto aos países do MERCOSUL.
- Possibilidade de obtenção de linhas de financiamento junto ao BNDES.
- Capacitação da engenharia nacional, por meio do Planejamento, Projeto, Construção, Fabricação, Montagem e Operação de Usinas Térmicas a Carvão.

### **1.3.7-Recomendações para Concretização dos Benefícios**

Considerando o antes exposto, a Comissão recomendou:

1. Reformular o Projeto Básico da Usina de Candiota III - 1º Módulo com vistas a sua instalação junto ao atual Complexo Presidente Médici, considerando-a como única realidade viável existente, desvinculando-a do projeto original que a projetava junto à instalação de outras cinco unidades idênticas de mesma potência - 335/350 MW. Tal modificação incorporará os benefícios de utilização de toda a infra-estrutura, materiais, recursos humanos, equipamentos, construída pela CEEE no sítio, e das técnicas decorrentes da operação das unidades ali instaladas, que resultam de uma experiência acumulada ao longo dos últimos 30 anos. A reformulação do projeto básico deve considerar o relatório Candiota III - 1ª Máquina isolada tomando-se por base a Primeira Etapa das Revisões e Adequações, datada de novembro de 1994, que sinaliza uma redução no orçamento de investimento global do empreendimento da ordem de 15%, além de uma redução nas despesas operacionais, em relação a solução original, em torno de US\$ 13 milhões/ano. O mesmo relatório apresenta, além da solução recomendada pela Comissão, quadros de Redução de Custos referentes à mudança do local de construção da UTE Candiota III para junto do atual complexo, adequações e otimizações técnicas, mudança do sistema de resfriamento e unidade separada do projeto original.

2. Utilizar as obras realizadas no sítio reservado originalmente para as seis (6) unidades, para implantação de canteiro, depósitos e demais facilidades, colocando-as à disposição do empreendedor privado, no sentido de obter otimização adicional.



3. Retomar imediatamente as negociações dos contratos comerciais com a GEC ALSTHOM para adequar o escopo do fornecimento à nova solução apregoada no item 1.
4. Assunção pela União, dos direitos e obrigações derivados dos contratos de créditos ao comprador assinados entre a CEEE e os bancos franceses em 1981 e dos contratos comerciais com a GEC ALSTHOM referentes a compra de equipamentos. Ficam excluídas as obrigações decorrentes dos empréstimos, em moeda, tomados pela CEEE junto ao Societé Générale e Libra Bank, na mesma ocasião.
5. A CEEE, em contrapartida, entregará à União os equipamentos e serviços já adquiridos e executados, correspondentes aos financiamentos referidos no item 4, possibilitando às partes, CEEE e União, firmar documento dando plena e rasa quitação de créditos e débitos.
6. A União integralizará aumento de capital da ELETROBRÁS com o valor equivalente aos bens recebidos da CEEE, conforme item 4.
7. A ELETROBRÁS, repassará à ELETROSUL os equipamentos e serviços referidos anteriormente, providenciando idêntico aumento de valor do capital daquela Empresa.
8. A autorização para construção da Usina, outorgada à CEEE, deverá retornar à União.
9. Criação de Grupo Técnico-Gerencial, com a participação e coordenação do MME e ELETROBRÁS, constituído por empregados da ELETROSUL e CEEE, para condução de todas as providências requeridas para implementação do empreendimento em consonância com essas recomendações, bem como pela elaboração de documento que regule as participações em todas as etapas do empreendimento.
10. A União, com base no documento em que a CEEE declina da autorização para construção da Usina, promoverá licitação específica para selecionar um empreendedor privado interessado em participar do serviço público de produção de energia elétrica. O empreendedor selecionado receberá a autorização para as obras de complementação do empreendimento. Dentre as Condições Gerais a serem estabelecidas nos documentos de licitação ficará definido que:
  - a) a exploração ou prestação de serviços será por prazo de 18 anos: 3 de construção e 15 de exploração;
  - b) o preço de energia a ser cobrado pelo empreendedor privado deverá ser estabelecido para todo o período de exploração ou prestação de serviços;
  - c) no respectivo contrato, ficará estipulado que, findo o prazo de exploração ou prestação de serviços, a Usina reverterá integralmente à CEEE e ELETROSUL, proporcionalmente às suas respectivas participações;
  - d) será assegurada a compra de toda a energia garantida da usina, conforme condições operacionais estabelecidas pelo Sistema Interligado (GCOI);
  - e) os bens, equipamentos, serviços e instalações já adquiridos e/ou a adquirir, de propriedade da CEEE e ELETROSUL, serão colocados à disposição do empreendedor privado para conclusão e operação da Usina. Esta cessão será feita através de instrumento jurídico apropriado no qual constará condições para uso, conservação e posterior devolução.
11. Apresentação, pelo GT Técnico-Gerencial formado por MME / ELETROBRÁS / ELETROSUL / CEEE, num prazo de 30 dias após aprovação deste relatório, de cronograma básico das atividades necessárias para implementação do empreendimento. No cronograma deverão ser considerados o prazo de 90 dias para elaboração de Edital e mais 120 dias para conclusão do processo de licitação após o lançamento de Edital Público.



12. A assunção da dívida pela União conforme Lei no 9.143 de 8 de dezembro de 1995 a seguir;

13. Caberá ao Governo do Estado do Rio Grande do Sul e à CEEE a adoção de todas as medidas requeridas para obtenção da licença ambiental do empreendimento.

14. A ELETROSUL e CEEE adotarão mecanismos gerenciais que assegurem ao processo efetiva competitividade, de forma a selecionar parceiro privado capacitado que viabilize o empreendimento conforme as recomendações desta Comissão, condição "sine qua non" para assunção das dívidas com os bancos franceses e GEC ALSTHOM pela União.

15. A CEEE e a ELETROSUL, como parceiras do empreendimento, disponibilizarão ao máximo seus recursos humanos e materiais, no sentido de participar, notadamente nos itens de engenharia e administração da obra, fato que poderá resultar em uma economia na ordem de 3%, sobre o orçamento original.

16. Os representantes da União e CEEE, no desenvolvimento das demais atividades com vistas a concretização final do empreendimento, procederão levantamento e avaliação da efetiva participação de cada uma das partes, com a finalidade de serem estabelecidos os respectivos percentuais na composição de cotas da UTE Candiota III - 1ª Máquina, para todos os devidos fins e efeitos, inclusive quando de sua futura reversão.

#### 1.4-Mercado de Energia Elétrica no Brasil e no Rio Grande do Sul

##### 1.4.1-Consumo de Energia Elétrica no Brasil (1970-1995)

No período 70/95, o consumo de energia elétrica cresceu a uma taxa média geométrica anual de 8%, enquanto a média da taxa do PIB foi de aproximadamente 4%. Desdobrando em fases distintas, tem-se o seguinte quadro.

PERÍODO	ENERGIA ELÉTRICA	PIB	ENERGIA ELÉTRICA/RENDA(PIB)
70/79	12,52%	8,66%	1,45
80/85	7,93%	3,03%	2,62
86/95	6,00%	2,00%	3,00

##### 1.4.2-Previsões para o Consumo de Energia Elétrica no Brasil (1995/2015)

ANO	CONSUMO TOTAL TWh	TAXA DE CRESCIMENTO (% a.a.)
1995	251	-
2000	330	5,6
2005	430	5,5
2010	524	4,0
2015	631	3,8



### 1.4.3-Energia Elétrica no Rio Grande do Sul

O mercado de energia do Rio Grande do Sul é da ordem de 17 milhões de MWh, com o seguinte perfil de consumo: industrial (38%), residencial (28%), comercial (13%), rural (10%) e público (11%). Por Outro lado, como mostra a figura da página seguinte, o abastecimento desse mercado depende cada vez menos de produção local e, conseqüentemente, cada vez mais do Sistema Interligado.

Além disso, no âmbito conjuntural, o ano de 1995 caracterizou-se por ocorrências significativas envolvendo o Sistema Elétrico e Energético da CEEE, entre as quais podemos destacar as seguintes: o acidente com a Usina do Passo Real em maio; a forte estiagem verificada ao longo de todo o período, que impediu uma geração hidráulica maximizada; as elevadas temperaturas que assolaram o Estado, principalmente nos meses finais do ano, fazendo recrudescer a demanda por energia; dificuldades da geração térmica e os elevados níveis de risco na transmissão da energia de intercâmbio completam o quadro de adversidades vividas pelo Sistema Elétrico da Companhia.

Para contornar as crescentes dificuldades atuais e futuras, no que tange ao atendimento do mercado do Rio Grande do Sul e a segurança do seu Sistema Elétrico, é cada vez mais premente a necessidade de instalar fontes geradoras dentro do Estado, aliviando o já saturado Sistema de Interligação por Transmissão. O empreendimento referente à UTE Candiota III/1, está destacadamente inserido neste contexto. A figura a seguir mostra a participação da CEEE no atendimento ao mercado do RS.

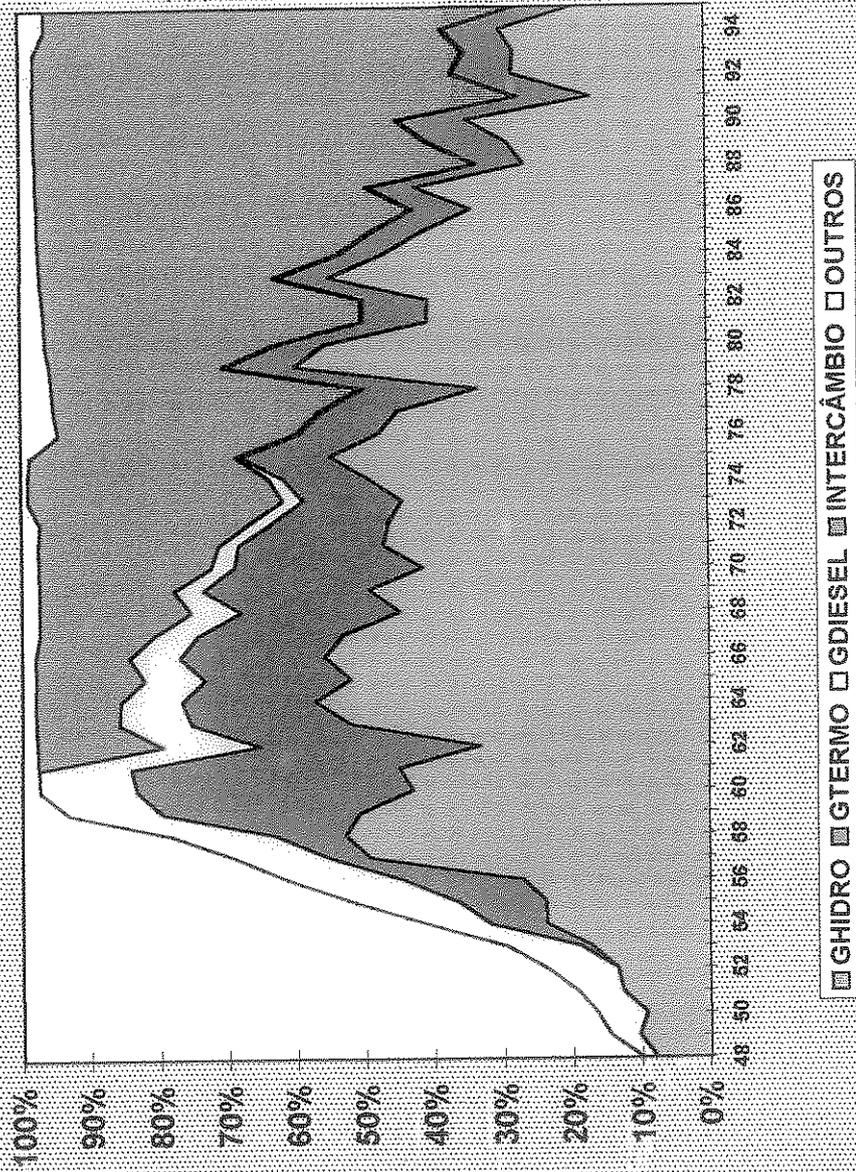
### 1.4.4-Taxas de Crescimento do Consumo de Energia Elétrica e do PIB-RS

PERÍODO	CRESCIMENTO ENERGIA ELÉTRICA (% a.a.)	CRESCIMENTO PIB (% a/a)	ENERGIA ELÉTRICA / RENDA(PIB)
1972/1987/	10,9	6,3	1,7
1972/1980	13,2	9,0	1,5
1981/1987	8,2	3,2	2,5
1982/1995	9	3	3

### 1.4.5-Previsão do Consumo de Energia Elétrica no Rio Grande do Sul (1995-2015) (cenário conservador, 5% a.a.)

ANO	CONSUMO (GWh)	CARGA MÉDIA (MW)	DEMANDA MÁX (MW)	ATUAL ATENDIMENTO MÁX(MW)
1996	18070	2062	3000	3400
1997	18974	2166	3100	-
1998	19923	2274	3250	-
1999	20920	2390	3410	-
2000	21966	2507	3580	-
2005	28030	3200	4570	-
2010	35775	4100	5800	-
2015	45660	5212	7450	-

**PARTICIPAÇÃO DA CEEE NO ATENDIMENTO AO MERCADO DO RS**





## 2-DESCRIÇÃO TÉCNICA DO EMPREENDIMENTO

### 2.1-Informações Básicas

A UTE Candiota III - 1ª Máquina constitui-se em uma instalação termelétrica convencional a vapor, queimando carvão pulverizado. O carvão bruto, será o proveniente da mina de Candiota, Malha IV, a aproximadamente 3 km de distância. A potência nominal, se situará entre 350 e 360 MW, dependendo das soluções encontradas e adotadas em relação ao sistema de condensação. A nova unidade estará inserida no Sistema Interligado Sul-Sudeste, operando segundo as necessidades e regras do Setor. Embora deva disponibilizar a capacidade líquida máxima para o Sistema, funcionará, usualmente, com Fator de Capacidade Anual entre 0,35 e 0,75. A menor carga corresponde ao mínimo técnico, ditado, fundamentalmente, pelo limite da queima do carvão, sem combustível de sustentação.

Esta nova unidade será constituída, basicamente, por:

- 1 gerador de vapor completo e seus auxiliares;
- 1 turbo grupo completo e seus auxiliares;
- Instalação e componentes do ciclo térmico;
- 2 sistemas de moagem do carvão, com armazenamento do pulverizado.
- Circuito de condensação com Torre Evaporativa Forçada;
- Sistema de água bruta;
- Sistemas de tratamento da água (desmineralização e pré-tratamento);
- Manuseio do carvão e depósitos;
- Sistemas de extração da cinza;
- Sistema de manuseio e estoque dos óleos combustíveis.

Por estar situada dentro do complexo termelétrico já existente, compartilhará com o mesmo de diversas instalações e facilidades, disponibilizadas pela ampla infra estrutura já existente. Os itens disponibilizados para a UTE Candiota III são, resumidamente, os seguintes:

- Pátio e movimento do carvão bruto;
- Sistema de descarga e movimentação do Fuel-Oil e Diesel;
- Depósitos principais de Fuel-Oil e Diesel;
- Estação de gás para ignição;
- Fábrica e armazenamento do hidrogênio;
- Tomada e adutora da água bruta;
- Sistemas de bombeamento de água bruta;
- Reservatórios de água bruta;
- Sistema de bombas e circuito anti-incêndio;
- Bacias de neutralização;
- Bacias de decantação;
- Depósito de óleo tratado dos turbo grupos;
- Módulos da subestação;
- Sistema de transmissão 69/138/230 kV;
- Pavimentação Pesada;
- Prédios diversos, portaria, vestiário, depósitos, oficinas, laboratório;
- Refeitório, hospital;
- Água potável.

Para maior confiabilidade, disponibilidade operacional e racionalização das capacidades, existe a possibilidade de interligação dos seguintes sistemas:



- Vapor auxiliar;
- Água bruta;
- Água Pré-Tratada;
- Água desmineralizada;
- Energia elétrica auxiliar/emergência;
- Sistema de tratamento dos óleo lubrificantes;
- Silos de cinza e carregamento p/transporte;
- Diversos.

## 2.2-Insumos

Na fase de operação da usina serão necessários como insumos: carvão, água, produtos químicos, óleo combustível, óleo diesel, etc.

### 2.2.1-Carvão

Para efeito de dimensionamento das capacidades dos sistemas de queima e manuseio do carvão e das cinzas, adota-se o carvão de Projeto, atualizado para a Malha IV, com as características da tabela a seguir. O balanço de massas e das emissões médias ao longo da vida útil, deve considerar estas características do carvão de projeto e um fator de capacidade média de 55 %.

QUADRO 2.1-Carvão de Projeto Atualizado (Malha IV)(médias máximas), Substitui GP010, do contrato CEEE 81/500/501.

ANÁLISE IMEDIATA	
Teor de Cinzas (b.s.) %	54,04
Umidade %	16,00
Matéria Volátil (b.s.) %	21,55
Carbono Fixo (b.s.) %	24,36
OUTRAS ANÁLISES	
Poder Calorífico Superior kcal/kg	3.078
Moabilidade Hardgrove HGI	100,00
Enxofre Total (b.s.) %	1,35
ANÁLISE ELEMENTAR (b.s.)	
Carbono %	33,72
Hidrogênio %	2,34
Nitrogênio %	0,66
Oxigênio %	8,96



ANÁLISE DE METAIS(cinzas)%	
Na <sub>2</sub> O	0,27
K <sub>2</sub> O	2,06
MgO	0,58
CaO	0,78
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,05
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,21
SiO <sub>2</sub>	68,21
TiO <sub>2</sub>	0,65
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,06

TEOR DE ENXOFRE(b.s.)	
Orgânico,%	0,44
Sulfático,%	0,11
Pirítico,%	0,84
Total,%	1,35

### 2.2.2-Água

Sendo a refrigeração do condensador assegurada por uma torre evaporativa mecânica, as necessidades de água da usina estão limitadas aos seguintes pontos:

- reposição das perdas da torre de resfriamento;
- refrigeração de certos auxiliares;
- complementação para as caldeiras (perdas, soprador de cinzas a vapor, partida, alimentação dos sopradores de cinzas e água);
- regeneração dos leitos dos filtros das estações de tratamento de água;
- umidificação das cinzas;
- lavagem periódica dos pré-aquecedores de ar;
- produção de água potável;
- lavagem dos pisos, rega de gramados diversos, pulverização dos trocadores dos refrigeradores auxiliares (no verão).

A quantidade de água para a lavagem dos pré-aquecedores de ar, supondo-se que os outros consumos sejam constantes, pode ser desprezada já que esta ocorre somente na parada das unidades correspondentes. Para a umidificação das cinzas, poderá ser utilizada a água que serviu para a refrigeração dos auxiliares e purga da torre. O consumo médio para a nova unidade está estimado em 500 m<sup>3</sup>/h e o máximo em cerca de 900 m<sup>3</sup>/h. A água será captada na Barragem I do Arroio Candiota, situada a 0,5 km da Usina. A água é tratada segundo o processo convencional para a água de abastecimento público, consistindo da adição de produtos químicos, clarificação e filtração. A parcela d'água utilizada nas caldeiras é desmineralizada em um sistema de filtros



catiônico, aniônico e de leito misto. O Quadro 2.2 apresenta análises da água bruta captada na Barragem I do Arroio Candiota.

QUADRO 2.2-Análises da água bruta captada na Barragem I do Arroio Candiota.

PROPRIEDADES	FAIXA DE VARIAÇÃO DE RESULTADOS			ANÁLISE TÍPICA	
	MIN.	MÁX.	COMUM	INVERNO	VERÃO
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS					
pH	5,6	7,4	7,1	6,8	7,1
Cor, mg/L (Pt)	2,0	65,0	-	-	3,0
Turbidez, mg/L (SiO <sub>2</sub> )	13,0	41,0	31,0	36,0	13,0
Sólidos suspensos, mg/L	1,2	32,6	11,0	27,0	1,2
Sólidos dissolvidos, mg/L	54,8	84,0	72,0-76,0	66,4	62,0
Sólidos totais, mg/L	63,2	93,4	82,0-86,0	93,4	63,2

ANÁLISES QUÍMICAS	MIN.	MÁX.	COMUM	INVERNO	VERÃO
	Dureza permanente, °f	-	2,5	1,3	-
Dureza total, °f	0,8	2,9	1,7	1,9	2,9
Alcalinidade ao metilorange, mg/L CaCO <sub>3</sub>	12,1	32,8	19,5	20,2	32,7
CO <sub>2</sub> agressivo, mg/L (CO <sub>2</sub> )	5,3	12,6	8,8	7,1	5,3
CO <sub>2</sub> livre, mg/L (CO <sub>2</sub> )	0,7	26,0	4,7-25,0	1,8	1,7
Cloreto, mg/L	2,8	5,6	5,0	5,6	5,6
Carbonato, mg/L (CaCO <sub>3</sub> )	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bicarbonato, mg/L (HCO <sub>2</sub> )	14,3	32,7	20,9	20,2	32,7
Sulfato, mg/L	n.d.	10,0	1,6-3,1	n.d.	5,5
Matéria orgânica, mg/L (KMnO <sub>4</sub> )	15,3	60,5	21,0-23,0	15,3	15,6
Oxigênio dissolvido, mg/L (O <sub>2</sub> )	3,0	18,0	16,0	6,9	7,3
Sílica, mg/L (SiO <sub>2</sub> )	10,0	42,0	17,0-42,0	16,0	10,0
Cálcio, mg/L (CaO)	4,4	8,9	5,9	-	8,9
Magnésio, mg/L (MgO)	2,4	5,2	3,7	-	5,2
Ferro total, mg/L (Fe <sup>+++</sup> )	0,4	2,7	1,3	-	0,4
Manganês, mg/L (MnO)	0,1	0,3	0,2	-	0,3
Potássio, mg/L (K <sub>2</sub> O)	2,0	2,7	2,4	-	2,7
Sólidos, mg/L (Na <sub>2</sub> O)	3,5	6,3	4,6	-	6,3

Fonte: CEEE, Contrato CEEE-81/501, Espec. Técnicas-Volume 3 - Pág. GP 045



### 2.2.3-Óleo Combustível

As características aproximadas dos óleos combustíveis pesados e leves utilizados são apresentadas nos Quadros 2.3 e 2.4.

QUADRO 2.3-Características do óleo combustível pesado

PROPRIEDADES	VALORES
Densidade a 20/4 °C	0,980-0,912
Viscosidade Saybolt a 37,8 °C (min), SSU	150
Viscosidade Saybolt a 50 °C (max), SSU	3.000
Poder Calorífico Superior, kcal/kg	10.300-10.800
Poder Calorífico Inferior, kcal/kg	9.550-10.200
Ponto de Fluidez, °C	15-21
Ponto de Inflamabilidade, °C	66-114
Água e Sedimentos, % (v/v)	0,5-2,0
Análise Química: Carbono, % (p/p)	86,5-90,2
Hidrogênio, % (p/p)	9,5-12
Cinzas, % (p/p)	0,014-0,19
Resíduo de Carbono, % (p/p)	6-12
Vanádio, ppm	3-200
Níquel, ppm	30-70

QUADRO 2.4-Características do óleo combustível leve

PROPRIEDADES	VALORES
Densidade a 15,6 °C	0,887-0,825
Viscosidade Saybolt a 37,8 °C (max),SSU	40
Poder Calorífico Superior, kcal/kg	10.550-10.950
Poder Calorífico Inferior, kcal/kg	10.000-10.300
Ponto de Fluidez, (max) °C	6,7
Ponto de Inflamabilidade, (min) °C	37
Água e Sedimentos, (max) % (v/v)	0,1
Análise Química: Carbono, % (p/p)	86-88
Hidrogênio, % (p/p)	12-14
Enxofre, % (p/p)	0,05-1,0
Cinzas, % (p/p)	nihil

Fonte: CEEE



### 3-LEGISLAÇÃO REFERENTE A RECURSOS NATURAIS E AMBIENTAIS E OCUPAÇÃO DO SOLO

#### 3.1-Legislações Federal e Estadual

Conforme o levantamento de legislação ambiental brasileira apresentado no Estudo de Impacto Ambiental, o 1º Código de Águas do País, datado de 1934, permaneceu em vigência durante mais de 40 anos. Os primeiros esforços no sentido da atualização deste código original somente foram envidados a partir de 1968, através da formação de um Grupo de Trabalho Interministerial ao qual foi delegada a tarefa de proceder à reformulação dos mecanismos institucionais encarregados das concessões, autorizações e respectivas fiscalizações.

Surge nesta ocasião a idéia de criar uma autoridade central orientada para a preservação do meio ambiente por meio da utilização racional dos recursos naturais. Este órgão, criado a 30/10/73, é a Secretaria Especial do Meio Ambiente - SEMA, vinculada ao Ministério do Interior.

A esta autoridade cabe direta ou indiretamente a função de atuar nos campos da pesquisa, planejamento, coordenação e assessoramento com vistas ao combate à poluição ambiental, em especial dos recursos hídricos. A partir de sua criação, a SEMA passou a ser responsável pela elaboração e estabelecimento das normas e padrões relativos à preservação do meio ambiente.

Desta forma, um decreto-lei datado de 14/08/75 dispõe sobre o controle da poluição ambiental por atividades industriais, determinando a obrigatoriedade das indústrias instaladas, ou a se instalar, a prevenir ou corrigir os inconvenientes e prejuízos da poluição e da contaminação do meio ambiente.

Através de um decreto de 03/10/75, são dispostas as medidas de prevenção da poluição industrial e definidas as áreas críticas de poluição no País. A classificação original das águas interiores do território nacional, estabelecida a 15/01/76, foi reformulada e redefinida a 18/08/86. A resolução ora vigente classifica as águas doces, salobras e salinas em 9 classes, de acordo com seus usos preponderantes, e especifica os parâmetros e limites associados aos níveis de qualidade requeridos.

A 27/04/76 foram definidos os padrões de qualidade do ar quanto à partículas em suspensão, SO<sub>2</sub>, CO e oxidantes fotoquímicos, bem como os respectivos métodos de referência e implementados pela Resolução CONAMA 003 de 28/6/90 que estabeleceu padrões primários e secundários de qualidade do ar a as concentrações de poluentes atmosféricos que, ultrapassados, poderão afetar a saúde e o bem estar e segurança da população e ocasionar danos à flora, fauna, materiais e ao meio ambiente.

A Política Nacional do Meio Ambiente - PNMA, instituída a 31/08/81 e tendo por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, criou o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Dentre outras competências do CONAMA, cabe-lhe estabelecer, mediante proposta da SEMA, normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente dos recursos hídricos.

Dentre suas determinações, destaca-se a Resolução CONAMA nº 001/86 de 23/01/86, que estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. O artigo nº 2 desta Resolução condiciona o licenciamento de certas



atividades modificadoras do meio ambiente à elaboração de Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente e da SEMA em caráter supletivo. O artigo nº 6 define as atividades técnicas a serem desenvolvidas no estudo de impacto ambiental, enquanto que o artigo nº 9 define o conteúdo do RIMA.

No que concerne a recursos minerais, o código de mineração, datado de 28/02/67, obriga o titular da concessão de lavra a evitar a poluição atmosférica ou hídrica que possa resultar das atividades de mineração. No que diz respeito exclusivamente ao carvão mineral, a 06/07/82 foi instituída uma portaria relativa aos aspectos ambientais decorrentes da produção e beneficiamento deste recurso energético. Esta portaria determina a obrigatoriedade de empresas mineradoras e beneficiadoras de carvão de apresentar projetos referentes ao tratamento dos efluentes líquidos provenientes da drenagem de minas e do beneficiamento, à recuperação da área minerada, e ao transporte, manuseio, disposição final e/ou parcial de subprodutos, produtos e resíduos sólidos do beneficiamento.

Assim sendo, a utilização do carvão como combustível permanece afeta à legislação genérica do meio ambiente, principalmente no que diz respeito a controle das emissões atmosféricas.

Enquanto a legislação ambiental federal estabelece somente padrões de qualidade dos corpos receptores (cursos d'água e ar), não se preocupando com a questão dos padrões de emissão (Portarias MINTER nº 0013 de 15/01/75 e nº 536 de 07/12/76 (água) e nº 0231 de 27/04/76 (ar)), a legislação estadual do Rio Grande do Sul se volta primordialmente para a questão do controle das emissões.

Assim, o órgão fiscalizador do meio ambiente no RS - FEPAM (antigo DMA), no processo em licenciamento de atividades, após o exame da documentação abaixo analisada, determina em certos casos, o padrão de qualidade mínima do efluente geral a ser lançado no corpo receptor. Adicionalmente, para certas plantas industriais de grande porte ou potencialmente poluidoras do meio ambiente, é exigido o atingimento de padrões de emissão e de eficiência de estações de tratamento de efluentes.

A FEPAM define todos estes padrões ambientais com base em dados referentes ao corpo receptor e à planta industrial, apresentados em um documento padronizado. Com relação à indústria, os dados básicos consistem de:

- informações sobre o processo industrial - operações envolvidas no processo, matérias-primas e produtos auxiliares, produtos e subprodutos;
- informações sobre a água utilizada - fonte de abastecimento, vazões, usos, processos de tratamento prévio;
- informações sobre os efluentes líquidos - águas pluviais, esgoto sanitário, despejos líquidos industriais;
- caracterização qualitativa e quantitativa dos despejos líquidos industriais;
- informações sobre emissões atmosféricas e ruídos;
- informações sobre resíduos sólidos.

Com relação ao corpo receptor, deve-se identificá-lo, bem como informar sobre a bacia hidrográfica a que pertence e relacionar seus principais usos nas proximidades do ponto de lançamento do efluente industrial, a montante e a jusante.

### 3.2-A Constituição Brasileira

A nova constituição brasileira destaca a questão do Meio Ambiente dedicando-lhe integralmente o Capítulo VI - "Do Meio Ambiente", pertencente ao Título VIII - "Da Ordem Social". O referido capítulo consta de um único artigo, o de nº 225, que assegura o direito da população a um meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Considerando que a Constituição dá ao cidadão o direito a um meio ambiente saudável e ao Estado o dever de provê-lo, e que o monitoramento ambiental é condição essencial para propiciar uma base atual sólida para quaisquer discussão e decisão adequadas sobre a qualidade de vida, segue-se a questão do monitoramento ambiental permanente como dever do Estado. Compete pois ao Estado a tarefa de avaliar e acompanhar a evolução dos indicadores ambientais.

Merece destaque na nova Constituição o fortalecimento da participação da comunidade em defesa do meio ambiente através do estabelecimento do mandado de segurança coletivo, do mandado de injunção e do direito do cidadão a propor ação popular.

As definições de que é competência da União instituir um sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos, de que as correntes de água interestaduais são bens da União e de que as águas superficiais ou subterrâneas são bens dos Estados, são da maior importância para se repensar o problema da poluição das águas e se chegar ao gerenciamento por bacias.

Cabe observar que as duas últimas disposições, referentes à propriedade das águas, incorporam à nova Constituição as emendas nºs 1/69 e 16/80 da Constituição anterior. Os três dispositivos constitucionais, tomados em conjunto, se inserem na tendência mundial à publicitação das águas, uma vez que as velhas doutrinas dos direitos ribeirinhos e dos direitos de apropriação, baseadas na propriedade da terra, não dão mais conta da problemática da qualidade e quantidade das águas em seus múltiplos usos.

Cabe também destacar, no que tange aos recursos hídricos, uma colisão entre as Resoluções 002/85 e 004/86, do CONAMA, e a Constituição anterior, colisão essa que se renova diante dos dispositivos da nova Constituição. O texto que segue é uma transcrição, adaptada para os degressos da nova Constituição, de parecer do Dr. Cid Tomanik Pompeu na obra "Modelos para Gerenciamento de Recursos Hídricos":

#### Avaliação de impacto ambiental

A avaliação de impactos ambientais é um dos Instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/81, art. 9º, III).

Segundo norma baixada pelo CONAMA (Resolução nº 1, de 23/01/86, art. 2º), depende da elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo relatório, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente, e da (SEMA) em caráter supletivo, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, entre as quais, diretamente aos recursos hídricos, em enumeração exemplificativa, então:

- a) barragens, para quaisquer fins hidrelétricos, acima de 10 MW, de saneamento ou de irrigação;
- b) abertura de canais de navegação, drenagem e irrigação;
- c) retificação de cursos de água;
- d) abertura de barras e embocaduras;
- e) transposição de bacias;
- f) diques.



Estabelece a Lei nº 6.938/81 que a construção, instalação, ampliação e o funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais considerados efetiva ou potencialmente poluidores, bem como as capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependem de prévio licenciamento por órgão estadual competente, integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), sem prejuízo de outras licenças exigíveis (art. 10).

Quando relativo a pólos petroquímicos e cloroquímicos, instalações nucleares e outras definidas em lei, o licenciamento cabe exclusivamente ao Poder Executivo Federal, ouvidos os governos estadual e municipal interessados (Art. 10, Parágrafo 4).

Sendo assim, é inconstitucionalmente vulnerável a aplicação da Resolução nº 2, de 05/03/85, do CONAMA, no tocante às barragens para fins hidrelétricos, quando determina o seu licenciamento por órgão estadual. O mesmo pode ser dito no tocante à referência às barragens para fins hidrelétricos, mencionadas no art. 2º, VII, da Resolução nº 1/86, daquele Conselho, pois ambas conflitam com a Constituição Federal, que estatui competir à União explorar, diretamente ou mediante autorização ou concessão os serviços e instalações de energia elétrica, de qualquer origem ou natureza (art. 21, XII, "b") e que a exploração e o aproveitamento dos potenciais de energia hidrelétrica dependem de autorização ou concessão federal (Art. 176, parágrafo 1).

Ora, atribuir competência aos Estados, para expedirem a Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO), relativamente às obras hidráulicas, para fins hidrelétricos, consistiria na possibilidade de negá-las ou revogá-las, o que implicaria na supressão da competência constitucional outorgada à União (Art. 20, I a III, do Regulamento aprovado pelo Decreto nº 88.351, de 01/06/83).

A produção de energia hidrelétrica, portanto, para que haja compatibilidade da norma com a Constituição, está contida na expressão "e outras definidas em lei", constante do Art. 10, parágrafo 4, da Lei nº 6.938/81.

Em vista disso, eventual licenciamento de caráter ambiental, a elas concernente deverá ser outorgado nos termos do Art. 3º, da Resolução nº 1/86, ouvidos os governos estaduais e municipais interessados (Art. 10, Parágrafo 4, supracitado, e Art. 20, Parágrafo 5, do Decreto nº 88.351, de 01/06/83). Não se trata de diminuição de autonomia estadual, mas do cumprimento das normas constitucionais, inclusive quando declaram que aos Estados são conferidos todos os poderes que, explícita ou implicitamente, não lhes sejam vedados pela Constituição (Art. 25, Parágrafo 1).

No trabalho anterior, ainda não vigiam as Resoluções CONAMA 003 e 008, que, neste trabalho de reavaliação, foram consideradas, no aspecto relativo a padrões de qualidade e padrões de emissão.

#### 4-DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

##### 4.1-Meio Ar

A primeira avaliação e respectivo relatório de impacto ao meio ar, foi realizado no trabalho anterior (EIA/RIMA-CANDIOTA III-<sup>10</sup> MÓDULO-1989), em que se buscou, com todas as informações disponíveis, compor o "pano de fundo" ou o diagnóstico e, por sobre este, inserir a nova unidade termelétrica, na época constituída de duas unidades termelétricas de 335 MW cada.



A realidade atual é mais branda, pois em função de decisões governamentais, a nova unidade será constituída de uma única unidade de 350 MW, denominada de Usina Termelétrica Candiota III - 1ª Máquina, ou simplesmente UTC III/1.

#### 4.1.1-Área de Estudo

A área de estudo, tanto no diagnóstico quanto no prognóstico, é um quadrado de 60 X 60 km em que o centro é a atual localização da UTPM (A+B). Foi assim escolhido em função da localização da futura usina UTC III/1 ser junto a este sítio. Dentro deste quadrado, insere-se, se assim for desejado, um círculo, também centrado na UTPM, com 30 km de raio, interno à malha de estudo.

Para efeitos didáticos, a área de influência do estudo foi subdividida em duas, a saber: área de influência direta e área de influência indireta. Esta subdivisão foi definida, partindo-se de critérios de estabelecimento de contornos do estudo, de tal sorte que, indiretamente, contemple os padrões primários e secundário da RESOLUÇÃO CONAMA 003.

##### -Área de Influência Direta

Definimos para este estudo que a área de influência direta é aquela em que podem ser observados efeitos sobre a saúde pública e, via de regra, ocorre isto pela ação direta dos agentes impactantes e que podem ser diretamente relacionados com o empreendimento.

Conforme já comentado no item 1.2.3 do TOMO II (diagnóstico), para este trabalho, admitimos que a área de influência direta é um quadrado de 20 X 20 km, centrado na UTPM.

##### -Área de Influência Indireta

A área de influência indireta é aquela externa à de influência direta mas circunscrevendo-a, onde ainda podem ser verificados efeitos sobre a saúde com o enfoque dirigido na proteção ao bem-estar público. Neste estudo, a área de influência indireta é toda a malha de 60 X 60 km, não se atentando à área de influência direta.

#### 4.1.2-Variáveis de Trabalho

As variáveis trabalhadas neste relatório são basicamente de duas naturezas: meteorológicas e as operacionais.

O primeiro grupo de variáveis está vinculado ao clima e as condições atmosféricas reinantes na região de estudo, que sobre as quais não podemos exercer controle, mas que são determinantes dos vetores de dispersão dos poluentes lá encontrados e já foram amplamente tratados no Tomo II do presente trabalho.

O segundo grupo de variáveis está associado às atividades da região, sobre as quais podemos ter domínio ou controle. São as variáveis operacionais (ou de processo), vinculadas com as ingerências (maiores ou menores) do homem no meio.

Destas, pinçamos as relevantes e sujeitas a avaliação, que são:

- emissões de material particulado,
- emissões de óxidos de enxofre e
- emissões de óxidos de nitrogênio.



Evidentemente que outras emissões poderiam ser destacadas com mais ênfase e detalhamento, como seria o caso de monóxido de carbono, dióxido de carbono, hidrocarbonetos, calor, ruídos, vapor d'água etc, mas que não se constituem, especificamente, objeto do trabalho.

Igualmente, poder-se-ia centrar a atenção à emissão de elementos menores associados às cinzas volantes, mas isto já foi objeto de ampla avaliação, tanto no Tomo II (Diagnóstico) como no Tomo III (Avaliação dos Impactos Ambientais), e entendemos como suficientemente detalhados e de pequena significação como já visto.

Com maior grau de complexidade e dificuldade de trabalho poder-se-ia, também, avaliar efeitos sinérgicos da emissão concomitante de cinzas e gases sobre a qualidade das chuvas ou acidificação de solos, mas este estudo carece de maiores informações técnicas que demandariam recursos financeiros e humanos de grande monta, além de muito tempo de observação, para ter-se resultados confiáveis e representativos.

Assim sendo, neste relatório dar-se á destaque àqueles que, pelo nível de significância, são entendidos como relevantes, possuindo, em consonância, um conjunto de dados coletados ou gerados com relativa confiabilidade, quais sejam: material particulado e óxidos de enxofre e de nitrogênio.

#### 4.1.3-Resultados da Coleta de Dados e das Simulações (Situação Atual)

Sumarizamos, a seguir, os resultados obtidos da coleta de dados e das simulações para a situação atual.

Daremos o enfoque principal às medidas anuais, que são bastante representativas. Os resultados e as comparações das médias diárias para: a situação atual, só a UTE Candiota III/1, e todas as emissões (situação futura), estão exaustivamente detalhadas e comentadas nos Tomos II e III do EIA.

QUADRO 4.1-Médias Anuais das Concentrações de MP, SO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub> ao nível do solo - Situação Atual

REFERÊNCIA	POLUENTE (µg/m <sup>3</sup> )		
	MP	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>
SIMULAÇÃO	< 50 (1) 300 (2)	< 10 (3)	< 2 (4)
INFORMAÇÃO FEPAM (5)	25 a 35	20 a 30	n.i.
JICA	18,74	13,77	3,07
PLACAS ALCALINAS	-	18,4	-
PADRÃO CONAMA	< 80 (6) < 60 (7)	< 80 (6) < 40 (7)	< 100 (6) < 100 (7)



Obs.:

- (1) observou-se que a média anual de MP na área, na direção predominante (sudoeste), inicia próximo à VOTORAN, certamente devido a grande participação da mesma no total das emissões;
- (2) este valor elevado é encontrado próximo ao maior emissor (VOTORAN) e, na direção predominante, rapidamente decresce a patamares inferiores aos permitidos;
- (3) pela simulação, mais de 80% da área de estudo, terá concentração média anual inferior à  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sendo o valor de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  como limite superior, na abrangência da área de influência direta;
- (4) os resultados das simulações dão conta que as concentrações de  $\text{NO}_x$  são muito baixas, o que é confirmado pelas análises da JICA (vide fls. 109 à 113, Tomo II);
- (5) conforme INF. DMA/DEA/375-87;
- (6) padrão primário;
- (7) padrão secundário.

#### 4.1.4-Conclusões

Com os levantamentos realizados e expostos no Tomo II (Diagnóstico) que levou, na síntese, a elaboração do quadro anterior, temos, então, a observar que:

##### -Quanto a Material Particulado

A participação da UTPM (A+B) e da CIMBAGÉ, somam 13,8%, caracterizando, no conjunto, uma baixa participação no total.

Isto impõe que, principalmente na simulação, evidencie-se, tanto na média diária quanto na anual, a participação majoritária da outra fonte, que, pelo seu peso, desloque o centro da pluma principal e dominante, sempre centrada neste emissor maior.

Se tivéssemos realizado a simulação somente deste emissor majoritário e por sobre esta simulação, lançássemos o conjunto dos outros emissores, com grande probabilidade, teríamos uma contribuição (adição ao emissor solitário) situada entre poucos por cento até um máximo no entorno de 14%.

Mesmo com toda esta situação, em que as termelétricas lá instaladas não são fonte principal (mesmo com a entrada em operação da futura usina UTC III/1), a qualidade do ar na região abrangida é boa.

##### -Quanto a Óxidos de Enxofre e Nitrogênio

Os grandes emissores são as unidades da UTPM (A+B) que, usando carvão "run-of-mine" com teor de enxofre situado entre 1,3 e 1,4%, mesmo considerando regime de 81% de fator de carga (o fator de carga real anual é próximo a 50%), permitem afirmar, via observação dos resultados da simulação, placas alcalinas e medições feitas pela JICA, que a qualidade do ar é boa.

No conjunto, considerando-se os demais constituintes de menor importância ou peso, podemos dizer que o ar no entorno da UTPM é bom.

#### 4.2-Meio Água

Com o objetivo de identificar e avaliar os impactos decorrentes da implantação e operação do Empreendimento Candiota III, foi realizado, no período de 1987-88, um

levantamento das condições dos cursos d'água da região. Foram também empregados no Estudo dados relativos aos trabalhos da CPRM (1984), UFSM(1987), FEPAM (1991-92), CEEE (1992 e 1996) e CIENTEC (1996).

Embora o local de instalação da UTE Candiota III -1ª Máquina tenha sido transferido das proximidades da Malha III para o sítio da UTPM (Candiota II) (aproximadamente 8 km), o levantamento realizado é válido sob o aspecto ambiental, uma vez que a área de estudo contempla as áreas diretamente afetada e de influência indireta.

É importante ainda mencionar que o empreendimento de que trata este estudo corresponde à metade, em termos de potência instalada, do empreendimento que já foi objeto de EIA/RIMA já apresentado anteriormente (CIENTEC, 1989). Deste modo, o presente estudo, conforme Termo de Referência aprovado pela FEPAM em julho/1996, refere-se a um trabalho de reorganização e reanálise dos dados constantes do EIA/RIMA mencionado e de sua complementação (CIENTEC, 1990).

#### 4.2.1-Área de Estudo

##### Área Diretamente Afetada

A área diretamente afetada pelo empreendimento, no que diz respeito ao meio água (efluentes líquidos), é aquela que engloba o sítio composto por Candiota II + Candiota III e que se estende até os pontos de captação d'água (localizado na Barragem I) e descarga do efluente global (localizado no Arroio Candiota), ou seja, perfazendo um total de aproximadamente 24 km<sup>2</sup>.

##### Área de Influência Indireta

Considerar-se-á como área de influência indireta, tendo em vista a elaboração do diagnóstico do meio água, uma extensão da bacia hidrográfica do Rio Jaguarão de cerca de 672 km<sup>2</sup> (67.200 ha). O critério adotado, para a definição desta área de estudo, foi o de incluir as unidades industriais da região, os núcleos habitacionais, os recursos hídricos diretamente afetados pelas atividades econômicas da região, bem como as atividades de suporte.

#### 4.2.2-Recursos Hídricos

Os recursos hídricos, de que trata o presente estudo, são aqueles diretamente relacionados com o empreendimento de Candiota III, que inclui usina, minas e vilas residenciais, quais sejam: Rio Jaguarão, Arroio Candiota, Arroio Poacá, Arroio Quebra-Jugo e Sanga da Carvoeira. Os principais usos destes cursos d'água, na região considerada, são abastecimento industrial e doméstico, bem como a utilização em atividades agropecuárias.

A região definida para a implantação da Usina Termelétrica Candiota III -1ª Máquina está situada junto ao canteiro da UTPM - Candiota II.

Em termos de bacias, as diretamente afetadas pelo empreendimento e abrangidas pelo programa limnológico executado são as dos Arroios Candiota e Poacá, que fazem parte da bacia de drenagem do Rio Jaguarão. As águas do Arroio Candiota são utilizadas para o abastecimento da Usina Termelétrica Presidente Médici-UTPM (Candiota II) e de outras indústrias e núcleos habitacionais. As águas do Arroio Candiota também abastecerão Candiota III, uma vez que a adução, a exemplo do que já é realizado com Candiota II, será efetuada a partir da Barragem I.



A Bacia do Poacá, por sua vez, é caracterizada como sendo coletora de águas que drenam regiões contendo depósitos superficiais de carvão (Arroio Quebra-Jugo), de águas que fluem por depósitos de cinzas e por áreas de mineração abandonada (Arroio Poacá e Sanga da Carvoeira). O Arroio Quebra-Jugo e a Sanga da Carvoeira deságuam no Arroio Poacá que, por sua vez, deságua no Arroio Candiota, principal afluente do Rio Jaguarão na região em estudo.

Quanto à mineração de carvão, não haverá mudança no quadro atual, ou seja, a Malha IV, atualmente em mineração, abastecerá Candiota III. Os efluentes da mineração atingem o Arroio Candiota e virão a atingir diretamente o Arroio Poacá à medida que a lavra se estenda no sentido norte-sul.

Existem cinco barragens na região, sendo que quatro estão em operação, quais sejam:

- Barragem I: localizada no Arroio Candiota, nas proximidades da Usina Candiota I (já desativada), abastece a UTPM, a Vila Residencial e futuramente a Usina de Candiota III;
- Barragem II: localizada no Arroio Candiota, regula o nível da Barragem I;
- Barragem Sanga Funda: localizada na Sanga Funda, próxima à BR-293, tem como função abastecer a Vila Operária;
- Barragem Cimbagé: localizada no Arroio Candioteinha, destina-se ao abastecimento da Fábrica de Cimento Cimbagé;
- Barragem Quebra-Jugo: localizada no Arroio Quebra-Jugo, destinava-se ao abastecimento do canteiro de obras de Candiota III em seu projeto original.

#### 4.2.3-Núcleos Habitacionais

O abastecimento d'água dos núcleos habitacionais existentes da região provém de barragens (3 núcleos), poços artesianos (4 núcleos) e açude (1 núcleo). Apenas um dos núcleos lança o esgoto doméstico bruto em curso d'água. Dois outros núcleos dispõem de lagoa de estabilização e os demais de fossas sépticas. O único despejo não tratado é lançado em córrego que atinge o Arroio Poacá, enquanto que os despejos estabilizados em lagoa deságuam no Arroio Candiota e na Sanga Funda.

O Quadro 4.2 apresenta informações básicas sobre os núcleos habitacionais da região bem como suas contribuições em termos de carga orgânica doméstica.



QUADRO 4.2-Núcleos Habitacionais - Informações Gerais

NÚCLEO HABITACIONAL	NÚMERO DE HABITANTES	CONSUMO DE ÁGUA L / hab.dia	DESTINO DOS REJEITOS DOMÉSTICOS
Núcleo Habitacional Rural Engenheiro Guimarães	109	413	fossa séptica
Vila Dario Lassance	2191	386	córrego que deságua no Arroio Poacá
Vila João Emílio	835	546	fossa séptica
Vila Operária da CEEE	1066	707	Sanga Funda, após tratamento em lagoa de estabilização
Vila Residencial da CEEE	652	847	Arroio Candiota, após tratamento em lagoa de estabilização
Vila Residencial da VOTORAN	360	278	fossa séptica
Vila São Simão	206	437	fossa séptica
Vila Seival	854	135	fossa séptica

Com o intuito de quantificar a contribuição dos despejos domésticos aos recursos hídricos objeto do estudo, considerar-se-á o que segue.

Com a taxa média de geração de DBO de 54 g/hab x d (valor usualmente adotado em projetos no Brasil) e os consumos d'água específicos registrados nos núcleos habitacionais da região, os esgotos brutos teriam uma DBO compreendida entre cerca de 60 e 140 mg/L. Estes valores correspondem aos consumos d'água citados, quais sejam: 386, 707 e 847 L/hab x d. Cabe mencionar que o órgão de controle ambiental do RS adota para o referido consumo o valor de 70 a 150 L/hab x d. Sendo a faixa de variação de consumo d'água, observada na região em estudo, alta, adotar-se-á o valor de 200 L/hab x d, o que resulta em uma DBO de 270 mg/L para o esgoto bruto. Para as lagoas de estabilização, considera-se uma eficiência máxima de abatimento de DBO de 80%, uma vez que sua operação não é controlada; o esgoto estabilizado teria, portanto, uma DBO de cerca de 54 mg/L.

#### 4.2.4-Unidades Industriais

As unidades industriais atualmente existentes na região são:

- Usina Termelétrica Presidente Médici - UTPM (Fases A e B);
- Cimento e Mineração Bagé S.A. - CIMBAGÉ;
- Companhia de Cimento Portland Gaúcho - VOTORAN;
- Companhia de Pesquisa de Lavras Minerais - COPELMI (Mina de Seival);
- Companhia Riograndense de Mineração - CRM.

Com relação à Usina Termelétrica Presidente Médici (Fases A e B), empreendimento similar ao em estudo, tem-se que os diversos efluentes líquidos gerados na usina não são segregados e com base nas informações obtidas por ocasião das diversas visitas realizadas à usina e nos resultados dos testes e análises, verificou-se que todas as correntes geradas no processo industrial e o efluente pluvial constituem um efluente global único. As principais contribuições para o efluente global, em termos de vazão e qualidade, são:



- Efluente do sistema de remoção de cinzas pesadas;
- Efluente proveniente da lavagem de pisos e equipamentos;
- Efluente do pré-tratamento d'água;
- Efluente do processo de desmineralização d'água;
- Efluente do sistema de resfriamento de mancais;
- Efluente do sistema de armazenamento de óleo;
- Efluente pluvial da "área suja";
- Efluente doméstico.

O lançamento do efluente global dá-se a cerca de 50 m dos limites da usina. A partir de 1992, o efluente, incluindo a Fase B, passou a ser tratado em um sistema composto de 04 bacias que operam em série, duas a duas alternadamente. A primeira bacia da série funciona como bacia de sedimentação. O efluente tratado é transferido, através de vertedores, para a 2ª bacia que funciona como bacia de polimento. O efluente global tratado origina, então, um córrego que deságua no Arroio Candiota. O sistema visa à redução do teor de sólidos e óleos & graxas da corrente que se encaminha ao corpo receptor. A redução de sólidos suspensos reflete-se também na redução de metais dissolvidos na corrente.

As análises do efluente estão apresentadas nos Quadros 4.3, 4.4 e 4.5

QUADRO 4.3 - Análises do Efluente Global da UTPM - Fase A e Corpo Receptor

Parâmetros	Efluente Global da UTPM										Arroio Candiota				Exigências DMA 07/02/86
	1ª Bateria de coleta		2ª Bateria de coleta		3ª Bateria de coleta		Barragem II	A Jusante da Lagoa	A Montante do Lançamento	A Jusante do Lançamento					
	27/11/85	28/11/85	17/02/86	18/02/86	19/02/86	20/02/86					04/03/86	03/03/86	04/03/86	04/03/86	
pH (campo)	7,0 - 9,0	7,0 - 7,5	8,5 - 11,5	4,0 - 11,0	6,5 - 9,0	8,5 - 9,0	6,5	-	6,8	6,85	-	-	-	6,0 a 8,5	
pH (laborat.)	7,65	7,15	10,75	8,4	9,8	9,1	6,55	7,3	-	-	-	-	-	≤ 40	
Temp. (°C)	25	25	27	28	28	28	29	-	-	-	-	-	-	≤ 50	
Sól. Susp. (mg/l)	456	202	3,8x10 <sup>3</sup>	3,9x10 <sup>3</sup>	2,1x10 <sup>3</sup>	3,1x10 <sup>3</sup>	1,4x10 <sup>3</sup>	172	13	40	33	33	33	≤ 1,0	
Sól. Precip. (ml/l)	1,5	3,5	9	12	7,5	7	2,7	1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	≤ 1,0	
Sól. Dissol. (mg/l)	110	61	293	322	117	136	117	113	51	6	67	67	67	-	
Óleos e Graxas (mg/l)	28	19	-	13	-	11	-	-	-	6	4	4	4	≤ 10	
DBO (mg O <sub>2</sub> /l)	-	-	-	-	-	-	120/42*	-	-	1,9	2,4	2,4	2,4	-	
DQO (mg O <sub>2</sub> /l)	68	63	3,1x10 <sup>3</sup>	4,5x10 <sup>3</sup>	1,0x10 <sup>3</sup>	1,4x10 <sup>3</sup>	233	32	18	16	18	18	18	≤ 160	
Dureza (mg/l)	50,3	54,9	139,6	158,6	98,3	88,7	69,9	54,2	21,1	22,8	25,2	25,2	25,2	≤ 200	
Conduct. (micromhos/cm)	215	182	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(PO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup> sol. (mg/l)	7,6	0,006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(SO <sub>4</sub> ) <sup>2-</sup> (mg/l)	28	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Alumínio (mg/l)	6,6	14,6	13,7	20,5	13,3	14,5	-	-	-	-	-	-	-	≤ 9,0	
Ferro (mg/l)	7,9	9,3	28	58	14,2	34	-	-	-	4,8	5	5	5	≤ 9,0	
Manganês (mg/l)	0,29	0,34	0,72	0,96	0,52	0,77	-	-	-	0,97	1,1	1,1	1,1	≤ 2,0	
Zinco (mg/l)	0,42	0,31	0,27	0,39	0,22	0,33	-	-	-	0,07	0,09	0,09	0,09	≤ 1,0	
Níquel (mg/l)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-	-	0,01	0,03	0,03	0,03	≤ 1,0	
Cobre (mg/l)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	≤ 0,5	
Molibdênio (mg/l)	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	-	-	-	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	≤ 0,5	
Cromo total (mg/l)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	≤ 0,5	
Cobalto (mg/l)	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	≤ 0,5	
Estanho (mg/l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤ 9,0	
Cádmio (mg/l)	-	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	≤ 0,15	
Chumbo (mg/l)	-	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	≤ 0,5	
Bário (mg/l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	≤ 0,5	
Boro (mg/l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤ 0,5	
Prata (mg/l)	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	≤ 9,0	
Vanádio (mg/l)	-	-	0,031	0,052	0,021	0,02	-	-	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	≤ 0,1	
Arsênio (mg/l)	-	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	≤ 0,1	
Selênio (mg/l)	-	-	142	113	102	76	-	-	-	-	-	-	-	≤ 0,05	
Mercurio (mg/l)	-	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	≤ 0,01	
Vazão mín. (m <sup>3</sup> /h)	-	-	274	229	240	202	-	-	-	-	-	-	-	-	
Vazão méd. (m <sup>3</sup> /h)	-	-	392	393	325	350	-	-	-	-	-	-	-	-	
Vazão máx. (m <sup>3</sup> /h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

\* Foram realizadas 2 determinações na mesma amostra.

Obs.: (a) Os parâmetros Sn, Ba, B, V, e Se não foram determinados.

(b) As análises foram efetuadas nas amostras integrais (água+cinzas).

(c) Os resultados valem somente para as amostras coletivas.

(d) Estes resultados referem-se ao efluente bruto, isto é, não tratado em bacias de sedimentação.

QUADRO 4.4 - Análises do Efluente Global Tratado da UTPM - Fases A e B (1992) - Médias Mensais

	Padrão de Emissão	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Temp. amb. (°C)	-	21,0	24,9	22,9	13,4	13,4	13,7	8,4	9,7	15,2	15,8	17,3	22,1
Temp. amostra (°C)	<40,0	27,1	28,4	26,2	21,6	16,8	17,2	14,0	13,5	17,2	18,3	20,8	24,9
pH	6,0 a 8,5	8,7	9,0	9,4	8,6	8,7	7,1	7,8	9,3	6,8	9,4	9,8	8,5
Vazão (m³/h)	205,0	411,7	538,3	548,7	473,0	377,5	503,8	539,8	407,5	352,2	526,0	452,2	386,9
DQO (mg/l)	160,0	20,1	28,8	29,2	23,5	21,6	23,6	34,6	26,4	19,0	29,3	13,6	22,1
Dureza (mg/l)	200,0	34,3	56,0	52,2	50,0	45,7	32,2	50,6	47,6	46,6	56,4	69,5	78,5
Sól. em susp. (mg/l)	50,0	116,0	26,0	-	116,0	308,5	115,5	240,0	230,0	192,6	112,0	138,5	103,0
Sól. Sed. (mg/l)	1,0	0	0	0	0	0	0,025	0,025	0	0	0	0	0
Óleos e Graxas (mg/l)	10,0	50,5	25,7	27,4	34,9	-	6,3	8,2	6,1	6,2	4,7	6,6	8,2
Colif. Fecais (NMP/100ml)	3000	1175	6767	2400	-	-	-	24700	15380	19475	4968	2170	7000

Fonte: Companhia Estadual de Energia Elétrica - CEEE  
Monitoramento Ambiental da Região de Candiota - 1992

QUADRO 4.5 - Análises do Efluente Global Tratado da UTPM - Fases A e B (1996)

Parâmetros	Padrões/Emissão	FEVEREIRO/96						MARÇO/96						MAIO/96			
		04-10	11-17	18-24	25-02	03-09	10-16	17-23	24-30	05-11	12-18	19-25	26-31				
DQO (mg/l)	144,0	24,0	24,0	15,0	24,0	15,0	48,0	30,7	20,0	24,0	39,1	26,4	20,0				
Dureza (mg/l)	200,0	56,0	69,0	61,0	41,0	50,0	50,0	61,0	43,0	56,0	48,0	40,0	51,0				
Sól. Suspensos (mg/l)	45,0	24,0	36,0	124,0	40,0	28,0	28,0	28,0	60,0	48,0	120,0	60,0	68,0				
Sól. Sedimentáveis (mg/l)	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
Óleos e Graxas (mg/l)	10,0	8,6	8,0	4,2	7,2	10,0	10,0	7,0	-	8,8	9,4	9,6	8,8				
Colif. Fecais (NMP/100ml)	3000	2400	140	13000	4600	3500	-	4900	9200	1700	7900	3500	2400				
Vazão (m³/h)	205,0	666 - 1152	396 - 1044	234 - 960	396 - 936	666 - 828	234 - 882	234 - 730	558 - 960	504 - 938	612 - 828	504 - 936	558 - 720				
Temp. ambiente (°C)	-	18,0 - 25,0	17,0 - 25,0	23,0 - 27,0	24,0 - 28,0	20,0 - 28,0	24,0 - 32,0	22,5 - 27,0	16,0 - 25,0	14,0 - 23,5	12,0 - 19,0	11,0 - 16,5	9,0 - 16,0				
Temp. efluente (°C)	< 40	25,0 - 29,0	24,5 - 30,0	27,0 - 28,0	25,0 - 28,5	25,0 - 27,0	27,0 - 29,0	26,0 - 29,0	21,0 - 26,0	22,0 - 25,5	19,5 - 23,0	16,5 - 19,0	17,0 - 19,0				
pH	6,0 - 8,5	8,5 - 10,1	9,8 - 10,6	6,8 - 10,0	7,6 - 9,3	6,4 - 8,5	7,9 - 9,5	7,3 - 9,3	6,8 - 9,8	7,6 - 9,7	7,5 - 10,0	6,7 - 9,6	6,6 - 9,8				

Fonte: Companhia Estadual de Energia Elétrica - CEEE  
 Serviço de Planejamento e Desenvolvimento  
 Automonitoramento Ambiental do Sistema Candiota



#### 4.2.5-Pontos de Amostragem das Águas Superficiais

A seleção dos pontos de amostragem foi baseada no critério de permitir a obtenção de um quadro global da qualidade dos recursos da região diretamente afetada pelo empreendimento, bem como da influência destes sobre a qualidade dos demais recursos hídricos envolvidos. Este critério, portanto, possibilita avaliar a influência direta e indireta de Candiota III sobre as águas superficiais da região. A escolha dos pontos de amostragem levou em consideração a localização da malha que vinha sendo minerada (Malha II), na época do levantamento (1987-1988), e o conhecimento prévio de que as drenagens daquela mineração dirigiam-se à Sanga da Carvoeira e ao Arroio Poacá. Hoje, entretanto, a mineração está sendo realizada na Malha IV que, por outro lado, gera drenagens que atingem diretamente o Arroio Candiota. Vale ressaltar que o estudo atual refere-se unicamente à implantação e operação da UTE Candiota III - 1ª Máquina, uma vez que a mineração na Malha IV já foi licenciada pela FEPAM.

Os pontos de amostragem selecionados estão descritos a seguir.

##### **-Bacia do Arroio Candiota**

VO 01-Sanga Funda, junto à barragem Sanga Funda que abastece a Vila Operária.

CAN 01-Arroio Candiota, próximo ao local em que cruza a BR-293. Constitui o "branco" do arroio, pois, neste ponto, o Arroio Candiota ainda não recebeu qualquer contribuição proveniente da mineração de carvão, das usinas termelétricas e das unidades industriais mencionadas anteriormente.

CAN 02-Arroio Candiota, próximo ao local em que cruza a estrada de ligação. Neste ponto, o arroio já recebeu drenagens de mineração da Mina de Seival. Neste local, pode ocorrer represamento por influência da Barragem II à jusante.

B 01-Arroio Candiota, junto à Barragem II e próximo à margem, local que pode sofrer processo de acumulação de material trazido pelo Arroio Candiota. A Barragem II consiste no maior acúmulo de água da região, representando um ecossistema onde se pode detectar variações de indicadores biológicos.

B 02-Arroio Candiota, junto à Barragem II e próximo ao vertedor.

CAN 03-Arroio Candiota, à montante da Fábrica de Cimento CIMBAGÉ. A qualidade do arroio, neste ponto, refletirá as drenagens da Mina de Seival e os efluentes das lagoas de estabilização das Vilas Operária e Residencial. Este ponto conjuga a saída da Barragem I com o efluente da lagoa de estabilização da Vila Residencial.

CAN 04-Arroio Candiota, à montante do Arroio Poacá, próximo à foz deste. Neste ponto, o Arroio Candiota já recebeu o efluente global da UTPM e, futuramente, receberá o efluente global da UTE Candiota III.

CAN 05-Arroio Candiota, imediatamente à jusante da foz do Poacá. Neste ponto, o Arroio Candiota terá recebido todas as contribuições líquidas da área de estudo definida, refletindo a influência destas.

##### **-Bacia do Arroio Poacá**

P 01-Arroio Poacá, após o recebimento das drenagens provenientes de áreas de mineração desativada.



QJ 01-Arroio Quebra-Jugo, à montante da barragem que abasteceria as obras de Candiota III em seu sítio original. Este arroio corre sobre afloramentos de carvão, mas como até o ponto QJ 01 não recebeu qualquer efluente gerado por atividade industrial, e corresponde ao branco da Bacia do Poacá.

CAR 01-Sanga da Carvoeira, próximo a sua foz. Esta sanga recebia drenagens da Malha II, em mineração na época do levantamento, desaguando no Arroio Poacá, nas proximidades do Passo do Tigre.

PT 01-Arroio Poacá, junto ao Passo do Tigre. Neste ponto, o Arroio Poacá já terá recebido as contribuições das áreas de mineração desativadas.

P 02-Na foz do Arroio Poacá.

LM 01-Lagoa Marginal. Consiste de uma pequena acumulação d'água junto à estrada de acesso ao Passo do Tigre. Este ponto, apesar de não receber contribuição de nenhuma das bacias, foi amostrado em uma única ocasião por consistir de um local de atração para a avifauna.

#### 4.2.6- Caracterização Físico-Química das Águas Superficiais

O plano de amostragem incluiu coletas em 5 ocasiões (agosto, outubro e dezembro/87, e fevereiro e abril/88), cobrindo, desta forma, as distintas estações hidrológicas do ano.

#### Parâmetros Analisados, Materiais e Métodos

As águas superficiais coletadas foram analisadas quanto aos parâmetros usualmente medidos para avaliar sua qualidade e possível degradação devido a atividades industriais. Além disso foram escolhidos parâmetros diretamente relacionados com os tipos de atividades vigentes na região objeto do estudo, quais sejam, a mineração de carvão e a operação de usina termelétrica. As amostragens e as análises foram efetuadas segundo procedimentos recomendados por Golterman et alii (1978), Standard Methods (1985), Zahradnik (1983) e Richard & Van Cu (1961). Os procedimentos de coleta adotados e as metodologias empregadas para as análises físicas e químicas estão apresentados em detalhe no Estudo de Impacto Ambiental.

#### Resultados

Os resultados das análises, realizadas entre agosto de 1987 e abril de 1988, estão listados no Quadro 4.6. Esta tabela, organizada com base nos pontos de amostragem, tem como objetivo apresentar uma visão global da qualidade das águas de toda a área de estudo para cada época de amostragem.

Os números apresentados revelam fatos e relações de relevância ecológica no que diz respeito às alterações nos padrões físicos e químicos das águas da região. Essas modificações, embora tenham origens pontuais, provocam uma amplitude de oscilações muito grande, embora a variabilidade do sistema como um todo seja menor que a variabilidade de locais determinados.

Os dados coletados apontam a área do Arroio Poacá como a sujeita a maiores perturbações, devido a sua vazão diminuta (57,2 L/s como média das descargas médias mensais ao longo de um ano), seja por receber as drenagens da área de mineração abandonada.

Os locais amostrados revelaram, ao longo do período, algumas alterações marcantes. É possível extrair dos resultados obtidos informações que servem de elementos de análise para uma



avaliação das atividades poluidoras. Visando uma melhor apreciação dos resultados, optou-se pela análise por parâmetro e não por estação de coleta. As principais variáveis medidas estão analisadas a seguir.

#### -pH

Esse é, provavelmente, um dos parâmetros de variabilidade mais significativa do ponto de vista de impacto ambiental na área. A amplitude de variação vai de 3,4 a 8,0 nos dois sistemas estudados.

A Bacia do Candiota tem valores maiores e a faixa de variação vai de 5,8 (B 01 em agosto e dezembro, e CAN 04 e 05 em dezembro) a 8,0 (VO 01 em abril).

No Poacá, a amplitude é de 3,4 a 7,1, sendo o menor valor determinado nas estações P 01 e PT 01, e o maior no afluente Quebra-Jugo (QJ 01, "branco" da bacia). Na Bacia do Poacá, das 21 amostras analisadas, 42,9% tiveram pH iguais ou inferiores a 4,0, resultando para este sistema pHs muito baixos em comparação com os dados disponíveis para sistemas hídricos do Rio Grande do Sul.

A estação P 01 mostrou um pH compreendido entre 3,4 e 5,7, com valores mais altos no inverno e primavera. Vale mencionar que, nestas épocas, registraram-se maiores precipitações pluviométricas e, portanto, maior drenagem superficial. No verão e outono, quando se observou uma estiagem acentuada no Estado, foram registrados os menores valores de pH (3,4 nos pontos PT 01 e P 01, e 4,7 no ponto QJ 01).

A Sanga da Carvoeira, com pH médio inferior a 4, evidencia a influência da mineração sobre a acidez dos cursos d'água, influência esta que se reflete no Poacá até a estação P 02, o que significa atingir todo o curso à jusante.

#### -CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Esse parâmetro, que reflete a quantidade de íons dissolvidos na água, acompanha, em importância de avaliação de impacto, as determinações de pH. Observou-se uma correlação inversa significativa ( $\alpha = 0,001$ ) entre esses dois parâmetros no Poacá, enquanto que, no Candiota, essas variáveis não se correlacionaram.

As grandezas dessas medidas variaram de  $18,7 \mu\text{S}_{20} \cdot \text{cm}^{-1}$  (CAN 01, agosto) a  $1101,0 \mu\text{S}_{20} \cdot \text{cm}^{-1}$  (CAR 01, abril), mostrando uma variabilidade muito grande. O valor médio da Bacia do Candiota é de  $56,3 \mu\text{S}_{20} \cdot \text{cm}^{-1}$  ( $18,7 - 157,9 \mu\text{S}_{20} \cdot \text{cm}^{-1}$ ) e o da Bacia do Poacá,  $358,9 \mu\text{S}_{20} \cdot \text{cm}^{-1}$  ( $19,2 - 1101,0 \mu\text{S}_{20} \cdot \text{cm}^{-1}$ ), evidenciando uma diferença muito acentuada entre os dois sistemas. Vale ressaltar que o dado médio da bacia do Poacá, sem influência dos valores determinados no Quebra-Jugo, é de  $458,8 \mu\text{S}_{20} \cdot \text{cm}^{-1}$ , condutividade expressivamente alta para cursos de água do Rio Grande do Sul.

É interessante notar que o Candiota, antes de receber as águas do Poacá (CAN 04), apresenta uma condutividade média quase duas vezes superior à da estação CAN 03, provavelmente em razão dos efluentes da UTPM e da fábrica de cimento CIMBAGÉ, situada entre as duas estações. Ao receber as águas do Poacá, o Candiota tem sua condutividade elétrica aumentada em cerca de 35% (a média eleva-se de  $96,4$  a  $130 \mu\text{S}_{20} \cdot \text{cm}^{-1}$ ), apesar de a vazão média do Poacá ser significativamente inferior à descarga média do Candiota.

Obs.: O levantamento de vazões realizado em maio/88 revelou vazões da ordem de 97 L/s no Arroio Poacá, junto ao Passo do Tigre, e 996 L/s no Arroio Candiota, nas proximidades da



CIMBAGÉ. Naquela ocasião, a vazão do Poacá representava cerca de 10% da do Arroio Candiota. Isto significa que, naquela situação, apenas 10% de volume de água com efluente de mineração pode provocar um aumento de 35% na concentração de íons do sistema receptor. Dentre os íons analisados, verificou-se, em média, um acréscimo de 45% para o sulfato (20,3 vs. 29,6 mg/L), 44% para o cálcio (4,8 vs. 6,9 mg/L), 47% para o magnésio (2,3 vs. 3,4 mg/L), 17% para o potássio (3,1 vs. 3,6 mg/L) e 15% para o cloreto (2,5 vs. 2,9 mg/L). Por outro lado, para os outros 2 íons do balanço iônico, verificou-se um decréscimo de 4,5% para o sódio (9,5 vs. 9,1 mg/L) e 27% para o bicarbonato (43,9 vs 32,1 mg/L).

Verificou-se o aumento da condutividade nas duas estações distais do Candiota, enquanto, no Poacá, os valores das estações distais evidenciam uma diminuição da condutividade próximo à foz (PT 01 vs. P 02), provavelmente em função de algum afluente de águas limpas que desemboca à jusante de PT 01 e à montante de P 02. O levantamento revelou a importância das estações P 01 e CAR 01 sobre os valores da condutividade elétrica e o pequeno efeito atenuador das águas do Quebra-Jugo e de todos os outros afluentes limpos desse sistema sobre a Bacia do Poacá.

#### -DEMANDA DE OXIGÊNIO E OXIGÊNIO DISSOLVIDO

Conforme o Quadro 4.6, observa-se que o teor de OD é adequado para a manutenção da biota. Os resultados mostram um valor mínimo de 5,6 mg/L (VO 01 e CAN 04, dezembro) e um máximo de 10,2 mg/L (PT 01, agosto). O grau de saturação variou de 65,6% (CAN 03, outubro) a 104,7% (CAR 01, fevereiro), o que significa uma boa aeração das águas da área estudada. As duas bacias não apresentam diferenças significativas nas concentrações médias desse gás. A difusão de oxigênio nesses corpos de água deve-se, principalmente, à aeração física (reaeração natural), uma vez que os processos biológicos fotossintéticos são insignificantes.

O consumo de oxigênio relacionado com a demanda do metabolismo microbiano é baixo, conforme pode ser constatado pelos valores da DBO<sub>5</sub>. Os valores absolutos de DQO variaram de 3,1 a 36,2 mg/L, tendo essas medidas extremas sido verificadas na bacia do Poacá (PT 01 e CAR 01, respectivamente). Os resultados revelaram que as concentrações médias de DBO e DQO são maiores no Candiota. Considerando que a DQO corresponde a uma medida indireta da concentração de matéria orgânica total, conclui-se que os baixos valores de DBO observados não se devem a pouca disponibilidade de substrato orgânico.

Os altos valores da relação DQO médio/DBO médio observados nas Bacias do Candiota e do Poacá apontam no sentido da existência de algum fator inibidor para as atividades microbiológicas ou de substâncias muito refratárias à biodegradação. Isto é particularmente válido para a Sanga da Carvoeira, onde a referida relação atinge 149,2, valor excepcionalmente alto. Conclui-se que a existência de substâncias inibidoras ou refratárias à biodegradação é muito mais acentuada neste arroio do que em qualquer outro curso d'água analisado. Desta forma, ficam evidenciados os efeitos deletérios da mineração sobre a qualidade dos recursos hídricos afetados.

#### -ALCALINIDADE

A reserva alcalina dos sistemas hídricos da área é muito pequena. O valor máximo determinado foi de 0,75 meq/L na estação CAN 04, a qual tem influência da fábrica de cimento situada à montante.

O Candiota tem alcalinidade superior à do Poacá e as relações entre esse parâmetro e outros aqui analisados têm comportamento, algumas vezes, inverso nos dois arroios. No Candiota, por exemplo, não há correlação entre alcalinidade e pH, enquanto no Poacá há uma relação direta e positiva. Um outro exemplo bastante significativo é a relação positiva no Candiota e negativa no



Poacá da alcalinidade com a condutividade elétrica e esse fenômeno repete-se com a dureza e o sulfato versus alcalinidade.

A influência do efluente da mineração sobre esse parâmetro é evidente. No Poacá, 57,1% das amostras tem alcalinidade 0,00 meq/L, 14,3% tem alcalinidade 0,05 meq/L e 4,8% tem alcalinidade 0,02 meq/L. Considerando-se que 0,02 e 0,05 são grandezas muito próximas de zero e que valores dessa magnitude podem não ser detectados por equipamentos de menor precisão, a possibilidade de ausência de alcalinidade fica ampliada para 76,2%. Se for observado que 5 amostras retiradas do Quebra-Jugo não tem influência de mineração e se considerar apenas as águas que recebem efluente da atividade mineradora, verifica-se, exceção feita ao ponto P 02 em fevereiro 88, que a alcalinidade sob essa influência varia de 0,00 a 0,05 meq/L.

As relações entre alcalinidade, condutividade elétrica e pH revelam a fragilidade dos sistemas que funcionam sempre nos valores limites da amplitude. Qualquer alteração não conduz os cruzamentos de valores para as regiões centrais do gráfico, mas tende a deslocar os pontos sempre nos limites das medições.

#### -DUREZA

Esse parâmetro tem um valor médio, para todas as amostras, de 51,0 mg CaCO<sub>3</sub>/L, o que equivale a 2,8 °d, significando água muito branda. Para o Candiota, o valor médio é de 20,9 mg/L (1,2 °d) e para o Poacá, 101,2 mg/L (5,6 °d). Na bacia do Poacá, entretanto, há algumas amostras de valor elevado de dureza nas estações P 01 e CAR 01, atingindo até 351,0 mg/L (17,6 °d), correspondente a uma área muito dura. Na estação P 01, duas das cinco amostras (40,0%) tem concentrações elevadas e, na estação CAR 01, duas das três amostras (66,7%) são consideradas muito duras. A dureza mostra coeficientes de correlação significativos com alguns parâmetros e se estabelece assim como um parâmetro-índice importante na avaliação da influência da mineração sobre águas superficiais.

#### -MINERALIZAÇÃO

Normalmente, a mineralização total das águas continentais é determinada por quatro cátions principais (Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup>) e quatro ânions (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>-2</sup>, Cl<sup>-</sup> e SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>). A concentração relativa desses íons constitui critério importante para a classificação de corpos de água. Além disso, Ca<sup>+2</sup> e Mg<sup>+2</sup> são elementos importantes na determinação da dureza e o HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> é o principal íon do sistema CO<sub>2</sub> envolvido na alcalinidade das águas naturais.

No caso dos cátions, verifica-se que o sódio é o principal íon do sistema Candiota, sendo substituído pelo cálcio no sistema Poacá tanto em mg/L como em meq/L. A ordem relativa de concentração em termos de mg/L, para o Candiota, é Na>Ca>K>Mg e, em termos de meq/L, é Na>Mg>Ca>K. No Poacá, no entanto, como as diferenças de concentração são muito acentuadas, a relação tanto em mg/L como em meq/L é Ca>Mg>Na>K. Além de as concentrações dos cátions serem muito diferentes, a concentração relativa desses íons é profundamente alterada.

Para os pontos-chave de amostragem para a avaliação físico-química das águas da região, ou seja, CAN 01 e QJ 01 (brancos das bacias envolvidas), P 01, PT 01 e CAR 01, dispõe-se dos resultados das análises de todos os parâmetros selecionados para os meses de outubro/87, fevereiro e abril/88. Considerando os principais íons (ânions) indicadores da qualidade físico-química das águas, quais sejam, carbonato, bicarbonato, cloreto e sulfato, verifica-se que as piores condições foram registradas em abril ao passo que as melhores condições das águas foram verificadas em outubro.

JADRO 4.6 - ANÁLISES DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM

PARÂMETROS	1987 - 1988																		
	CAN 01			CAN 02			CAN 03			CAN 04			CAN 05						
	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR	OUT	DEZ	FEV	ABR	OUT	DEZ	FEV	ABR	
MÊS DE COLETA																			
Temperatura, °C	11,0	22,5	25,0	22,0	16,8	11,5	19,0	25,0	24,5	19,0	18,0	24,0	24,5	23,5	17,3	25,0	24,5	24,5	17,0
pH	6,7	6,6	5,9	7,3	6,7	6,8	6,8	6,8	7,3	7,4	6,8	6,8	7,2	7,6	6,6	5,8	6,8	6,8	6,1
Condut., $\mu S/cm$	18,7	31,7	48,7	43,1	53,7	26,9	51,2	58,6	51,9	71,6	47,1	54,2	42,8	52,9	105,3	157,9	109,2	123,1	123,1
O <sub>2</sub> dissolvido mg/l	9,4	8,3	7,2	7,8	7,4	9,4	8,0	7,8	7,4	6,4	6,2	6,2	6,5	7,9	7,0	6,6	7,1	7,2	7,2
Saturação O <sub>2</sub> , %	83,3	95,8	86,9	89,2	76,4	86,5	86,4	94,1	88,6	89,1	65,6	73,9	101,8	92,9	73,0	79,9	85,0	74,6	74,6
Alcalinidade, meq/l	0,20	0,35	0,50	0,40	0,35	0,25	0,40	0,50	0,46	0,45	0,30	0,35	0,27	0,30	0,70	0,30	0,88	0,80	0,80
DBO <sub>5</sub> , mgO <sub>2</sub> /l	0,6	0,6	5,4	1,0	4,0	0,6	1,8	1,7	0,4	1,9	1,2	0,4	0,9	3,5	2,1	0,8	0,8	0,6	0,6
DQO, mgO <sub>2</sub> /l	6,4	7,2	5,8	13,2	20,2	8,0	13,0	17,3	24,7	23,3	15,9	13,0	14,1	24,9	18,6	7,2	18,1	17,1	17,1
Dureza, mgCaCO <sub>3</sub> /l	8,0	15,0	17,0	16,0	17,0	11,0	17,0	20,0	23,0	30,0	15,0	19,0	17,0	19,0	37,0	58,0	44,0	40,0	40,0
Dureza, °d	0,4	0,8	0,9	0,9	0,9	0,6	0,9	1,1	1,3	1,7	0,8	1,1	0,9	1,1	2,1	3,2	2,5	2,2	2,2
Sulfato, mg/l	0,0	13,9	4,2	5,2	3,2	1,3	13,2	6,1	6,4	10,2	15,2	6,8	5,8	5,9	11,6	41,3	22,1	25,3	25,3
Cloreto, mg/l	1,5	1,0	3,0	2,0	3,5	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0	1,0	2,5	1,5	2,5	2,5	3,0	2,6	3,0	3,0
Bicarbonato, mg/l	12,2	21,4	30,5	24,4	21,4	15,2	24,4	30,5	28,1	27,4	18,3	21,4	16,5	18,3	42,7	18,3	41,5	36,6	36,6
Cálcio, mg/l	0,36	1,10	0,50	2,68	1,94	0,60	1,95	1,10	3,92	3,44	1,96	0,55	2,86	4,20	4,84	7,25	8,70	4,85	4,85
Magnésio, mg/l	0,32	0,70	1,35	1,33	1,44	0,44	0,90	1,60	1,72	2,14	1,02	1,45	1,40	1,60	2,12	4,30	3,10	2,95	2,95
Sódio, mg/l	0,94	2,49	3,03	3,37	3,40	1,03	2,51	3,06	3,55	3,80	2,65	3,23	3,17	2,63	14,70	7,39	6,16	13,70	13,70
Potássio, ug/l	0,46	1,09	1,49	1,79	1,58	0,44	1,07	1,21	1,90	2,25	1,19	1,25	2,05	1,31	6,02	1,91	2,17	6,70	6,70
Fosfato tot., ug/l	41,7	35,9	83,3	198,0	59,6	29,0	63,6	20,8	79,4	51,7	55,6	134,7	75,4	118,9	99,1	63,6	150,6	107,1	107,1
Ortofosfato, ug/l	11,7	10,2	40,8	30,4	0,0	25,0	0,0	-	37,2	16,8	10,2	35,5	6,6	16,8	33,8	37,2	23,6	18,5	18,5
Nitrog. total, ug/l	97,9	857,6	256,8	570,7	368,9	114,1	889,7	298,1	410,2	469,8	999,7	279,7	786,2	935,2	566,1	256,8	616,5	547,7	547,7
Nitrito, ug/l	18,5	27,8	222,5	16,5	4,0	2,6	10,6	10,6	53,0	82,2	23,8	79,5	66,2	6,6	60,9	21,2	7,9	2,6	2,6
Nitrato, ug/l	1,7	0,8	2,2	1,7	0,9	2,2	0,0	3,6	1,9	1,4	6,4	4,7	1,1	0,0	0,9	4,2	1,9	0,5	0,5
Amônia, ug/l	49,1	40,8	-	15,0	55,5	30,0	39,6	-	19,8	69,8	94,3	-	24,5	13,6	67,4	-	15,0	93,6	93,6
Clorofila a, ug/l	0,0	6,1	1,6	13,3	1,9	0,0	8,3	3,7	21,4	3,5	8,0	2,9	10,7	3,0	5,8	2,1	21,4	2,1	2,1
Minerais tot, mg/l	25,5	43,3	66,5	58,8	50,9	36,7	69,9	80,0	49,2	67,9	64,3	73,9	58,4	72,3	99,8	148,6	102,2	116,6	116,6
Ferro, mg/l	0,67	1,51	2,33	1,32	1,18	0,67	1,75	1,71	1,75	1,64	1,60	1,34	1,52	1,70	1,38	1,42	1,15	1,46	1,46
Manganês, mg/l	0,02	0,08	0,29	0,05	0,18	0,02	0,08	0,06	0,05	0,18	0,06	0,04	0,06	0,20	0,22	0,62	0,17	0,21	0,21
Alumínio, mg/l	0,53	0,79	0,71	1,86	0,48	0,40	0,98	0,10	1,21	0,78	1,46	0,35	1,69	1,56	0,95	0,24	0,90	1,30	1,30
Zinco, mg/l	0,02	0,02	0,03	0,14	0,08	0,03	0,02	0,02	0,15	0,18	0,03	0,02	0,17	0,09	0,11	0,05	0,20	0,08	0,08
Cádmio, ug/l	0,07	0,30	0,55	1,15	0,30	0,21	0,50	0,48	0,89	0,44	0,89	0,11	0,98	0,31	1,04	0,27	1,74	0,19	0,19
Cobre, ug/l	1,2	6,8	5,9	3,5	5,9	1,2	6,7	3,6	3,1	4,6	4,4	3,1	6,2	2,5	6,4	4,0	7,2	1,3	1,3
Cromo, ug/l	1,8	3,0	2,7	6,4	1,3	2,1	3,2	1,6	6,4	2,6	3,8	1,1	7,8	2,5	2,2	2,8	9,4	1,8	1,8
Chumbo, ug/l	5,2	6,1	3,4	9,5	4,1	9,8	9,7	12,9	10,8	5,9	6,2	2,5	6,7	5,6	4,8	2,3	7,7	3,1	3,1
Níquel, ug/l	9,6	6,8	3,0	23,6	5,9	8,4	8,7	4,7	17,2	15,8	7,8	4,3	18,9	19,7	9,5	5,3	43,0	12,3	12,3
Arsênio, ug/l	3,1	1,8	1,7	1,3	3,9	3,2	1,2	2,3	2,5	1,6	1,1	3,7	3,9	2,2	1,3	2,8	3,1	3,8	3,8
Mercurio, ug/l	2,9	3,5	2,3	11,1	2,5	2,1	3,2	11,7	0,8	2,2	4,6	22,7	5,0	1,2	3,9	10,6	2,5	0,5	0,5

(CONT.)

QUADRO 4.6 - ANÁLISES DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM

PARÂMETROS	1987 - 1988															
	B01				B02				VO01				P01			
	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR	
MÉS DE COLETA																
Temperatura, °C	13,2	20,0	24,5	25,4	26,5	13,6	13,5	24,0	25,2	26,0	12,5	21,0	30,0	24,5	20,0	
pH	5,8	6,5	5,8	6,3	7,3	6,7	6,6	6,2	6,2	7,5	6,1	6,9	6,2	7,0	8,0	
Condut., $\mu S_{25}/cm$	19,9	40,0	36,2	40,2	44,2	22,1	45,4	53,3	43,1	44,0	29,9	48,9	54,8	54,6	62,0	
$O_2$ dissolvido, mg/l	8,4	8,7	6,4	7,7	6,3	8,2	9,0	8,0	7,7	6,6	9,2	7,6	5,6	5,9	6,1	
Saturação $O_2$ , %	80,2	95,8	76,8	76,7	78,2	79,0	98,2	94,6	93,4	81,2	86,5	85,3	74,2	170,6	67,2	
Alcalinidade, meq/l	0,15	0,30	0,30	0,24	0,30	0,10	0,45	0,30	0,33	0,30	0,20	0,30	0,55	0,43	0,45	
DBO <sub>5</sub> , $mgO_2/l$	6,8	1,0	0,2	0,8	1,4	6,0	1,0	1,2	0,2	1,2	1,8	1,4	5,4	0,9	1,4	
DQO, $mgO_2/l$	22,4	14,5	7,2	26,3	20,2	20,8	15,9	13,0	26,3	23,3	9,6	15,9	23,1	18,1	20,2	
Dureza, $mgCaCO_3/l$	6,0	13,0	15,0	16,0	19,0	9,0	14,0	15,0	17,0	18,0	10,0	22,0	20,0	21,0	20,0	
Dureza, °d	0,3	0,7	0,8	0,9	1,1	0,5	0,8	0,8	0,9	1,0	0,6	1,2	1,1	1,2	1,1	
Sulfato, mg/l	0,0	15,5	2,8	5,9	5,3	0,0	14,6	4,9	4,6	5,6	0,6	13,1	4,2	5,1	2,5	
Cloreto, mg/l	1,0	1,5	2,5	2,5	2,0	1,0	1,5	2,0	1,5	2,0	1,2	1,5	2,5	2,0	3,0	
Bicarbonato, mg/l	9,2	18,3	18,3	14,6	18,3	6,1	27,5	18,3	20,1	18,3	12,2	18,2	33,6	26,2	27,4	
Cálcio, mg/l	0,38	1,28	1,26	2,86	1,99	0,16	1,52	0,45	2,82	1,90	0,68	2,35	1,55	3,98	2,22	
Magnésio, mg/l	0,44	0,88	3,20	1,32	1,42	0,38	0,96	0,75	1,38	1,36	0,38	0,90	1,62	1,56	1,62	
Sódio, mg/l	0,81	2,18	2,65	2,71	3,32	0,68	2,58	2,62	3,07	4,09	1,21	3,08	3,93	3,74	6,70	
Potássio, $\mu g/l$	0,92	1,25	1,21	1,82	1,52	0,85	1,19	1,37	1,93	1,75	0,47	0,91	1,40	1,62	4,30	
Fosfato tot., $\mu g/l$	39,9	59,6	63,6	75,4	67,5	49,8	75,4	83,3	87,2	71,5	31,6	39,8	41,7	99,1	59,6	
Ortofosfato, $\mu g/l$	5,0	28,9	26,9	6,6	37,2	13,3	11,9	28,7	37,2	0,0	16,7	13,6	28,7	30,4	0,0	
Nitrog. total, $\mu g/l$	278,5	1143,4	296,8	799,9	685,3	99,4	953,8	291,2	602,8	951,3	102,0	765,8	848,4	1001,7	486,1	
Nitrato, $\mu g/l$	6,6	25,2	37,1	30,5	47,7	15,9	30,5	84,8	64,9	0,0	27,8	3,3	21,2	22,5	17,2	
Nitrato, $\mu g/l$	0,0	3,0	5,8	2,5	0,0	1,7	12,8	5,0	1,9	1,6	2,2	0,8	6,7	2,5	0,0	
Amônia, $\mu g/l$	0,0	46,6	-	15,0	48,4	0,0	83,8	-	29,3	86,5	30,0	44,2	-	122,2	81,7	
Clorofila a, $\mu g/l$	0,0	4,3	2,1	66,1	1,1	0,0	1,5	0,5	45,4	2,1	2,1	9,6	1,6	18,7	5,6	
Minerais tot., mg/l	27,2	54,2	52,1	64,9	60,3	30,2	58,5	72,8	58,8	60,1	40,8	68,8	74,8	58,8	84,6	
Ferro, mg/l	2,05	1,62	1,79	1,88	1,90	2,03	1,57	1,69	1,55	1,97	0,48	1,82	4,16	2,53	1,88	
Manganês, mg/l	0,02	0,04	0,03	0,01	0,27	0,02	0,05	0,07	0,10	0,27	0,03	0,19	0,51	0,36	0,21	
Alumínio, mg/l	0,57	1,14	0,68	3,02	1,86	1,90	1,58	1,40	1,90	2,04	0,39	0,66	0,20	1,28	0,58	
Zinco, mg/l	0,04	0,02	0,02	0,13	0,11	0,03	0,01	0,03	1,12	0,14	0,03	0,02	0,04	0,26	0,07	
Cádmio, $\mu g/l$	0,45	0,33	0,22	0,49	0,51	0,15	0,16	0,25	1,13	0,46	0,10	0,17	1,31	1,28	0,17	
Cobre, $\mu g/l$	3,0	9,1	7,1	2,5	6,0	3,6	62,9	6,0	5,7	2,3	1,8	2,8	5,9	5,6	4,0	
Cromo, $\mu g/l$	3,2	3,4	2,4	10,4	2,7	3,9	4,0	2,4	8,6	2,5	2,4	3,1	3,5	8,9	1,9	
Chumbo, $\mu g/l$	8,5	7,7	3,7	6,1	5,4	8,5	5,7	5,1	16,9	6,2	7,1	4,2	7,0	6,7	3,8	
Níquel, $\mu g/l$	2,1	9,3	25,4	20,0	9,9	0,8	2,5	6,6	43,2	12,4	7,5	1,5	4,7	29,1	9,8	
Arsênio, $\mu g/l$	7,5	1,0	3,3	3,0	2,1	7,7	1,0	2,5	2,4	3,9	2,7	1,2	6,0	3,8	1,6	
Mercurio, $\mu g/l$	3,1	3,6	1,9	9,2	0,8	1,0	4,4	1,9	4,8	1,6	2,1	4,9	3,8	6,5	2,9	

(CONT.)

UADRO 4.6 - ANÁLISES DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM

PARÂMETROS	1987 - 1988																
	P.02				QJ.01				CAR.01				PT.01				
	DEZ	FEV	ABR	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR	AGO	OUT	FEV	ABR	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR
MÊS DE COLETA	24,3	24,0	14,2	14,0	22,0	23,0	26,5	24,5	24,5	24,5	23,5	15,8	12,1	21,0	24,0	24,0	15,5
Temperatura, °C	4,7	6,6	3,8	6,3	6,7	5,9	7,1	4,7	4,0	4,0	3,7	3,6	4,5	5,0	4,0	4,0	3,4
pH	219,6	193,0	435,5	21,5	19,2	26,8	31,7	97,4	728,0	728,0	975,4	1101,0	130,7	166,4	385,9	385,0	609,9
Condut., uS <sub>20</sub> /cm	8,8	7,6	8,2	9,2	8,0	7,4	7,5	6,8	8,3	8,3	8,9	8,2	10,2	8,5	8,0	8,6	8,2
O <sub>2</sub> dissolvido mg/l	104,4	80,3	80,1	90,8	91,5	86,1	93,0	79,0	99,4	99,4	104,7	82,9	95,0	95,3	94,7	102,1	82,3
Saturação O <sub>2</sub> , %	0,0	0,50	0,0	0,15	0,15	0,15	0,10	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,05	0,0	0,0	0,0
Alcalinidade, meq/l	1,9	0,8	0,6	0,4	0,2	0,6	0,4	0,8	0,2	0,2	0,2	0,2	0,8	0,4	0,9	0,6	0,6
DBO <sub>5</sub> , mgO <sub>2</sub> /l	4,3	14,1	7,8	6,4	11,6	4,3	16,5	7,8	36,2	36,2	4,9	17,1	8,0	5,8	5,8	11,5	3,1
DQO, mgO <sub>2</sub> /l	83,0	82,0	110,0	6,0	8,0	6,0	12,0	29,0	14,0	14,0	351,0	298,0	38,0	46,0	107,0	115,0	149,0
Dureza, mgCaCO <sub>3</sub> /l	4,6	4,6	6,2	0,3	0,4	0,3	0,7	1,6	0,8	0,8	17,6	16,7	2,1	2,6	6,0	6,4	8,3
Sulfato, mg/l	44,6	67,9	182,8	0,0	14,8	7,5	9,8	31,3	228,7	228,7	531,3	364,0	44,3	43,2	97,6	173,2	220,9
Cloreto, mg/l	3,0	2,2	4,0	2,0	1,5	2,0	2,7	2,0	3,0	3,0	4,3	5,5	2,0	2,0	2,5	3,3	0,5
Bicarbonato, mg/l	0,0	30,5	0,0	9,1	0,74	9,1	6,1	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
Cálcio, mg/l	9,60	11,00	13,30	0,08	0,74	0,05	1,26	2,86	22,0	22,0	934,10	26,05	1,85	5,65	1,55	14,50	9,50
Magnésio, mg/l	6,10	6,03	8,20	0,26	0,46	0,78	1,02	2,41	10,5	10,5	281,01	24,02	1,40	2,85	1,62	8,03	10,05
Sódio, mg/l	6,75	6,70	11,40	0,95	2,08	2,49	3,19	3,75	8,65	8,65	12,58	53,50	1,58	3,56	3,96	6,44	14,80
Potássio, ug/l	2,33	2,83	6,05	0,20	0,39	0,44	1,39	1,61	4,24	4,24	5,65	39,50	0,52	1,26	1,40	3,22	9,02
Fosfato tot., ug/l	39,8	145,6	43,8	43,6	16,1	63,3	47,7	27,9	317,8	317,8	122,9	63,6	47,6	213,8	142,7	154,5	51,7
Ortofosfato, ug/l	35,5	26,7	0,0	15,0	8,5	32,1	10,0	6,6	0,0	0,0	11,7	0,0	20,0	95,3	28,7	0,0	0,0
Nitrog. total, ug/l	229,3	804,5	813,7	65,8	765,8	169,7	288,3	203,8	2340,0	2340,0	1304,4	1043,0	139,6	733,7	149,9	570,7	621,1
Nitrato, ug/l	0,0	15,9	0,0	27,8	11,9	31,8	9,3	0,0	2,6	2,6	42,4	0,0	18,5	5,3	21,2	30,5	0,0
Nitrato, ug/l	10,6	1,4	0,0	3,3	0,0	4,2	1,9	0,0	6,4	6,4	18,3	18,7	0,0	10,0	6,6	3,1	8,2
Amônia, ug/l	-	117,5	507,7	0,0	111,8	-	46,0	62,7	157,2	157,2	296,2	-	87,2	389,2	-	284,5	515,9
Clorofila a, ug/l	0,8	21,4	19,8	0,0	3,7	3,5	2,7	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	1,1	26,7	4,6
Minerais tot., mg/l	168,9	148,5	412,7	29,3	26,2	36,6	43,2	92,4	521,2	521,2	1330,9	1043,4	123,9	128,1	276,3	276,3	578,0
Ferro, mg/l	0,76	0,69	2,59	0,24	0,92	0,65	0,74	1,11	8,25	8,25	10,60	8,93	1,63	1,40	4,16	2,28	5,55
Manganês, mg/l	1,13	0,70	1,50	0,04	0,03	0,02	0,02	0,22	1,87	1,87	3,42	3,59	0,21	0,58	0,51	1,62	2,29
Alumínio, mg/l	1,08	1,45	6,54	0,17	1,64	0,17	0,72	0,52	6,26	6,26	10,60	8,93	0,66	1,27	0,20	4,63	5,59
Zinco, mg/l	0,07	0,14	0,21	0,03	0,02	0,01	0,15	0,08	0,19	0,19	0,48	0,37	0,03	0,06	0,04	0,37	0,23
Cádmio, ug/l	0,31	1,33	0,57	0,10	0,37	0,24	1,12	0,32	0,60	0,60	1,57	3,09	0,16	0,21	1,31	2,19	1,12
Cobre, ug/l	4,6	3,8	7,1	1,5	7,2	3,3	5,1	3,7	12,9	12,9	8,9	12,1	5,9	11,4	5,9	5,4	12,0
Cromo, ug/l	2,1	10,6	1,8	2,3	2,9	1,7	10,8	1,7	9,4	9,4	14,7	5,7	1,9	2,9	3,5	9,7	4,9
Chumbo, ug/l	2,3	5,6	3,9	6,0	4,4	1,4	7,8	4,3	9,1	9,1	5,2	6,7	5,5	6,0	7,0	4,5	4,6
Níquel, ug/l	47,7	38,2	84,2	2,0	6,2	2,8	19,8	16,3	67,2	67,2	140,7	121,1	8,3	18,1	4,7	130,1	74,2
Arsênio, ug/l	2,3	3,7	16,2	2,2	1,2	2,9	0,8	1,7	22,5	22,5	32,2	38,9	3,3	2,0	8,0	11,5	17,8
Mercurio, ug/l	6,2	1,8	6,2	5,4	7,8	1,7	4,0	5,1	10,0	10,0	17,0	12,5	1,4	5,7	3,8	15,0	17,7



enquanto os testes de extração fornecem dados sobre a situação mais desfavorável do ponto-de-vista ambiental.

Os resultados destes testes estão apresentados nos Quadros 4.12, 4.13 e 4.14.

Um controle da hipótese existente sobre dispersão aérea de poluentes da UTPM (já existente) sobre solos e plantas foi executado.

A determinação de metais e outros elementos no solo (Quadro 4.15) fez parte desta pesquisa, bem como a bioindicação, utilizando-se para este fim a vassoura-branca (Quadro 4.16) e a chirca (Quadro 4.17), espécies abundantes em Candiota e que se revelaram como bons bioindicadores por acumularem simultaneamente os metais a serem determinados.

QUADRO 4.11-Elementos-traços nas cinzas e carvão de Candiota

Elemento (ppm)	AMOSTRAS							
	(1) Cinzas (425 °C)		(2) Cinzas (425 °C)		Fe da Cinza	(2) Fe crostra terrestre	(2) Carvão	(3) Cinzas volantes
	BS	BI	Média	Varição				
Ge	tr	tr	21	<5-165	14,0	1,5	7	<10
Ni	25	21	32	5-137	0,43	75	13	24
V	60	56	175	60-320	1,30	135	70	79
Be	10	10	21	4-120	7,50	2,80	7	7
Mo	-	-	10	<5-170	6,70	1,50	<5	<2
Sn	-	-	<10	<10-39	-	2	<5	<10
Zr	190	200	247	100-840	1,50	165	93	275
Cu	21	21	24	12-45	0,44	55	9	33
Y	70	33	83	30-395	2,80	30	23	50
Co	11	10	17	<10-81	0,68	25	7	15
Mn	200	250	133	<25-840	0,14	950	54	-
Cr	40	60	74	13-290	0,74	100	30	73
Pb	36	26	27	<10-195	2,16	12,5	13	<25
B	-	-	161	70-714	16,10	10	60	65
Sr	90	160	185	47-470	0,49	375	74	120
Ba	170	180	310	175-200	0,73	425	127	330
Ga	15	13	40	23-106	2,70	15	15	15
Zn	nd	nd	171	18-752	2,40	70	71	98
Nb	-	-	<10	<10-34	-	20	<5	15
Sc	12	11	-	-	-	-	-	-
La	-	-	-	-	-	-	-	-

Obs.:

- (1)Urdininea, J.; Pintaúde, D. (1972) - Testemunhos de Sondagem - Camada Candiota;  
(2)Sánchez, J.; Gomes, A.; Pintaúde, D. (1982) - Estudo sobre 6 furos de sondagem - Região da Grande Candiota (Hulha Negra e Seival);  
(3)Andrade, A. (1985) - Cinzas abatidas pelo precipitador eletrostático - Usina Termelétrica Presidente Médici;  
BS: Banco Superior;  
BI: Banco Inferior;  
FE: Fator de Enriquecimento.



Quadro 4.12-Teor de metais lixiviados de arenitos encaixantes, das camadas de carvão e do solo Candiota na área da Malha III

AMOSTRAS	METAIS (ppb)														
	Fe	Mn	Al	Se	Zn	Cu	Co	V	Cr	As	Ni	Pb	Mo	Cd	Hg
SR 993 ARENITO 22,90 m	35.600	10.600	120	394	22	766	56	31	24	12	67	0,46	3,6	0,11	0,70
SR 993 ARENITO 18,50 m	38.100	12.500	150	72	26	2.300	640	22	13	7,5	211	1,2	3,0	0,10	0,64
SR 993 CARVÃO 1ª camada	112	289	114	40	22	278	70	18	0,94	8,7	19	0,45	4,2	0,12	0,82
SR 993 CARVÃO 2ª camada	51	63	305	95	11	43	44	13	0,23	3,8	1,7	0,46	7,3	0,09	0,80
SR 936 CARVÃO 1ª camada	133	181	419	83	14	147	95	11	0,09	2,5	15	27	11	0,13	0,94
SR 936 CARVÃO 2ª camada	89	61	682	110	7,4	128	45	9,0	0,09	1,5	1,8	26	6,6	0,09	0,51
SOLO CANDIOTA TÍPICO	70	12	653	1,5	10	0,18	57	6,8	0,82	1,2	1,5	4,6	0,12	0,05	0,50

Quadro 4.13-Teor de metais extraíveis de arenitos encaixantes das camadas de carvão e do solo Candiota na área da Malha III

AMOSTRAS	METAIS (ppm)														
	Fe	Mn	Al	Se	Zn	Cu	Co	V	Cr	As	Ni	Pb	Mo	Cd	Hg
SR 993 ARENITO 22,90 m	2.736	362	29,2	5,4	1,2	2,9	1,4	1,5	32,6	1,9	2,2	0,29	0,25	0,015	0,007
SR 993 ARENITO 18,50 m	2.633	356	24,3	5,1	1,7	3,1	1,3	1,6	35,5	2,0	2,7	0,36	0,43	0,027	0,009
SR 993 CARVÃO 1ª camada	878	21,4	3,3	4,6	2,1	1,4	3,7	11,8	0,28	2,8	3,1	0,54	0,23	0,021	0,008
SR 993 CARVÃO 2ª camada	298	9,3	3,5	2,9	1,7	1,1	0,66	1,9	0,11	0,40	0,58	0,16	0,16	0,011	0,009
SR 936 CARVÃO 1ª camada	1.308	14,3	5,8	6,1	2,0	1,8	5,4	13,5	0,35	4,1	3,0	0,26	0,28	0,031	0,007
SR 936 CARVÃO 2ª camada	970	11,5	4,0	3,4	1,7	1,0	0,58	1,6	0,19	0,46	0,55	0,16	0,14	0,010	0,009
SOLO CANDIOTA TÍPICO	26,5	0,78	40,0	3,1	1,2	0,76	0,45	0,57	0,06	0,66	0,15	0,47	0,12	0,007	0,006



QUADRO 4.14-Teor de metais lixiviados de solos e cinzas residuais na Região de Candiota  
Coletas: 22-23 setembro 1987 (UFRGS) e 24 outubro 1987 (UFRGS).

AMOSTRA	Cd (ppm)	Cr (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Ni (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Hg (ppm)
Solo Tipo 2	0,0022	0,002	0,018	0,173	0,158	0,01	0,005	0,0007
Solo Tipo 4	0,0004	0,009	0,008	0,004	0,028	0,03	0,051	0,0010
Cinza antiga Tipo 4	0,0005	0,001	0,001	0,006	0,011	0,01	0,004	0,0014
Cinza recente Tipo 5	0,0024	0,001	0,001	0,022	0,050	0,03	0,016	0,0016
Cinza leve Fase A Tipo 6	0,0007	0,006	0,112	0,002	0,034	0,61	0,077	0,0014
Cinza pesada Fase A Tipo 6	0,0004	0,001	0,001	0,002	0,179	0,03	0,011	0,0015
Cinza leve Fase B Tipo 6	0,0018	0,014	0,199	0,045	0,939	0,28	0,149	0,0018
Cinza pesada Fase B Tipo 6	0,0020	0,001	0,004	0,001	0,193	0,13	0,005	0,0011
Lixiviação natural Tipo 5	0,0045	0,008	0,045	0,017	0,99	1,62	0,104	0,0086

Quadro 4.15-Controle da hipótese de emissões aéreas sobre o solo

AMOSTRAS	METAIS E ESPÉCIES ANIÔNICAS EXTRAÍDOS DO SOLO									UNIDADE DE MAPEAMENTO PEDOLÓGICO
	Hg ppm	Cd ppm	Cr ppm	Ni ppm	Pb ppm	Cu ppm	Zn ppm	Cl %	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> %	
PL01 (ST 18)	<0,01	<0,1	<0,5	<0,3	2,7	1,4	<1,0	<0,001	nd	Candiota
PL02 (ST 19)	<0,01	<0,1	<0,5	0,6	3,8	1,7	2,9	0,001	nd	Candiota
PL03 (ST 20)	<0,01	<0,1	<0,5	0,4	2,5	1,7	<1,0	0,002	nd	Candiota
PL04 (ST 21)	<0,01	<0,1	<0,5	3,2	0,5	1,4	2,4	0,001	nd	Aceguá
PL05 (ST 22)	<0,01	<0,1	<0,5	2,1	1,8	2,6	2,5	0,001	nd	Aceguá
PL06 (ST 23)	<0,01	<0,1	<0,5	1,2	4,1	3,6	1,5	0,001	nd	Aceguá
PL07 (ST 24)	<0,01	<0,1	<0,5	1,8	3,5	3,6	2,2	0,006	nd	Aceguá
PL08 (ST 25)	<0,01	<0,1	<0,5	1,3	1,4	1,6	2,2	0,001	nd	Eutrófico
PL09 (ST 26)	<0,01	<0,1	<0,5	1,2	5,2	3,1	1,5	0,005	nd	Ponche Verde
PL10 (ST 27)	<0,01	<0,1	12	1,6	4,1	1,8	2,1	0,002	nd	Machado
PL11 (ST 28)	<0,01	<0,1	0,7	0,6	3,4	1,0	1,0	0,005	nd	Aceguá
PL12 (ST 29)	<0,01	<0,1	7,5	1,1	2,2	1,8	15	0,002	nd	Machado
PL13 (ST 30)	<0,01	<0,1	0,6	<0,3	3,6	2,0	2,0	0,003	nd	Candiota
PL14 (ST 31)	<0,01	<0,1	<0,5	<0,3	3,4	1,4	14	0,005	nd	Machado
PL 15 (CT PL 15)	<0,01	<0,1	0,5	2,2	2,6	2,4	5,2	<0,001	0,069	Aluvião Poacá



Obs.:

1-o limite de determinação de sulfato em solo é de 0,012% (ou 120 ppm);

2-nd = não detectado; ppm = partes por milhão;

3-os valores precedidos do sinal < (menor que) representam os limites das respectivas determinações.

QUADRO 4.16-Teor de metais em amostras de vegetação da região de Candiota

3ª Coleta: 13-14 janeiro 1988 (UFRGS)

Espécie: vassoura-branca, amostra composta

LOCAL	ÓRGÃO	Cd (ppm)	Pb (ppm)	Cu (ppm)	Ni (ppm)	Zn (ppm)	Cr (ppm)	As (ppm)	Hg (ppm)
Tipo 1	raiz	0,158	0,54	5,58	1,62	33,3	0,97	3,29	0,109
	caule	0,249	0,61	3,64	1,88	58,9	0,60	1,57	0,041
	folha	0,143	0,38	10,57	3,24	49,6	1,01	2,18	0,026
Tipo 2	raiz	0,277	0,45	7,14	1,41	15,0	1,36	3,67	0,125
	caule	0,313	0,95	6,45	4,53	37,6	0,87	1,71	0,029
	folha	0,308	0,90	9,98	5,33	70,2	0,67	2,01	0,070
Tipo 3	raiz	0,145	0,66	5,64	6,75	13,5	1,29	6,21	0,121
	caule	0,448	0,56	8,61	7,55	50,3	0,72	1,02	0,029
	folha	0,338	0,64	10,46	5,31	27,2	0,70	3,62	0,116
Tipo 4	raiz	0,368	1,26	9,96	8,76	37,4	3,10	7,92	0,281
	caule	0,489	0,96	8,10	7,28	42,3	3,52	2,66	0,124
	folha	0,467	1,03	13,88	8,07	82,3	1,54	5,91	0,212

QUADRO 4.17-Teor de metais em amostras de vegetação da região de Candiota

3ª coleta: 13-14 janeiro 1988 (UFRGS)

Espécie: chirca, amostra composta

LOCAL	ÓRGÃO	Cd (ppm)	Pb (ppm)	Cu (ppm)	Ni (ppm)	Zn (ppm)	Cr (ppm)	As (ppm)	Hg (ppm)
Tipo 1	raiz	0,274	0,49	7,96	4,46	40,4	0,64	4,43	0,124
	caule	0,295	0,60	8,14	2,13	38,3	1,16	2,39	0,018
	folha	0,298	0,75	13,91	4,16	73,4	2,00	3,29	0,054
Tipo 2	raiz	0,276	0,78	8,58	4,28	37,1	2,17	2,08	0,110
	caule	0,286	0,19	3,75	5,55	52,8	2,97	2,33	0,108
	folha	0,268	0,46	9,64	5,73	33,7	1,36	3,18	0,028
Tipo 3	raiz	0,418	0,57	3,76	5,10	29,8	1,85	5,10	0,184
	caule	0,300	0,40	3,84	6,27	34,0	1,82	6,27	0,105
	folha	0,230	0,51	14,29	5,03	81,3	1,51	5,03	0,107
Tipo 4	raiz	0,337	1,14	14,65	8,27	29,1	3,23	9,42	0,350
	caule	0,392	0,67	7,22	7,09	21,7	1,31	2,03	0,173
	folha	0,528	1,28	18,54	8,83	90,4	1,66	8,63	0,249



Comparando os resultados obtidos para os pontos P 02, CAN 04 e CAN 05 verificou-se que o deságüe do Arroio Poacá no Arroio Candiota promove neste as seguintes alterações em termos de concentração relativa:

- acréscimo do teor de sulfatos;
- redução da reserva alcalina;
- acréscimo dos teores de Ca e Mg;
- redução dos teores de Na e K.

Em termos de concentração média verificou-se que o Arroio Poacá causa sobre o Candiota uma redução de 4,5% para o sódio (9,51 vs. 9,09 mg/L) e acréscimos de 43,7% para o cálcio (4,78 vs. 6,87 mg/L) e de 47,4% para o magnésio (2,34 vs. 3,45 mg/L).

Com relação aos ânions a questão também se apresenta com importantes modificações. O sistema Candiota tem 60,2 Eq% de  $\text{HCO}_3^-$  e o Poacá, apenas 1,9 Eq%, o que significa que a mineração produz a substituição de um íon ácido fraco ( $\text{HCO}_3^-$ ) por um íon ácido forte ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), alterando de forma acentuada as relações iônicas e o pH do sistema. É importante ressaltar que as águas da região, em todas as amostras analisadas, com exceção da amostra de CAR 01 coletada em fevereiro de 88, apresentam um balanço iônico alterado com maior concentração de ânions do que de cátions.

Quanto aos outros íons metálicos (Fe, Mn, Al, Zn, Cd, Cu, Cr, Pb, Ni, As e Hg), há diferenças na concentração média entre as duas bacias. Os valores máximos e mínimos de concentração revelam que as quantidades variam sobre amplas faixas, sendo difícil estabelecer as causas que levam a amplitudes de tal ordem. A mineralização total, expressa como minerais totais em mg/L e calculada a partir da condutividade elétrica, inclui outras substâncias além das determinadas e, por essa razão, esta grandeza é maior do que a soma das concentrações de cada parâmetro analisado.

#### -VAZÃO

Foram efetuados 2 levantamentos de vazões dos arroios da área de estudo, um representativo da época de estiagem (maio 88) e outro da época de chuvas (agosto 88). Os resultados estão apresentados no Quadro 4.7.

QUADRO 4.7-Vazões medidas (L/s)

LOCAL	MAIO/88 (Período de Estiagem)	AGOSTO/88 (Período de Chuvas)
Arroio Poacá		
Acesso Candiota III (Sítio Original)	23	406
Passo do Tigre	97	1.160
Passo do Neto	27	343
Arroio Quebra-Jugo		
Passo do Neto	15	300
Barragem	<5	8
Sanga da Carvoeira (próximo ao Passo do Tigre)	25	65
Arroio Candiota (junto ao pontilhão de acesso à CIMBAGÉ)	996	1.420
Rio Jaguarão (no Passo do Neto)	33	314



Uma vez que não houve consideráveis alterações das atividades desenvolvidas na região e que foram adotadas medidas mitigadoras tais como a recuperação de áreas mineradas e o tratamento do efluente global da UTPM, espera-se que a qualidade físico-química dos recursos hídricos não tenham sofrido alterações significativas em relação ao estudo realizado no período 1987-89.

Com o objetivo de obter-se dados indicativos desta situação, foram coletadas e analisadas, em agosto de 1996, amostras nos seguintes pontos:

- CAN 01: Arroio Candiota, antes de receber qualquer corrente proveniente das atividades desenvolvidas na área de estudo;
- CAN 03: Arroio Candiota, à montante da descarga do efluente global tratado da UTPM;
- CAN 04: Arroio Candiota, à jusante da descarga do efluente global tratado da UTPM;
- CAN 05: Arroio Candiota, após a foz do Arroio Poacá. Neste ponto, o Candiota terá recebido todas as contribuições líquidas da área de estudo;
- CAR 01: Sanga da Carvoeira, próximo a sua foz no Poacá;
- PT 01: Arroio Poacá, após a foz da Carvoeira. Neste ponto, o Poacá recebeu as drenagens da área de mineração;
- P.02: Arroio Poacá, antes de desaguar no Candiota.

O Quadro 4.8 apresenta os resultados das análises.

QUADRO 4.8-Análises dos pontos de amostragem - agosto/1996.

PARÂMETRO	CAN 01	CAN 03	CAN 04	CAN 05	CAR 01	PT 01	P 02
pH	6,3	6,3	6,3	6,1	3,8	5,3	6,3
condutividade, micromhos/cm	36,1	38,8	61,8	120	534	115	119
alcalinidade, meq/L	14,4	12,3	22,5	7,1	0,0	3,5	7,0
sulfatos, mg/L	<5,0	<5,0	<5,0	10,6	244	45,5	55,0

### Discussão dos Resultados

Os resultados apresentados evidenciam a grande influência que o processo de mineração e deposição de cinzas exerce sobre o sistema aquático. Observa-se que o sistema Poacá vem sofrendo um grave processo de deteriorização da qualidade da água. A influência desse processo sobre os cursos de água de jusante somente pode ser deduzida com base em aspectos teóricos. A Ecologia ensina que cada substância liberada em solução em ecossistemas de águas correntes tende a ser levada para jusante, com pouca possibilidade de ser reciclada no mesmo local, pois qualquer ciclo será, continuamente, deslocado em direção à foz (Hynes, 1979).

Para Margalef (1983), o curso baixo dos rios é comparável às camadas mais profundas dos lagos, enquanto os segmentos mais próximos das cabeceiras se comparam às camadas do epilimnion. Nesse sentido, o eixo vertical, sob o qual se organizam os ecossistemas, está inclinado e é quase horizontal no sentido da corrente. Por essa razão, os rios são sistemas forçados por exportação no curso superior e por acumulação de materiais nos segmentos próximos à foz. Essas características fazem dos rios um "contínuo funcional" (Vannote et alii, 1980) com organização orientada e dependente de energia externa para a biota.

Com base nesta teoria, a concentração de sólidos dissolvidos tende a aumentar à medida que diminui a distância da foz (Golterman, 1975), fato também assinalado por Beaumont (1975).



Isso induz à suposição de que, no futuro, a qualidade do Rio Jaguarão, à jusante da foz do Candiota, será afetada pelo efluente da mineração.

Os resultados revelam que o Arroio Poacá se constitui no carreador da carga poluidora gerada na região, a qual é refletida principalmente pelo pH, condutividade, alcalinidade e teor de sulfatos. Além disto, o Arroio Poacá, apresentando concentrações de metais alcalinos e alcalino-terrosos sensivelmente superiores às do Arroio Candiota, influi sobre o balanço iônico e a biota de jusante.

No que diz respeito aos outros principais íons do balanço iônico (Ca, Mg, Na, K,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  e  $\text{SO}_4^{2-}$ ), verifica-se que o Candiota, mesmo com a influência do efluente da UTPM e da CIMBAGÉ, apresenta uma concentração média de 9,63 mg/L de Ca, Mg, Na e K, enquanto o Poacá apresenta uma concentração de 86,10 mg/L desses metais, quantidade 8,94 vezes superior à do Candiota. Além disso, há uma inversão de concentração desses íons, que passa de  $\text{Na} > \text{Ca} > \text{K} > \text{Mg}$  no Candiota para  $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na} > \text{K}$  no Poacá.

O quociente de cátions monovalentes: divalentes (M:D), importante para a distribuição de algas e plantas aquáticas nas águas doces, tem índices diferentes nos dois sistemas; o Candiota tem um M:D de 1,44 e o Poacá, 0,18. Provasoli et alii (1958) mostraram que a relação M:D é importante para o crescimento de diatomáceas.

Como o cálcio e o magnésio são geralmente intercambiados e muitas espécies são euritolerantes à razão Ca:Mg, um valor do quociente M:D inferior a 1,5 favorece as diatomáceas, enquanto valores superiores beneficiam as desmidiáceas. Um outro dado importante é que valores muito inferiores a 1,5 indicam águas mais duras. Wetzel (1969) verificou que a concentração de Ca e Mg superiores a 30 mg/L e 10 mg/L, respectivamente, conforme observado na Bacia do Poacá, inibem as taxas de fixação de carbono e modificam as taxas de secreção de matéria orgânica em uma macrófita aquática (*Najas flexilis*). Os efeitos globais mostraram uma diminuição das taxas de fixação fotossintética de carbono ao diminuir o quociente M:D.

Para os ânions, observa-se que, no Candiota, o principal é o bicarbonato (60,2 Eq%) e, no Poacá, o de maior concentração é o sulfato (95,5 Eq%), evidenciando a substituição de um íon ácido fraco (bicarbonato) por um íon ácido forte (sulfato), forçando o pH para valores cada vez mais baixos e reduzindo assim a reserva alcalina. A influência desses desbalanços iônicos é revelada pelos coeficientes de correlação, que mostram a estreita relação entre o sulfato e o bicarbonato com outros parâmetros mensurados. Dentre estes, vale ressaltar a correlação entre os valores de pH e sulfato, pH e alcalinidade e pH e condutividade elétrica.

A interdependência desses fatores oferece algumas conclusões decisivas. Dentre elas, nota-se que no Candiota não há correlação entre pH e condutividade, enquanto que no Poacá há uma correlação com índice negativo e grau de confiança de 99,9%. Como a condutividade está correlacionada com as concentrações de sulfato, fica reforçada também, indiretamente, a acidificação dos corpos de água pelo sulfato proveniente da mineração.

Esses principais constituintes inorgânicos dissolvidos selecionam, em princípio, os organismos que podem ocorrer nas águas e, juntos, são os maiores responsáveis pela condutividade da água (Golterman, 1975). No Candiota e Poacá, há uma boa correlação entre a soma da concentração (mg/L) dos sólidos solubilizados e a condutividade elétrica.

Uma das principais demonstrações da modificação do meio aquático é a alteração dos valores de pH, uma medida simples de ser determinada com o auxílio de instrumentos de campo. Essa diminuição para índices de acidez muito elevados, que alcançam até pH 2,5 (Fiedler, 1987) nas águas de drenagem da mina e 3,1 nas águas superficiais (Fiedler op cit), é consequência das



águas sulfurosas provenientes do manuseio do carvão. Esse enxofre, proveniente principalmente da pirita, tão logo entre em contato com oxigênio e água, sofre um processo de oxidação cuja primeira etapa é sua transformação em sulfato de ferro e ácido sulfúrico, fato também observado por Schafer (1978) na região carbonífera de Santa Catarina. Numa reação posterior, forma-se hidróxido de ferro III ou óxido de ferro III cuja coloração característica pode ser observada no Arroio Poacá (P 01, PT 01 e P 02). Essas formas de ferro insolúvel depositam-se sobre os leitos, não aparecendo nas análises de concentração de ferro nas águas superficiais.

Quanto ao nitrogênio, a Sanga da Carvoeira (CAR 01) apresenta-se como o de maior concentração de N total e nitrato, e o Arroio Poacá (PT 01) como o de maiores média e amplitude da concentração de  $\text{NH}_3$ . É difícil explicar o comportamento dos valores determinados e sua influência sobre o sistema aquático, mas essas grandezas servem como características do ambiente atual a serem comparadas com medidas futuras em um sistema de monitoramento.

Para as formas do fósforo, que tem um importante papel no metabolismo biológico, a variabilidade de concentração é muito grande. Observa-se que o teor de fósforo total tende a ser maior nos locais mais próximos das minas de carvão. Na medida do interesse que esse elemento venha a ter no estudo dos processos de eutrofização dos corpos de água à jusante, especialmente das lagoas costeiras onde o Rio Jaguarão desemboca, pode ser importante aprofundar a investigação sobre esses compostos. Vale citar que a reação das frações, sob as quais o fósforo apresenta-se com outras substâncias formando quelatos e sais insolúveis, é função da concentração relativa das formas do fósforo, do pH e da presença de íons metálicos e outros compostos (sulfatos, carbonatos, fluoretos e formas orgânicas) na água (Wetzel, 1981). Disso dependerá a distribuição dos compostos que o fósforo forma com íons metálicos no sistema e na biota.

### Qualidade Físico-Química das Águas Superficiais versus Padrões de Qualidade

A qualidade físico-química das águas amostradas na região do empreendimento pode ser avaliada por meio de comparação com padrões de qualidade para águas destinadas a distintos fins. Utilizar-se-á, nesta comparação, os padrões definidos na Resolução CONAMA nº 20 de 18/06/86 para as Classes 2 e 3 de águas doces.

A Classe 2 refere-se a águas destinadas a:

- abastecimento doméstico após tratamento convencional;
- proteção das comunidades aquáticas;
- recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho);
- irrigação de hortaliças e plantas frutíferas;
- criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana.

A Classe 3, por sua vez, refere-se a águas destinadas a:

- abastecimento doméstico após tratamento convencional;
- irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- dessedentação de animais.

São apresentados, no Quadro 4.9, os padrões de qualidade para as Classes 2 e 3 correspondentes aos parâmetros analisados para a elaboração do presente estudo, bem como os resultados de abril/88 para os pontos de amostragem CAN 01, CAN 03, CAN 05, QJ 01, CAR 01 e PT 01. Os pontos CAN 01, CAN 03 e CAN 05 permitem acompanhar a evolução da qualidade do Arroio Candiota desde o "branco" (CAN 01) até imediatamente à jusante do deságue do Arroio Poacá (CAN 05). O ponto QJ 01 foi escolhido por representar o "branco" da Bacia do Poacá e os pontos CAR 01 e PT 01, por serem os mais impactados pelas atividades industriais. Vale ressaltar



que os resultados de abril/88 situaram-se dentre os piores registrados ao longo do período de amostragem.

QUADRO 4.9-Padrões de qualidade para as Classes 2 e 3, e resultados de abril/88

PARÂMETRO mg/l	CLASSE 2	CLASSE 3	CAN 01	CAN 03	CAN 05	QJ 01	CAR 01	PT 01
DBO <sub>5</sub> O <sub>2</sub>	5	10	4,0	3,5	<1	<1	<1	<1
OD O <sub>2</sub>	5	4	7,4	7,9	7,2	6,6	8,2	8,2
Alumínio	0,1	0,1	0,48	1,56	1,30	0,52	8,93	5,59
N-NH <sub>3</sub>	0,02	1,0	0,0555	0,0436	0,0936	0,0627		0,516
Arsênio	0,05	0,05	0,0039	0,0022	0,0038	0,0017	0,0389	0,018
pH	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,7	7,6	6,1	4,7	3,6	3,4
Cádmio	0,001	0,01	0,00030	0,00031	0,00019	0,00032	0,00309	0,00112
Chumbo	0,03	0,05	0,0041	0,0056	0,0031	0,0043	0,0067	0,0046
Cloretos	250	250	3,5	2,5	3,0	2,0	5,5	0,5
Cobre	0,02	0,5	0,0059	0,0025	0,0013	0,0037	0,0121	0,0120
Cromo <sup>+3</sup>	0,5	0,5						
Cromo <sup>+6</sup>	0,05	0,05						
Ferro	0,3	5,0	1,18	1,70	1,46	1,11	8,93	5,55
Fosfatos	0,025	0,025	0,0596	0,489	0,1071	0,0279	0,0636	0,0517
Manganês	0,1	0,5	0,18	0,20	0,21	0,22	3,59	2,29
Mercúrio	0,0002	0,002	0,0025	0,0012	0,0005	0,0051	0,0125	0,0177
Níquel	0,025	0,025	0,0059	0,0197	0,0123	0,0163	0,1211	0,0742
N-NO <sub>3</sub>	10	10	0,004	0,0066	0,0026			
N-NO <sub>2</sub>	1,0	1,0	0,0009				0,0187	0,0082
Sólidos dissolvidos	500	500	50,9	72,3	116,6	92,4	1043,4	578,0
Sulfatos	250	250	3,2	5,9	25,3	31,3	364,0	220,9
Zinco	0,18	5,0	0,08	0,09	0,08	0,08	0,37	0,23
Cromo total	0,55	0,55	0,0013	0,0025	0,0018	0,0017	0,0057	0,0049

\* O padrão para a Classe 2 referente a nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) é dado em mg/L NH<sub>3</sub>; o valor 0,02 mg/L para NH<sub>3</sub> equivale a 0,016 mg/L para N-NH<sub>3</sub>. Com base no Quadro 4.8, pode-se verificar o relatado a seguir.

A Baía do Candiota, como um todo, tem qualidade que satisfaz, salvo poucas exceções (Al, PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>, Hg), os padrões de qualidade definidos para a Classe 3. Cabe citar, no entanto, que os parâmetros cuja concentração nos pontos CAN 01, CAN 02 e CAN 03 mais excede os padrões, isto é, Al e PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>, não se caracterizam como altamente tóxicos. Quanto ao mercúrio, este excede em 25% o padrão para a Classe 3 em CAN 01. Comparando os resultados da Baía do Candiota com os padrões para Classes 2 e 3, outros parâmetros (N-NH<sub>3</sub>, Mn e Fe) excedem aqueles padrões.

Quanto à Baía do Poacá, conforme esperado, afasta-se mais da qualidade definida para as Classes 2 e 3 do que a Baía do Candiota. Sua qualidade não atende à Classe 3 quanto a Al, pH, Fe, PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>, Mn, Hg, Ni, SD e SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, e não atende à Classe 2 adicionalmente quanto aos parâmetros N-NH<sub>3</sub>, Cd e Zn. Estas observações são particularmente válidas para os pontos CAR 01 e PT 01, para os quais são dignos de nota os baixos pHs registrados, bem como as altas concentrações de Al, Fe, Mn, SD e SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>. Estes resultados caracterizam claramente a poluição associada à extração de carvão.



Sob o ponto de vista ambiental, a mineração atual da Malha IV causa impacto nos recursos hídricos da região de estudo, principalmente no Arroio Candiota. Vale salientar, porém, que a FEPAM já licenciou a mineração, que encontra-se em plena expansão. Sendo assim, o Diagnóstico Ambiental, segundo Termo de Referência aprovado pela FEPAM, visa identificar os impactos referentes à implantação e à operação da 1ª Máquina da UTE Candiota III, levando em consideração levantamentos realizados sobre os recursos hídricos da região em 1987, 1988, 1992 e 1996, bem como sobre o efluente global gerado pela UTPM-Fase A (1987-88) e efluente global gerado pela UTPM Fases A+B (1992 e 1996).

Comparando-se a época dos levantamentos relativos ao diagnóstico (Malha II) com o atual (Malha IV), pode-se verificar que o Arroio Poacá, que já encontrava-se comprometido com as drenagens das áreas de mineração ativa e desativada na época, não sofrerá, de maneira direta, efeitos da nova área de mineração (Malha IV). O Arroio Candiota que não estava, significativamente, comprometido passará a receber, diretamente, impactos associados à mineração e ao lançamento do efluente global da UTPM (Fases A e B) e UTE Candiota III, os quais sofrerão tratamento prévio.

Em síntese, quanto aos efeitos sobre os recursos hídricos da região, estes acentuar-se-ão com o aumento substancial que deverá ocorrer na produção de carvão para atender a uma nova máquina, em que pese as áreas mineradas exauridas sofrerem processo parcial de recuperação. É importante lembrar que os efluentes gerados na área da mineração (Malha IV), que hoje atingem o Arroio Candiota, poderão vir a atingir o Arroio Poacá à medida que a lavra se desenvolva nos sentidos norte-sul e leste-oeste.

O efluente global da UTPM, por outro lado, está sendo tratado, desde 1992, em sistema composto por bacias de sedimentação e lagoas de polimento. O efluente global gerado pela operação da 1ª Máquina de Candiota III sofrerá tratamento igual e o sistema existente poderá absorver, em termos de vazão, a contribuição oriunda daquela unidade. O tratamento do efluente global da UTPM e Candiota III - 1ª Máquina poderá refletir uma redução no comprometimento das águas, sobretudo, do Arroio Candiota.

As figuras a seguir apresentam a área de estudo (recursos hídricos envolvidos, pontos de amostragem e empreendimentos) e resumo do diagnóstico do meio água.



## RECURSOS HÍDRICOS NA REGIÃO DO EMPREENDIMENTO - DIAGNÓSTICO

### BACIA DO JAGUARÃO

#### RIO JAGUARÃO

Apresenta antes da foz do Candiota, alcalinidade superior a todos os valores registrados nas Bacias do Candiota e Poaca - caráter alcalino, evidenciado pelo pH e metais alcalino-terrosos, teores de metais relativamente baixos, revelando o caráter natural de suas águas.

### BACIA DO CANDIOTA

#### ARROIO CANDIOTA

A montante da UTPM	A jusante da UTPM Antes da foz do Poaca	A jusante da UTPM Após a foz do Poaca
Suas águas não apresentam comprometimento neste trecho e considerado o "branco" do Candiota e utilizado em atividades agropecuárias, abastecimento doméstico e industrial.	Apesar de não estar evidenciado comprometimento de suas águas neste trecho, apresenta alteração em relação a pH, condutividade, sulfatos, Ca, Mg e sólidos.	Apresenta comprometimento de suas águas devido a pequena vazão e ao recebimento da carga poluidora de áreas de mineração. Apresenta alteração em relação a pH, condutividade, sulfatos, Ca, Mg e sólidos, além de uma tendência de aumento

### BACIA DO POACÁ

#### ARROIO POACA

Possui suas nascentes em área de mineração. Apresenta o comprometimento de suas águas devido a pequena vazão e ao recebimento da carga poluidora de áreas de mineração.

#### SANGA DA CARVOEIRA

Nascentes próximas a área de mineração. Apresenta comprometimento de suas águas devido a pequena vazão e ao recebimento da carga poluidora de áreas de mineração. Possui o principal contributo para a contaminação do Poaca.

#### ARROIO QUEBRA-JUGO

Nascentes próximas a afloramentos de carvão. Não recebe drenagens contaminadas. Apresenta ainda características de águas naturais.



#### 4.3-Meio Solo

##### 4.3.1-Métodos de Trabalho

O diagnóstico do meio físico (geomorfologia, solos, geologia, hidrogeologia e capacidade de uso dos solos) da região de Candiota foi realizado sobre uma base cartográfica em escala 1:50.000. Desta forma o mapa utilizado para as determinações sobre o meio físico abrange uma área de 675 km<sup>2</sup> e possui nele centrados os empreendimentos em operação (UTPM e Mina da Malha IV) e o empreendimento a instalar (1ª Máquina da UTE Candiota III).

Os métodos de trabalho utilizados para o Diagnóstico Ambiental do meio físico foram:

-agregação de dados, em que foi examinada a bibliografia disponível e verificadas quais as deficiências de conhecimento em relação à área;

-método aerofotogramétrico, com base em fotografias aéreas em escala 1:10.000 (CEEE) e 1:60.000 (USAF);

-métodos de campo (Geologia e Pedologia) para mapeamento e coleta de amostras;

-métodos laboratoriais analíticos, na realização de análises, testes e ensaios físicos, mecânicos, químicos, hidrogeológicos e mineralógicos;

-sensoriamento remoto, com o uso de imagens de satélite LANDSAT, nos canais 4 e 5.

O mapa de documentação (Mapa 3.4 - Tomo II, Vol. 4) mostra os locais de coleta de solos e vegetação, as localizações das sondagens a trado e rotativas, coletas superficiais de solos e realização de fotografias.

##### 4.3.2-Geomorfologia

O relevo da área de Candiota é formado por elevações suaves, arredondadas, as chamadas coxilhas. As altitudes mínimas e máximas variam em torno de 100 a 400 metros, ficando, na maior parte, na ordem dos 220 metros.

A geomorfologia da região da área de Candiota, especialmente, onde ocorrem os arenitos da Formação Rio Bonito é controlada por crostas ferríficas, onde as feições são de superfícies suavemente onduladas com paredes abruptas (couraças de ferro) (Mapa 3.7 - Tomo II, Vol. 4).

##### 4.3.3-Pedologia

A pedologia da área está registrada no Mapa 3.8 - Tomo II, Vol 4.

Foram identificadas 7 Unidades de Mapeamento e Associações de Unidades, designadas com nome regional, a seguir identificadas:

###### -Unidade de Mapeamento Ponche Verde

São solos medianamente profundos, pouco porosos, imperfeitamente drenados e bem providos de nutrientes, com exceção do fósforo disponível.

Apresentam seqüências de horizonte A, B e C. A principal limitação ao uso agrícola refere-se ao manuseio de implementos agrícolas, por serem pesados e difíceis de trabalhar, requerendo um ponto ótimo de umidade. A principal utilização destes solos é para pastagem.



#### **-Unidade de Mapeamento Aceguá**

Esta unidade é constituída por solos escuros, pouco porosos, imperfeitamente drenados, muito plásticos e pegajosos. São solos ricos em nutrientes, entretanto apresentam más condições físicas, pois se tornam muito pegajosos quando molhados, e compactos e fendilhados quando secos.

São solos muito susceptíveis à erosão, observando-se grande número de vossorocas. Na maior parte são utilizados com pastagens nativas.

#### **-Unidade de Mapeamento Pinheiro Machado**

Esta unidade é constituída por solos bem drenados, de coloração escura, apresentando textura média, com percentagem elevada de frações grosseiras. Uma característica morfológica importante é a presença de línguas ou bolsas de material semelhante as do horizonte A.

Apresentam seqüências de A/C. As principais limitações destes solos para a utilização agrícola são sua pequena profundidade, pedregosidade e relevo forte ondulado.

#### **-Unidade Taxonômica Planossolo**

Predominam nesta unidade os solos de mal a imperfeitamente drenados, normalmente encontrados nas várzeas e ao longo dos cursos d'água. São solos derivados de sedimentos aluvionais recentes. São utilizados na cultura do arroz e pastagens.

#### **-Unidade de Mapeamento Candiota**

Esta unidade é considerada de máxima importância, devido a localização do Empreendimento (Usina) em seus domínios. É constituída por solos medianamente profundos bem diferenciada dos horizontes A, B e C.

São solos ácidos, com alguns afloramentos de rochas e baixa fertilidade natural.

São utilizados em agricultura e pecuária (pastagem nativa e cultivada).

A seguir, apresentamos as médias dos resultados das análises efetuadas em 29 amostras de solos representativas coletadas na área.

Argila	32,0%
pH	4,7%
Fósforo	2,0 ppm
Potássio	52,0 ppm
Matéria Orgânica	3,0%
Alumínio	2,2 meq/dL
Cálcio	1,8 meq/dL
Magnésio	1,4 meq/dL
Capacidade de troca de cátions	6,92

#### **4.3.4-Classes de Capacidade de Uso do Solo**

Foram identificadas as seguintes classes de capacidade de uso de solo (Mapa 3.9 - Tomo II, Vol. 4).



CLASSE III - São solos cultiváveis com culturas anuais produzindo colheitas satisfatórias. Necessitam algumas práticas de manejo adequado, como controle da erosão, correção da fertilidade, drenagem, etc.

CLASSE IV - Estes solos não se prestam ao cultivo continuado e regular de culturas anuais. Apresentam como fator restritivo de uso a presença de rochas na superfície, extrema susceptibilidade à erosão e o lençol freático extremamente superficial.

CLASSE VI - São solos que, devido a limitações de ordem física, não são cultiváveis com culturas anuais, sendo porém adequados para culturas permanentes.

#### 4.3.5- Uso Atual do Solo

**-Produção de Carne e Lã:** A bovinocultura é considerada a atividade econômica mais importante do município da região, destacando-se principalmente a raça Hereford e suas cruzas. Nesta região a ovinocultura basicamente está orientada na criação de animais destinados a produção de lã, atingindo uma produtividade média de 3 kg de lã por animal.

**-Produção de Grãos:** As principais culturas produtoras de grãos são o arroz irrigado e o sorgo. Secundariamente aparecem o trigo, o milho e a soja. Na cultura do arroz irrigado são utilizadas basicamente as terras baixas e úmidas, enquanto o sorgo é cultivado normalmente nas coxilhas, sendo Bagé o maior produtor desta cultura no Estado.

#### 4.3.6- Geologia

A coluna estratigráfica simplificada da região de Candiota está registrada no Quadro 4.10, onde são observados, igualmente, os principais tipos de rochas da área (litologias). A distribuição espacial em superfície das rochas da área de Candiota está apresentada no Mapa 6 do Tomo II. Observando este mapa geológico é possível verificar que o empreendimento proposto (1ª Máquina UTE Candiota III), os empreendimentos já existentes (UTPM e Mina da Malha IV) e dois empreendimentos desativados (Minas das Malha I e II) estão localizados em terreno onde existem rochas pertencentes à Formação Rio Bonito.

Esta formação geológica é, portanto, a que contém o carvão a ser minerado na Malha IV. A importância regional e local da Formação Rio Bonito é ampliada pelo fato de ser ela o aquífero mais importante, isto é, o reservatório mais significativo de águas subterrâneas.



QUADRO 4.10-Coluna estratigráfica simplificada da região de Candiota (segundo Machado; Peruffo; Lima, 1984, p. 218)

PERÍODO	UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA			Litologias
	Grupo	Subgrupo	Formação	
Quaternário				Depósitos de aluviões e coluviões
Permiano	Passa Dois		Rio do Rastro	Arenitos avermelhados com intercalações de siltitos e argilitos castanho-avermelhados
			Estrada Nova	Siltitos cinza-chumbo a esverdeados com intercalações de arenitos finos a médios
			Irati	Folhelhos e siltitos cinza escuros com intercalações de folhelhos pirobetuminosos pretos e lentes de calcário
	Tubarão	Guatá	Palermo	Siltitos cinza claros a cinza-chumbo, com intercalações de lâminas e leitos de arenitos finos cinza-claros, localmente carbonáticos
			Rio Bonito	Arenitos finos a médios, localmente grosseiros, cinza esbranquiçados, intercalados com siltitos cinza-escuros, siltitos carbonosos e camadas de carvão.
			Rio do Sul	Arenitos finos, esbranquiçados, siltitos, diamictitos e nitritos
Pré-Cambriano	Suite Metamórfica Cambai			Gnaisses a biotita, granitos, calcários e calcários marmorizados

#### 4.3.7-Hidrogeologia

A hidrogeologia, ciência que se ocupa do estudo das águas subterrâneas, permite estabelecer informações sobre os aquíferos, rochas que as contêm. Na região de Candiota, o aquífero mais importante é o da Formação Rio Bonito cuja extensão pode ser observada no mapa geológico do Tomo II, Vol. 4.

O mapa hidrogeológico da região de Candiota (Mapa 3.11 - Tomo II, Vol. 4) mostra as linhas equipotenciais do aquífero, as curvas de isovalores de pH e as setas indicam a direção do fluxo de águas subterrâneas. O mesmo documento permite identificar as zonas de pH baixo, potencialmente contaminadas e sua principais direções de fluxo.

#### 4.3.8-Caracterização dos Materiais

Os materiais envolvidos na operação dos empreendimentos (UTC III e Mina da Malha III) foram caracterizados em relação a sua composição química (Quadro 4.11)

#### 4.3.9-Caracterização da Qualidade Ambiental

A caracterização do potencial poluidor foi buscada através da realização de ensaios de extração e lixiviação dos materiais envolvidos no empreendimento (rochas, solos, cinzas e carvões). Os testes de lixiviação buscam simular as condições de lixiviação natural, pelas chuvas,



QUADRO 4.27-Instrução da Força de trabalho (14-59 anos)

Municípios	1980(%)		1991(%)	
	Alfabetizados	Analfabetos	Alfabetizados	Analfabetos
Bagé	87,65	12,35	91,52	8,48
Herval	85,49	14,51	87,70	12,30
Pinheiro Machado	80,95	19,05	87,15	12,85
RS	89,21	10,79	92,63	7,37

Fonte: IBGE - Censos 1980 e 1991

QUADRO 4.28-Instrução dos Chefes de domicílio, por anos de estudo, em 1991 (%)

Municípios	Sem instrução e menos de 1 ano	1 a 3 anos	4 a 7 anos	8 a 10 anos	11 a 14 anos	15 anos ou mais
Bagé	16,48	16,92	35,16	12,81	11,47	7,16
Herval	24,31	25,34	40,42	4,43	3,58	1,92
Pinheiro Machado	22,81	22,00	36,88	7,38	7,77	3,16
RS	11,85	18,72	41,58	10,85	10,97	6,03

Fonte: IBGE - Censo 1991

Um exame sumário dos dois quadros indica a semelhança, tanto em nível quanto em evolução, do município de Bagé em relação ao Estado do RS. Por outro lado, também pode ser observado que, no que diz respeito a todas as características, os municípios de Herval e Pinheiro Machado, apresentam desempenho inferior.

### Saúde

Primeiramente, temos no QUADRO 4.29 uma avaliação comparativa das condições de sobrevivência de crianças, feito pelo IBGE, com dados do Censo de 1991, para a UNICEF.



#### 4.4-Meio Biótico

##### 4.4.1-Introdução

O estudo do meio biótico foi desenvolvido a partir de uma reavaliação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) de Candiota III, realizado em 1989, pela CIENTEC e equipe de consultores. Em função de mudanças no Projeto da Usina Termelétrica Candiota III, do licenciamento ambiental já obtido pela CRM para a mineração da Malha IV e de exigências complementares por parte da FEPAM, o EIA/RIMA sofreu alterações na sua concepção original. Essencialmente, foram duas as mudanças em relação ao meio biótico: a diminuição da ênfase de avaliação dos impactos decorrentes da atividade mineradora e a adoção de uma abordagem integrada na avaliação dos ambientes afetados.

Como a atividade mineradora já está licenciada o presente estudo busca somente avaliar os impactos que a operação da nova unidade trarão à região.

A partir dos dados coletados pela equipe responsável pela primeira versão do estudo, foram executadas as etapas que compreendem um estudo de impacto ambiental, a saber, diagnóstico, avaliação de impactos, proposição de medidas mitigadoras e programa de monitoramento, utilizando-se uma abordagem voltada à compreensão do funcionamento dos ambientes relacionados ao empreendimento, de modo a permitir uma adequada projeção das alterações que a nova usina trará.

Dentro dessa abordagem, foi confeccionado um mapa de uso do solo, no qual estão ilustrados os principais elementos da paisagem.

A área de influência do empreendimento sobre o meio biótico é composta pela microbacia do Arroio Candiota, compreendida entre as seguintes coordenadas UTM: ao Norte 6492000, ao Sul 6520000, a Oeste 230000 e a Leste 254000.

##### 4.4.2-Área de Estudo

A área de estudo localiza-se na região fisiográfica da Campanha, cuja fisionomia caracteriza-se pela topografia ondulada e altitude que varia entre 200 a 550 m.

Os solos são argilosos e ácidos, com ocorrência constante de elevações de arenito. A paisagem é dominada basicamente por campos, nos quais se inserem manchas de reflorestamentos (predominantemente de eucaliptos), áreas de mineração de carvão e rochas calcáreas, aglomerados urbanos e escassas manchas de floresta nativa, geralmente associadas à rede de drenagem e às barragens e açudes encontrados na região. São encontradas também áreas ocupadas por uma vegetação arbustiva de vassouras e chircas, que em muitos locais domina extensas áreas.

Os campos da Campanha representam uma vegetação adaptada a solos predominantemente rasos, suportando longos períodos de baixa disponibilidade de água. A predominância dos campos permite a utilização de vastas áreas para a pecuária, associada ou não à agricultura. A vegetação de maior porte é encontrada especialmente sob a forma de mata ciliar, nas margens dos cursos d'água (sangas e arroios), locais onde também ocorrem áreas cobertas por uma vegetação arbustiva, que tem sua presença condicionada ao alagamento nos períodos de chuvas intensas.

Os estudos se concentraram na área situada dentro da bacia do Arroio Candiota, que é o principal corpo receptor dos efluentes da usina atual e da nova, em licenciamento. O Arroio Poacá foi tratado como tributário desse sistema, contribuindo com águas drenadas de zona de mineração.



#### 4.4.3-Metodologias

Para a compatibilização dos dados disponíveis no estudo original com a nova abordagem proposta, foram empregadas técnicas de análise adequadas às necessidades dos diferentes grupos considerados.

#### Geoprocessamento e Interpretação de Imagem de Satélite

As técnicas desenvolvidas no sensoriamento remoto vêm se constituindo em grande avanço no mapeamento do solo. Além do custo reduzido, as imagens de satélites apresentam a vantagem de serem obtidas e gravadas sistematicamente em intervalos regulares de tempo. No caso do satélite LANDSAT-5 esse intervalo é de 16 dias. Isso permite escolher e adquirir a imagem de uma região em uma data que favoreça a análise que se pretende realizar.

Com o auxílio de uma base cartográfica adequada, pode-se realizar o mapeamento temático através de imagens Landsat-TM em regiões com área superior a 250 hectares. No que se refere ao mapeamento temático, onde se inclui a determinação de classes de uso e cobertura do solo, é possível alcançar até a escala 1:25.000.

A base cartográfica utilizada para a realização deste estudo incluiu as cartas *Hulha Negra (MI3008/3)*, *Seival (MI3008/4)*, *Tupi Silveira (MI3017/1)* e *Pedras Altas (MI3017/2)*, em escala 1:50.000, da Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG). Considerou-se para o efeito deste trabalho as porções de cada carta acima mencionada constante no *Mapa da Área do Projeto Candiota - Convênio UFRGS CIENTEC*.

A imagem de satélite utilizada foi obtida em 21/11/1994 e fornecida pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) ao nível de correção 4, formato TIFF, gravadas em CD-ROM. A área de estudo é visualizada na órbita 222 ponto 082 do sistema de referência LANDSAT-5. Foram utilizadas as bandas 3 (vermelho), 4 (infravermelho próximo) e 5 (infravermelho médio) do sensor LANDSAT TM. Com auxílio de um receptor GPS (*Global Positioning System*) MAGELLAN 5000 NAV PRO, foi feita uma checagem de campo.

Para o processamento da imagem de satélite e elaboração do mapa final, bem como para o cálculo de áreas, foram utilizados os programas TOSCA e o Sistema de Análise Geográfica IDRISI.

O trabalho de campo, método auxiliar desta determinação das classes de uso do solo, abrangeu o levantamento de 22 pontos, escolhidos pela ampla visão do entorno que ofereciam. Nestes pontos foram determinadas as coordenadas geográficas através da utilização de GPS e feitas fotografias direcionadas para os quatro pontos cardeais, de modo a documentar os diferentes componentes da paisagem.

A imagem utilizada neste trabalho foi geo-referenciada, que consiste na modificação e alteração da sua geometria de maneira a ajustá-la a um sistema de coordenadas geográficas. Foram utilizados 18 pontos de controle identificáveis tanto nas cartas-base (sistema de coordenadas UTM - Universal Transversa de Mercator) quanto na imagem.

#### Ambientes Aquáticos

Os ambientes aquáticos foram avaliados através dos seguintes grupos faunísticos: Zooplâncton, Bentos e Peixes. Na avaliação dos ambientes aquáticos foram consideradas onze estações de amostragem, que correspondem às mesmas analisadas no diagnóstico físico e químico dos recursos hídricos do estudo original.

As amostragens de Zooplâncton foram diferenciadas para os grupos de Cladocera e Rotifera. O primeiro grupo foi coletado em todos os locais, já para Rotifera as amostragens restringiram-se às barragens.





caracterização integrada dos ambientes. Além de consultas a literatura, foram realizadas duas excursões a campo, com duração de quatro dias cada, quando foram percorridas novamente as estações de amostragem utilizadas na fase inicial.

Como o enfoque do diagnóstico inicial era dirigido a mensuração dos impactos da mineração, optou-se por complementar as avaliações de fauna com dados referentes à áreas não impactadas, pois, do contrário, haveria uma grande probabilidade de se obter uma amostra dissociada da realidade, com evidente subestimativa da diversidade animal. Para tanto, foram realizadas avaliações qualitativas dos ambientes, através de verificações da presença ou ausência das espécies animais com ocorrência prevista para a região e entrevistas com moradores locais.

As estações de amostragem utilizadas na primeira fase para o levantamento da fauna de mamíferos, répteis e anfíbios foram escolhidas a partir de critérios dirigidos à valoração dos impactos que então ocorriam na região, principalmente em função da mineração de carvão. Foram definidas 21 estações de amostragem, em áreas que incluíam fazendas em atividade, fazendas abandonadas há algum tempo em consequência das desapropriações para a construção da usina, áreas ligadas à mineração ou modificadas por urbanização e as cercanias de um depósito de cinzas recapado, reflorestado com eucaliptos.

Dentre estas estações, podiam ser encontrados vários tipos de ambientes, com campos sujos, campos rupestres, margens de açudes e arroios, matas de galeria e áreas de mineração recuperadas.

Na primeira fase, foram utilizados diversos métodos de amostragem de fauna, como transectos, captura com armadilhas de diversos tipos, censos noturnos e registros de pegadas, rastos ou qualquer indício que confirmasse a presença de uma determinada espécie.

Os levantamentos da avifauna foram realizados em locais diferentes daqueles utilizados para amostragem de vertebrados terrestres e foram mais abrangentes. A partir de dados existentes em literatura, foi feita uma caracterização ecológica das espécies que compõem a avifauna. A frequência de ocorrência das espécies foi calculada a partir das listas gerais de cada saída a campo.

Nas amostragens de mamíferos foram utilizadas armadilhas iscadas que mantinham o animal vivo, armadas durante a tarde e revisadas na manhã seguinte. Também foram preparadas redes-de-neblina para a captura de morcegos, além de transectos em estradas, quando eram feitos registros de ocorrência das espécies avistadas.

Na segunda etapa, a partir das informações obtidas na primeira fase, conjugadas aos dados obtidos através de geoprocessamento descritos anteriormente e aos aspectos definidos nas duas visitas da segunda fase, procurou-se fazer uma caracterização da situação atual dos ambientes encontrados e da estrutura das comunidades animais residentes.

#### 4.4.4-Resultados e Discussão

##### Geoprocessamento e Interpretação da Imagem

A classificação da imagem digital possibilitou que cada classe de uso do solo fosse discriminada, cartografada e tivesse sua área calculada.

A classificação resultou na definição de seis classes de uso do solo: Solo exposto, com 13.446,81 ha (correspondendo a 20% da área de estudo), Campo limpo, com 17.708,81 ha (26,35%), Campo sujo, totalizando 30.560,81 (45,48%), Mata nativa, com 1.817,81 (2,71%), Reflorestamento, com 3.195,82 ha (4,76%) e Corpos d'água, com 470,56 ha (0,70%).

Em função das características ambientais da região em foco, devem ser observados alguns aspectos da presente classificação visando a sua correta interpretação:



A classificação está baseada em apenas uma data, correspondente a um período seco. Sabe-se que o déficit hídrico altera as características espectrais da vegetação, fazendo com que ocorram respostas similares entre classes de cobertura diferentes ou respostas diferentes dentro de uma mesma classe de cobertura.

A elaboração do mapa final de uso e cobertura do solo (vide figura) da área de estudo, após a classificação definitiva da imagem, envolveu uma série de operações no sistema IDRISI, com a finalidade de dar acabamento à imagem classificada e de quantificar a área ocupada pelas classes de cobertura da terra.

### Ambientes Aquáticos

Os recursos hídricos avaliados com o objetivo de definir o diagnóstico da área de influência do projeto são de três tipos: cursos de água, representados pelo Arroio Candiota, principal corpo receptor dos efluentes gerados a partir das atividades antrópicas na área da usina, e pelo Arroio Poacá, importante tributário do anterior que sofre influência da mineração, reservatórios decorrentes de barramentos em cursos de água, representados entre as estações de amostragem pela barragem na Sanga Funda, próxima à Vila Operária e pela barragem no Arroio Candiota, situada a montante de outra barragem mais antiga e áreas úmidas (banhados).

A avaliação dos recursos hídricos através do Índice de Qualidade revelou que o arroio Candiota apresenta melhor qualidade ambiental nos dois locais situados a montante da área da usina. A medida que esse curso de água passa a sofrer as influências da Sanga Funda e dos barramentos, a qualidade ambiental expressa pelos elementos da fauna aquática diminui, atingindo o menor valor imediatamente antes de receber a contribuição do Arroio Poacá. Após esse afluente misturar-se ao Arroio Candiota, verificou-se um aumento no valor do índice de qualidade. O Arroio Poacá, por sua vez, apresentou sempre valores bastante baixos para o índice de qualidade obtido através dos organismos estudados.

Na interpretação dos valores desse índice de qualidade, é necessário levar em consideração que os ambientes pluviais apresentam uma variação de situações ambientais que distingue muito as nascentes da foz de um curso de água. Além disso, a dinâmica de um ecossistema pluvial é bastante complexa, com fica claro no conceito: "um sistema muito aberto, fortemente pulsátil, formado por elementos bióticos e abióticos interagindo, de fluxo energético multidirecional, porém com direção mais marcada no sentido do fluxo das águas". Desta forma, uma análise numérica, como o índice de qualidade aqui utilizado, serve como base para o entendimento do sistema, mas tornam-se imprescindíveis considerações específicas, baseadas na estrutura do ambiente e nos organismos estudados.

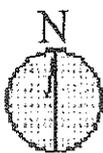
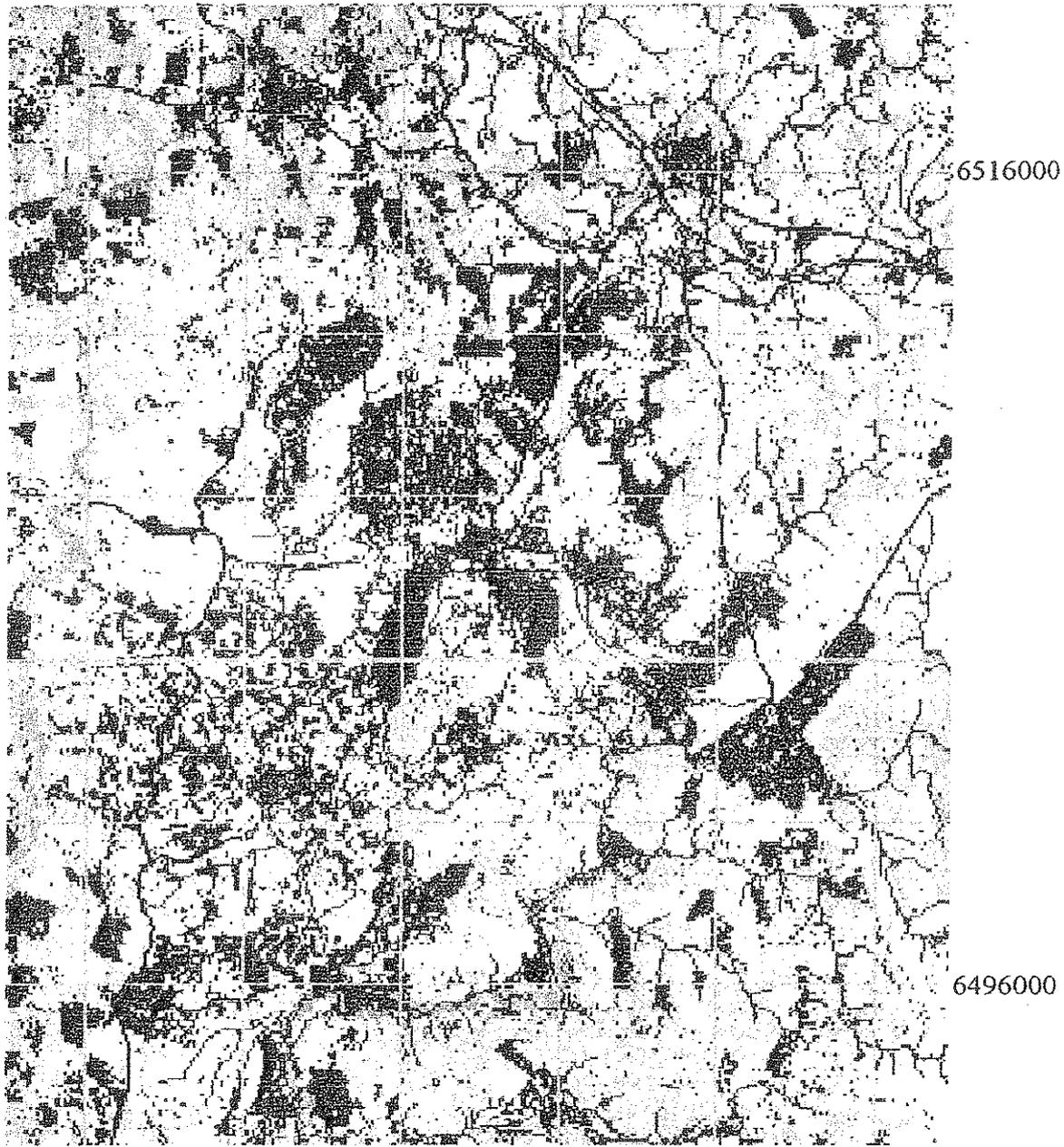
Na porção do Arroio Candiota que foi estudada, não se evidenciam as diferenças de velocidade de água e tipo de substrato que caracterizariam uma zonação no sentido do fluxo das águas, de modo que, nesse arroio, os valores do índice de qualidade representam uma boa ferramenta de comparação. E ao observar-se a variação espacial dos valores do índice, percebe-se uma diminuição de qualidade à medida que o arroio cruza a área da usina, culminando com o menor valor no local anterior à entrada das águas do arroio Poacá. O aumento no valor de IQ verificado no local após a contribuição do arroio Poacá deve-se a pequenas diferenças na quantidade de espécies zooplanctônicas e no número de indivíduos da fauna bentônica.

A análise das espécies zooplanctônicas e da fauna bentônica revelaram que os locais a montante da usina encontram-se em melhores condições do ponto de vista da qualidade do ambiente.

A amostragem da fauna de peixes confirma a porção superior do arroio Candiota, em relação à área da usina como mais preservada. Nesse local ocorreu o maior número de espécies entre todos os locais amostrados, podendo ser utilizado futuramente como local de referência para o programa de monitoramento.



FUNDAÇÃO  
DE CIÊNCIA  
E TECNOLOGIA



236000

Metros  
4.000



Água



Solo exposto



Campo limpo



Campo sujo



Mata nativa



Reflorestamento



Rede hidrográfica



Rede viária

Mapa de cobertura do solo da área de estudo, obtido do processamento da imagem  
LANDSAT-5 TM de 21/11/1994.



O Arroio Poacá é um exemplo típico de curso de água de cabeceiras. Além do substrato predominantemente rochoso, às vezes o arroio corre sobre afloramentos de carvão. Esse tipo de ambiente normalmente é bastante pobre em relação aos organismos estudados. Essa característica fica mais marcante devido à peculiaridade da presença desses afloramentos e sua interferência nas características das águas, principalmente a diminuição do pH. Isso ficou evidenciado nos baixos valores do índice de qualidade encontrados nos pontos localizados nessa microbacia. Além disso, esse arroio recebe tributários contaminados por efluentes de mineração, empobrecendo-o ainda mais.

A fauna bentônica reflete bem a situação de perda de qualidade do Arroio Poacá. No local situado mais próximo das cabeceiras foram coletadas 5 classes de Benthos e mais a jusante somente 2. Situação semelhante ocorreu em relação aos peixes. Em local semelhante às cabeceiras, no Arroio Quebra-Jugo, foram amostradas 4 espécies, enquanto que no local a jusante nenhum exemplar de peixe foi capturado.

A contribuição do Arroio Poacá ao Candiota não parece alterar significativamente a qualidade deste, visto que nessa porção o arroio já encontra-se bastante degradado pela ação do homem. As ocorrências de organismos entre o local a montante e a jusante da entrada das águas do Poacá indicam que, nesse último, a qualidade do ambiente é melhor, com maior riqueza e abundância de organismos. Provavelmente a diluição do Arroio Poacá nas águas do Candiota seja tal que esse último não sofra maiores alterações.

O segundo tipo de ambiente aquático são os reservatórios. Um deles localiza-se em um curso de água, a Sanga Funda, que é tributário do Arroio Candiota. Os outros dois locais avaliados situam-se na calha do Arroio Candiota. A barragem da Sanga Funda apresentou o mais alto valor do índice de qualidade.

As barragens II representam grande parte dos recursos hídricos em volume de água na área de influência do projeto. Os valores do Índice de qualidade obtidos nesses dois locais são bastante semelhantes aos dos pontos de melhor qualidade no Arroio Candiota. Esses valores refletem a boa estrutura da comunidade biótica desses locais.

As amostragens de rotíferos (componentes do zooplâncton) restringiram-se à barragem de montante e à barragem da Sanga Funda. O segundo local apresentou maior riqueza de espécies e maior número de indivíduos, confirmando as estimativas do índice de qualidade.

A ictiofauna do reservatório da Barragem de montante demonstra que esse ambiente apresenta uma comunidade mais diversa e abundante na barragem de jusante e que no arroio Candiota. Porém, em barragens desse porte, é de se esperar que haja uma quantidade maior de peixes bem maior do que num arroio do porte do Candiota configurando-se numa situação esperada naturalmente.

Parece claro que o Arroio Candiota mantém uma boa qualidade enquanto ecossistema aquático, até a barragem de jusante. E a partir desse ponto que inicia o processo de degradação desse curso de água. Também é a partir desse local, em direção à foz, que se encontram os empreendimentos que podem estar contribuindo para essa perda de qualidade, entre os quais se inclui a usina termelétrica em operação.

Com base nessas considerações, pode-se dizer que o Arroio Candiota já sofre um processo de desestruturação das comunidades bióticas no seu curso inferior. Porém, na zona situada a montante da área imediatamente afetada pelo empreendimento atual e futuro, suas condições ambientais são satisfatórias.

O terceiro tipo de ambiente avaliado não se caracteriza por ser essencialmente aquático, tanto que será discutido também na seção relativa aos ambientes terrestres. São as áreas úmidas ou ainda chamadas de ambientes de transição ou banhados. O local que serve como base de dados para este tipo de ambiente é uma lagoa marginal à estrada de acesso ao Passo do Tigre. Essa lagoa



é bastante rasa, tomada de vegetação. Esses ambientes parecem representar um importante recurso para diversos grupos animais. Foram observados diversas aves e vestígios de mamíferos. A importância desse tipo de ambiente é confirmado pela obtenção dos mais altos valores de índices de qualidade nesse ambiente.

Na amostragem da ictiofauna somente foi capturada uma espécie de lambari. A contradição evidenciada entre os outros organismos encontrados como reveladores de boas condições ambientais e os de peixes indicando um ambiente muito pobre, pode ser explicado pelo *stress* hídrico que esse tipo de ambiente provavelmente sofre nos períodos secos.

Apesar da aparente efemeridade, essas áreas úmidas parecem ser bastante comuns na paisagem da região um importante recurso para muitos elementos bióticos. Normalmente ocorre em baixios entre coxilhas, sendo locais de deposição de partículas carregadas pelas águas superficiais. Provavelmente, a alta produtividade desses locais esteja associada a essa deposição de materiais, que na presença da água constituem-se em nutrientes para o desenvolvimento de organismos que têm características de colonizadores de novos ambientes.

## Ambientes Terrestres

### Vegetação

Os campos, que representam a formação vegetal preponderante na área de influência do complexo de Candiota, segundo a classificação resultante do mapeamento, são dividido em dois grupos básicos, quais sejam os CAMPOS LIMPOS e os CAMPOS SUJOS. Essa denominação advém da participação maior ou menor das espécies que formam touceiras ou apresentam porte arbustivo.

### Campos Limpos

Os campos limpos estão geralmente localizados em áreas planas e de solo raso, tendo muitas vezes o seu processo de sucessão natural contido em função do tipo de manejo adotado, que inclui a disponibilização de áreas para rebanhos de distintos tamanhos e a remoção mecânica de invasoras de maior porte.

Esse tipo de campo alcança uma altura de cerca de 30 cm, havendo um predomínio de espécies rasteiras, principalmente da família das gramíneas.

No levantamento realizado, foram analisados 16 quadros, nos quais foram encontradas 72 espécies.

Os resultados obtidos indicam tratar-se de um campo no qual, apesar do pastejo, há a manutenção de condições que permitem a ocorrência de espécies com distintas exigências com relação às condições do substrato.

É interessante destacar que há uma ampla variedade de arquiteturas nas plantas presentes nesse campo, variando desde plantas que formam touceiras como a macega-estaladeira, a plantas rasteiras como grama-forquilha, plantas em roseta como gravatás e plantas que podem atingir porte arbustivo, como maria-mole e vassouras.

Em muitos locais, principalmente naqueles de relevo mais acidentado, ocorrem campos mesclados a afloramentos rochosos originários da decomposição de rochas areníticas, conhecidos como campos pedregosos.

Dentre todos os tipos de campos estudados, esse é o menos alterado por atividades humanas, devido às condições inadequadas à implantação de lavouras (solo raso, grande quantidade de afloramentos rochosos, declividade) e a sua utilização como pastagem (sendo a maioria das espécies sem valor forrageiro).



Foi realizado um levantamento em um campo nessas condições, no qual foram analisados 15 quadros, nos quais foram identificadas 79 espécies. Algumas espécies são restritas a esse tipo de ambiente, como os cactus-bola e alguns gravatás.

Muitas vezes são encontrados entre as rochas indivíduos de pequeno porte de espécies arbóreas como tarumã-preto, camboatá-vermelho, guamirim e pitangueira.

### Campos Sujos

Os campos sujos apresentam características gerais que podem ser atribuídas a distúrbios decorrentes de atividades humanas (queimadas, agricultura e pecuária), o que pode ser constatado por indicadores como marcas de queimadas em caules grossos das vassouras a presença de roseta e chirca, espécies tipicamente invasoras.

Um campo sujo foi estudado em 13 quadros, tendo sido encontradas 23 espécies, das quais se destacam as vassouras, as chircas, e diversas gramíneas.

Duas áreas com vegetação de altura superior a 30 cm, a primeira com 12 quadros amostrados e a segunda com 9. Há nesses locais um claro predomínio de plantas como chirca, carqueja, vassouras, maria-mole e alecrim, além da macega-estaladeira, gramínea encontrada em toda a região.

Esse tipo de vegetação é encontrado em áreas abandonadas ou em campos com baixa lotação de gado e em beiras de estradas, sendo conhecida popularmente como vassourais

A altura desses vassourais situa-se entre 1 e 3 m. Quando atingem maior porte e não são submetidos a queimadas, chegam a proporcionar condições para o desenvolvimento de espécies arbóreas a sua sombra.

### Vegetação Arbórea

A vegetação arbórea que ocorre na área considerada no presente estudo restringe-se aos cordões de mata ciliar que são encontrados em vales ou pequenas planícies, margeando sangas e arroios.

A altura dessas matas é variável: às margens de sangas, atingem de 4 a 8 m e, junto a arroios, podem alcançar 15 m ou um pouco mais. A largura é igual ou um pouco superior à do curso d'água ao qual estão associadas.

Em alguns locais a mata ciliar é densa, e nos locais onde o corpos d'água apresentam uma maior capacidade de modificar as feições das margens, há pontos onde a mata ocupa barrancos escavados pela força das águas.

Essa formação arbórea apresenta uma estratificação bastante marcada, apesar do porte reduzido que em geral apresentam. Há um estrato arbustivo onde ocorrem espécies como espinheira-santa, topete-de-cardeal, embira, taleira e acácia-de-flores-vermelhas.

O estrato mais alto é dominado por espécies que apresentam uma clara preferência por ambientes úmidos como guamirim, aguai, branquilha e corticeira-do-banhado. Espécies típicas das barrancas, os sarandis são encontrados separando a mata do rio nos locais de maior correnteza.

Nos pontos melhor conservados, observam-se árvores emergentes de plantas como aguai, salgueiro, gerivá e sabão-de-soldado.

Também podem ocorrer eventualmente capões de mata isolados na paisagem ou formando uma continuidade com matas ciliares. Esses capões atingem uma altura que varia de 4 a



10 m, sendo o seu interior em geral muito aberto devido à retirada de indivíduos de maior porte e à penetração do gado.

### Áreas Úmidas

Acompanhando açudes e barragens e as margens mais tranqüilas das sangas e arroios ou mesmo em baixadas de terreno sujeitas à acumulação de água ocorre uma vegetação de caráter paludoso, na qual se observa uma zonação que vai das espécies flutuantes como soldanela-d'água, aguapés e grama-boiadeira ao sarandizal que separa os corpos d'água da mata mais alta, nos locais onde essa ocorre.

Nas áreas mais planas e onde não ocorrem as espécies arbustivo-arbóreas, estão presentes plantas como chapéu-de-couro, gravatás e erva-de-bicho.

### Fauna

Os levantamentos de campo realizados na primeira fase deste estudo foram bastante abrangentes e, mesmo considerando que foram realizados em áreas alteradas, obtiveram resultados, em termos de número de espécies registradas, bastante satisfatórios.

### Herpetofauna

Os escassos dados disponíveis na literatura sobre a herpetofauna da região da Campanha gaúcha indicavam como ocorrentes na região de Candiota 4 espécies de tartarugas, 4 de lagartos, 5 de anfisbenídeos e 30 de serpentes (embora os citados autores tenham encontrado material da região para somente 27 espécies, sendo que apenas 14 destas eram provenientes de Bagé).

As amostragens de campo realizadas confirmaram a ocorrência de 2 espécies de tartarugas, e 4 de lagartos, conhecidos como lagartixa-verde, lagarto-de-papo amarelo, lagarto-comum e víbora, que é considerada rara. Foi confirmada também a presença uma cobra-cega e de 12 serpentes: jararaquinha-do-campo, cobra-de-capim, cobra-lisa, nariguda, falsa-coral, parselheira, boipeva, cruzeira, jararaca-pintada e mais 5 espécies sem nome comum conhecido. As áreas de banhados e as lagoas que se formam nos baixios entre as coxilhas, que possuem grande riqueza de espécies, não foram amostradas. Algumas espécies típicas desses ambientes, como o cágado e a cobra d'água, por exemplo, não foram registrados durante a primeira fase de estudos, apesar de serem animais comuns na região.

As relações simbióticas entre as espécies de répteis e entre estas e as espécies de outras classes de vertebrados são importantíssimas dentro de cadeia alimentar e portanto imprescindíveis para a manutenção de um equilíbrio ambiental.

A espécie mais comumente registrada foi o lagarto de papo amarelo, único lagarto de grande porte ocorrente no Estado, de distribuição geográfica e valência ecológica bastante amplas. É tipicamente onívoro, sendo que sua dieta inclui desde frutos e artrópodos até anfíbios e serpentes (freqüentemente perseguido como predador de ovos em galinheiros). Foi registrado para todas as categorias ambientais e em grande número de pontos, ocorrendo inclusive na área de mineração ativa e tendo sido registrado na área inóspita de depósitos de rejeitos. Suas tocas foram freqüentemente encontradas em montes de cinzas e próximas a habitações humanas.

A segunda espécie mais comum foi a lagartixa-verde, lagarto de médio porte (13 cm de comprimento de corpo, em média), tipicamente insetívoro e habitante de campos sujos. Foi registrado para todas as categorias de habitat.

Dentre as serpentes, as mais comumente registradas foram a parselheira e a cruzeira, esta última, como era de se esperar, especialmente perseguida, sendo motivo para freqüentes queimadas no sítio original de Candiota III. Parece preferir áreas de campo pedregoso, mas também foi registrada em campo sujo. Já a parselheira, com número bem maior de registros, ocorre



indiferentemente em qualquer tipo de campo, sendo comumente encontrada em beiras de estrada. É de se estranhar o baixo número de registros para cobra-de-capim, teoricamente uma serpente muito comum na região.

Ao comparar-se o número de espécies registradas para cada categoria de impactação de habitat, parece haver uma tendência significativa para a ocorrência de maior número de espécies nas áreas desapropriadas, que são ambientes praticamente novos quanto a disponibilidade de habitats. E, considerando que as espécies mais comuns são exatamente aquelas com maior valência ecológica, parece lógico inferir que as constantes modificações ambientais estão alterando significativamente a estrutura da comunidade de répteis, impedindo que esta atinja um nível maior de maturidade.

Também quanto aos anfíbios, a literatura disponível é limitada. São citadas, para o município de Bagé e municípios vizinhos, 23 espécies de anfíbios, agrupadas em cinco famílias. Neste estudo, foram observadas 15 espécies, durante esse estudo. Das observadas, 14 já haviam sido citadas pelos autores. As espécies mais comuns foram a rã-trepadora, registrada em oito pontos, a rã-anã, em cinco pontos, a rã-boiadora, em quatro pontos e a rã-crioula, em oito pontos. A rã-gato, que foi registrada em seis pontos de coleta, não havia sido citada para a região por nenhuma autor. Além destas espécies, foram também registradas, em menor número, a rã-focinhuda, a rã-roncadora, a rã-saltadora, a rã-das-pedras, a rã-piadora e a rã-quatro-olhos.

As coletas de anfíbios foram concentradas em habitats típicos para este grupo, sendo realizadas de forma sistemática, ao anoitecer, hora em que estes animais são mais ativos. Várias espécies de hábitos terrestres também foram coletadas durante o dia. Para fins de comparação de número de espécies obtidos nos diferentes habitats, foram considerados somente os aquáticos. Em relação ao número total de espécies registradas na região, parece haver uma distribuição homogênea nos diferentes pontos amostrados.

Constatou-se que ambientes de pequenas lagoas permanentes margeadas por gravatás parecem ser os mais propícios à anfíbiofauna da região. A diversidade de espécies nesse tipo de ambiente parece ser um bom indicador da qualidade ambiental local.

#### Avifauna

A amostragem de campo de aves, realizada em 1987 na região de Candiota, foi bastante abrangente, podendo ser considerada como representativa da avifauna local.

A literatura existente indicava a ocorrência, na região de Bagé, RS, de 197 espécies de aves. Destas, 152 foram observadas pela equipe de ornitólogos que realizou o estudo em questão, o que representa aproximadamente 77 % do total citado. A ocorrência de 11 espécies novas indica que os dados até então disponíveis ainda necessitavam de complementação. As informações existentes atualmente indicam que ocorrem mais de 210 espécies de aves na região. Mesmo quando comparados a esses novos valores, os dados obtidos na amostragem de 1987 ainda podem ser considerados representativos da comunidade local, permitindo que se faça, a partir deles, uma caracterização da situação ambiental da área amostrada, ou seja, as cercanias da usina e município de Candiota.

O número de espécies encontradas pode ser considerado alto, principalmente considerando-se que a cobertura vegetal predominante na área estudada são os campos mistos, e que este tipo de formação, quando comparada com áreas florestadas, não possui uma grande riqueza de espécies de aves, em função, principalmente da menor diversidade de habitats. Essa região, no entanto, apresenta uma combinação entre campos secos e alagados, capoeiras e matas que disponibiliza uma maior variedade de refúgios e sítios de nidificação. Nas áreas onde ocorrem afloramentos de arenito, a ruptura da homogeneidade do relevo é responsável pela presença de um número maior de nichos, o que possibilita a instalação de uma fauna mais diversificada. Exatamente nesses locais, onde a vegetação apresenta-se mais preservada, a avifauna não apresenta indícios de perturbação.



No estudo realizado, aproximadamente 79% das espécies de aves utilizavam-se de alguma forma dos ambientes de campo, brejos e banhados. Nos ambientes de mata e capoeira, por outro lado, pode-se registrar a presença de 71% do total de espécies observadas. Percebe-se que ocorria uma acentuada sobreposição, com muitas espécies utilizando-se de mais de um ambiente. No entanto, o pequeno porte das matas e capões, restritos basicamente às áreas de maior umidade, impede que se instalem algumas espécies típicas desses ambientes e que normalmente são encontradas em amostragens realizadas em localidades próximas, sobretudo na Serra do Sudeste.

A avifauna de Candiota mostrou-se representativa da Campanha. Porém, chama a atenção a escassez ou a ausência de inambus, papagaios, corujas, pica-paus e de outras aves que vivem preferentemente em ambiente de mata. Isto certamente reforça a importância dos campos e áreas alagadas para a avifauna e, de resto, para todo o ecossistema da região.

A indicação de que 68% das espécies forrageiam no estrato herbáceo, alimentando-se principalmente de invertebrados de solo, serve para reafirmar a importância dos ambientes rupestres dentro deste ecossistema. Mesmo considerando que ocorreram grandes transformações nas áreas abertas, em função da agricultura e da pecuária, pode-se considerar que estes ambientes ainda mantêm condições de suportar comunidades complexas.

Sem considerar a primeira saída a campo, por tratar-se de levantamento de certo modo preliminar, as espécies de aves registradas nesse estudo, nas 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> saídas (quando foram efetuados levantamentos pontuais), podem ser divididas em algumas poucas espécies abundantes e uma grande maioria com ocorrência rara ou ocasional. Quanto à frequência com que foram observadas, pode-se dizer que 2,7% das espécies registradas na 2<sup>a</sup>, 4,5% na 3<sup>a</sup> e 4,2% na 4<sup>a</sup> saída, podem ser consideradas como abundantes ou muito abundantes, por apresentarem frequência de observação acima de 60%. Por sua vez, 76,6%, 53,2% e 59,8% das espécies observadas nessas saídas, respectivamente, são raras.

As espécies mais frequentemente observadas foram o bem-te-vi, o tico-tico, o João-de-Barro, a rolinha-picuí e o sabiá-laranjeira.

#### Mastofauna

A mastofauna da região estudada apresenta uma riqueza de espécies que pode ser considerada alta, principalmente se comparada a de outras regiões do Estado. As informações disponíveis em bibliografia sobre a fauna de mamíferos da região da Campanha são bastante escassas, mas ao observar-se alguns dos estudos existentes percebe-se que grande parte das espécies com ocorrência esperada para a área foram encontradas.

Os dados obtidos na primeira fase do estudo foram confirmados na checagem de campo da segunda fase. Foi uma nova espécie, tatu-galinha, com um exemplar encontrado atropelado em uma estrada de acesso à Candiota. Foi observado também uma carcaça de um furão, mas não foi possível determinar até o momento a que espécie pertence.

A distribuição dos locais de captura e de avistamento não permite afirmar que alguma espécie esteja restrita a uma determinada área, estando de acordo com o esperado para animais habitantes de campo, que possuem alta mobilidade e grandes áreas de vida.

Foram armadas, nas quatro saídas da primeira fase, 555 armadilhas iscadas em 17 noites de trabalho, em 12 pontos, nas quais foram capturados um total de 33 animais. Os índices de captura, correspondentes à razão entre o número de capturas realizadas e o número de armadilhas utilizadas no transecto, em percentagem, foi de 5,9% que corresponde a duas vezes e meia o índice médio de eficiência obtido em trabalhos deste tipo. Os animais capturados eram de sete espécies, em que predominavam, de forma absoluta, roedores cricetídeos de ampla distribuição e comuns no Estado do Rio Grande do Sul (84,85% das capturas). Houve ainda a ocorrência de uma espécie não autóctone, a ratazana.







região caracterizem-se como áreas a serem exploradas, em fase inicial de sucessão ecológica. Antes que atinjam estádios serais mais avançados, sobrevêm novas perturbações, dificultando a instalação de espécies de ambientes mais maduros.

Esse quadro se altera somente junto aos chamados ambientes de transição ou áreas úmidas. Nesses locais, onde ocorre um acúmulo de nutrientes carreados pela chuva, surge uma comunidade vegetal diferenciada, aumentando a disponibilidade de nichos a serem explorados pelos animais. O aumento da diversidade daí decorrente deve ser considerado como um dos mais importantes fatores ecológicos, que merece atenção especial no que se refere a sua preservação.

#### 4.5-Meio Sócio-Econômico

##### 4.5.1-Introdução

Embora o empreendimento energético Candiota III - 1ª. Máquina (UTE Candiota III - 1ª. Máquina), por se tratar de um empreendimento substituidor de importação de energia elétrica pelo RS, utilizando um recurso energético regional (carvão), venha a ter uma cadeia de impactos sócio-econômicos que se farão sentir por toda a economia estadual, o presente RIMA concentrar-se-á na região circundante ao empreendimento - os municípios de Bagé, Candiota, Hulha Negra, Pinheiro Machado e Herval - e em variáveis-chave do processo sócio-econômico - renda, emprego, atividades econômicas impactadas, arrecadação, etc.

Neste capítulo examinaremos os dados disponíveis em níveis federal, estadual e municipais no sentido de ter um panorama da região que melhor possibilite estimar os impactos, mais adiante. O texto que se segue é, pois, uma síntese dos dados disponíveis para os municípios de impacto.

##### 4.5.2-Evolução da População e da Renda

###### Área e População

Como pode ser visto no QUADRO 4.18, da página seguinte, os municípios em estudo totalizam uma área de aproximadamente 12.800 km<sup>2</sup>, correspondendo a 4,52% do território do RS.

QUADRO 4.18-Extensão dos Municípios em Estudo

MUNICÍPIOS	ÁREA	
	Km <sup>2</sup>	(%)
Bagé	5.674,10	2,00
Candiota	597,20	0,21
Hulha Negra	1.147,20	0,41
Herval	2.798,30	0,99
Pinheiro Machado	2.549,00	0,90
Subtotal	12.765,80	4,52
RS	282.184,00	100,00

Fonte:

Censo demográfico do RGS - 1980  
Anuário Estatístico do RGS - FEE - 1995



### Evolução Demográfica

Pelo QUADRO 4.19 abaixo, podemos observar que, em 1995, a população dos municípios em estudo totaliza 150.196 habitantes, correspondendo a 1,56% da população estadual.

O QUADRO 4.19 também permite visualizar a evolução demográfica da região em estudo desde 1970. Enquanto o Estado do RS cresceu em população 44% no período, somente o município de Bagé (atualmente desdobrado em 3 municípios) teve crescimento comparável: 42%. Os outros dois municípios - Herval e Pinheiro Machado - mantiveram aproximadamente a mesma população.

QUADRO 4.19-População do Rio Grande do Sul e dos Municípios em Estudo

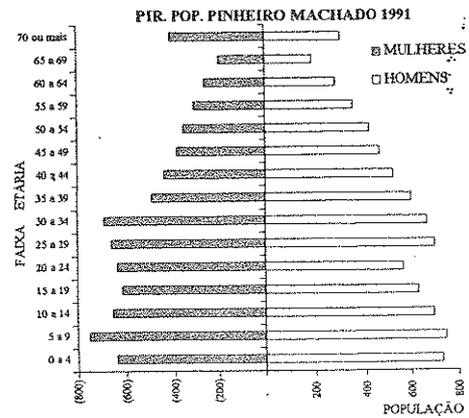
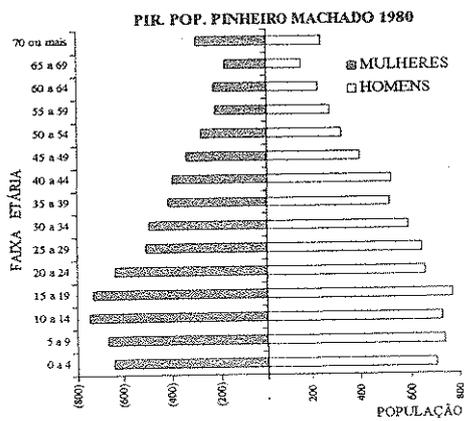
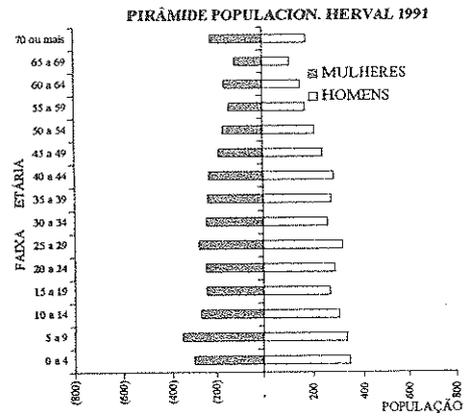
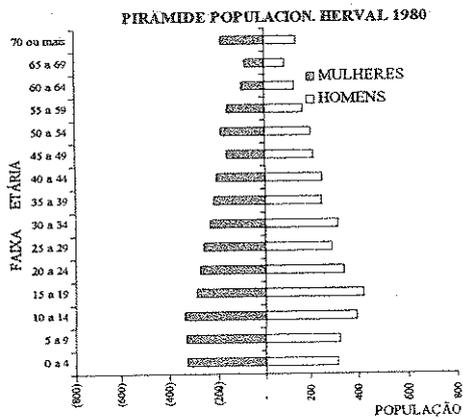
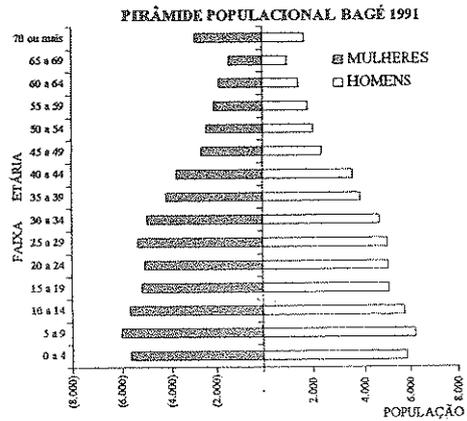
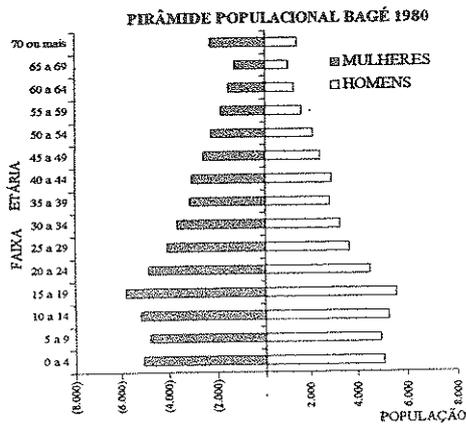
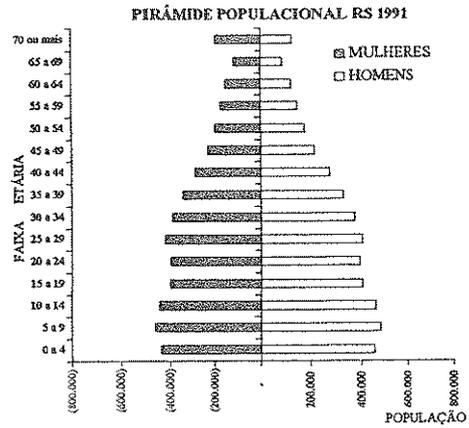
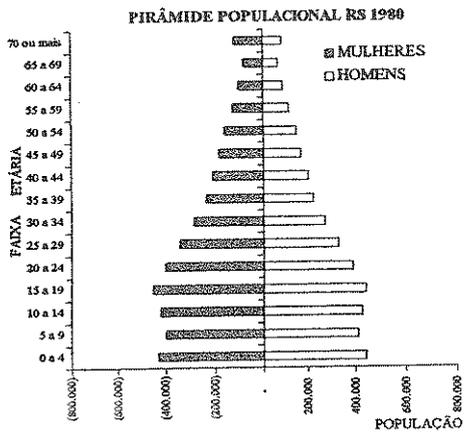
Discriminação	População Total			
	1970	1980	1991	1995 (*)
Bagé	90.280	100.135	118.967	114.612
Candiota	-	-	-	5.951
Hulha negra	-	-	-	7.808
Subtotal	90.280	100.135	118.967	128.371
Herval	7.954	7.281	7.169	7.746
Pinheiro Machado	14.260	14.356	15.396	14.079
Total	112.494	121.772	141.532	150.196
RS	6.674.909	7.773.837	9.138.670	9.619.416

Fonte:

FEE - Áreas estatisticamente comparáveis do RS  
Censos IBGE de 1980 e 1991  
(\*) Estimativas da FEE

O QUADRO 4.19 também permite visualizar a queda da participação percentual da população dos municípios em estudo sobre o total do RS: de 1,69%, em 1970, para 1,56%, atualmente.

A figura da página seguinte mostra as pirâmides populacionais dos municípios em estudo, nos anos de 1980 e 1991. Como pode ser percebido pelo simples exame da Figura, Bagé tem uma pirâmide populacional semelhante à do Estado do RS e isto não é simples coincidência, uma vez que, como veremos adiante, a sua estrutura econômica também é semelhante à estadual. Já as pirâmides populacionais de Herval e Pinheiro Machado, pelo elevado percentual de população acima de 70 anos, indicam acentuados movimentos migratórios, o que, inclusive, é corroborado pela estabilidade populacional.





O QUADRO 4.20 abaixo mostra os percentuais de população urbana e rural nos municípios em estudo, comparativamente ao Estado do RS.

QUADRO 4.20-População Urbana e Rural (%)

Município	1980		1991		1995	
	urbana	rural	urbana	rural	urbana	rural
Bagé	69,9	30,1	77,6	22,4	81,2	18,8
Candiota	-	-	-	-	77,5	22,5
Hulha Negra	-	-	-	-	77,5	22,5
Subtotal	69,9	30,1	77,6	22,4	80,8	19,2
Herval	37,9	62,1	51,5	48,5	57,1	42,9
Pinheiro Machado	43,5	56,5	55,0	45,0	60,4	39,6
RS	67,5	32,5	76,6	23,4	79,6	20,4

Fonte: Censos IBGE 1980 e 1991/FEE - Estimativa populacional do RS - 1995

Como pode ser observado, a evolução da divisão da população entre urbana e rural, em Bagé, acompanha "pari passu" a evolução no RS. Já o mesmo fenômeno não se observa nos municípios de Herval e Pinheiro Machado.

### Renda per Capita

O QUADRO 4.21, a seguir, permite-nos analisar a evolução da renda per capita nos municípios em estudo, comparativamente à renda do RS.

QUADRO 4.21-PIB Municipal do RS, em Dólares, Total e Per Capita

Município	1980		1985		1990		1993	
	Total (1000 US\$)	Per Capita						
Bagé	176.519	1.763	252.665	2.329	294.309	2.509	381.078	3.408,7
Candiota	-	-	-	-	-	-	13.117	2.259,6
Hulha Negra	-	-	-	-	-	-	13.884	1.822,8
Subtotal	176.519	1.763	252.665	2.329	294.309	2.509	408.079	3.258,9
Herval	14.020	1.926	18.065	2.498	8.810	1.227	10.485	1.367,2
P. Machado	26.557	1.850	42.263	2.852	41.769	2.729	30.201	2.199,0
RS	17.880.984	2.300	24.735.556	2.952	31.982.921	3.547	39.668.075	4.227,0

Fonte: FEE

O Quadro permite observar que a renda per capita dos municípios em estudo está sempre abaixo da média estadual. No caso de Bagé, a relação entre a renda per capita municipal e a



estadual se mantém aproximadamente constante: 80%. Os casos de Herval e Pinheiro Machado, entretanto, revelam grande deterioração: enquanto ambos possuíam, em 1980, uma renda per capita da ordem de 80% da renda per capita estadual, atualmente têm rendas que equivalem, respectivamente, a um terço e metade da renda estadual.

Tendo em vista um período mais longo de análise, convém tecer algumas considerações adicionais:

-Embora nestes últimos 15 anos Bagé apresente certa constância na proporção renda municipal/renda estadual, convém salientar que, em décadas anteriores, essa proporção era bem mais elevada, tendo atingido o pico de 97%;

-Com relação a Pinheiro Machado, é possível observar três fases históricas: nas décadas de 50 e 60, a renda per capita perde terreno em relação à do RS. Na década de 70 há uma espetacular reação, devida à evolução demográfica do município e à instalação da Cia. de Cimento Portland gaúcho. Finalmente, de meados dos anos 80 até o presente, esgotados os efeitos do impulso anteriormente assinalado, notamos nova deterioração;

-Relativamente a Herval, pode-se dizer que a evolução da renda per capita deste município é atípica. Até os anos 80, a renda per capita municipal aproxima-se cada vez mais da média estadual, chegando mesmo a ultrapassá-la. A este fenômeno estão associados, sem dúvida, a diminuição da população, a modernização da ovinocultura e, talvez, a influência da expansão econômica do sudeste de Bagé (UTPM, construção e operação da CIMBAGÉ, construção de Candiota, etc.). Entretanto, a crise das ovinocultura (resultante da descapitalização maciça depois das secas de 1989 e 1990 e do confisco do Governo Collor) reverteram totalmente a situação, que, atualmente, não é nada boa.

#### Alguns Dados Adicionais Sobre a Distribuição de Renda

Embora não possamos fazer comparações intertemporais, uma vez que os dados censitários não são comparáveis, os quadros abaixo nos dão uma indicação mais recente sobre a distribuição de renda nos municípios em estudo, comparativa mente ao RS.

O QUADRO 4.22, baseado no Censo de 1991, do IBGE, a renda média por chefe de domicílio dos municípios em estudo, tomando como base a renda por chefe de domicílio no RS.

QUADRO 4.22-Renda média do chefe de domicílio, domicílios e pessoas por domicílio em 1991. (Renda RS = 100)

Discriminação	RS	Bagé	Herval	P. Machado
Renda	100,00	88,67	51,17	67,76
Domicílios	2.489.254	31.784	2.234	4.582
Pessoas p/ domicílio	3,64	3,65	3,19	3,32

Fonte: Censo 1991 - IBGE

O QUADRO 4.23, por sua vez, nos dá uma aproximação da distribuição de renda, na medida em que divide em faixas de salários mínimos os dados sobre as rendas de chefes de domicílio, sempre em comparação com os dados gerais do estado.



QUADRO 4.23-Classe de rendimento nominal médio mensal do chefe de domicílio (%)  
(salário mínimo = Cr\$ 36.161,60)

Município	Até 1	Mais de 1 a 3	Mais de 3 a 5	Mais de 5 a 10	Mais de 10 a 15	Mais de 15	Sem renda	Total
Bagé	35,36	34,96	10,22	10,28	3,03	2,47	3,52	100,0
Herval	57,96	28,06	5,01	4,43	1,25	0,98	2,28	100,0
Pinheiro Machado	44,17	30,68	9,65	7,75	2,36	1,25	4,02	100,0
RS	29,57	37,55	12,41	11,16	3,44	3,19	2,47	100,0

Fonte: Censo 1991 - IBGE

Ambos os quadros nos revelam que a economia do município de Bagé é a que mais se assemelha estruturalmente, também neste aspecto, à economia estadual.

#### 4.5.3-Setores Primário, Secundário e Terciário

##### Evolução da Participação Setorial

O QUADRO 4.24 mostra a evolução, nos últimos 15 anos, da participação dos setores primário, secundário e terciário na geração de renda dos municípios em estudo, comparativamente ao RS.

QUADRO 4.24-Distribuição da participação percentual dos setores primário, secundário e terciário nos municípios de estudo e RS - 1980/1990

Ano	Município	Setores			
		Primário	Secundário	Terciário	Total
1980	Bagé	24,90	15,50	59,60	100,00
	Herval	87,53	0,31	12,16	100,00
	Pinheiro Machado	39,25	41,96	18,79	100,00
	RS	15,08	34,69	50,24	100,00
1985	Bagé	21,62	22,12	56,26	100,00
	Herval	86,30	0,35	13,36	100,00
	Pinheiro Machado	32,10	50,95	16,95	100,00
	RS	15,23	35,66	49,10	100,00
1990	Bagé	8,97	24,37	66,65	100,00
	Herval	74,15	0,92	24,94	100,00
	Pinheiro Machado	18,68	66,39	14,93	100,00
	RS	10,78	35,45	53,77	100,00

Fonte: FEE - Valor Nominal do PIB Municipal da Agropecuária, Indústria, Serviços, Total e Per Capita do RS - 1980/1985/1990



Dentre as várias observações possíveis a partir do quadro acima, destacamos as seguintes:

- elevada participação do setor terciário na geração de renda em Bagé (sempre superior à média do Estado);
- no conjunto dos 3 setores, Bagé é o município que apresenta uma estrutura de geração de renda mais parecida com a média geral do Estado;
- é praticamente nula a participação do setor industrial em Herval, e isto explica o decréscimo de população do município.

### Evolução da Renda Real por Setor

O QUADRO 4.25 mostra uma estimativa da evolução, no período 1980-1990, da renda real gerada por setor. Dada a metodologia de estimação, o quadro tem um caráter tentativo e, portanto, muito discutível. A metodologia usada consistiu em converter os valores correntes das rendas setoriais municipais pela taxa de câmbio média (moeda nacional x dólar atual) no ano analisado. Esta taxa de câmbio, por sua vez, foi obtida implicitamente a partir de dados globais da renda estadual em moeda corrente e dólares. (Vide Anexo 5.6.1, Tomo II, Volume 6).

QUADRO 4.25-PIB Setorial, em dólares (US\$), para os anos de 1980 e 1990 (em milhões)

#### 1980

Setores	Bagé	Herval	Pinheiro Machado	Subtotal	RS
Agropecuária	43,950	12,271	10,423	66,644	2.695,844
Indústria	27,365	0,044	11,144	38,553	6.202,313
Serviços					
Comércio	32,867	0,513	1,555	34,935	2.730,553
Demais Serviços	72,334	1,192	3,434	76,960	6.251,937
Subtotal	105,201	1,705	4,989	111,895	8.982,491
PIB Total	176,516	14,020	26,556	217,091	17.880,648

#### 1990

Setores	Bagé	Herval	Pinheiro Machado	Subtotal	RS
Agropecuária	26,460	6,507	7,751	40,718	3.447,379
Indústria	71,904	0,080	27,547	99,531	11.339,194
Serviços					
Comércio	45,479	0,500	1,418	47,397	3.823,445
Demais Serviços	151,112	1,688	4,778	157,579	13.372,305
Subtotal	196,591	2,188	6,196	204,976	17.195,750
PIB Total	294,955	8,776	41,494	345,225	31.982,323

Fonte: Anexo 5.6.1, Tomo II, Volume 6.





QUADRO 4.29-Condições de Sobrevivência Infantil no RS e Municípios em Estudo

Município	% de crianças de 0 a 6 anos em domicílios com chefe com renda até 1 SM	% de crianças de 0 a 6 anos em domicílios com chefe homem com menos de 1 anos de estudo	% de crianças de 0 a 6 anos em domicílios com chefe mulher com menos de 1 anos de estudo	% de crianças de 0 a 6 anos em domicílios com abastecimento de água inadequado	Índice	População de 0 a 6 anos	Classificação
Herval	56,7	18,5	2,4	26,3	0.50	885	58
P. Machado	38,3	18,4	3,5	15,4	0.44	1.961	96
Bagé	35,3	13,1	3,0	14,0	0.37	16.296	150
RS	28,2	9,6	1,8	19,1	0.15	1.260.089	24*
Máximo	72,3	39,1	5,5	79,0	0.86	-	-
Mínimo	6,6	0,6	0,0	1,7	0.05	-	-

Fonte: Municípios Brasileiros: Crianças e Suas Condições de Sobrevivência - Fundo das Nações Unidas para a Infância/IBGE (dados do censo de 1991)

(\*): entre 27 das unidades da Federação.

ICS	População	Municípios
1.00 a 0.50	112.403	58
0.49 a 0.30	396.755	135
0.29 a 0.00	750.931	140
Total	1.260.089	333

Fonte: Idem anterior

Legenda:

ICS - Índice de Condição de Sobrevivência  
1.00 e 0.50 - condição de sobrevivência precária ou baixa  
0.49 e 0.30 - condição de sobrevivência intermediária  
0.29 e 0.00 - condição de sobrevivência boa ou alta

Este quadro é altamente revelador, na medida em que, tendo o Rio Grande do Sul um índice médio elevado (0,15) e sendo o 4º colocado entre os estados da federação, Bagé e Pinheiro Machado apresentam condições intermediárias (0,37 e 0,44, respectivamente) e situando-se Herval no limite para a situação de precariedade. Temos, aqui, indicadores bem abaixo da média do RS.

Já o QUADRO 4.30 volta-se para a questão da mortalidade por doenças cardíaco-respiratórias, por sua correlação óbvia com as questões da poluição do ar.



QUADRO 4.30-Óbitos por causas (%)

Causas	Ano	Bagé	Candiota	Hulha Negra	Herval	Pinheiro Machado	Subtotal	RS
1-Neoplasma maligno da laringe	80	0,23	-	-	-	-	0,19	0,33
	85	0,53	-	-	-	0,93	0,54	0,41
	90	0,10	-	-	-	1,57	0,27	0,42
	94	0,55	-	-	-	1,43	0,61	0,46
2-Neoplasma maligno traquéia, brônquios, pulmão	80	1,97	-	-	1,64	3,65	2,17	2,05
	85	2,46	-	-	-	0,93	2,17	2,66
	90	3,13	-	-	6,82	0,79	3,01	2,84
	94	3,43	5,00	2,78	-	2,14	3,11	3,20
3-Infarto agudo do miocárdio	80	11,01	-	-	11,48	8,03	10,65	8,79
	85	8,44	-	-	10,77	7,48	8,48	9,50
	90	10,01	-	-	4,55	6,30	9,38	8,95
	94	12,93	5,00	16,67	9,09	11,43	12,54	9,24
4-Doenças circul. pulmonar e outras formas doen. card.	80	8,81	-	-	11,48	7,30	8,77	9,30
	85	6,84	-	-	4,62	9,35	6,95	7,64
	90	9,18	-	-	2,27	7,87	8,76	7,92
	94	7,51	5,00	11,11	14,55	4,29	7,53	7,50
5-Pneumonia	80	5,79	-	-	4,92	3,65	5,47	4,46
	85	6,30	-	-	-	1,87	5,51	4,09
	90	3,96	-	-	2,27	3,94	3,89	4,30
	94	2,87	-	8,33	1,82	-	2,60	3,96
6-Bronquite, crôni- ca e n/ espec., enfisema, asma	80	3,13	-	-	3,28	5,11	3,39	2,00
	85	2,78	-	-	3,08	5,61	3,07	1,68
	90	1,88	-	-	4,55	5,51	2,39	1,83
	94	1,22	5,00	2,78	1,82	5,71	1,90	1,62

Fonte: Secretaria da Saúde e Meio Ambiente do RS

A partir deste quadro, algumas observações podem ser alinhadas:

-Quanto a Bagé, com exceção feita ao item infarto agudo do miocárdio", os índices não diferem significativamente dos do RS;

-Quanto a Candiota, os dados são preocupantes no que tange aos itens 2 e 6;

-A situação da Hulha Negra é ainda mais preocupante, devido aos altos percentuais nos itens 3, 4 e 5;



- Herval situa-se numa posição intermediária, uma vez que apresenta índices piores no item 6 e índices oscilantes em torno da média do RS nos demais;
- Pinheiro Machado, da mesma forma, apresenta índices piores no item 6.

QUADRO 4.31-Hospitais, Leitos e Unidades Sanitárias - 1994

Município	Hospitais	Leitos	Unidades Sanitárias
Bagé	3	419	7
Candiota	1	8	-
Herval	1	19	1
Hulha Negra	-	-	-
Pinheiro Machado	3	92	4
RS	393	33.113	927

Fonte: Secretaria da Saúde e Meio Ambiente do RS

QUADRO 4.32-Médicos e Dentistas - 1996

Município	Médicos	Dentistas
Bagé	30	13
Candiota	8	3
Hulha Negra	3	2
Herval	2	1
Pinheiro Machado	8	4
Total	51	23

Fontes: Prefeituras Municipais

### Saneamento

Os quadros a seguir resumem a situação relativa ao saneamento nos municípios em estudo.



QUADRO 4.33-Domicílios Particulares Permanentes: Abastecimento de Água (%)

Município	Ano	com canalização interna			sem canalização interna		
		Rede geral	Poço ou nascente	Outra forma	Rede geral	Poço ou nascente	Outra forma
Bagé	1980	59,64	6,30	0,63	9,23	18,00	6,12
	1991	82,10	6,37	0,21	3,40	6,31	1,61
Herval	1980	34,54	22,54	2,64	1,65	35,47	2,95
	1991	50,13	23,95	0,18	1,70	20,59	3,45
Pinheiro Machado	1980	46,75	20,54	1,66	4,46	17,62	8,98
	1991	65,04	18,81	0,31	1,35	12,13	2,36
RS	1980	52,27	12,83	0,66	7,54	22,67	3,92
	1991	69,79	15,23	1,97	3,08	8,04	1,88

Fonte: Censos IBGE 1980/1991

A destacar neste quadro, mais uma vez, a semelhança dos índices de Bagé com os do RS, diferentemente do caso de Herval e Pinheiro Machado

QUADRO 4.34-Domicílios Particulares Permanentes: Instalação Sanitária (%)

Município	Ano	Só do domicílio				Comum a mais de um				Não tem
		Rede geral	Fossa Séptica	Fossa rudiment.	Outro	Rede geral.	Fossa Séptica	Fossa rudiment.	Outro	
Bagé	1980	35,63	20,86	24,64	2,63	1,32	1,04	1,88	0,29	8,40
	1991	17,68	45,77	20,09	7,33	0,46	2,38	1,10	0,34	4,49
Herval	1980	-	8,17	48,76	3,93	-	0,78	0,88	-	34,54
	1991	3,22	42,61	24,49	2,73	-	1,57	0,94	0,40	22,92
Pinheiro Machado	1980	-	42,06	15,60	0,76	-	2,81	2,30	0,11	31,29
	1991	31,86	13,09	27,24	7,77	1,94	0,31	0,76	0,11	15,98
RS	1980	13,11	30,58	33,19	3,09	0,80	2,88	4,47	0,36	9,63
	1991	11,03	46,68	26,23	4,70	0,24	2,29	1,64	0,40	6,51

Fonte: Censos IBGE 1980/1991

A destacar neste quadro, a evolução positiva de todos os municípios, embora de patamares de partida diferentes.



QUADRO 4.35-Domicílios Particulares Permanentes: Destino do Lixo - 1991 (%)

Município	Coletado	Queimado	Enterrado	Jogado em terreno baldio	Outro
Bagé	81,57	10,56	3,14	3,11	1,62
Herval	50,18	21,08	5,64	17,05	6,04
P. Machado	66,08	11,72	9,41	3,43	9,36
RS	70,25	13,25	5,37	4,40	6,73

Fonte: Censo IBGE 1991

A destacar, neste quadro, a disposição a céu aberto, em alta proporção, no município de H Herval.

### Finanças Municipais

Neste item examinaremos alguns quadros, tanto em valores absolutos como proporcionais, relativos às finanças dos municípios de impacto, e o Quadro 4.36 nos dá a composição das receitas e despesas para anos selecionados

QUADRO 4.36-Receitas (arrecadada) e despesas (realizada) municipais.(%)

Discriminação	Bagé		Herval		P. Machado		Candiota	H. Negra
	1990	1994	1990	1994	1990	1994	1994	1994
Receitas Correntes	80,93	89,94	99,95	100,00	99,25	99,82	98,39	100,00
Rec. Tributárias	22,00	14,41	3,28	3,07	2,59	2,50	4,46	4,05
Transferências	55,57	68,66	87,71	92,49	85,27	88,34	77,64	78,51
Outras	3,36	6,87	8,96	4,44	11,40	8,98	16,29	17,44
Receitas de Capital	19,07	10,06	0,05	-	0,75	0,18	1,61	-
Operaç. de Crédito	0,09	-	-	-	0,22	-	0,60	-
Outras	18,98	10,06	0,05	-	0,53	0,18	1,01	-
Total das Receitas	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Despesas Correntes	88,99	79,63	86,30	95,81	83,38	85,42	70,89	72,57
Pessoal	59,53	55,65	54,87	59,83	56,81	55,56	42,97	43,99
Transferências	10,11	12,00	7,02	6,84	6,62	7,23	0,91	1,72
Outras	19,35	11,98	24,41	29,14	19,95	22,64	27,01	26,87
Despesas de Capital	11,41	20,88	13,70	6,41	16,62	14,58	29,11	27,43
Investimento	10,07	13,41	13,70	1,96	16,62	14,58	27,86	24,54
Outras	0,94	6,96	-	2,22	0,001	-	1,25	2,89
Total das Despesas	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul



Neste quadro destaca-se o esforço realizado no ano de 1994, no que tange a investimentos, nos municípios de Candiota e Hulha Negra, aliás como é previsível em municípios recém emancipados, que tem necessidades de investimento, em geral, "represadas".

O QUADRO 4.37, logo abaixo, nos mostra a composição da despesa, por função.

QUADRO 4.37-Despesa por Função (%)

Discriminação	Bagé		Herval		P. Machado		Candiota	H. Negra
	1990	1994	1990	1994	1990	1994	1994	1994
Legislativa	6,70	7,57	3,94	5,57	1,94	4,78	6,67	10,59
Judiciária	0,92	1,73	-	-	-	-	1,26	0,96
Adm. e Planejam.	11,82	46,57	56,01	49,51	63,93	53,30	12,92	44,75
Agricultura	0,21	3,61	1,47	3,19	0,78	2,56	2,79	-
Comunicações	-	-	-	-	-	0,16	-	-
Def. Nac. e Seg. Púb.	7,22	-	-	-	-	-	-	-
Desenv. Regional	-	3,14	-	-	-	-	-	1,31
Educação e Cultura	22,39	9,27	22,29	21,49	28,74	27,04	19,77	24,35
Energ. e Rec. Miner.	-	-	-	-	-	0,24	6,22	-
Habitação e Urban.	16,86	4,81	-	0,82	-	1,15	25,73	9,58
Ind. ,comérc. e serv.	0,42	1,38	0,08	1,19	-	-	1,77	-
Saúde e Saneamento	-	14,75	2,52	6,60	4,61	8,35	-	8,46
Trabalho	-	0,93	-	-	-	-	-	-
Assistência e Previd.	13,20	3,79	11,27	4,70	-	-	8,82	-
Transportes	20,25	2,46	2,42	6,94	-	2,42	14,04	-
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul

Embora este quadro pudesse nos dar uma boa noção das diferenças de alocação dos recursos públicos, é evidente a não comparabilidade entre os municípios (é evidente que muitas despesas estão subsumidas na rubrica Administração e Planejamento).

#### 4.5.5-Agropecuária: Padrões de Uso do Solo e Estrutura Fundiária

Para finalizar este panorama da situação sócio-econômica dos municípios de impacto, vamos apresentar alguns dados sobre a composição das atividades agropecuárias, com a conseqüente indicação sobre padrões de uso do solo (isto para todos os municípios), bem como dados sobre a estrutura fundiária de Bagé em 1983 e 1992 (lembrar que, em 1992, o município de Bagé ainda englobava os municípios de Hulha Negra - totalmente - e Candiota - na maior parte).



Atividades agrícolas

QUADRO 4.38-Arroz (em casca)

Município	Ano	Área Colhida (ha)	Quantidade Produzida (T)	Rendimento Médio (Kg/ha)
RS	1990	698.099	3.194.390	4.576
	1994	976.540	4.230.680	4.332
Bagé	1990	2.800	9.800	3.500
	1994	18.000	81.000	4.500
Herval	1990	300	1.500	5.000
	1994	4.000	14.000	3.500
P. Machado	1990	300	1.300	4.333
	1994	600	1.590	2.650
Candiota	1994	600	2.400	4.000
Hulha Negra	1994	1.200	4.800	4.000

Fonte: IBGE - Produção agrícola municipal - 1990 e 1994

Este quadro permite visualizar a grande expansão da área colhida em Bagé (para 1994, devemos somar os dados de Hulha Negra e Candiota aos de Bagé, se quisermos comparar com 1983), bem como o crescimento do rendimento por hectare.

QUADRO 4.39-Soja (em grão)

Município	Ano	Área Colhida (ha)	Quantidade Produzida (T)	Rendimento Médio (Kg/ha)
RS	1990	3.516.048	6.313.476	1.796
	1994	3.185.058	5.442.728	1.709
Bagé	1990	5.000	6.000	1.200
	1994	2.100	3.780	1.800
Herval	1990	110	165	1.500
	1994	600	1.080	1.800
P. Machado	1990	1.800	1.620	900
	1994	500	600	1.200
Candiota	1994	100	150	1.500
Hulha Negra	1994	500	450	900



Fonte: IBGE - Produção agrícola municipal - 1990 e 1994

Este quadro anterior, permite destacar o município de Herval, pelo notável crescimento da produção e do rendimento por hectare.

QUADRO 4.40-Trigo (em grão)

Município	Ano	Área Colhida (ha)	Quantidade Produzida (T)	Rendimento Médio (Kg/ha)
RS	1990	988.158	1.168.626	1.183
	1994	554.129	806.983	1.456
Bagé	1990	15.000	18.000	1.200
	1994	1.100	1.408	1.280
Herval	1990	500	900	1.800
	1994	60	126	2.100
P. Machado	1990	1.400	2.520	1.800
	1994	200	290	1.450
Candiota	1994	150	195	1.300
Hulha Negra	1994	1.000	1.320	1.320

Fonte: IBGE - Produção agrícola municipal - 1990 e 1994

Aqui devemos ressaltar a grande redução da área colhida, em todos os municípios, bem como os altos rendimentos por hectare em Herval e Pinheiro Machado.



QUADRO 4.41-Milho (em grão)

Município	Ano	Área Colhida (ha)	Quantidade Produzida (T)	Rendimento Médio (Kg/ha)
RS	1990	1.645.951	3.957.441	2.404
	1994	1.721.487	4.751.443	2.760
	1990	5.000	9.000	1.800
	1994	3.500	5.670	1.620
Herval	1990	2.500	4.500	1.800
	1994	2.500	5.250	2.100
P. Machado	1990	5.100	3.672	720
	1994	5.000	9.000	1.800
Candiota	1994	1.000	2.400	2.400
Hulha Negra	1994	3.750	7.500	2.000

Fonte: IBGE - Produção agrícola municipal - 1990 e 1994

Neste quadro, cabe destacar que Candiota é o único município que tem um rendimento por hectare comparável à média do RS.

QUADRO 4.42-Sorgo granífero (em grão)

Município	Ano	Área Colhida (ha)	Quantidade Produzida (T)	Rendimento Médio (Kg/ha)
RS	1990	49.800	97.792	1.964
	1994	31.241	66.454	2.127
Bagé	1990	11.000	19.800	1.800
	1994	3.500	8.400	2.400
Herval	1990	-	-	-
	1994	500	1.500	3.000
P. Machado	1990	350	630	1.800
	1994	400	840	2.100
Candiota	1994	150	360	2.400
Hulha Negra	1994	2.000	4.800	2.400

Fonte: IBGE - Produção agrícola municipal - 1990 e 1994

Neste quadro, podemos ver a forte participação de Bagé (incluindo Candiota e Hulha Negra em 1994) na produção total do estado, bem como os altos rendimentos por hectare em Bagé e Herval.

A seguir caberia um quadro comparativo, por município, do estoque de animais e da produção pecuária. Entretanto, os dados existentes nesse terreno (IBGE e EMATER-RS) são tão discrepantes que não houve tempo hábil para dirimir as dúvidas e apresentar um quadro, pelo menos, coerente.

### Estrutura Fundiária

A seguir são apresentados 3 quadros, relativos à estrutura fundiária nos arredores do sítio de instalação da usina: Bagé (dados de 1992, quando o município englobava totalmente a Hulha Negra e, em grande parte, Candiota); Candiota e Hulha Negra (dados atuais, posteriores à emancipação).

QUADRO 4.43-Estrutura Fundiária de Bagé

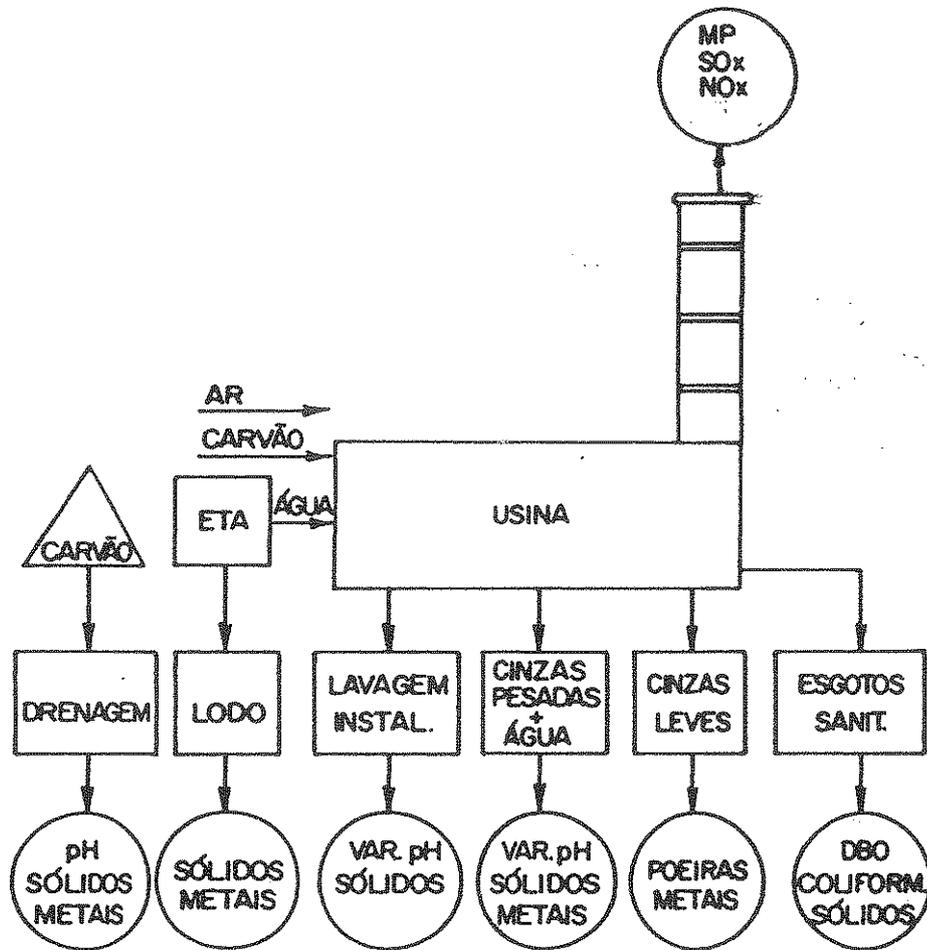
Intervalo de Classe (ha)	Propriedades				Área					
					Total				Média	
	1983	%	1992	%	1983	%	1992	%	1983	1992
até 26	466	17,79	2.308	48,08	6.235	0,89	25.834,9	3,65	13,38	11,19
26-50	491	18,75	791	16,48	18.807	2,69	29.268,6	4,14	38,30	37,00
51-100	528	20,16	534	11,13	38.356	5,48	39.165,5	5,53	72,64	73,34
101-200	400	15,27	420	8,75	57.208	8,17	59.922,8	8,47	143,02	142,67
201-500	371	14,17	385	8,02	116.042	16,57	122.927,9	17,37	312,78	319,29
501-1000	179	6,83	193	4,02	125.470	17,91	134.165,9	18,96	700,95	695,16
1001-2000	129	4,93	125	2,60	177.452	25,33	172.378,5	24,36	1.375,60	1.379,03
2001-5000	55	2,10	43	0,90	160.864	22,97	118.818,3	16,79	2.924,80	2.763,22
+ de 5000	-	-	1	0,02	-	-	5.140,4	0,73	-	5.140,40
Total	2.619	100,0	4.800	100,0	700.434	100,0	707.622,8	100,0	267,44	147,42

Fonte: 1983 - Sindicato Rural e EMBRAPA

Fonte: 1992 - Cadastro ITR







EMISSÕES TÍPICAS DE USINA TERMELÉTRICA A CARVÃO



## 5.2-Metodologia de Avaliação dos Impactos Ambientais do Empreendimento Candiota III - 1ª Máquina

As análises dos impactos incluem a identificação e valoração de cada um deles, permitindo, dessa forma, uma apreciação abrangente das repercussões da implantação e operação do Empreendimento Candiota III - 1ª Máquina sobre o meio ambiente.

As principais metodologias empregadas na identificação e avaliação de impactos ambientais são:

- técnicas "ad hoc" ou espontâneas;
- listagens de controle - "checklists";
- matrizes;
- superposição de cartas;
- métodos quantitativos;
- redes de interação.

A metodologia selecionada para este trabalho é a matricial e está baseada na Matriz de Leopold, que relaciona qualitativamente os diversos impactos que as atividades propostas (ações impactantes) podem causar sobre as características locais (descritores ambientais). Cabe ressaltar que esta análise corresponde à situação prospectiva com a operação do empreendimento, isto é, sua não-realização faz com que os impactos ambientais mantenham-se nos níveis determinados pelo Diagnóstico Ambiental. A partir do pressuposto de que haverá uma sucessão de etapas de adaptações mais ou menos contínuas, no sentido de incorporar os reflexos da inserção dos empreendimentos sobre a atual estrutura material e sócio-econômica da região, são identificados matricialmente os aspectos qualitativos e quantitativos das transformações altamente previsíveis para, em período posterior, serem utilizados como base de formulação das medidas mitigadoras e de monitoramento ambiental.

A matriz compõe-se de linhas contendo as ações impactantes decorrentes da implantação e operação da usina, e de colunas contendo os descritores ambientais (características físicas e químicas, biológicas e sócio-econômicas). O cruzamento de linhas e colunas corresponde a um campo onde se indicam inter-relações e analisam-se os prováveis efeitos.

Em cada campo inscreve-se o efeito das ações sobre os descritores, no qual apresentam-se informações sobre os impactos, quais sejam:

- tipo** - identifica o impacto: favorável (+) ou desfavorável (-);
- certeza** - indica o grau de certeza quanto à ocorrência do impacto: certo (c), provável (p) ou desconhecido (d);
- magnitude** - está relacionada com o grau de impacto em termos absolutos: muito pequeno (1), pequeno (2), médio (3), grande (4) ou muito grande (5). Para exemplificar o que se entende por magnitude pode-se citar a carga de sólidos suspensos lançada em um corpo d'água;
- importância** - está relacionada com o grau do impacto em termos relativos: muito pequeno (1), pequeno (2), médio (3), grande (4) ou muito grande (5). Para exemplificar o que se entende por importância pode-se citar o reflexo do lançamento de sólidos suspensos sobre a qualidade de um corpo receptor;
- duração** - indica a temporalidade da ação impactante: temporária (T), permanente (P);



-tempo - indica o tempo decorrido entre a ação impactante e o desencadeamento de seu impacto: imediato (i), médio prazo (m) ou longo prazo (l).

Apresenta-se, a seguir, o modelo de um campo.

Impacto + ou -	Certeza c, p ou d
Magnitude 1, 2, 3, 4 ou 5	Importância 1, 2, 3, 4 ou 5
Duração T ou P	Tempo i, m ou l

### 5.3-Identificação dos Descritores Ambientais e das Ações Impactantes

#### 5.3.1-Descritores Ambientais

O ambiente é descrito por meio de suas características físicas e químicas, biológicas e sócio-econômicas. As características físicas e químicas foram associadas a solo/subsolo, água, ar, geodinâmica e clima, enquanto que as características biológicas foram associadas a fauna, flora e biocenoses. Os descritores ambientais utilizados na avaliação dos impactos relativos às atividades do empreendimento a ser instalado (Usina Termelétrica Candiota III - 1ª Máquina) são apresentados a seguir.

#### Meio Físico

##### Solo/Subsolo:

- geomorfologia;
- características físicas e químicas;
- estrutura;
- usos;
- paisagem;
- água subterrânea.

##### Água:

- características físicas;
- características químicas;
- usos.

##### Ar:

- material particulado;
- óxidos de enxofre.

##### Geodinâmica:

- erosão;
- sedimentação;
- assoreamento;
- lixiviação;
- movimentação de massas.

##### Clima:

- mesoclima.



estão diretamente relacionadas com a usina, quais sejam, o manuseio, a estocagem e o transporte de carvão em caminhões ou em correia transportadora, estas estão contempladas neste trabalho.

#### 5.4-Identificação e Valoração dos Impactos

Os impactos resultantes do empreendimento Usina Termelétrica Candiota III-1ª Máquina, obtidos pelo cruzamento das ações impactantes com os descritores ambientais, e quantificados conforme descritos no Item 2, podem ser identificados na Matriz de Impactos Ambientais - M.I.A., apresentada em anexo.

Para a valoração dos impactos (preenchimento dos campos), foi utilizado o diagnóstico ambiental, bem como informações relativas a empreendimentos de atividades similares. Ao longo deste item, apresenta-se os impactos das diversas ações sobre todos os meios estudados. Destacam-se que são comentadas as ações impactantes mais relevantes, conforme revelado pela Matriz de Impactos Ambientais. Chama-se atenção para o fato de que os impactos são descritos considerando seus efeitos potenciais, isto é, supondo a inexistência de quaisquer controles.

Por outro lado, estão apresentadas no Tomo IV algumas recomendações de medidas mitigadoras, cuja finalidade é justamente controlar os impactos mencionados, correspondendo assim a impactos positivos.

##### 5.4.1-Meio Ar

Entendido que o ar, por sua dinâmica de movimento e intercâmbio de energia e massa, é um meio altamente complexo, colimamos o estudo para comparar os valores obtidos no diagnóstico (Tomo II), medidos e/ou simulados frente aos apenas simulados (situação futura só pode ser simulada), comparando-se os resultados.

##### Áreas de Influência

As áreas de influência (direta e indireta) são exatamente as mesmas já referidas no diagnóstico e avaliação, ou seja, um quadrado de 60 X 60 km, centrado na UTPM, em que, neste centro, um quadrado menor, de 20 X 20 km, está a área de influência direta

##### Variáveis de Trabalho

Da mesma forma que anteriormente (vide item 4.1.2 deste Tomo), as variáveis de trabalho são basicamente aquelas que envolvem o meio (atmosfera: características de mobilidade, temperatura,...) e as que envolvem as fontes (emissores - cargas emitidas, alturas, ...), devidas a atividade antrópica, e que foram amplamente expostas nos Tomos II e II. deste trabalho.

##### Resultado da Simulação para as Condições Futuras

A seguir, sumarizamos os resultados obtidos com a simulação das dispersões dos poluentes relevantes, na área de estudo, condicionando às informações existentes como "inputs" no programa de simulação.

Mesmo que estes resultados apresentem um certo desvio da realidade (a maior ou a menor), dão uma boa idéia do que poderá acontecer (ou se apresentar) na região, após a entrada em operação da UTCIII/1.



No Tomo III, inserimos como anexos, nos Itens 5.1 e 5.3, um conjunto resumido de mapas, gráficos e tabelas, resultados entre muitas simulações, que serão base da análise feita adiante.

Como relevante, consideramos a média anual, que é oriunda do conjunto de informações advindas das médias diárias.

Em outras palavras, a média anual é o reflexo, somado ao longo do tempo, das médias diárias.

#### Médias Anuais das Concentrações Relevantes ao Nível do Solo (situação futura)

REFERÊNCIA	POLUENTE ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		
	MP	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>
SIMULAÇÃO	< 50 (1)	10 (2)	3 (3)
PADRÃO CONAMA (4/5)	< 80/< 60	< 80/< 40	< 100/< 100

Obs.:

(1) pela simulação, mais de 70% da área de estudo apresentará média anual inferior a 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  onde se destaca, próximo e advindo da VOTORAN, concentrações mais elevadas, praticamente reproduzindo a situação do diagnóstico.

(2) pela simulação, mais de 80% da área total de estudo apresentará uma concentração média anual inferior a 5,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

(3) pela simulação, mais de 80% da área total de estudo apresentará uma concentração média anual inferior a 2,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

(4/5) padrão primário/padrão secundário.

#### Confrontação do Resultados do Diagnóstico com a Situação Futura

No Tomo II., dedicamos especial atenção a comparação das simulações entre a situação atual, só CANDIOTA III/1 e todos os emissores futuros.

A comparação dos resultados é bem interessante, pois, além de ser relevante, para o caso dos materiais particulados, é significativo para o SO<sub>2</sub> e elucidativo para o NO<sub>x</sub>, como apresentado no quadro a seguir.

#### Médias Anuais das Concentrações Relevantes ao Nível do Solo (comparativo)

POLUENTE	MP		SO <sub>2</sub>		NO <sub>x</sub>	
	Atual	Futura	Atual	Futura	Atual	Futura
SIMULAÇÃO	< 50 (1) 300 (2)	< 50 (3)	< 10	10(4)	< 2	3(5)
INFORMAÇÃO FEPAM (6)	25 a 35	-	20 a 30	-	n.i.	-
JICA	18,74	-	13,77	-	3,07	-
PLACA ALCALINA (7)	-	-	18,4	-	-	-
LEGISLAÇÃO BRASILEIRA (CONAMA)	<80 (8) <60 (9)		<80 (8) <40 (9)		<100 (8) <100 (9)	



Notas:

- (1) Observa-se que a média anual da direção das plumas é deslocada (ou oriunda) na direção da VOTORAN, pela grande participação da mesma no total das emissões de MP;
- (2) A simulação detectou uma área puntiforme, a cerca de 5 km da VOTORAN, advinda da mesma, que logo decresce na direção do vento predominante;
- (3) Pela simulação, mais de 70% da área de estudo apresentará concentração média inferior a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mas no entorno da VOTORAN a concentração média anual é elevada, reproduzindo praticamente a situação do Diagnóstico;
- (4) Pela simulação, mais de 80% da área total do estudo apresentará concentração média inferior a  $5,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ;
- (5) Pela simulação, mais de 80% da área total de estudo apresentará concentração média inferior a  $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ;
- (6) Conforme INF n° DMA/DEA/375/87;
- (7) Trabalho realizado pela UFRGS no período 1988-89 (EIA-RIMA anterior);
- (8) Padrão primário;
- (9) Padrão secundário.

Depreende-se, pela leitura do quadro anterior e suas observações o que segue abaixo.

**-Quanto ao Material Particulado**

O valor simulado é maior do que o estimado pela FEPAM e o medido pela JICA, estando dentro dos padrões primários e secundários. Apenas fica o senão devido à maior fonte emissora, que poderá não estar emitindo a quantidade enformada pela FEPAM, por ser dado de 1989. Mesmo assim, os valores elevados foram obtidos por simulação e, por conseqüência, passíveis de erros. Mesmo que os níveis ainda fossem os mesmos para a situação futura com a implantação da UTE Candiota III, a qualidade ambiental ficaria preservada.

**-Quanto ao  $\text{SO}_2$**

O valor simulado é levemente inferior ao medido pela JICA e também inferior ao informado pela FEPAM. Atentar que todos os valores estão próximos entre si, dando certa credibilidade à simulação e aos valores medidos (JICA e placa alcalina). Observa-se que mesmo o padrão secundário do CONAMA é atendido inclusive na situação futura consideradas todas as fontes emissoras.

**-Quanto ao  $\text{NO}_x$**

Os valores medidos e simulados são razoavelmente próximos, afiançando-se que os valores encontrados estão muito abaixo dos padrões CONAMA, como já comentado nos Tomos II e III do trabalho.

**Conclusões**

Estas conclusões foram obtidas mediante o uso das informações disponíveis, podendo estar em andamento trabalhos relevantes que possam alterar as conclusões mas, com certeza, estas possíveis variações serão pequenas e não deverão alterar substancialmente o até aqui exposto, já que a situação real será com cargas menores.

Finalizando, acabamos de ver que, sob o ponto de vista de qualidade ambiental, a implantação da Usina Termelétrica Candiota III - 1ª Máquina, em pouco ou quase nada irá afetar a qualidade existente, que é boa.



Como já referido anteriormente, o senão fica por conta de um emissor atual, que lança à atmosfera, uma grande carga de MP, fazendo com que, dentro da área de influência direta, os resultados das simulações de concentração de MP sejam preocupantes.

No entanto, como os resultados de campo conduzidos pela JICA demonstram o contrário, supõe-se, num primeiro momento, que aquele emissor majoritário não lança à atmosfera, toda a carga de MP informada (a informação pode estar desatualizada).

Resta concluir que, após a operação da UTCIII/1, seja reavaliada a condição da qualidade do ar, para comprovar-se os resultados até aqui encontrados.

#### 5.4.2-Meio Água

A água é um recurso renovável e, por isto, sempre encarada como um bem público. Cuidados muito especiais devem ser tomados com relação a este recurso, pois dele se abastecem núcleos habitacionais, áreas produtivas primárias e a própria indústria.

A região, onde está localizado o empreendimento, caracteriza-se pela escassez de recursos hídricos, sendo a drenagem efetuada por arroios de pequeno porte. Em termos de vazão, destaca-se o Arroio Candiota, afluente do Rio Jaguarão. Devido a não disponibilidade de acumulações de águas naturais significativas e ao fato de o terreno ser propício à construção de barragens, estas constituem o principal meio de abastecimento para atividades que demandam grandes quantidades de água.

Desta forma, a CEEE construiu as seguintes barragens na região do empreendimento:

- Barragem I: localizada no Arroio Candiota e construída inicialmente para atender à demanda da Usina Termelétrica Candiota I e da Vila Residencial. Atualmente, abastece a UTPM, Vila Residencial e futuramente abastecerá ainda a Usina Termelétrica Candiota III.
- Barragem II: localizada no Arroio Candiota e construída durante a implantação da UTPM, tem por finalidade regular o nível da Barragem I, sendo também utilizada para fins de recreação. Com uma capacidade de 15 milhões de m<sup>3</sup> e uma área de inundação de 3,9 km<sup>2</sup>, constitui-se na principal acumulação de água da região.
- Barragem Quebra-Jugo: localizada no Arroio Quebra-Jugo, próximo ao antigo sítio da Usina Termelétrica Candiota III. Destinava-se ao abastecimento do canteiro de obras e não possui, atualmente, qualquer finalidade.
- Barragem Sanga Funda: localizada no Arroio Sanga Funda, atende ao abastecimento da Vila Operária.

Os cursos d'água da região em estudo, além do uso industrial, são utilizados em atividades agropecuárias.

A avaliação dos possíveis impactos da instalação e operação do empreendimento sobre a qualidade dos recursos hídricos da região baseia-se nos resultados dos estudos que compõem o diagnóstico ambiental realizado nas Bacias do Candiota e do Poacá.

O Rio Jaguarão pode ser utilizado como indicador ambiental devido ao fato de ter o Arroio Candiota como afluente e também porque suas nascentes encontram-se na área de estudo. Deste modo, foi realizada uma amostragem, junto ao Passo do Neto, cujos os resultados das análises estão apresentados no quadro que segue.



### Análise das águas do Rio Jaguarão

pH	7,6
DQO, mg O <sub>2</sub> /L	17,8
DBO, mg O <sub>2</sub> /L	3
Condutividade, micromhos/cm	215
Alcalinidade total, mg CaCO <sub>3</sub> /L	76,5
Alcalinidade de bicarbonato, mg CaCO <sub>3</sub> /L	76,5
Sulfato, mg/L	36,8
N <sub>total</sub> , mg/L	0,7
Na, mg/L	15,4
K, mg/L	3,2
Ca, mg/L	23
Mg, mg/L	6,0
Fe, mg/L	0,7
Al, mg/L	0,2
Zn, ppb	7,4
Cu, ppb	13,5
Ni, ppb	18,0
Mn, ppb	27,9
Cr, ppb	10,6
Cd, ppb	0,2
Pb, ppb	5,3
Hg, ppb	2,6
As, ppb	1,3

As análises do Rio Jaguarão revelaram o caráter natural de suas águas, destacando-se alcalinidade, superior a todos os valores registrados nas Bacias do Candiota e do Poacá; caráter alcalino, evidenciado pelo pH e teor de metais alcalinos e alcalino-terrosos, e teores de metais em grau relativamente baixo.

É importante salientar que o estudo realizado em 1987-88 levou em consideração o fato de a mineração estar sendo feita na Malha II. Naquela época, a Sanga da Carvoeira e o Arroio Poacá eram diretamente afetados pela atividade mineradora, o que contrapõe-se ao caso observado hoje, uma vez que a mineração está sendo realizada na Malha IV. Neste caso, as drenagens encaminham-se diretamente ao Arroio Candiota e poderão, à medida que a mineração se desenvolva no sentido norte-sul, atingir diretamente o Arroio Poacá. Entretanto, uma vez que o Poacá e a Sanga da Carvoeira continuam recebendo drenagens de áreas de mineração abandonada, muitas delas não apropriadamente recuperadas, os dados históricos usados neste item, tendo em vista a avaliação dos impactos, são válidos. Isto é, a transferência da mineração da Malha II para a Malha IV não pressupõe qualquer efeito atenuante sobre a contaminação da Sanga da Carvoeira e Poacá.

### IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS

#### -Bacia do Poacá

A Bacia do Poacá é composta pelos Arroio Poacá, Arroio Quebra-Jugo e Sanga da Carvoeira. O Arroio Poacá é o principal deles em termos de vazão, recebendo o Arroio Quebra-Jugo e a Sanga da Carvoeira na região de estudo. Quanto às nascentes destes recursos hídricos, às da Sanga da Carvoeira e do Poacá localizam-se em região de mineração desativada, ao passo que às do Quebra-Jugo localizam-se próximas a locais onde ocorrem afloramentos de carvão.



O Poacá e o Quebra-Jugo são utilizados em atividades agropecuárias predominantes na região. A Sanga da Carvoeira, por sua vez, não tem utilização em atividades econômicas devido ao seu curso estar em região de mineração.

Os dados levantados no diagnóstico evidenciam o comprometimento das águas da Bacia do Poacá devido a sua pequena vazão e ao recebimento da carga poluidora proveniente de áreas de mineração desativada atualmente. Deve-se ressaltar que a Sanga da Carvoeira constitui a principal contribuição para a contaminação do Arroio Poacá. Isso se deve a ela ter suas nascentes próximas à área de mineração desativada, o que é agravado pelo fato de que algumas das áreas mineradas não foram adequadamente recuperadas.

Dentre os parâmetros indicativos de qualidade físico-química, destacam-se pH, condutividade, alcalinidade, sólidos, sulfato e alguns metais.

-pH: Quanto ao pH, verificou-se valores baixos em todos os pontos amostrados no Arroio Poacá (P 01, PT 01, P 02) e na Sanga da Carvoeira (CAR 01). Somente o Arroio Quebra-Jugo apresentou valores de pH satisfatórios. A redução de pH deve-se a drenagens ácidas da área de mineração, bem como a lixiviação de pilhas de rejeitos. A Sanga da Carvoeira e o Arroio Poacá constituem os recursos diretamente afetados por essas drenagens. Por outro lado, o Quebra-Jugo está livre de drenagens provenientes de área de mineração, sendo pois, o menos contaminado dos três que compõem a Bacia do Poacá.

Por outro lado, a deposição de cinzas pesadas e leves nas cavas mineradas também contribui para a alteração do pH dos arroios drenantes, uma vez que testes realizados a campo evidenciaram drenagens ácidas nestes locais. Considerando que 15% das cinzas do carvão são abatidas sob forma de cinzas pesadas, assumindo 95% de eficiência de abatimento de cinzas leves nos precipitadores, e desconsiderando a comercialização de cinzas leves e a parcela carreada no efluente líquido global da usina, ter-se-á cerca de 500 kg de cinzas para dispor por tonelada de carvão queimado. Adicionalmente, vale citar que apenas 20% do total de cinzas leves geradas na UTPM são comercializadas e que não há tendência de aumento significativo deste mercado.

Com a entrada em operação da 1ª Máquina de Candiota III, a produção total de carvão será de aproximadamente 2 vezes a atual, passando dos atuais 2.000.000 t/ano, necessárias ao abastecimento da UTPM (Fases A e B), a 4.000.000 t/ano, representando um acréscimo de cerca de 1.000.000 t/ano de cinzas a serem dispostas.

Embora a CRM adote o sistema tradicional para recuperação de áreas mineradas que consiste do preenchimento de cavas mineradas com cinzas leves e pesadas e recobertura das pilhas com material orgânico e posterior replantio, este apresenta problemas, pois as áreas superficiais dos locais em recuperação são, via-de-regra, bastante extensas. No entanto, a contínua disposição de cinzas, na maior parte do tempo, não corresponde a um contínuo aumento da área exposta de cinzas e, portanto, da drenagem superficial contaminada por efeito de contato. Normalmente, as cinzas são dispostas sobre pilhas compactadas já existentes, de modo que a área superficial exposta pouco varia enquanto não é atingida a altura prevista para a pilha.

A variação observada na qualidade do efluente é devida, basicamente, à substituição de parte do material exposto à atmosfera por material mais recentemente gerado. Vale mencionar que, na Bacia do Poacá, cerca de 80% das amostras analisadas apresentaram valores de pH inferiores a 6 e 40%, iguais ou inferiores a 4.

Os efluentes gerados na mineração do carvão (Malha IV) poderão alcançar diretamente o Arroio Poacá à medida que a mineração se desenvolva no sentido norte-sul, ou via Sanga da Carvoeira, à medida que a lavra se desenvolva no sentido leste-oeste. Deste modo, o impacto

sobre o Poacá e/ou Sanga da Carvoeira, poderá acentuar os efeitos sobre o pH, alcalinidade e sulfatos.

-Sulfatos: Observou-se significativas concentrações de sulfato no Poacá e na Sanga da Carvoeira. Sendo a geração de sulfatos na mineração decorrente principalmente da oxidação da pirita do carvão, a mineração é responsável pelos altos teores de sulfato verificados no Poacá e Sanga da Carvoeira. No caso do Quebra-Jugo, o teor de sulfato pode ser creditado ao fato deste passar por afloramentos de carvão. O íon sulfato é responsável pela redução ou anulação da capacidade tampão dos sistemas aquáticos, uma vez que este íon forte substitui um íon fraco (bicarbonato). As reações, a partir da pirita, são responsáveis por alterações de pH, balanço iônico, condutividade elétrica e tipo de sedimento de fundo que passa a ser, principalmente, de óxido de ferro.

-Alcalinidade: A alcalinidade, ou seja, a reserva alcalina do sistema Poacá, já se encontra muito comprometida, pois a grande maioria dos valores de alcalinidade nos pontos CAR 01, P 01, PT 01 e P 02 é nula e os valores que não o são situam-se muito próximos a este limite. O ponto QJ 01, por sua vez, apresentou alcalinidade máxima de 0,15 meq/L.

-Condutividade: Sendo uma medida indireta do teor de sais dissolvidos, a condutividade tem relação direta com as drenagens na região do empreendimento. Destaca-se a drenagem proveniente das pilhas de cinzas, uma vez que este resíduo pode lixiviar metais na forma de sais. A ampliação da mineração, conforme já citado, levará ao acréscimo da área exposta de deposição de cinzas, o que corresponde a um efeito intensificador do potencial impactante sobre a condutividade. Além disso, o material exposto será de geração mais recente e, portanto, de maior potencial de lixiviação. A condutividade do ponto QJ 01 (média 40uS/cm), no entanto, revela que este curso não recebe drenagens contaminadas.

-Sólidos dissolvidos: As observações relativas à condutividade são válidas para sólidos dissolvidos (ou minerais totais), uma vez que esta concentração é estimada a partir da correlação deste parâmetro com a condutividade.

-Metais: A Bacia do Poacá, exceto o Arroio Quebra-Jugo, caracteriza-se por apresentar uma concentração de metais alcalinos terrosos - cátions divalentes Ca e Mg - superior à de metais alcalinos - cátions monovalentes Na e K. Esta característica comprova a alteração na qualidade das águas do Arroio Poacá e da Sanga da Carvoeira com relação às apresentadas por águas naturais, onde os cátions Na e K predominam sobre Ca e Mg, e o ânion bicarbonato predomina sobre o sulfato. Desta forma, as águas naturais sódicas tendem a cálcico - sulfatadas por efeito da poluição. Vale notar que o diagnóstico da região revelou que os recursos hídricos locais consistem de ecossistemas aquáticos muito frágeis, operando em condições limite. Esta alteração reflete a contaminação das referidas águas por efeito da mineração.

Quanto aos demais metais analisados, dentre os pontos da Bacia do Poacá, o QJ 01 apresentou, de forma geral, os menores teores, sendo os mais similares aos obtidos para CAN 01, branco da Bacia do Candiota, que aos obtidos para os demais pontos da Bacia do Poacá. Esta constatação reforça o caráter ainda natural das águas do Arroio Quebra-Jugo.

Com relação à parcela da drenagem da Malha IV a atingir o Arroio Poacá, apesar da carga poluente que representa, poderá não se refletir em sensível alteração da qualidade de suas águas, tendo em vista que este arroio já recebe hoje drenagens de mineração desativada. Com base nos ensaios de lixiviação realizados com cinzas (cinzas leves e pesadas provenientes das Fases A e B da UTPM, e cinzas antigas e recentes depositadas), não se espera um acréscimo significativo no teor de metais por efeito de percolação de água através de pilhas de cinzas de carvão.



-Dureza: Como consequência da substituição do sódio pelo cálcio, os valores de dureza da água impactada podem ser muito elevados. A título de ilustração, vale citar que foi obtido o valor 17,6<sup>o</sup>d (equivalente a 351 mg/L de CaCO<sub>3</sub>) de dureza em uma amostra coletada em CAR 01.

#### **-Bacia do Candiota**

Neste trabalho, denomina-se Bacia do Candiota o trecho do Arroio Candiota na região do empreendimento, desde as proximidades do local em que cruza a BR-293 até a foz do Arroio Poacá. Os demais cursos d'água da Bacia do Candiota na região não têm relevância neste estudo, pois não recebem nem receberão drenagens dos empreendimentos industriais locais. O Arroio Candiota é utilizado em atividades agropecuárias predominantes na região, bem como para abastecimento industrial e doméstico.

Os dados levantados no diagnóstico evidenciaram algum comprometimento das águas da Bacia do Arroio Candiota somente a jusante da foz do Arroio Poacá, a despeito de algumas descargas industriais a montante deste ponto. O Poacá corresponde à principal descarga no Arroio Candiota na região de estudo, uma vez que contém a drenagem da área de mineração.

Após a implantação e entrada em operação da UTE Candiota III - 1<sup>a</sup> Máquina, o Arroio Candiota receberá o efluente global tratado daquela unidade somado ao que já ocorre hoje com relação ao efluente global da UTPM. As descargas industriais e domésticas que o Arroio Candiota recebe na região de empreendimento estão listadas a seguir.

-Efluente da lagoa de estabilização da Vila Operária: este efluente é lançado na Sanga Funda, que deságua no Arroio Candiota em um ponto situado entre CAN 02 e Barragem II.

-Efluente da lagoa de estabilização da Vila Residencial: esta descarga é lançada diretamente no Arroio Candiota entre os pontos CAN 02 e Barragem II.

-Efluente global da UTPM (Fases A + B): consistia da principal fonte de poluição localizada à montante da foz do Poacá. No entanto, conforme já citado anteriormente, está em operação, desde 1992, um sistema composto de 4 bacias que operam em série, duas a duas e alternadamente. O efluente tratado origina, então, um córrego que percorre aproximadamente 5 km até atingir o Arroio Candiota, entre os pontos CAN 03 e CAN 04.

O sistema visa à redução do teor de sólidos e óleos & graxas da corrente que se encaminha ao corpo receptor. A redução de sólidos suspensos reflete-se também na redução de metais dissolvidos na corrente, sobretudo Fe e Al, bem como da variação de pH do efluente final lançado no ambiente. Os problemas associados a compostos solúveis, entretanto, persistirão. Este sistema é indispensável pois, adicionalmente, faz uso do potencial de auto-neutralização da corrente proveniente da UTPM. O sistema prevê, ainda, a reutilização de parte do efluente final tratado como água de "make-up" para o processo.

Estão igualmente previstos, para a UTE Candiota III, sistemas de neutralização para as águas de lavagem das resinas de troca iônica similares ao existente na UTPM-Fase B. Desta forma, não serão registrados valores extremos de pH no efluente global da usina.

A vazão do efluente global da UTPM é variável, podendo atingir altos valores intermitentemente, refletindo a execução de operações específicas na usina como, por exemplo, a descarga dos "hydrobins". Nestes casos, a vazão pode atingir 750-1000 m<sup>3</sup>/h. Este efluente caracteriza-se por conter quantidades apreciáveis de sólidos (cinzas), ferro e alumínio. Adicionalmente, o efluente da UTPM-Fase A tem pH variável sobre uma extensa faixa (4-11).



Tal situação não se verifica na UTPM-Fase B porque esta é provida de um tanque de neutralização das descargas do sistema de regeneração das resinas catiônicas e aniônicas.

Vale salientar aqui que a estação de tratamento do efluente global foi projetada para receber vazões de até 1.800 m<sup>3</sup>/h, valor que não será normalmente excedido mesmo com a entrada em operação da 1ª Máquina de Candiota III. Adicionalmente, a CEEE estuda a viabilidade do reaproveitamento de parcela do efluente do tratamento em operações, tais como a umidificação de cinzas leves e/ou limpeza de pisos.

-Efluente da CIMBAGÉ: Consiste das águas de lavagem de pisos e equipamentos, lodo de tratamento convencional d'água, descarga do sistema de tratamento de água de caldeiras e eventuais descargas industriais, tais como purgas de caldeira. Estes efluentes são lançados no Arroio Candiota, próximo a seu deságue no Arroio Candiota entre os pontos CAN 03 e CAN 04.

Uma vez que a influência da CIMBAGÉ é reduzida porque seus efluentes não caracterizam efluentes de processo, consistindo somente de purgas e águas de lavagem de pisos e equipamentos, pode-se atribuir à UTPM a diferença de qualidade entre CAN 03 e CAN 04 no período de amostragem. Vale notar que esta influência devia-se ao efluente bruto, pois a UTPM ainda não dispunha de sistema de tratamento para seu efluente global. A comparação entre CAN 03 e CAN 04 revela, como alterações mais significativas, a redução de pH e acréscimo de condutividade, sulfatos, Ca, Mg e sólidos.

-Drenagens da área de mineração: A mineração na Malha IV iniciou-se em 1990 e tendo em vista o tamanho da malha e também sua localização, as drenagens passaram a atingir diretamente o Arroio Candiota e, possivelmente, atingirão o Poacá, refletindo-se, neste caso, nos problemas já citados anteriormente. A mineração na Malha IV será responsável, então, pela descarga de sulfato nestes Arroios e pelo conseqüente comprometimento de suas águas.

Considerando que as drenagens da 1ª Máquina da UTE Candiota III dirigir-se-ão também para o Sistema Candiota, a futura alteração da qualidade da água no ponto CAN 04, ou a diferença entre CAN 03 e CAN 04 em comparação com a atual, refletirá o impacto do empreendimento incluindo a mineração da Malha IV.

Considerando todos os pontos amostrados no Arroio Candiota (CAN 01, CAN 02, CAN 03, CAN 04 e CAN 05), a alteração na concentração de metais ao longo do curso não é representativa, por não seguir uma tendência explicável com base nas drenagens/descargas no arroio. Desta forma, não se pode fazer comentários conclusivos quanto à evolução dos metais no Candiota. A comparação entre CAN 04 e CAN 05, por sua vez, demonstra claramente a influência das drenagens de mina sobre o acréscimo da condutividade, Ca, Mg e sólidos, e sobre a redução da alcalinidade. Quanto aos demais metais, os dados levantados não permitem identificar uma tendência de variação.

Com base nestas constatações, prevê-se que a operação da 1ª Máquina da UTE Candiota III alterará a qualidade das águas do Candiota, principalmente, pela redução de pH e a conseqüente anulação de sua reserva alcalina, além do acréscimo da condutividade, sulfato, Ca, Mg e sólidos. Este impacto refletirá, principalmente, a mineração associada à operação da usina, pois esta nova unidade, a exemplo da UTPM-B, será provida de tanque de neutralização das descargas do sistema de regeneração das resinas de troca iônica e de bacias de sedimentação. Desta forma, o Candiota afastar-se-á das condições de águas naturais, tendência esta que poderá ser minimizada com o tratamento adequado para todos os efluentes da usina e controle das drenagens da mineração.



### **-Rio Jaguarão**

Quanto ao Rio Jaguarão, como não recebe drenagens industriais na região de estudo, tem no Arroio Candiota sua principal fonte de contaminação. É importante, ainda, salientar que as águas do Jaguarão também poderão sofrer o efeito de precipitações secas ou úmidas. Devido à baixa vazão, o Rio Jaguarão tem pequena capacidade assimilativa na região de estudo. Desta forma, suas águas são mais facilmente afetadas em suas características físicas, químicas e biológicas por efeito das cargas poluentes carregadas pelo Arroio Candiota.

### **AÇÕES IMPACTANTES**

As principais ações responsáveis pelos impactos de maior magnitude ou importância sobre as características físicas, químicas e usos das águas, conforme indicado na matriz de impacto ambiental, são:

#### **-Manuseio, Transporte e Disposição de Cinzas**

As operações envolvendo cinzas pesadas constituem uma das principais fontes de impactação das águas superficiais por sólidos. Estas operações incluem o transporte hidráulico das cinzas de fundo das fornalhas para um sistema de sedimentação ("hydrobins"), transporte em caminhões do material sedimentado para posterior disposição em cavas mineradas e a descarga da água clarificada para a rede de esgoto.

Na UTPM-Fase A, os "hydrobins" não operam a contento: a descarga do clarificado, apesar de seu elevado teor de sólidos, é enviada diretamente ao sistema geral de esgoto, ao invés de recircular no sistema, conforme previsto no projeto original. Além disso, a Fase A apresenta uma particularidade, qual seja, o envio de parcela de cinzas leves abatidas no duto de entrada dos precipitadores eletrostáticos para o sistema de remoção de cinzas pesadas ("hydrobins"). Esta situação é, em parte, responsável pela má operação destes equipamentos, por influir na sedimentação das partículas.

Na UTPM-Fase B, o sistema de remoção de cinzas pesadas apresenta uma modificação, qual seja, um tanque de sedimentação intermediário, permitindo a recirculação da água. Além disto, a fase B dispõe de uma bacia prevista para operar em situações de emergência. Deste modo, resulta, na Fase B, um efluente de melhor qualidade quanto a sólidos do que o da Fase A.

Em Candiota III, a remoção de cinzas pesadas consistirá de um extrator do tipo raspador, onde a remoção é feita a seco, o que representará menor contribuição líquida para o efluente global.

Com relação às cinzas leves, o transporte pneumático da UTPM-A apresenta vazamentos responsáveis pela acumulação deste resíduo no pátio da usina e pela intensa evolução de poeiras durante o carregamento de caminhões. Em usinas termelétricas a carvão, tendo em vista as grandes quantidades de cinzas envolvidas, é comum o acúmulo deste resíduo nos pátios, a despeito dos cuidados operacionais tomados. Isto é ainda mais significativo em Candiota, dado o alto teor de cinzas leves de seu carvão. Portanto, nas duas fases da UTPM, a lavagem dos pisos é responsável pelo envio de grandes quantidades de cinzas leves para a rede de esgoto geral.

#### **-Manuseio, Transporte e Estocagem de Carvão**

A evolução de finos de carvão para a atmosfera durante o transporte da mina à usina é desprezível, pois as correias transportadoras utilizadas, nesta operação, são enclausuradas. Desta forma, o manuseio de carvão é responsável pela emissão de poeiras somente nas operações de



carregamento e descarregamento. Quanto à poluição associada a parques de estocagem de carvão, esta provém da infiltração de água através das pilhas de carvão e subsequente drenagem ("run-off"). Esta drenagem, que remove parte do material solúvel, contém finos de carvão, ácidos húmicos, ácido sulfúrico e íons inorgânicos. Seus efeitos terrestres são localizados, situando-se logo abaixo das pilhas ou adjacentes a estas. Por sua vez, a pilha de emergência, localizada junto à usina, não consiste de fonte relevante de impacto ambiental, pois está depositada no local há longa data e cobre uma área limitada. Além disto, ela é compactada com auxílio de tratores, não gerando quantidades apreciáveis de lixiviados, nem tampouco evolução significativa de poeiras.

#### **-Tratamento de Água**

O efluente bruto do tratamento d'água pode conter teores razoáveis de alumínio provenientes do tratamento convencional, bem como íons metálicos, álcalis e ácidos (provenientes do tratamento de água de caldeiras). Conforme já mencionado, a UTE Candiota III disporá de um tanque de neutralização do efluente da desmineralização.

#### **-Tratamento de Efluentes Líquidos**

O tratamento dos efluentes da usina é indispensável para a redução da contaminação das águas superficiais, devido a valores de pH extremos, óleos, finos e cinzas de carvão. A redução de parcela das cinzas promove, no efluente, a redução do teor de metais a elas associados, tais como: Fe, Al, Ca e Mg. Assim sendo, o tratamento dos efluentes corresponde à ação de maior importância e magnitude no sentido de reverter o impacto negativo sobre o sistema hídrico.

### **CONCLUSÃO**

Concluindo, pode-se afirmar que as atividades associadas à operação do empreendimento afetarão a qualidade dos recursos hídricos da região. Devido ao controle interno na usina representado pelo tanque de neutralização das descargas do sistema de regeneração de resinas de troca iônica, o tratamento dos esgotos domésticos em sistema separado, e o tratamento do efluente global em bacias de sedimentação, os recursos hídricos da região serão impactados, principalmente, pela mineração e disposição de cinzas.

Considerando a área destinada à construção da 1ª Máquina da Usina Termelétrica Candiota III e a localização da Malha IV, cuja mineração abastecerá esta usina, verifica-se que o empreendimento de Candiota III afetará diretamente a Bacia do Candiota.

A contaminação dos recursos hídricos superficiais, traduzida em termos físico-químicos, principalmente pelos parâmetros pH, sulfato e alcalinidade, só poderá ser controlada através da adoção de medidas mitigadoras. Para a mineração, a principal medida mitigadora é a recuperação da área minerada e, para a operação da usina, o tratamento dos efluentes líquidos.

Vale ressaltar que a operação de recuperação da área minerada deve ser aplicada não somente à Malha IV, mas também às áreas de mineração abandonada.

#### **5.4.3-Meio Solo**

##### **Impactos Relativos à Implantação da Usina**

Os impactos originados pela implantação da 1ª Máquina da UTC III no meio físico serão relativamente pequenos em função da localização deste empreendimento em local já ocupado com as fases A e B de empreendimento anterior (UTE Presidente Médici - Candiota II). Entretanto, o



Projeto Executivo desta obra deverá dar atenção aos fenômenos geodinâmicos de erosão acelerada, assoreamento e movimentos de massa pequenos e localizados.

Este Projeto Executivo apresentará, necessariamente, a descrição geotécnica detalhada da área de implantação do empreendimento, além da especificação dos locais em que haverá a retirada de materiais para a obra (brita, aterros, areias, argilas, etc) as medidas de controle, as medidas mitigadoras e de compensação a serem adotadas em cada caso. Estas medidas incluem, igualmente, projetos(s) de aterro(s) sanitário(s) que for(em) necessário(s) para receber os resíduos sólidos da implantação do empreendimento.

### **Impactos Sobre as Águas Subterrâneas**

O mapa hidrogeológico (Mapa 3.11) do Tomo II ( Volume 4) da área de estudo mostra as linhas de isovalores de pH e a tendência do fluxo de água subterrânea, tendo em vista as linhas equipotenciais da região. Desta forma a direção predominante de progressão da provável contaminação pode ser obtida pela superposição (também realizada no Mapa 3.11) destas duas informações.

A recuperação das áreas mineradas, simultaneamente com as operações de lavra, constitui a medida mitigadora por excelência dos impactos sobre as águas subterrâneas das operações de lavra e disposição das cinzas volantes e pesadas resultantes do empreendimento 1ª Máquina da UTC III.

A utilização de aterros sanitários que forem necessários para receber os resíduos sólidos da operação do empreendimento também devem ser previstos no Projeto Executivo.

### **Impactos Associados às Emissões Aéreas Sobre o Solo**

É reconhecido que a poluição aérea é uma das principais causas da poluição do solo.

Na região de Candiota, verifica-se que a acumulação no solo de poluentes provenientes das emissões aéreas das usinas termelétricas não atingiu valores críticos. Isto pode ser constatado nos Quadros 3.29, 3.30, 3.31, 3.36 e 3.37 do Volume 3 do Tomo II, sendo o primeiro referente à contaminação dos solos, e os demais à acumulação de metais em plantas.

Como as emissões de cinzas leves na região serão incrementadas com a operação do 1ª Máquina da UTC III, haverá uma maior deposição de cinzas leves sobre o solo e, conseqüentemente, um maior potencial de absorção de metais por plantas.

Uma vez que é difícil a avaliação desse material no nível de solo, recomenda-se um monitoramento tal como o efetuado para o Diagnóstico do Solo. Nessa fase são determinadas as concentrações de alguns metais em raízes, caules e folhas, bem como realizados testes de lixiviação.

Evidentemente, se a operação dos precipitadores eletrostáticos do empreendimento, na faixa de eficiência a ser prevista no Projeto Executivo, manterá sob controle os problemas associados às emissões aéreas sobre o solo.



#### 5.4.4-Meio Biótico

##### Descrição dos Impactos

Os ambientes da região em apreço apresentam uma relativa uniformidade paisagística, na qual os campos são o traço dominante. Ocupando solos rasos, com baixa disponibilidade de nutrientes e baixa capacidade de armazenamento de água, os campos representam relictos de ciclos climáticos mais seco. Em termos de grandes manchas, a vegetação campestre é a matriz à qual se articulam os demais elementos da paisagem.

As coxilhas revestidas pela vegetação herbácea tem a monotonia de suas feições quebrada pela presença da rede de drenagem, que em muitos pontos é acompanhada por cordões de mata ciliar, cuja linearidade opera como um sistema de interligação das demais unidades fisionômicas, na forma de corredores ecológicos de fundamental importância na determinação da estrutura da biota em escala regional.

A região da Campanha tem no setor primário a principal força econômica, sendo a pecuária a atividade mais expressiva em termos de área ocupada. Embora estruturada de forma extensiva, sem demandas expressivas de insumo e mão-de-obra e altamente dependente da composição florística dos campos nativos, a presença do gado é um fator de alteração dos sistemas naturais que não pode ser desprezado à hora de se avaliarem as condições desses ecossistemas.

Seja funcionando como um agente que restringe a sucessão natural ou até mesmo modificando a estrutura das comunidades pelo forrageamento seletivo das espécies dos campos, seja pelo pisoteio dos estratos inferiores das matas ciliares utilizadas como abrigo, os rebanhos bovino e ovino exercem uma pressão constante sobre a vegetação.

A disponibilidade de água é o principal fator limitante para o desenvolvimento de uma vegetação de maior porte, e a importância desse recurso para a manutenção de condições estáveis em todo o sistema torna imprescindível o controle da sua qualidade, sob pena de se por em risco a própria sustentabilidade das atividades do setor primário a médio e longo prazo.

A proteção dos cursos d'água constitui uma exigência não apenas para a proteção da biota e conservação dos mananciais hídricos da região, mas também para toda a bacia do rio Jaguarão/Lagoa Mirim.

Os ecossistemas da região, apesar da aparente homogeneidade que apresentam, possuem uma riqueza que pode escapar a uma observação mais desatenta. Isso se revela, por exemplo, na própria capacidade da natureza em ocupar um substrato onde a pobreza de nutrientes e os períodos de escassez de água constituem importantes forças que atuam restringindo o desenvolvimento da cobertura vegetal.

Como de resto a grande maioria dos ecossistemas do Estado do Rio Grande do Sul, também na região da Campanha há uma grande lacuna com relação à compreensão do funcionamento dos ecossistemas, sua estrutura ou até mesmo ao número de espécies que neles ocorrem.

O tipo de levantamento executado para o presente estudo tem, por forças de limitações inerentes à concepção dos Estudos de Impacto Ambiental, um caráter limitado diante da complexidade do mundo vivo e das forças que regulam o seu funcionamento e de sua suscetibilidade às alterações das características físicas do meio.



Diante disso, no presente estudo deve-se considerar que o esforço realizado em termos de amostragem dos grupos considerados e mesmo na avaliação dos impactos decorrentes da atividade em licenciamento pode conter elementos cuja importância foi subestimada ou mesmo simplesmente ignorada. É o que ocorre, por exemplo, com as espécies raras, que existem em densidades tão baixas ou sob condições tão restritivas, que sua presença muitas vezes somente um longo período de estudo e de observação é capaz de revelar.

A implantação da nova unidade seguramente implicará em alterações nas condições gerais dos ambientes da região, seja pelo incremento no aporte de elementos gerados na queima, seja pela própria necessidade de uma maior produção de carvão, atividade que afeta significativamente grandes áreas. Deve-se considerar ainda que os efeitos da presença humana e do fluxo de veículos nas imediações da usina afetam de alguma maneira a biota.

O processo de licenciamento do empreendimento em foco se por um lado não pode deixar de considerar que já existe uma unidade produzindo eletricidade a partir de carvão mineral, precisa ter presente o quanto as emissões provenientes da nova unidade poderão representar alterações significativas com relação à situação hoje encontrada.

A mensuração e a localização dos danos causados por emissões aéreas são muito difíceis de serem confirmadas. A qualidade e o funcionamento dos equipamentos de controle, o regime de ventos e chuvas, a composição do combustível utilizado, entre outros, são fatores altamente variáveis que interagem formando um quadro de complexo entendimento.

Qualquer apreciação que se venha a fazer dos impactos decorrentes da atividade proposta deve, portanto, considerar a existência prévia de fatores de alteração dos ambientes considerados e a capacidade desses suportarem um incremento significativo nas atividades que atuam modificando as suas características, dentro das limitações que cercam um estudo dessa natureza.

#### **Ambientes Aquáticos**

Os impactos da implantação do empreendimento sobre os recursos hídricos serão causados, principalmente, pela deposição de matérias oriundas das emissões aéreas, que atingem o solo e são carregados para os corpos d'água da região. São impactos de difícil quantificação, pois difundem-se em uma vasta área e seus efeitos não são imediatos.

Além destes, podem ser citados danos ambientais causados por atividades da própria usina, como lavagem de máquinas, transporte de cinzas leves e pesadas, estocagem de carvão, entre outros.

O preparo do terreno na fase de implantação do empreendimento é responsável pelo carregamento de sólidos nas drenagens superficiais. Isto se reflete em um certo grau de assoreamento dos recursos hídricos, com conseqüente prejuízo para a fauna bentônica, planctônica e de peixes.

O assoreamento de habitats bentônicos em ecossistemas aquáticos reflete-se em redução de produtividade e diversidade. Esta situação pode provocar desde a alteração temporal e espacial da composição de espécies até o caso extremo de desenvolvimento de sistemas altamente poluídos, virtualmente estéreis.

Este efeito também se verifica devido à erosão de pilhas de resíduos e arraste de finos (cinzas leves) de áreas de manejo de cinzas. Desta forma, as enxurradas são o principal agente responsável por assoreamento.



Portanto, em épocas de maior precipitação, é maior o potencial de efeitos adversos devido à contaminação das águas superficiais e subterrâneas por drenagens superficiais.

A acidificação dos corpos d'água que pode ser ocasionada em função destes problemas pode inviabilizar a permanência de diversas espécies.

As citadas drenagens igualmente causam redução de transparência das águas, prejudicando assim sua utilização.

Na ausência de controles, a fase de operação dos empreendimentos, por sua vez, afeta de forma definitiva os ecossistemas hídricos. A biota será afetada adversamente por efeito da concentração de minerais totais. Isto resulta em aumento da condutividade elétrica, o que se reflete sobre os mecanismos de osmo-regulação da biota.

Além disto, os finos de carvão podem alterar ou reduzir a comunidade bentônica e impactar a ictiofauna por efeito de perda do suprimento de nutrientes e habitats para desova. Os resíduos da mineração (pilhas de estéreis) provocam aumento da salinidade de águas superficiais e subterrâneas devido à presença de sais solúveis em sua drenagem. Desta forma, em épocas mais secas, os sais e elementos potencialmente tóxicos que penetram no solo trazidos pelos lixiviados tendem a nele permanecer.

A biota sofre também sérios danos em função da acidificação dos cursos d'água (devido principalmente à mineração).

Quanto aos metais pesados, as concentrações no efluente da operação da mina são superiores às encontradas em águas naturais e tendem a acumular-se em pontos de menor velocidade. Desta forma, causam prejuízo à comunidade mais diversificada e de relações tróficas mais complexas existente naturalmente em tais locais, através de processos de bioacumulação e/ou biomagnificação na cadeia trófica.

Resumindo, a instalação do empreendimento afetará adversamente a qualidade dos recursos hídricos da região. Os principais efeitos serão sentidos pela entrada dos efluentes gerados na área da usina decorrentes da operação, percolação de águas da chuva nas pilhas de carvão estocadas, lavagem de pátio, lavagem do sistema de refrigeração, e das instalações anexas (oficinas). Além desses efeitos adversos, é importante ressaltar que o incremento na mineração, enquanto atividade correlacionada ao processo em licenciamento, provocará todos os danos decorrentes dessa atividade, já discutidos.

## Ambientes Terrestres

### Vegetação

Na fase de implantação da usina, destacam-se como impactos negativos de efeito imediato os decorrentes da abertura de vias de acesso, obras civis (construção da usina propriamente dita, canteiro de obras) e tráfego de veículos.

Esses impactos estão restritos ao âmbito do empreendimento, ou seja, junto às instalações da Usina Termelétrica Presidente Médici.

A vegetação encontrada atualmente no local onde se pretende instalar a nova unidade é predominante campestre, com a presença de afloramentos rochosos nas áreas mais altas. A área revela a presença de gado, o que faz com que o campo seja limpo e tenha o processo de sucessão natural freado pela ação do pastejo.

Às acentuadas transformações ambientais causadas pela riqueza carbonífera na região de Candiota, somam-se os efeitos do uso tradicional do solo, isto é, agricultura e pecuária, e a prática das queimadas.

A implantação da nova unidade, a qual estão associadas a abertura de vias de acesso e as obras civis propriamente ditas, demandará a terraplanagem de uma área na qual haverá uma total alteração da paisagem, pela substituição das coxilhas existentes pela área terraplanada. Isso implicará na remoção da vegetação campestre e o afungentamento da fauna que porventura esteja presente nesse local. Tratam-se de impactos negativos de alta magnitude, de caráter permanente, mas bastante restritos espacialmente, atingindo ambientes que podem ser considerados comuns em toda a região.

Uma vez que o terreno destinado à nova unidade apresenta uma topografia relativamente acidentada e que as instalações estarão sobre uma área plana, a terraplanagem gerará uma certa quantidade de material excedente, cuja destinação deverá ser objeto de seleção criteriosa, evitando-se a alteração de áreas não impactadas.

O revolvimento do solo pela mineração trará ainda outras conseqüências relativas ao meio biológico, tais como a impossibilidade de ocupação pela fauna, erosão e desmoronamentos, assoreamento e transporte de substâncias tóxicas para os cursos d'água.

A estocagem do carvão no pátio da unidade implica na utilização de uma área na qual haverá a supressão da cobertura vegetal. Além disso, a ação da chuva drenando elementos contidos nas pilhas de carvão pode levar a alterações nas características físico-químicas dos córregos e arroio, que, segundo a intensidade com que ocorrerem, pode implicar em alterações na composição da vegetação aquática ou mesmo ao seu desaparecimento.

O tratamento de água e demais efluentes líquidos, cujo destino será a rede hídrica local também poderá ocasionar impactos sobre a vegetação aquática, seja por alterações nas características das margens, seja pela drenagem de efluentes contendo compostos tóxicos.

Como não será necessária a construção de uma nova barragem para o fornecimento de água para a nova usina, não ocorreram alterações significativas no sistema de reservatórios artificiais da região.

Todas as formas vegetais descritas poderão estar sujeitas a poluentes atmosféricos presentes nas emissões de gases e particulados provenientes da UTC III 1ª Máquina.

A contaminação das pastagens, assim como a dos campos naturais, por emissões oriundas da usina, poderá reduzir a produção de pastos e levar a prejuízos pecuários. Ao lado disso, a região vem ultimamente sendo usada para culturas com fins de produção de sementes (cenoura, cebola, etc.).

As emissões gasosas, particularmente de  $SO_2$  e  $NO_x$ , podem atuar reduzindo a produtividade de cultivos agrícolas.

Os efeitos nocivos dos gases sobre a vegetação se expressam através de simples necroses foliares ou chegando a causar alterações na composição florística das distintas formações vegetais em função do desaparecimento de espécies mais sensíveis.

Além disso, a introdução de compostos na cadeia alimentar através do solo ou absorção pelo pasto natural ou cultivado aumenta a probabilidade de efeitos nocivos sobre a fauna nativa e o gado em geral.



As providências de minimização dos impactos ambientais deverão ser centradas no controle efetivo das emissões aéreas.

O monitoramento biológico ativo através da exposição da gramínea *Lolium multiflorum* L. (azevém) não demonstrou taxas médias de sulfatação elevadas, por efeito da operação da UTPM: Os resultados médios obtidos são similares aos registrados em zonas urbana (Porto Alegre) e semi-rural (próximo a Porto Alegre).

#### Fauna

Os impactos que serão gerados sobre a fauna presente na área de influência da nova unidade geradora podem ser enquadrados em duas categorias distintas.

Em primeiro lugar, aparecem os danos causados pela presença humana, com toda a estrutura que acompanha a instalação de concentrações urbanas, sejam elas de caráter industrial ou não. A geração de efluentes, o consumo de lenha, a coleta de animais e plantas para uso ornamental, são impactos que se fazem presentes sempre que se instalam comunidades humanas. Como já existem na área aglomerados urbanos, deve-se considerar que estes problemas não serão trazidos pela instalação da nova unidade. Haverá sim um incremento na intensidade desses problemas, mas de pequena monta, uma vez que não ocorrerá um aporte significativo de trabalhadores em função da obra.

Entretanto, deve-se considerar que o aumento no volume de carvão transportado, somado ao incremento no tráfego de veículos leves que certamente ocorrerá com a nova fase, causará uma elevação no número de atropelamentos de animais nas estradas localizadas nas cercanias de Candiota. Trata-se de um problema que não pode ser desprezado, tal é o número de carcaças que são avistadas durante os deslocamentos pela região.

A supressão de habitat sem função das obras civis também é um problema que pode ser enquadrado juntamente com os descritos acima, pois trata-se de um dano localizado, imediato e agudo.

Uma segunda categoria seria aquela dos problemas que se manifestam a longo prazo, com efeitos dispersos mas cumulativos, com conseqüências crônicas para o meio ambiente.

As emissões aéreas e dos efluentes líquidos de usinas termelétricas movidas à carvão mineral têm causado problemas em várias partes do mundo. São conhecidos os problemas causados pela deposição de compostos sulfurosos nas florestas de coníferas da Europa setentrional.

A confirmação científica dos danos causados por poluentes aéreos é extremamente difícil de ser obtida, principalmente com os meios disponíveis no Brasil. Muitas razões concorrem para isso: a carência de dados históricos, a dificuldade de identificar causas individuais de mudanças ambientais e a natureza dos estudos de campo, que muitas vezes produzem apenas correlações e extrapolações.

Em alguns centros mais avançados tecnologicamente, no entanto, são comuns os estudos sobre os efeitos do Enxofre e seus compostos sobre a natureza. Pode ser citado o trabalho de WOODIN & FARMER, realizado em 1993 na Grã-Bretanha, que obteve evidências dos danos causados a habitats, comunidades e espécies de toda a ilha britânica.

A acidificação de corpos d'água foi indicada pelos autores como uma das mais graves ameaças à conservação da natureza naquele país. Foram identificados vários lagos acidificados,



com conseqüente declínio das populações de peixes e anfíbios. Estes grupos são particularmente sensíveis, uma vez que realizam sua reprodução na água. Investigações ecológicas indicam que muitos corpos d'água tornaram-se tão ácidos que não podem mais refugiar girinos e alevinos (BEEBEE *et al.*, 1990). Os efeitos danosos da acidificação em embriões e larvas de *Rana temporaria* têm sido demonstrados em pequena escala, com experimentos de laboratório (por exemplo, CUMMINS, 1989).

Outro problema decorrente das emissões aéreas da usina termelétrica é a deposição de cinza leve sobre as pastagens. Algumas alterações já foram observadas junto aos rebanhos da região, como o desgaste acentuado dos dentes. Esse problema, que atinge os bovinos e ovinos, certamente tem efeitos semelhantes sobre outros animais com hábitos alimentares semelhantes, como veados, capivaras, preás e lebres.

A composição da comunidade animal amostrada permite inferir que as modificações ocorridas com a implantação do modelo agro-pecuário já ocasionaram uma modificação na densidade de algumas espécies, com evidente favorecimento daquelas consideradas pioneiras, com grande potencial de explorar novas áreas. A implantação do empreendimento em apreço certamente dificultará a evolução desses ambientes até estádios serais mais avançados. No entanto, considerando que trata-se de uma região em que o clímax são ambientes de campo com esparsos bolsões com vegetação de médio porte, não se prevêem acentuados prejuízos a diversidade de espécies.

#### 5.4.5-Meio Sócio-Econômico

##### Introdução

O capítulo de impacto ou repercussão sócio-econômica dentro dos Estudos de Impacto Ambiental, respectivos RIMAS, exige alguns esclarecimentos preliminares, a fim de que se compreendam bem seus limites. É o que faremos nesta parte introdutória, desdobrando a exposição nos sub-itens que seguem.

##### A Variável Sócio-Econômica nos EIAs/RIMAS

Nos primórdios dos Estudos de Impacto Ambiental, o aspecto sócio-econômico era simplesmente contraposto ao aspecto ambiental. O estudo sócio-econômico fazia parte do estudo privado do empreendimento, isto é, levava em conta a ótica do empreendedor e das conveniências do mercado.

Por sua vez, os EIAs e RIMAS focalizariam a perspectiva pública, isto é, a conveniência de a sociedade aceitar ou não o empreendimento tendo em vista suas repercussões ambientais.

Poderia ocorrer, por exemplo, que um empreendimento fosse altamente rentável e atrativo do ponto de vista privado, em conseqüência de uma grande procura no mercado, mas não socialmente desejável - ao menos na localização e/ou com a tecnologia proposta - devido às repercussões ambientais na região onde se localizaria.

Coerentemente com isto, as primeiras metodologias estabelecidas para os EIAs/RIMAS (por exemplo, a da Matriz de Leopold) não incluíram o aspecto econômico do empreendimento; este, conforme citado, era feito em separado e contraposto ao estudo ambiental.

Mais modernamente, entretanto, esta perspectiva foi modificada. De fato, nota-se hoje em dia que a variável sócio-econômica entra na avaliação do empreendimento por duas vias. Por um lado, continua a se fazer a avaliação econômica propriamente dita, tratando da atratividade do empreendimento, seja através da noção de Taxa Interna de Retorno, ou de indicadores próximos.



Por outro lado, a variável sócio-econômica volta a entrar na análise no quadro das repercussões ambientais.

Isto se deve ao fato de que, concebido o meio ambiente como o entorno geral que afeta uma comunidade, um dado investimento age ambientalmente sobre ela, afetando seu nível de bem-estar não somente devido à emissão de efluentes, como também a suas repercussões econômicas locais, tais como: geração de empregos, arrecadação ampliada, instabilidades econômicas provocadas por retração na procura do produto industrializado, modificações no estilo de vida, etc.

### Metodologias Utilizadas

Quando se dispõe de um detalhado desdobramento do Quadro de Investimentos e da Conta de Lucros e Perdas projetada do empreendimento e de uma Matriz de Insumo-Produto da região em que se localiza, a previsão do impacto sócio-econômico em termos de empregos, renda, arrecadação, etc., tanto para a fase de implantação como para a de operação, torna-se um exercício relativamente simples de inserção de uma demanda exógena e de um vetor de insumo em uma matriz pré-existente.

Quando não se dispõe desse elementos - e esta é a situação mais freqüente, as repercussões diretas e indiretas de um empreendimento passam a ser modeladas por alguma versão, mais ou menos sofisticada, da Teoria da Base Econômica, isto é, do modelo de repercussão de um empreendimento exportador. No presente trabalho, é esta a metodologia utilizada.

### Sumário da Exposição a Seguir

A exposição que segue é um estudo das repercussões diretas e indiretas, durante a implantação e operação do 1ª Máquina da Usina Termelétrica de Candiota III, quanto a emprego, renda, arrecadação, estabilidade econômica, nível e estilo de vida nos municípios da região de Candiota.

Como o tipo de empreendimento, objeto deste estudo, não é absolutamente novo na região, uma vez que existe a UTPM e a mina que a abastece, este estudo será precedido de uma descrição das atuais condições vigentes na área de implantação.

### Os Municípios de Candiota e Hulha Negra

Estes municípios, criados em 1992, resultaram de emancipações ocorridas em Bagé e Pinheiro Machado. Assim, a Hulha Negra resultou de um desmembramento de Bagé; Candiota, de um desmembramento de Bagé (a maior parte) e Pinheiro Machado. Eles serão as verdadeiras áreas de impacto do empreendimento e, por isso, merecem algum comentário específico, além dos constantes no item Diagnóstico Sócio-Econômico deste EIA/RIMA bem como os analisados nos diversos documentos (de 1992, 1994 e 1996) que compõem o Plano Diretor Regional do Polo Energético de Candiota.

Candiota, como município sede do empreendimento, e já sediando a UTPM, terá todas as vantagens e desvantagens de abrigar um empreendimento-polo. E, embora apresente hoje um dinamismo muito acentuado, com altos investimentos públicos, provenientes de uma arrecadação que agora é apropriada pelo município, terá previsivelmente altos custos de urbanização; isto porque, na sua origem, ele é constituído das várias vilas dispersas (Operária CEEE, Residencial CEEE, Dario Lassance, etc.). Apresenta, outrossim, um estrangulamento em matéria de linhas telefônicas. Quanto a infraestrutura habitacional para suportar e expansão populacional resultante da instalação e operação da 1ª Máquina de Candiota III, parece não haver grandes problemas.



Quanto à Hulha Negra, dados os seus índices de desemprego, por um lado, e dados os níveis de investimento em educação que vem realizando, por outro, poderá ser um bom fornecedor de mão-de-obra para a implantação e mesmo operação do empreendimento. Não conta, entretanto, com infraestrutura habitacional para abrigar pessoal que venha de fora para trabalhar na região

### Candiota III - 1ª Máquina: O Impacto Sócio-Econômico

Procederemos, agora, a algumas estimativas da repercussão sócio-econômica, na região, do 1ª Máquina da UTC III. Estas estimativas serão feitas através dos indicadores emprego, renda, arrecadação tributária, estabilidade regional, necessidades comunitárias, aceitação social, nível de vida e estilo de vida. Entretanto, é preciso ressaltar que tais estimativas têm um caráter eminentemente exploratório, uma vez que não existe ainda projeto executivo do empreendimento.

#### Empregos

Quanto a este item é preciso considerar os empregos diretos e indiretos.

#### Empregos Diretos

A estimativa feita pela CEEE é de que, na *fase de implantação* (aproximadamente 2 anos) serão gerados 1200 empregos diretos, sendo 1100 relativos à Construtora /Montadora e 100 da própria Licitante.

Ainda por estimativa da CEEE, a *fase de operação* (vida útil do empreendimento) implicará a abertura de 450 postos de trabalho, sendo 350 correspondentes a mão-de-obra especializada e 100 de mão-de-obra não especializada.

Estes dados permitem as seguintes considerações:

-devido às especificações quanto à abrangência do EIA/RIMA, a expansão direta do emprego refere-se exclusivamente à usina, não levando em conta a expansão da mineração. Se isto for considerado (o que deveria ocorrer, já que, na realidade, temos um empreendimento conjunto "mina+ usina"), teríamos que acrescentar algo em torno de 250 empregos adicionais (200 não especializados e 50 especializados), durante a fase de operação.

-o volume de empregos diretos criados pela usina (+ mina) varia de um mínimo de cerca de 700 pessoas (durante toda a fase de operação) e um máximo de 1.200 pessoas (na fase de implantação);

-estima-se que cerca de 70% dos empregos gerados sejam ocupados por pessoal proveniente da área de influência de Candiota III ( Candiota, Hulha Negra, Bagé, Pinheiro Machado e Herval). Os restantes 30% (migração) poderão vir de diversos pontos do estado do RS, especialmente Pelotas quando se tratar de mão-de-obra qualificada;

-estima-se que os ocupantes dos empregos de obras de implantação bem como de operação da usina residirão nas Vilas Operária e Residencial;

-considerando uma relação média de 2 dependentes por moradia, a estimativa total de população residindo junto ao empreendimento é a seguinte, incluindo somente pessoas vinculadas à 1ª Máquina da UTC III:



Fase de Implantação:	3.600 pessoas
Fase de Operação:	2.100 pessoas

### Empregos Indiretos

A todo empreendimento econômico que se implanta em uma dada região está associado um "efeito multiplicador" no nível da renda, emprego e arrecadação nessa região. Isto resulta do fato de que os pagamentos feitos aos proprietários locais de fatores de produção alocados no novo empreendimento (principalmente salários) geram rendimentos que, sendo gastos na região (ao menos em parte), provocam aumento na produção, renda, emprego e arrecadação locais. Este fato básico deu origem às primeiras aplicações desta idéia por parte de geógrafos e planejadores urbanos, nos EUA, ainda na década de 30.

Posteriormente, o mecanismo multiplicador passou a construir o cerne da Teoria da Base Econômica, teoria do desenvolvimento regional segundo a qual o dinamismo de uma região se dá através da demanda exercida por outras localidades sobre produto(s) de exportação da região, via expansão desse(s) produto(s) do efeito multiplicador. O prof. S. Schickler ("A Teoria da Base Econômica Regional: Aspectos Conceituais e Testes Empíricos"), assim resume a Teoria da Base Econômica.

"A literatura que trata do assunto lança mão tradicionalmente da atividade do barbeiro, contrapondo-a àquela exercida por uma indústria da área que vende seus produtos a outras regiões, com a finalidade de estabelecer o sentido da dicotomia. O barbeiro, no caso, exerce atividade não-básica; a indústria, por sua vez, caracteriza uma atividade básica. É muito fácil agora aceitar a idéia de que o número de barbeiros da área deve depender da quantidade de empregos na indústria exportadora aumentar em razão da expansão de suas vendas para outras áreas, esperamos que a demanda de corte de cabelo cresça também. Dificilmente aceitaríamos a idéia inversa, de que o emprego da indústria deveria expandir-se em razão da proliferação de novas barbearias.

Não é preciso destacar o simplismo desse exemplo. Ele é útil, porém, para mostrar que certas atividades de uma região (barbearias) são dependentes de outras (indústrias) em termos de demanda; o exemplo sugere ainda que esta relação de dependência é unilateral."

É claro que, em uma economia mais desenvolvida, mais diversificada, pode ocorrer uma relação de causalidade inversa, isto é, a qualidade das atividades não-básicas de uma região da Base Econômica é muito útil e pode ser usada com grande segurança, sem entrar nos meandros da discussão sobre a essência do desenvolvimento urbano e regional. A apresentação formal do modelo é simples. Parte-se da identidade que distribui o emprego regional total (E) em duas categorias, quais sejam, emprego básico (Eb) e emprego não-básico (En):

$$E = E_b + E_n$$

Admitindo-se proporcionalidade entre o emprego não-básico e o emprego total, pode-se escrever:

$$E_n = a \times E \text{ (sendo o valor de } a \text{ maior que } 0 \text{ e menor que } 1)$$

donde:

$$E = (1/(1-a)) \times E_b$$

ou:



$$E = K \times E_b, \text{ sendo } K = 1/(1-a).$$

Supondo-se estabilidade do "multiplicador de emprego" K no tempo, séries históricas de emprego básico e não-básico podem servir para a estimativa de K e previsões de expansão do emprego. É necessário, entretanto, advertir que esta suposição de constância no tempo transforma a Teoria da Base Econômica em uma Teoria de Desenvolvimento de Longo Prazo, quase nunca confirmada em testes econométricos. Para uma análise pormenorizada destas questões, V. Schickler, S.- artigo já citado - e Lane, Th.: "O multiplicador de base urbana: avaliação de sua situação atual". Além do mais, as próprias séries estatísticas de empregos básicos e não-básicos, estimadas ou pelos quocientes de localização ou pelo método dos requisitos mínimos, introduzem mais um elo de distorção. Assim, por exemplo, uma estimativa feita para a Região Metropolitana de Porto Alegre (V. Roesch e Ludwig, "Estudo de Base Econômica da Área Metropolitana de Porto Alegre") chega a um  $K = 5$ , resultado completamente discutível.

De fato, usando a fórmula do multiplicador keynesiano (que é um conceito paralelo ao de multiplicador da base urbana), tem-se:

$$K = 1/(1-c(1-m))$$

onde:

c = propensão a consumir (fração da renda gasta em consumo);

m = propensão a importar (fração da renda gasta em produtos provenientes de outras regiões).

Adotando, para fins de argumentação,  $c = 0,90$  (alta propensão a consumir) e  $m = 0,50$  (cifra razoável em se tratando de uma cidade ou região de porte médio), tem-se  $K = 1,8$ .

Supondo um crescimento do emprego "pari passu" ao da renda, verifica-se que, para uma cidade ou região, um multiplicador de base urbana próximo de 2 já constitui um valor muito elevado, um "teto", por assim dizer.

A "Management and Economic Research INC.", em seu estudo "Economic and Fiscal Impacts of a new autonomous enterprise in an area", com base em estudos disponíveis até a época do trabalho, estimava em 1,8 o multiplicador de renda para áreas metropolitanas grandes, diversificadas, e em 1,3 para áreas urbanas menores.

Ponderados todos estes fatores, decidimos adotar a cifra de 1,3 como multiplicador de emprego na região de influência. Isto significa que, para cada 1.000 empregos diretos gerados são criados aproximadamente 300 empregos adicionais. Entretanto, levando em conta que a produtividade (e os salários) do empreendimento, quase certamente, são superiores à média da região, não é exagerado supor que o multiplicador de emprego poderá ser algo maior que o multiplicador de renda - algo em torno, talvez, de 1,5.

A exposição precedente fundamenta o preenchimento das seguintes células da Matriz de Impactos Ambientais:

		EMPREGO	
IMPLANTAÇÃO	+		c
	5		4
	t		i



OPERAÇÃO	EMPREGO	
	+	c
	4	5
p	i	

### Renda

Assim como no caso anterior, deve-se aqui considerar os efeitos diretos e indiretos.

#### Renda Direta

A quase totalidade do impacto direto de renda do empreendimento na região circundante se dará através dos salários pagos aos empregados, uma vez que as demais remunerações a fatores de produção fluirão, quase certamente, para fora da região.

A estimativa fornecida pela CEEE dos salários pagos durante a construção e operação da UTC - 1ª Máquina é a seguinte:

Fase de Implantação:	R\$ 1.300 por empregado
Fase de Operação:	R\$ 900 por empregado especializado R\$ 300 por empregado não especializado

Não se dispõe de estimativas para os salários da mineração (que, como vimos, deve ser incluída na repercussão direta, embora esteja fora do escopo deste EIA/RIMA. A falta de melhor alternativa, adotaremos os valores referentes à operação da usina.

Combinando estes dados com os de emprego, temos a seguinte estimativa de renda direta gerada:

Fase de Implantação:	R\$ 20,3 milhões por ano
Fase de Operação:	R\$ 7,0 milhões por ano

#### Renda Indireta

O impacto indireto dá-se através do mecanismo multiplicador de renda, tema já discutido no item "Empregos". Adotando-se o valor então discutido para esse parâmetro - 1,3 - tem-se a geração adicional de R\$ 300 mil para cada milhão de reais de renda direta.

#### Renda Total

Assim, o total estimado de renda adicional gerada (direta+indireta) é o seguinte:

Fase de Implantação:	R\$ 27 milhões por ano
Fase de Operação:	R\$ 9 milhões por ano

Dado que o PIB da região de impacto é da ordem de R\$ 216 milhões/ano (V. Quadro 6.4 do Diagnóstico Sócio-Econômico), estas estimativas implicam um impacto significativo, da



ordem de 12,5% durante a fase de implantação (impacto temporário) e de 4% durante a fase de operação (impacto permanente).

As células da Matriz de Impacto correspondentes à renda são as seguintes:

		RENDA	
IMPLANTAÇÃO	+	c	
	S	4	
	t	i	

		RENDA	
OPERAÇÃO	+	c	
	S	5	
	p	i	

#### Arrecadação

#### Introdução

Nos países desenvolvidos, o impacto fiscal de um empreendimento numa região se dá, de modo geral, por duas vias. Em primeiro lugar, via efeito multiplicador da renda, tem um aumento na arrecadação dos impostos relacionados com o valor agregado (tipo ICM). Este impacto se espalha nas diversas localidades e municípios de onde provém diariamente a mão-de-obra que trabalha no empreendimento e do qual recebe seus rendimentos. Em segundo lugar, tem-se um aumento na arrecadação do município - sede do empreendimento, via algum tipo de imposto de propriedade (anual e sobre o valor estimado) sobre os ativos do empreendimento que se instala. Em geral, esta segunda via é tão mais importante para as finanças municipais, que somente ela é minuciosamente examinada nos relatórios de impacto.

No caso da 1ª Máquina da UTC III, tem-se, nos termos da Constituição Federal atual, impactos fiscais semelhantes: de um lado, o retorno de ICMS aos municípios, correspondendo à primeira via; de outro, a Compensação Financeira (que substituiu o Imposto Único sobre Minerais) e que, sem ser um imposto sobre propriedade, corresponde *grossa modo* à segunda via anteriormente apontada, inclusive em termos de significado relativo.

#### A Arrecadação em Candiota

Sendo o município de Candiota, emancipado de Bagé em 1992, sede da atual UTPM e da futura da UTC III - 1ª Máquina, centralizaremos nele a análise da ampliação de arrecadação. Segundo informações da Secretaria da Fazenda do município, a atual arrecadação/receita municipal está na casa do R\$ 4 milhões/ano. Desta cifra, 40% correspondem a ICMS gerado pela UTPM e 3-4% a compensação financeira (ex-IUM) correspondente à extração de carvão. Estes valores podem ser tomados como ordem de grandeza da arrecadação adicional, uma vez que a 1ª Máquina de Candiota III é do mesmo porte da atual UTPM. Deve-se observar, entretanto, que, uma vez que o empreendimento a ser instalado operará com demanda firme (e não em pontas), a arrecadação adicional prevista terá menos flutuações mensais que a atual.

Uma observação final cabível é a de que não se fez um estudo detalhado para analisar se a compensação financeira realmente substituiu plenamente o que seria arrecadado pelo IUM se



este vigorasse atualmente. Uma avaliação superficial, entretanto, parece indicar que o município de Candiota faria jus a uma compensação financeira maior.

### Conclusão

O exposto permite concluir que, durante a fase de implantação, o impacto de arrecadação em Candiota, dependente exclusivamente de impostos relativos ao valor agregado, é moderado e incerto.

Já na fase de operação, ainda em Candiota, o impacto direto é ponderável - da ordem de R\$ 1,7 milhões.

	ARRECADAÇÃO	
IMPLANTAÇÃO	+	d
	3	4
	t	i
	ARRECADAÇÃO	
OPERAÇÃO	+	d
	5	5
	p	i

### Estabilidade Regional

Um importante indicador do previsível impacto sócio-econômico de um empreendimento a ser localizado em uma determinada região é dado pelo item "estabilidade regional". A adequada compreensão deste indicador, entretanto, exige uma digressão preliminar.

Se, em uma dada região, por uma razão locacional qualquer, é implantado um empreendimento que amplia sua base econômica (incremento às exportações de região), já vimos que há efeito multiplicador, devido ao aumento gerado de empregos, renda e arrecadação. É preciso notar, no entanto, que este efeito multiplicador Também age em sentido inverso, i.é, uma retração na demanda do produto exportado repercute ampliadamente na região. Esta é a raiz do problema da instabilidade/estabilidade. Aqui há três casos a considerar.

Primeiramente, pode-se ter o caso de um empreendimento que amplia a base exportadora da região, sem a diversificar (produção adicional de um produto já exportado pela região). Nesta situação, tem-se um aumento na instabilidade regional.

Em segundo lugar, pode-se ter o caso de um empreendimento que amplia a base exportadora da região, ao mesmo tempo que a diversifica (novo produto de exportação), mas como um produto de demanda instável. Nesta situação, tem-se um impacto intermediário no que tange à estabilidade (a diversificação aumenta a estabilidade, enquanto que o produto de demanda flutuante a diminui).

Em terceiro lugar, pode-se ter o caso de um empreendimento que amplia a base exportadora e a diversifica através de um produto de demanda firme. Neste caso, tem-se o mais alto impacto positivo sob o ponto de vista de estabilidade.



A UTC III - 1ª Máquina, considerando a região de impacto globalmente, enquadra-se neste terceiro caso. Pela ampla utilização do carvão da região, a base exportadora (até agora agropastoril e agroindustrial) é diversificada. Pelas características do produto (energia elétrica) e custo de geração, pode-se prever uma demanda muito firme. Assim sendo, sob o ponto de vista do item de estabilidade regional, o empreendimento em pauta atinge a mais alta cotação, na fase de operação. Observação: considerando-se, entretanto, apenas o município de Candiota, a conclusão é de aumento da instabilidade.

As células da Matriz de Impacto correspondente ao item estabilidade regional são as representadas a seguir:

		ESTAB. REGIONAL	
IMPLANTAÇÃO	-		c
	2		2
	t		i

		ESTAB. REGIONAL	
OPERAÇÃO	+		c
	5		5
	p		i

### Os Demais Indicadores

Até agora, tratamos de indicadores que, embora apenas em termos de ordem de grandeza, permitem uma abordagem quantitativa. Já os itens que seguem, quais sejam, estilo de vida, aceitação social, necessidades comunitárias, saúde, e nível de vida, serão abordados através de comentários gerais, de ordem qualitativa. Os respectivos números de magnitude e importância incluídos nas células da Matriz de Impacto serão, exatamente por isto, mais controvertidos que as cifras dos itens anteriores.

Em um processo de desenvolvimento caracterizado por elevadas taxas de crescimento demográfico, as necessidades comunitárias de qualquer região ou localidade afetada pelo processo corporificam-se através de elevadas aspirações de oportunidade de emprego, acompanhadas de uma infra-estrutura mínima de serviços urbanos. A experiência concreta das fases anteriores do empreendimento Candiota, culminando na emancipação do município de Candiota, mostra que há uma firme determinação de atender a este nível de aspirações locais.

Por outro lado, o empreendimento esbarra com focos de resistência, fruto da crescente tomada de consciência sobre a problemática ambiental e dos problemas com o Uruguai, diante da polêmica sobre a chuva ácida, de modo que a aceitação social na região, no momento, não é plena, e somente será no futuro na medida em que a CRM e CEEE, conjuntamente, através de medidas mitigadoras e do monitoramento da qualidade ambiental, forem desfazendo as desconfianças e integrando-se efetivamente à comunidade da região.

As células da Matriz de Impacto quanto a estes dois itens - necessidades comunitárias e aceitação social - são as seguintes:



		NECESSIDADES COMUNITÁRIAS	
IMPLANTAÇÃO	+		c
	5		5
	t		i

		NECESSIDADES COMUNITÁRIAS	
OPERAÇÃO	+		c
	4		5
	p		i

		ACEITAÇÃO SOCIAL	
IMPLANTAÇÃO	+		p
	3		5
	p		i

		ACEITAÇÃO SOCIAL	
OPERAÇÃO	+		p
	3		5
	p		i

Levando em conta o exposto sobre a situação da **saúde pública** na região de Candiota e os investimentos em saúde pública e infraestrutura que vem sendo feitos pela Prefeitura de Candiota (iniciados pela própria CEEE), bem como a qualidade dos empregos gerados pela CEEE e CRM, estima-se como positivos os efeitos sobre a saúde na região. A célula da Matriz de Impacto é a seguinte:

		SAÚDE	
IMPLANTAÇÃO	+		p
	3		5
	t		i

		SAÚDE	
OPERAÇÃO	+		P
	4		5
	p		i

O indicador **nível de vida** diz respeito ao impacto sobre a situação econômica geral da comunidade em que se insere o empreendimento. Assim, é muito diferente o impacto de um empreendimento que gera novos empregos de baixos salários e para pessoas que pressionam uma infra-estrutura urbana existente, em relação a um empreendimento que gera esse mesmo nível de

emprego, mas com salários mais elevados, e aporta uma infra-estrutura adicional de serviços urbanos apta, ao menos parcialmente, a fazer frente a essa expansão de emprego. O empreendimento 1ª Máquina da UTC III enquadra-se neste último caso. A célula da Matriz de Impacto correspondente é:

		NÍVEL DE VIDA	
		+	c
IMPLANTAÇÃO	S	S	S
	t	t	i

		NÍVEL DE VIDA	
		+	c
OPERAÇÃO	S	S	S
	p	p	i

Finalmente, temos a considerar a questão do estilo de vida. Quanto a este item, a previsão é de mudança muito acentuada. A região, até o momento embasada em atividades agropastoris e agro-industriais, e sem ter passado por um processo intenso de urbanização e industrialização, vê-se mergulhada nas complexidades ambientais da geração termelétrica a partir do carvão, algo apenas menos contestado que a geração de energia nuclear. Assim, é previsível, ao nível de universidades, associações comunitárias, imprensas locais, etc, a emergência de um debate até agora apenas incipiente na região, ainda mais se levarmos em conta a polêmica com o Uruguai sobre a chuva ácidas.

Esta tomada de consciência dos aspectos conflitantes do processo de desenvolvimento econômico constitui uma novidade para a região. De fato, até o momento, fenômenos tais como a modernização tecnológica da ovinocultura em Herval, a implantação da indústria de cimento em Pinheiro Machado, o desenvolvimento da lavoura arrozeira e a criação de cavalos de raça e as etapas iniciais das usinas termelétricas de Candiota, em Bagé, são todos, no momento, de um processo de modernização, associados somente aos aspectos positivos do desenvolvimento.

Já a progressiva instalação do empreendimento Candiota trará à tona os aspectos conflitivos desse processo: a valorização de um recurso regional - o carvão - será contestada principalmente por grupos ambientalistas não somente locais, mas de todo o RS e, dada a situação ou fronteira do empreendimento, até do exterior. Tudo isso exigirá uma tomada de posição que não será nem simples nem imediata. Neste jogo de interesses conflitantes, de informações desencontradas e, principalmente, de capacidade de assumir riscos, por parte de vários segmentos da comunidade, é importante destacar a grande oportunidade que se abre à Universidade local (URCAMP) no sentido de se tornar um fórum de debates e um centro crítico de reflexão sobre todas as transformações a serem experimentadas pela região.

A célula correspondente à Matriz de Impacto é a que segue.



ESTILO DE VIDA	
+	p
3	5
p	i

ESTILO DE VIDA	
+	p
5	5
p	i

## 6-PROGRAMA DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL

### 6.1-Introdução

O Programa de Gerenciamento Ambiental previsto para a Região de Candiota inclui: monitoramento dos meios impactados, medidas mitigadoras dos impactos e promoções de estímulo à preservação ambiental.

Para a execução deste Programa, a CEEE já dispõe de um setor responsável pelas ações relativas ao meio ambiente. Este setor, denominado Coordenadoria de Meio Ambiente, foi criado em março de 1993 e é composto por uma equipe de 5 pessoas. Há ainda, a nível tático e operacional, o Departamento de Engenharia de Geração (2 pessoas) e a Seção de Meio Ambiente (8 pessoas) sediada em Candiota.

O pessoal vinculado a estes setores possui especialização em áreas diversas, tais como: gerência de meio ambiente; gerência de planejamento ambiental; ecologia urbana; manejo de bacias hidrográficas; controle de poluição; economia ambiental; tratamento de despejos industriais; modelos de dispersão.

### 6.2-Monitoramento Ambiental

O monitoramento ambiental previsto para Candiota contempla as atividades discriminadas a seguir.



	Atividades de Monitoramento
Ar	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Levantamento de dados meteorológicos</li><li>2. Monitoramento de compostos de enxofre</li><li>3. Determinação de material particulado</li><li>4. Determinação de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> e F</li><li>5. Avaliação de fluoretos e metais pesados</li><li>6. Monitoramento da qualidade da chuva</li><li>7. Amostragem de gases e material particulado em fonte</li><li>8. Simulação de dispersão atmosférica</li></ol>
Água	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Monitoramento de parâmetros físicos e químicos</li><li>2. Monitoramento de sedimento de fundo</li></ol>
Contaminação Residual	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Determinação de metais em lixiviados</li><li>2. Análise da água subterrânea</li><li>3. Determinação de metais em tecido vegetal</li><li>4. Determinação de metais em macrófitas aquáticas</li><li>5. Determinação de metais na ictiofauna (2 espécies)</li><li>6. Determinação de metais na fauna terrestre (1 espécie)</li></ol>
Cartografia	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Sistematização de dados cartográficos</li></ol>
Meio Biótico	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Amostragens de peixes e fauna bentônica</li><li>2. Amostragens de vegetação de campo, matas ciliares, vegetação aquática e banhados</li><li>3. Amostragens de anfíbios, pequenos mamíferos, espécies predadoras ou pioneiras e espécies exóticas</li></ol>

Estas atividades deverão ser executadas ao longo da fase da instalação da Usina e durante os primeiros 24 meses de operação, sendo os resultados expressos em planilhas padronizadas.

Desta forma, serão gerados relatórios que permitirão um melhor intercâmbio de informações entre cada meio estudado e, conseqüentemente, uma mais fácil identificação de interrelações e de indicadores ambientais relevantes para o monitoramento da região.

A partir dos resultados obtidos, prevê-se a definição do monitoramento permanente e a elaboração de um manual operacional.

Para atender às análises, testes e ensaios previstos no plano de monitoramento ambiental para os meios impactados, é necessário a adequação da infra-estrutura do laboratório existente junto à UTPM ou a montagem de um laboratório completo junto à Usina de Candiota III. Esta medida pressupõe, além da aquisição de equipamentos modernos e adaptação/construção de área física, o desenvolvimento de recursos humanos. Este desenvolvimento pode ser atingido através de treinamento de pessoal disponível no âmbito da empresa ou contratação de técnicos especializados.

Com relação à infra-estrutura material, dentre os equipamentos necessário destacam-se:

- medidores de vazão;
- amostrador contínuo de líquido;
- amostrador de gases de chaminé;
- aparelhos "Hi-Vol";
- aparelhos "Tri-Gas Sampler";
- potenciômetro portátil;
- condutivímetro portátil;
- turbidímetro



Embora Candiota conte com uma estação meteorológica, situada no aeroporto, esta fornece, exclusivamente, informações sobre direção e velocidade dos ventos, temperatura e radiação solar. Deste modo, tendo em vista a importância do Complexo Candiota, a estação deverá sofrer melhorias que venham a permitir a obtenção de outras medições, tais como índice pluviométrico e umidade relativa do ar.

### 6.2.1-Monitoramento Ambiental do Meio Ar

As atividades de monitoramento atmosférico para a região incluem:

- levantamento de dados meteorológicos;
- avaliação da qualidade do ar;
- simulação de dispersão atmosférica.

#### Levantamento de Dados Meteorológicos

Os dados meteorológicos de superfície, tais como velocidade e direção dos ventos, temperaturas máximas e mínimas diárias, umidade do ar, pluviometria e insolação, devem ser obtidos através da estação meteorológica da CEEE. Esta atividade tem como objetivo, além de monitorar as condições climáticas da região, fornecer dados para os modelos matemáticos de dispersão.

#### Avaliação da Qualidade do Ar

A qualidade do ar deverá ser monitorada quanto a compostos de enxofre, material particulado,  $\text{NO}_x$ , fluoretos e metais pesados.

Adicionalmente, deverá ser efetuada uma avaliação da qualidade da chuva na região.

O monitoramento da qualidade do ar deverá ser baseada nos dados obtidos em 15 estações de amostragem em Candiota e 1 em Bagé, bem como em pontos distantes, na direção predominante dos ventos.

Cada uma das estações conterà os seguintes materiais:

- suporte metálico tipo guarda-chuva ou "basket";
- 2 conjuntos (vaso de cultivo e reservatório) para ensaio de bioacumulação;
- 2 placas alcalinas (S.A.M.);
- 2 jarros coletores de poeira.

Adicionalmente, deverão ser instalados equipamentos Hi-Vol, Tri-Gas Samplers, captadores de  $\text{SO}_2$  por via líquida (método da pararrosalina) e coletores de chuva.

#### Imissões de Compostos de Enxofre

O  $\text{SO}_2$ , devido a sua relevância no que se refere a poluição decorrente de operação de usinas termelétricas, deverá ser monitorado dentro de uma área mínima de  $350 \text{ km}^2$  onde a fonte emissora está situada num centro deslocado em função da rosa-dos-ventos da região.

O monitoramento do  $\text{SO}_2$  empregará 4 metodologias, quais sejam:

- determinação da taxa de sulfatação pelo método da placa alcalina (2 amostras mensais por estação);
- captura líquida do  $\text{SO}_2$  pelo método da pararrosalina (amostragem quinzenal de 24 horas por aparelho);
- bioacumulação de enxofre em espécies vegetais (azevém) envasadas (entre abril e outubro - 2 amostras mensais por estação na área de estudo e 5 em Bagé).



-determinação de SO<sub>2</sub> por outro método de referência.

### Material Particulado

O material sólido emitido por usinas termelétricas na forma de particulados pode representar potencial poluidor significativo, tanto em suspensão na atmosfera, como depositado no solo, água e vegetação.

Dessa forma, prevê-se o monitoramento de partículas sedimentáveis e partículas em suspensão.

Para a determinação de partículas sedimentáveis, deverão ser utilizados vasos coletores de poeira, instalados nas estações de amostragem para o monitoramento de SO<sub>2</sub>. A determinação gravimétrica da quantidade depositada deverá ser efetuada quinzenalmente em cada estação.

Para a determinação de partículas em suspensão, deverão ser utilizados equipamentos do tipo Hi-Vol (amostradores de grandes volumes).

Adicionalmente, estão previstas as seguintes determinações:

- concentração de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e F na atmosfera, empregando os 2 equipamentos Tri-Gas Samplers já adquiridos pela CEEE;
- fluoretos nas placas alcalinas e nos ensaios de bioacumulação em vegetais;
- metais pesados em material particulado e nos ensaios de bioacumulação em vegetais;
- qualidade da chuva em amostras obtidas em coletores específicos;
- acompanhamento da amostragem de gases e particulados em fonte emissora.

### Simulação de Dispersão Atmosférica

Para o levantamento de curvas de isoconcentração de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e material particulado ao nível do solo na região, deverá ser empregado software específico de simulação matemática de dispersão atmosférica.

Inicialmente, deverão ser utilizados dados meteorológicos de superfície bem como dados de altitude obtidos pela UFSM. No entanto espera-se que, no futuro, se disponha de maior número de dados meteorológicos verticais.

### 6.2.2-Monitoramento Ambiental do Meio Água

Com base nos dados obtidos no diagnóstico ambiental, foram definidos os recursos hídricos e pontos de coletas a serem monitorados na região de Candiota.

Igualmente, foram selecionados os parâmetros a serem avaliados, tanto na fase líquida, como no sedimento de fundo, uma vez que os efluentes da mineração e da operação da usina contêm quantidades significativas de sólidos sedimentáveis,

A localização dos pontos selecionados objetivam o acompanhamento da qualidade das águas "naturais" da região. Sendo, portanto, um monitoramento que inclua a Bacia do Candiota, a montante e a jusante do empreendimento, a Bacia do Poacá, diretamente afetada pela mineração e o Rio Jaguarão, onde deságuam todos os recursos hídricos da região.

Os pontos de coletas e os parâmetros selecionados estão apresentados a seguir.

#### Pontos de Coleta:

CAN 01:Arroio Candiota sob a ponte da BR 293 (ponto branco).

CAN 03:Arroio Candiota, a montante da descarga do efluente tratado das usinas.



FUNDAÇÃO  
DE CIÊNCIA  
E TECNOLOGIA

- CAN 04: Arroio Candiota, a jusante da descarga do efluente tratado das usinas.  
BAC 01: Saída do sistema de bacias de tratamento dos efluentes globais das usinas.  
QJ 01: Arroio Quebra Jugo, próximo a barragem Quebra Jugo.  
CAR 01: Sanga da Carvoeira, próximo a sua foz no Poacá.  
PT 01: Arroio Poacá, no Passo do Tigre;  
CAN 05: Arroio Candiota, após a foz do Arroio Poacá (ponto em que o Candiota já recebeu todas as contribuições líquidas da área de estudo).  
JAG 01: Rio Jaguarão, na rodovia RS 66.  
JAG 02: Rio Jaguarão, no Passo do Neto.  
JAG 03: Rio Jaguarão, após a foz do Candiota.

### Parâmetros a Serem Analisados e Periodicidade de Coleta

Parâmetro	Água	Sedimento	Saída das Bacias
Vazão	6 meses		semanal
Temperatura	3 meses		semanal
pH	3 meses	6 meses	semanal
Sólidos em suspensão	3 meses	-	semanal
Sólidos sedimentáveis	3 meses	-	semanal
Sólidos dissolvidos	3 meses	-	-
Óleos e graxas	3 meses	6 meses	semanal
Condutividade	3 meses	-	-
Alcalinidade	3 meses	-	
Dureza	3 meses		semanal
Sulfatos	3 meses	6 meses	
Oxigênio dissolvido	3 meses	-	
DQO	3 meses	-	semanal
Coliformes fecais	6 meses	-	semanal
Matéria orgânica	-	6 meses	-
Granulometria	-	6 meses	-
Bicarbonato	6 meses	-	-
Cloretos	6 meses	6 meses	-
Cálcio	6 meses	6 meses	-
Magnésio	6 meses	6 meses	-
Sódio	6 meses	6 meses	-
Potássio	6 meses	-	-
Ferro	6 meses	6 meses	6 meses
Manganês	6 meses	-	6 meses
Alumínio	6 meses	6 meses	6 meses
Zinco	6 meses	6 meses	6 meses
Cádmio	6 meses	6 meses	6 meses
Cobre	6 meses	6 meses	6 meses
Cromo	6 meses	6 meses	6 meses
Chumbo	6 meses	6 meses	6 meses
Níquel	6 meses	6 meses	6 meses
Arsênio	6 meses	6 meses	6 meses
Mercúrio	6 meses	6 meses	6 meses
Vanádio	6 meses	-	6 meses
Cobalto	6 meses	-	6 meses
Molibdênio	-	-	6 meses
Estanho	-	-	6 meses
Bário	-	-	6 meses
Boro	-	-	6 meses
Prata	-	-	6 meses
Selênio	-	-	6 meses



No efluente bruto das usinas (antes do tratamento nas bacias), diariamente, será medida a vazão, a temperatura e o pH.

Adicionalmente, será realizado um controle dos efluentes das lagoas de estabilização dos efluentes domésticos, quanto a DBO, sólidos suspensos e coliformes fecais.

### 2.3-Monitoramento da Contaminação Residual

Objetivando a avaliação da contaminação residual na região, principalmente, quanto a metais pesados, serão monitorados, a cada 6 meses, lixiviados de rejeitos, águas subterrâneas, espécies vegetais, macrófitas aquáticas, ictiofauna e fauna terrestre, conforme a discriminação apresentada a seguir.

Em amostras obtidas através de testes de lixiviação de resíduos sólidos da usina, serão analisados os seguintes metais: Al, Se, Zn, Cu, Co, V, Ni, Hg, Cr, Mo e As.

Em amostras de águas subterrâneas coletadas em 3 poços da região, serão efetuadas, além de análise física e química completa, as determinações de Cd, Pb, Cu, Cr, As, Ni, Hg, Zn.

Em folhas de chirca e vassoura-branca, espécies vegetais bioacumuladoras, serão monitoradas as concentrações de Cd, Pb, Cu, Cr, As, Ni, Hg, Zn. As amostras de folhas serão coletadas em plantas próximas às estações de monitoramento do ar.

Em macrófitas aquáticas, serão monitoradas as concentrações de Cd, Pb, Zn, Hg, Cr, Ni. As amostras serão coletadas nas barragens da região.

Em duas espécies de peixes - a mais abundante e a mais consumida - serão efetuadas análises de brânquias, fígado e tecido muscular, quanto aos seguintes metais: Cd, Pb, Zn, Hg, Cr, Ni.

Em espécie da fauna terrestre (tuco-tuco) serão feitas determinações de Cd, Pb, Zn, Hg, Cr, Ni.

### 2.4-Sistematização de Dados Cartográficos

Será efetuada uma sistematização de dados cartográficos objetivando:

- criar uma base cartográfica única para o mapeamento das informações levantadas;
- organizar um banco de dados cartográficos em Sistema Geográfico de Informações, utilizando os dados do diagnóstico e do monitoramento ambiental;
- simplificar a comparação temporal e espacial dos diferentes parâmetros avaliados.

### 2.5-Monitoramento Ambiental do Meio Biótico

#### Ambientes Aquáticos

O programa de monitoramento relacionado aos ambientes aquáticos visa avaliar se as medidas adotadas para minimizar os impactos previstos estarão sendo eficientes. Servirá também para detectar eventuais perturbações nesses ambientes que possam surgir em decorrência da operação da usina e que não tenham sido previstos.

A sub-bacia do Arroio Candiota será o principal alvo desse programa de monitoramento. As comunidades bióticas serão os organismos utilizados para avaliar a qualidade ambiental dos ambientes aquáticos.

A metodologia recomendada será a mesma utilizada nas amostragens de avaliação do presente estudo. Sugere-se que sejam amostrados seguintes grupos faunísticos: Peixes e Fauna



Bentônica. A exclusão dos organismos do plâncton justifica-se na medida que esses organismos têm um ciclo de vida bastante curto e não são característicos de rios.

Os peixes são organismos que, apesar de sua mobilidade, apresentam representantes de vários níveis tróficos o que pode ser utilizado para avaliar a estrutura da cadeia trófica do ecossistema. Além disso, existem diversas técnicas de avaliação ambiental que utilizam esses organismos como ferramenta (KARR, 1981; FAUSH et al., 1990).

A fauna bentônica possui um grande potencial como indicadora da qualidade ambiental, uma vez que são organismos fixos ao substrato e, dessa forma, permanentemente expostos aos eventuais agentes causadores de alterações na comunidade biótica. Além disso, as técnicas de amostragem por área ou volume utilizadas para esses animais favorecem a utilização dos dados em técnicas numéricas de integração como a que foi utilizada neste estudo.

Os locais denominados no escopo deste projeto como CAN-01 e CAN-02 serão utilizados como locais de referência. A rede de estações de amostragem consistirá em locais situados a jusante desses e contemplando a localização dos tributários potencialmente contaminantes das águas do arroio Candiota, tais como: saída da estação de tratamento de efluentes da usina; tributários que drenam a zona de mineração; tributários que recebam a carga de esgotos das aglomerações urbanas.

É importante que a rede de locais estipulados coincida com aqueles adotados para monitorar a qualidade das águas sob o ponto de vista físico e químico, de modo a identificar os parâmetros que estejam associados a eventuais alterações nos atributos das comunidades aquáticas avaliadas.

A periodicidade das amostragens deverá ser trimestral no primeiro ano e semestral nos anos seguintes. A intensificação do programa de monitoramento nos primeiros doze meses de operação da usina visa rastrear os impactos não previstos, podendo propor, se for o caso, alterações na operação da usina para minimizá-los.

A partir das amostragens para monitoramento da estrutura das comunidades aquáticas, serão escolhidas algumas espécies de peixes, um carnívoro topo de cadeia e um iliófago, que estejam presentes na maioria dos pontos de amostragem. Esses organismos servirão para monitorar a bioacumulação de elementos-traço que possam estar sendo disponibilizados ao ambiente através da queima do carvão. Os tecidos muscular e hepático serão analisados através de espectrofotometria de absorção atômica de acordo com metodologia descrita em RAIA RODRIGUEZ (1992). Os elementos-traço analisados serão os mesmos avaliados no diagnóstico das águas superficiais (Quadro 2.20, Tomo II, Volume 2), ou seja, Arsênio, Cádmiio, Chumbo, Cobre, Mercúrio, Níquel e Zinco.

## Ambientes Terrestres

### Vegetação

Embora as comunidades vegetais que ocorrem na região estejam submetidas a distintos usos, aos quais, por sua vez, estão associadas alterações que afetam esses descritores de diferentes maneiras, é fundamental que se estabeleça um programa de monitoramento que seja capaz de avaliar até que ponto a operação da nova unidade poderá acarretar alterações na vegetação.

Através do estabelecimento de uma rede de pontos de amostragem, recomenda-se que sejam visitadas periodicamente áreas cobertas por distintas formações vegetais, em toda a área de influência do empreendimento.

Por ser a vegetação de campo preponderante na paisagem da região, recomenda-se que uma especial ênfase seja dada a essa formação vegetal, através de amostragens qualitativas, em pontos preestabelecidos. Utilizando-se da mesma metodologia empregada no



diagnóstico ambiental, deverá ser feita uma amostragem a cada seis meses, nos dois primeiros anos de operação da nova usina. A partir do terceiro ano e caso os resultados obtidos nas avaliações anteriores o permitam, o monitoramento pode adquirir uma periodicidade anual.

Os pontos que serão monitorados podem estar localizados junto a estações de monitoramento da qualidade do ar, o que permitirá uma adequada avaliação dos efeitos que eventuais alterações dos padrões de emissão da usina acarretarão sobre as comunidades herbáceas.

Assim como os campos têm na sua abundância uma característica que os leva a adquirir uma maior relevância no que se refere ao monitoramento, as matas ciliares, por sua distribuição restrita e sua importância ecológica, tanto com relação à fauna como influenciando a qualidade dos corpos d'água que acompanham, devem ser objeto de avaliação pelo programa de monitoramento.

Para tal, devem ser definidos locais nos quais, com a mesma periodicidade estabelecida para os campos, sejam feitas avaliações das condições gerais da vegetação arbórea, considerando o seu estado geral de conservação e o potencial de regeneração, avaliando tanto as modificações naturais (sucessão) como as causadas por ação humana.

Em função da sua importância como principal corpo d'água do entorno da usina, sugere-se que o Arroio Candiota receba uma atenção no que se refere ao monitoramento da vegetação ribeirinha, considerando não só as matas ciliares como também os locais de ocorrência de vegetação aquática que ocorrem ao longo do arroio.

Os ambientes de banhado são fundamentais para a manutenção de uma fauna diversa e extremamente sensível à modificações na disponibilidade e na qualidade da água armazenada nesses locais. Um controle da situação desses ambientes é importante para a manutenção de condições que viabilizem a sobrevivência das espécies dependentes desses locais.

Os programas acima descritos visam avaliar os efeitos da operação da usina sobre as comunidades vegetais. Com vistas a monitorar o efeito das emissões atmosféricas sobre a fisiologia das plantas da região, sugere-se o desenvolvimento de um programa de biomonitoramento ativo. Sugere-se, para tanto, o emprego da mesma planta utilizada no diagnóstico, qual seja *Lolium multiflorum* (azevém). Como esse tipo de investigação requer pessoal treinado e equipamentos de análise de última geração, será necessário que intensidade do esforço amostral, assim como a localização dos pontos e a periodicidade sejam determinadas a partir do momento em que o empreendedor estabeleça a carga de quem estará esse monitoramento.

### Fauna

O acompanhamento das comunidades animais ao longo de um período extenso certamente forneceria informações muito valiosas sobre a dinâmica do ecossistema frente às perturbações elencadas nesse estudo.

Face ao tipo de efeito causado pelas emissões de gases de uma usina termelétrica, que poderia ser caracterizado como um impacto a longo prazo e não pontual, torna-se imprescindível que a monitorização do ambiente seja realizada também a longo prazo.

Com a intenção de tornar exequível esta tarefa, pode-se eleger apenas alguns grupos de fauna, que serviriam como indicadores da qualidade do ambiente e da estrutura de toda a comunidade.

Considerando o problema da acidificação dos corpos d'água em função das emissões aéreas, seria indicado que se acompanhasse a estrutura da comunidade de anfíbios de alguns ambientes situados nas imediações da usina. Estes animais, além de importantes elos na cadeia



alimentar, são bons indicadores da qualidade da água, uma vez que dela dependem para o desenvolvimento de suas fases mais jovens.

Deveriam ser escolhidas estações de amostragem situadas a diferentes distâncias da usina, além de um ponto que não estivesse ao alcance das emissões aéreas (ponto branco). Deve-se atentar também para a duração dos períodos de coleta, pois uma campanha de curta duração pode coincidir com a estação de acasalamento de uma espécie, o que a torna mais conspícua que as demais.

Sugere-se que sejam realizadas amostragens semestrais.

A comunidade de pequenos mamíferos também pode fornecer subsídios para o entendimento da fauna da região, seu status de conservação e tendência evolutiva. Coletas semestrais com armadilhas colocadas em pontos próximos de banhados, por exemplo, poderiam fornecer informações sobre a evolução da estrutura da comunidade permitindo avaliar se as perturbações estão sendo muito intensas e as relações de densidade estão se alterando. A utilização das mesmas estações usadas para as amostragens de anfíbios poderia se mostrar funcional.

A maior ou menor ocorrência de espécies predadoras ou pioneiras, por exemplo, pode servir como indicativo de alteração. Da mesma forma, a presença de espécies exóticas como ratos urbanos pode indicar que a presença humana esteja alterando consideravelmente o ambiente, e precisam ser tomadas medidas para reverter esta tendência.

### 6.3-Medidas Mitigadoras

#### 6.3.1-Medidas Mitigadoras para o Meio Ar

##### Abatimento de Material Particulado

Sendo o teor de cinzas totais no carvão característico de Candiota 52,5%, e o de cinzas leves cerca de 85% das totais, resulta que as cinzas leves correspondem a 44,6% do peso do carvão ROM. Esta cifra por si já demonstra a absoluta necessidade de se prover a usina de meios de retenção deste material.. Modernamente, o abatimento de MP em usinas termelétricas a carvão pulverizado emprega ou precipitadores eletrostáticos (a grande maioria) ou filtros de manga.

Outra alternativa é usar, concomitantemente, um carvão beneficiado ( com maior poder calorífico, menor teor de cinzas e provavelmente menor teor de enxofre) com precipitador eletrostático que não tenha como limitante a elevadíssima eficiência a alcançar. Esta alternativa carece de estudos maiores, uma vez que os carvões de Candiota são de difícil beneficiamento, mas poderão ser uma alternativa futura.

Assim, desconsiderando outras técnicas em estágio de experimentação e/ou demonstração, passamos a comentar as duas alternativas atualmente empregadas para a remoção de MP de grandes vazões de gases.

##### Filtros de Mangas

O método de filtros de mangas corresponde a uma verdadeira filtragem dos gases através de mangas de tecido, que retêm as partículas sólidas permitindo a passagem dos gases.

Com o tempo, cresce o grau de ocupação dos espaços disponíveis para a passagem do gás, até atingir a saturação e o conseqüente estancamento do fluxo. O processo de entupimento do filtro se traduz em perda de carga excessiva através do tecido, redução do fluxo de gases, desbalanceamento da tiragem dos gases da caldeira, etc.



Depreende-se que, seria necessária uma enorme quantidade de mangas para filtrar os gases das caldeiras do 1ª Máquina da UTE Candiota III. De qualquer modo, esta técnica tem a vantagem de apresentar altas eficiências de coleta (99,7-99,8%), tornando-a indicada para a situação que prevê uma eficiência de coleta de 99,7%.

Entretanto, tem as seguintes desvantagens: exigência de freqüente substituição das mangas, perdas de carga elevadas, gastos com energia para movimentar os gases, susceptibilidade a temperaturas um pouco acima das estipuladas pelo fabricante do tecido, etc.

Estima-se que os custos de manutenção destes equipamentos onerem a energia gerada pela usina em 5 a 10 US\$ mills/kWh.

Vale citar que no Brasil não há experiência com este tipo de equipamento em usina termelétrica de grande porte, razão pela qual a empresa licitante vencedora do edital de privatização deverá estudar criteriosamente a possibilidade de sua adoção para a UTE Candiota III - 1ª Máquina.

### Precipitadores Eletrostáticos

A medida mitigadora básica, que pode ser adotada pelo empreendedor para o abatimento da contaminação atmosférica por particulados é a instalação de precipitadores eletrostáticos com uma eficiência combinada de 99,7%.

A eficiência de operação dos precipitadores eletrostáticos pode ser correlacionada com a capacidade da massa de gases lançados na atmosfera, pois o valor desta variável aumenta com a concentração de MP na pluma.

Assim sendo, a instalação de opacímetros na chaminé da UTE Candiota III - 1ª Máquina facilitará sobremaneira o acompanhamento e controle da qualidade de MP emitido na atmosfera.

Estes equipamentos têm longa tradição de uso em usinas termelétricas a carvão devido a sua confiabilidade e eficiência, principalmente em sistemas com alta carga de cinzas.

Apresentamos a seguir informações básicas sobre precipitadores eletrostáticos.  
As vantagens destes equipamentos são:

- altas eficiências;
- longas campanhas operacionais e baixos custos de manutenção;
- nível de confiabilidade só ultrapassado levemente pelos filtros de manga ou similares;
- possibilidade de emprego, tanto em temperaturas elevadas (pelo menos até 700 °C) como em temperatura ambiente. São capazes de remover tanto particulados secos como vapores úmidos de ácidos e alcatrões;
- baixas potências operacionais;
- possibilidade de ajuste de sua eficiência em função do tamanho;
- baixas perdas de carga (10-20mm H<sub>2</sub>O) e diferenciais de temperatura, se convenientemente isolados.

Dentre as restrições, podemos citar:

- altos custos de instalação;
- restrição na eficiência de coleta para certos materiais.

Diversos fatores influenciam o funcionamento dos precipitadores, quais sejam:



- a geometria do eletrodos tem influência na corrente e voltagem necessárias para iniciar o corona;
- a composição dos gases é igualmente importante: os gases inertes, tais como  $N_2$  e  $H_2$ , não sofrem influência dos elétrons para formar íons negativos;
- a temperatura tem influência marcante pois, quanto maior, menor será o potencial de partida do corona;
- o campo elétrico, por sua vez, é influenciado pela intensidade da corrente e distância entre eletrodos, além de outros fatores.

Um dos fatores que deve ser ressaltado é a resistividade do material a ser coletado. A corrente do eletrodo para a placa deve ultrapassar a camada de cinza, no caso, a fim de chegar à massa. No caso de precipitadores secos, se a resistividade das cinzas for alta, haverá uma queda de tensão que prejudicará seu desempenho. As partículas de negro-de-fumo, por exemplo, têm resistividade tão baixa que, ao entrarem em contato com a placa, perdem sua carga e voltam ao fluxo de gases. No outro extremo, tem-se a alumina, cuja carga quase não se dissipa. No caso de adotar-se a injeção de calcário pulverizado, para atender ao padrão de emissão de  $SO_2$ , novo fator deve ser considerado, que é a influência destes particulados de calcário na resistividade da carga principal.

A queima de carvão contendo enxofre termina por gerar principalmente  $SO_2$  e  $SO_3$ , sendo estes em baixas proporções ( $< 0,5\%$ ). Se o  $SO_2$  for adsorvido pelas cinzas volantes, normalmente a baixas temperaturas, reduz a resistividade das cinzas, facilitando sua captação pelo precipitador.

Finalmente, convém lembrar que o custo dos precipitadores está diretamente ligado a seu tamanho e, conseqüentemente, com sua eficiência.

### Dessulfuração de Gases de Combustão

O abatimento de  $SO_2$  em gases de combustão a fim de evitar problemas de contaminação atmosférica teve como marco importante a instalação de sistemas de dessulfuração nos anos 30 na Inglaterra, que após o tratamento para a remoção de sólidos, os efluentes dos lavadores eram lançados no rio.

Dentro da evolução na busca de soluções tecnológicas e econômicas para a dessulfuração de gases oriundos da queima de carvão em usinas termelétricas, vale citar como exemplo que equipamentos, processos, operação, custos, escala, não são facilmente otimizados, principalmente quando contrapostos a soluções econômicas imediatas mais atrativas.

No presente estudo, conforme os resultados fornecidos pelo programa de dispersão atmosférica, as condições do ar na área de estudo continuarão atendendo aos padrões de qualidade após a implantação do empreendimento 1ª Máquina da UTE Candiota III com o atendimento aos padrões de emissão estabelecidos pela FEPAM.

Convém salientar que as resoluções do CONAMA, principalmente a de nº 003, estabelece os padrões de qualidade do ar considerando, dentre outros fatores, a contínua deterioração da qualidade da atmosfera em algumas áreas e o conseqüente decréscimo da qualidade de vida, bem como a promoção de uma coordenação técnica e administrativa nas medidas de controle da poluição do ar, adotadas por entidades governamentais locais e regionais.

Conforme análise apresentada no Tomo II, baseada no programa matemático de dispersão atmosférica, com a entrada em operação do 1ª Máquina da UTE Candiota III, a qualidade do ar na região de estudo permanecerá boa atendendo aos padrões de qualidade definidos pela legislação federal. No entanto, a FEPAM ainda limita a emissão de  $SO_2$  na chaminé em  $2.000 \text{ mg/Nm}^3$  com a usina operando a 80% de sua capacidade.



Conforme se pode observar, o emprego de carvão característico, sem tratamento prévio de remoção de enxofre, exigiria a remoção de 50-60% do SO<sub>2</sub> dos gases de combustão.

É forçoso antecipar, independentemente de qualquer apreciação que, caso se mantenha a característica técnica do empreendimento, esta remoção de SO<sub>2</sub> somente pode ser atingida através de um processo com larga utilização de equipamentos e processos próprios de dessulfuração.

A redução das emissões de compostos de enxofre na atmosfera pela queima de carvão pode ser realizada de diversas maneiras. É usual classificar estas modalidades centrando-as na combustão, podendo-se, no entanto, atuar antes, durante ou após esta operação. As soluções antes da combustão incluem a substituição do combustível ou sua mistura com outro de menor teor de enxofre, bem como sua conversão ou beneficiamento, conforme mencionado anteriormente.

As duas primeiras possibilidades teriam implicações que provavelmente fugiriam do escopo referencial do empreendimento em questão. De qualquer modo, a conversão do carvão a combustíveis gasosos ou líquidos para posterior queima, apesar de contemplar as emissões de poluentes de maneira muito eficiente, ainda não possui competitividade econômica com a tradicional queima de carvão pulverizado e dessulfuração dos gases durante ou após a combustão.

Quanto ao beneficiamento, trabalhos recentes estão animando os mineradores pois, ao que parece, lograram resultados positivos na lucratividade, tal como a redução de parte do enxofre do carvão.

A partir destas considerações, é possível limitar o campo da dessulfuração aplicado ao empreendimento já definido, e sucintamente descrever sistemas mais usados atualmente em termelétricas a carvão e alguns em fase de implementação e estudo, quais sejam:

- processo de leito circulante;
- processo Wellman-Lord;
- processo cal/calcário;
- processo álcali duplo;
- processo de secagem por pulverização ("spray-drying");
- outros processos.

#### Processo de Leito Circulante

Os gases de combustão, previamente despoeirados ou não, são dirigidos para a parte inferior de um reator. Concomitantemente, é injetado o absorvente, isto é, cal, sob forma de pó ou lama. No primeiro caso, os gases de combustão arrastam as partículas do absorvente, estabelecendo-se uma diferença de velocidade entre gases e partículas. Em qualquer situação, as partículas menores são arrastadas para o corpo do reator.

No caso da cal hidratada da solução aquosa, ela é atomizada através de bicos injetores. Asperge-se água na base do reator com o objetivo de reduzir a temperatura dos gases até o mais próximo possível do ponto de orvalho, melhorando, com isto, a eficiência de conversão do SO<sub>2</sub>.

Após a passagem pelo reator, tanto os gases como os sólidos que reagiram ou não são dirigidos a um coletor mecânico para o abatimento de parte dos particulados de maior diâmetro e massa. A seguir, passam por um abatedor de alta eficiência tal como um precipitador eletrostático ou filtro de mangas.

Após a passagem pelo abatedor de alta eficiência, os gases são reaquecidos e enviados à chaminé.

Por possuir um reator simples (compacto, sem partes móveis ou controles sofisticados), o processo de leito circulante tem custo de implantação inferior ao do sistema "spray-dryer".



Dentre as desvantagens, incluem-se: possibilidade de erosão no revestimento do reator e condutos de gases, bem como utilização de um reagente mais caro que o calcário, confiabilidade do instrumental de análise e, principalmente, a operação não comprovada com um carvão com teor de cinzas 2,5 vezes maior do que o carvão mencionado.

### Processo Wellman-Lord

O Processo Wellman-Lord de dessulfuração pós-combustão foi inicialmente desenvolvido para usar sulfito-bissulfito de potássio. Como base, usa o decréscimo de solubilidade do pirossulfito de potássio a baixas temperaturas a fim de concentrar o  $\text{SO}_2$ .

O gás é inicialmente lavado com água ou solução de ácido sulfúrico para remover particulados e  $\text{SO}_2$ , a seguir, o gás entra em contato com uma solução de sulfito de potássio que remove o  $\text{SO}_2$ .

Uma parte desta corrente é resfriada para converter o bissulfito a pirossulfito, assim cristalizando esta forma menos solúvel, e os cristais de pirossulfito são removidos diluídos em água para formar uma lama e, após, submetidos a retificação com vapor d'água. A separação do pirossulfito como um sólido promove a concentração do  $\text{SO}_2$  neste composto.

Sob condições ótimas, cada quilograma de  $\text{SO}_2$  produzido requer 4 a 5 kg de vapor. O vapor que deixa o topo da retificadora é uma mistura saturada de vapor d'água e  $\text{SO}_2$ . O condensado, que é uma solução saturada de  $\text{SO}_2$  em água, retorna à retificadora. Esta solução pode alimentar uma planta de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , onde o  $\text{SO}_2$  é inicialmente reduzido a enxofre elementar; que pode ser vendido como tal.

Os testes iniciais revelaram um desempenho razoável, mas principalmente o preço dos sais de potássio e suas características de solubilidade obrigaram a mudança para sais de sódio. Já no início da década de 70, este processo operava em pelo menos 10 plantas comerciais, basicamente indústrias químicas e caldeiras a óleo nos Estados Unidos e Japão.

Os gases de combustão do carvão entram em um lavador, onde são resfriados, sendo removidos principalmente os cloretos e particulados. Esta remoção objetiva reduzir o potencial de corrosão no equipamento a jusante e controlar o aumento da concentração dos sólidos que se ligam aos cátions sódio, requerendo maior consumo de reagente.

Após o lavador, os gases se dirigem a uma torre absorvedora, passando em contracorrente com uma solução recirculante de sulfito de sódio. Nesta fase, o  $\text{SO}_2$  reage com o sulfito, formando bissulfito e pequenas quantidades de sulfato de sódio.

Os vapores formados no retificador e evaporador, consistindo de água e  $\text{SO}_2$ , são comprimidos para posterior utilização em uma planta de ácido sulfúrico ou de enxofre.

### Pode-se enumerar as seguintes vantagens do Processo Wellman-Lord:

-as operações unitárias são fundamentalmente simples, desta maneira resultando um desempenho seguro, além de permitir flexibilidade na escolha do produto final;

-o  $\text{SO}_2$  recuperado pode ser usado para produzir enxofre elementar de pureza elevada, ácido sulfúrico ou  $\text{SO}_2$  líquido;

-pode ser obtida uma eficiência acima de 95% na remoção de  $\text{SO}_2$ ,



-existe experiência acumulada, originalmente em beneficiamento de minérios, plantas de ácido sulfúrico, caldeiras a óleo, refinarias de petróleo e, mais recentemente, em termelétricas a carvão;

-a unidade de ácido sulfúrico é relativamente pequena devido à alta concentração de  $\text{SO}_2$  recuperado;

-o volume de rejeitos é pequeno em comparação com o proveniente de processos não regenerativos;

-permite flutuações na descarga de gases e nas concentrações de  $\text{SO}_2$  devido à possibilidade de utilização de tanques de compensação na alimentação da coluna de absorção. Identicamente, é possível a parada eventual do sistema de regeneração, pois o contato do  $\text{SO}_2$  só ocorre no absorvedor;

-em casos de espaço exíguo, é possível colocar o sistema de regeneração longe da coluna de absorção, além do que o sistema de regeneração pode servir a mais de um fluxo de gases.

#### Como desvantagens do Processo Wellman-Lord, podemos citar:

-é, em média, mais dispendioso do que outros processos em uso mais corrente atualmente;

-exige quantidades apreciáveis de vapor, resultando em rebaixamento da potência disponível da caldeira ou em necessidade de geração de vapor adicional;

-exige um teor muito baixo de particulados nos gases, pois o evaporador deve-se manter livre de particulados;

-há registros de ocorrência de problemas de corrosão nos tubos de evaporação;

-exige materiais tais como revestimentos plásticos, aço inox ou ligas especiais.

#### **Processo Cal/Calcário**

A aplicação comercial deste processo remonta à década de 30 em termelétricas a carvão na Inglaterra. Inicialmente, os produtos resultantes eram lançados em rios mas, posteriormente, passaram a ser decantados, sendo a água clarificada resultante utilizada no processo. Desde então, esta tem sido a base dos processos que empregam cal/calcário.

Após a remoção de material particulado por meio de precipitadores eletrostáticos ou filtros de manga, os gases são dirigidos a um pré-saturador ou diretamente ao reator, onde são resfriados e umedecidos.

Convém notar que alguns sistemas aproveitam este primeiro passo no processo para reduzir a quantidade de material particulado seja para evitar contaminantes nos possíveis subprodutos aproveitáveis (basicamente gesso para as mais variadas aplicações), seja para isolar elementos, tais como cloro, sódio, etc, que influem tanto nas características do gesso como na cinética química das reações subseqüentes.

As reações de oxidação e neutralização, tanto para o cal quanto para calcáreo, não têm tempo conveniente para se processar em um tanque localizado no fundo do absorvedor ou fora dele. A solução é continuamente recirculada do tanque para o absorvedor. Uma parcela do fluxo circulante deste circuito é purgada e lançada em um espessador; o líquido sobrenadante retorna ao



circuito do absorvedor, enquanto a descarga de fundo é enviada para uma lagoa de decantação ou filtros para a remoção adicional de água.

No topo do absorvedor, os gases passam por um eliminador de gotas, que é um dos pontos importantes do equipamento, pois sua ineficiência pode criar problemas de corrosão e incrustações nos dutos e abafadores a jusante. Por outro lado, o próprio eliminador acaba apresentando obstruções no local onde muitos fabricantes injetam parte da água de reposição para lavagem.

Após a saída do eliminador de gotas, os gases são reaquecidos a fim de evitar corrosão ácida nos componentes a jusante do lavador e mesmo a aspensão destas gotículas em volta da usina, e também melhorar sua penetração na atmosfera.

Pode-se pensar em uma combinação deste processo juntamente com outros processos de reaquecimento, mas então aumentam os fatores a controlar, e o sistema perde flexibilidade.

### Processo Duplo Álcali (Dual Alkali Scrubbing Process)

Este processo emprega uma solução com base no sódio para a absorção do  $\text{SO}_2$ . A solução resultante reage com outra, tal como cal ou calcário, para precipitar o  $\text{SO}_2$  absorvido sob forma de sulfito e/ou sulfato de cálcio, regenerando a primeira solução.

O usual é a utilização de soda cáustica, resultando na solução de absorção a própria solução original ( $\text{NaOH}$ ), sulfito de sódio ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ), sulfato de sódio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) e carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ).

Note-se que o resultado final é basicamente o mesmo do processo cal/calcário, ou seja, o  $\text{SO}_2$  é absorvido, cal ou calcário é consumido, e, dependendo do grau de oxidação, é produzida lama de sulfito e/ou sulfato de cálcio, conforme ocorre no processo cal/calcário. A diferença reside no fato de poder-se contactar o  $\text{SO}_2$  com uma solução de sais altamente solúveis, evitando, em princípio, problemas com incrustações.

Os gases de combustão provenientes da caldeira são resfriados e saturados, passando então pelo absorvedor. Este equipamento consiste normalmente de uma torre com bandejas ou similar, contendo um eliminador de gotas.

Neste reator, tem-se pois o circuito primário de absorção, onde ocorrem as reações de: absorção/dissolução/neutralização e como os gases de combustão possuem oxigênio, ocorre igualmente uma oxidação:

#### Dentre as vantagens do processo álcali duplo, podemos citar:

- custos relativamente baixos;
- altas eficiências (> 85%);
- a solução no absorvedor reduz os problemas de incrustação, erosão, etc., aumentando a disponibilidade do sistema.

#### Dentre as dificuldades podemos enumerar:

- adoção de materiais especiais no circuito primário de gases e soluções;
- maior complexidade no controle devido à existência de dois ciclos reativos;
- custo adicional da reposição do íon sódio, que provém de outro Estado sob forma da barrilha.



### Processo de Secagem por Pulverização (Spray Drying)

Este processo tem origem nos secadores utilizados há mais de meio século em diversas indústrias e o interesse no emprego desse processo em usinas termelétricas convencionais provém da simplicidade do equipamento e facilidade de manuseio dos resíduos gerados.

Neste processo, os gases da caldeira, normalmente após o pré-aquecedor de ar, são introduzidos em um vaso cilíndrico de fundo único, através de um distribuidor-dispersador.

Concomitantemente, é pulverizado um líquido contendo um reagente alcalino, de modo a formar uma nuvem de gotículas a partir do topo do vaso de reação.

Desta forma, é promovido o contato do gás com a superfície das gotículas, ocorrendo a absorção dos componentes reativos dos gases e evaporação da água das gotículas.

O  $\text{SO}_2$  e outros componentes absorvidos reagem com os reagentes alcalinos, formando principalmente sulfatos e sulfitos. A eficiência de remoção de  $\text{SO}_2$  é função da citada relação volumétrica, variando no mesmo sentido.

Parte do pó, juntamente com parte das cinzas, é em muitos sistemas removida no fundo do vaso. O restante é captado na saída do reator, sendo usual a colocação de filtros de manga para tal. O uso deste equipamento é justificado por sua boa eficiência de captação, além de nele se completar a absorção do  $\text{SO}_2$ , pois o leito (placa) contendo reagente não utilizado formado sobre o tecido da manga é atravessado pelo gás.

Os reagentes alcalinos normalmente utilizados consistem de uma solução de cal ou barrilha. As reações que ocorrem são as mesmas de processos já abordados, sendo o resultado a formação de sulfito e sulfato de cálcio respectivamente.

A eficiência de remoção de  $\text{SO}_2$  é função da relação entre Ca ou Na e S. O consumo de reagente é significativo quando se deseja maior eficiência (acima de 85%).

O fator de importância capital neste processo é o fato de a eficiência de remoção ser tanto maior quanto mais próxima a temperatura dos gases no reator for da de saturação adiabática, sendo usual operar com valores de 10 a 20 °C acima destes limites.

Este fator, juntamente com o teor de  $\text{SO}_2$  nos gases de saída, são as variáveis de controle do processo: a primeira determina a qualidade d'água alimentada ao pulverizador, e a segunda, a concentração do reagente.

#### As vantagens deste processo centram-se em:

- baixa perda de carga;
- menor consumo d'água em comparação com os tradicionais lavadores;
- geração de produtos com características físicas semelhantes às das cinzas volantes.

#### Como desvantagens, podemos citar:

- acréscimo nas cargas de particulados;
- utilização de pulverizadores rotativos ou fixos, que exigem cuidados de manutenção.

Este equipamento é usualmente colocado a montante do coletor de pó (filtro de manga ou precipitador eletrostático) e, portanto, a introdução de reagente aumenta a carga de partículas a remover.



Como a experiência mundial com este sistema está ligada a carvões com teor de cinza de 2 a 7 vezes menor que a de Candiota, seria recomendável sua experimentação prévia já que, apesar de o precipitador eletrostático manter ou mesmo melhorar sua eficiência com o aumento da carga de pó, a introdução de alcalinos aumenta a resistividade dos particulados; no entanto, a diminuição de temperatura e aumento de umidade tendem a contrabalançar este efeito.

### Outros Processos

Neste item, listamos sumariamente alguns processos de interesse para Candiota pela simplicidade e/ou economicidade, de menor representatividade ou em estágio experimental.

Assim, dentro da mesma classificação do processo "spray-drying" (semi-seco), encontramos o em que cal ou calcário é injetado em zonas de maior temperatura, onde a reatividade é elevada; após o resfriamento dos gases com água aspergida em um reator como o descrito no processo de leito circulante, é reativada a absorção do  $SO_2$ . Este processo já foi aplicado em usinas do porte da de Candiota III, com remoções superiores a 80%, custos de investimentos inferiores aos dos tradicionais cal/calcário e menor consumo d'água.

O processo envolvendo tão somente a injeção de cal na caldeira, atinge rendimento de 60% de remoção de  $SO_2$ , a um custo inferior ao de um sistema cal/calcário e, este sistema, face à disponibilidade de calcário na região, poderá ser viável dependendo de análise econômica.

Convém alertar que estes processos, quando aplicados em caldeiras existentes, exigem algumas modificações, terminando por afetar o equipamento de remoção de particulados (de maneira positiva ou negativa), seja pelo aumento de carga de pó ou pela alteração da resistividade da mistura de cinzas volantes e sulfatos/sulfitos. Uma de suas vantagens é a ausência de equipamentos de remoção d'água, ou seja, a obtenção de resíduos secos.

Um outro processo em fase de estudos é o denominado "queima multiestágio com injeção de sorventes". Esta técnica, em nível de demonstração, utiliza queimadores com injeção de ar em estágios, a fim de reduzir a geração de  $NO_x$ , juntamente com a introdução de um sorvente pulverizado, como cal, para controlar o  $SO_2$ . Ao entrar na fornalha, a cal é calcinada, formando  $CaO$  que, por sua vez, reage como o  $SO_2$  e oxigênio, formando sulfato (esta alternativa será proposta adiante como possibilidade de estudo conjunto com CIENTEC).

Os gases carregam para posterior coleta tanto o sulfato como as cinzas e a parcela do sorvente que não reagiu. A quantidade de  $SO_2$  removida depende do tipo da fornalha, tipo e quantidade de reagentes usados e tempo de contato entre o sorvente e os gases. As experiências têm apresentado resultados díspares (a própria EPA não obteve resultados conclusivos com este sistema).

Os sistemas semi-úmidos, entretanto, têm-se utilizado destas experiências, acrescentando a umidificação posterior. De qualquer modo, o sistema de queima multiestágio com injeção de cal/calcário já tem atingido 50 a 60%, e até 70% em alguns casos, de remoção simultânea de  $SO_2/NO_x$ . Novamente, o aumento da carga de pó, alteração da resistividade elétrica, incrustação, etc., são os problemas a superar.

Um outro processo em estudo é a requeima com gás e injeção de sorvente. Com aplicação prevista para caldeiras existentes, utiliza gás natural (na proporção de 10 a 20% da energia do combustível total utilizado) acima da zona principal da queima. A queima se realiza com o excesso de ar e produz altos teores de  $NO$ . A combustão rica do gás forma uma zona redutora; o  $NO$  reage com os hidrocarbonetos, formando  $N_2$  e outros derivados de nitrogênio. Ar é injetado logo após para queimar estes derivados e o restante do combustível.

A eliminação  $SO_2$  pode ser feita por injeção de sorvente através do ar que serve para a queima do gás. Assim, esta técnica evita os queimadores em estágio que produzem menores



teores de  $\text{SO}_2$ , e abate parte do  $\text{SO}_2$ , mas apresenta o agravante de produzir uma chama longa. É prevista uma redução de 60% de  $\text{NO}_x$  e 50% de  $\text{SO}_2$ . O combustível não é necessariamente um gás natural, mas este tem a vantagem de se misturar facilmente com os produtos de combustão da zona principal e ser facilmente queimado. Esta seria uma oportunidade de utilização, principalmente nas caldeiras existentes, do gás natural que o RS pretende importar da Argentina. Isto levaria à diminuição da concentração dos compostos de nitrogênio e enxofre gerados nas caldeiras, aliviando assim os requisitos impostos às novas caldeiras.

Em outro processo em pesquisa utilizando um combustor, o carvão finamente moído é arrastado pelo ar em movimento rotacional e queimado, atingindo potencialidades de  $9 \times 10^6$  kcal/m<sup>3</sup>. Grande parte (90%) da cinza líquida é removida pela parede do combustor.

O  $\text{NO}_x$  é em parte removido pela adição progressiva de ar, e o  $\text{SO}_2$ , por um sorvente à base de cálcio. Sua aplicabilidade é dirigida para a substituição tanto de combustores a óleo e gás, como ciclônicos a carvão. Estes exigem carvões contendo cinzas de baixa temperatura de fusão e baixo teor de  $\text{NO}_x$ . De qualquer modo, exigem projeto específico de fornalhas para caldeiras novas, refratários especiais, etc. Seguramente, sua aplicabilidade ao caso do carvão de Candiota é muito remota queimando carvão convencionalmente, com equipamento de remoção de particulados;

Dentre os vários processos existentes ou possíveis, vale a pena citar alguns que possam eventualmente ser estudados mais a fundo.

O processo sulfato de amônia utiliza amônia anidra para reagir com  $\text{SO}_x$  (seja diretamente ou a partir da oxidação do  $\text{SO}_2$  a  $\text{SO}_3$ , ou através de um composto intermediário), com o objetivo de obter sulfato de amônio, fertilizante que incorpora enxofre e nitrogênio.

A primeira alternativa, ou seja, reação direta com amônia, formação de sulfitos, bissulfitos e sulfatos, e posterior oxidação dos dois primeiros a sulfato, foi aplicada na Alemanha no início dos anos 80 em uma caldeira de usina termelétrica.

Por outro lado, o fornecimento de amônia no RS, custos, envolvimento da usina, comercialização, etc., devem sempre ser intensivamente avaliados ao se estudar esta alternativa.

Podem ser citados outros processos, cuja aplicação se deu no início da fase de redução dos compostos de enxofre gerados pela combustão de carvão.

No processo via lama de magnésia, este reagente absorve o  $\text{SO}_2$ , e é posteriormente regenerado por via térmica.

A absorção por carvão ativado (Lurgi) e regeneração térmica é outro processo que pode ser listado. Pode-se verificar que, à medida que a gama de processos se estende, o nível de confiabilidade do processo se reduz, devido à falta de experiência continuada e até ao tamanho das unidades fornecidas pelos fabricantes.

Não devemos perder de vista que o custo e complexidade operacional são fatores de extrema importância e determinam a economicidade dos processos para cada caso.

#### Proposta de Estudo de Alternativa Regional para Dessulfuração

A dessulfuração na combustão de carvão em empreendimentos de grande porte (usinas termelétricas e/ou plantas cativas de unidades industriais) que empregam carvão pulverizado como combustível, passará, por força de lei, a ser exigida pelos órgãos de controle ambiental dos Estados da Região Sul do Brasil, especialmente Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Desnecessário dizer que em alguns casos como por exemplo Candiota, a necessidade do controle das emissões de  $\text{SO}_2$  reveste-se de especial importância devido às quantidades de carvão manuseadas e a proximidade do Uruguai.

A retomada do Empreendimento Candiota III, conforme Decreto Lei nº 9.143 de 8/12/95 que federaliza a dívida da CEEE e repassa à iniciativa privada a responsabilidade pela instalação de uma máquina de 350 MW junto ao sítio de Candiota II, exigirá, conforme Documento Ofício FEPAM/GAB/258-96, o tratamento dos gases de combustão visando a remoção de  $\text{SO}_x$ .

Deste modo, Companhias como a ELETROSUL e, sobretudo, a CEEE, devem, a partir deste momento, buscar a alternativa tecnológica que permita o atingimento dos padrões de emissão exigidos pelos órgãos de controle ambiental. Dentre as tecnologias disponíveis a nível mundial, a CEEE identifica a DESSULFURAÇÃO A SECO COM CALCÁRIO como sendo a alternativa que permitirá o tratamento adequado à remoção do  $\text{SO}_x$  em processos de combustão, o conseqüente atingimento dos padrões de emissão estabelecidos e, o que é mais importante, o emprego de um agente dessulfurante, neste caso o calcário, abundante no Estado do RS e, em particular, na região de maior potencial termelétrico a carvão que o País possui.

A opção pela dessulfuração a seco usando calcário, entretanto, exige um estudo que envolva entre outros:

- seleção do calcário mais adequado ao uso previsto, levando-se em consideração aspectos como pureza e reatividade e o tipo de processo de queima dos diversos carvões.

- definição da melhor forma de injeção do agente dessulfurante;

- avaliação dos rendimentos obtidos com relação à dessulfuração e suas implicações sobre outras variáveis operacionais. Isto é, o processo de dessulfuração na combustão do carvão pode ser detrimental ao abatimento de material particulado nos precipitadores eletrostáticos.

- monitoramento contínuo das emissões aéreas visando o estabelecimento, quanto ao abatimento global, da melhor relação  $\text{Ca} / \text{S}$ ;

- definição da melhor forma de disposição/aplicação dos subprodutos gerados, entre eles  $\text{CaSO}_4$  (gesso), tendo em vista, basicamente, sua composição e pureza, o que poderá justificar a instalação, na região, de indústria de materiais de construção (agregados leves).

### 6.3.2-Medidas Mitigadoras para o Meio Água

O efluente líquidos global da Usina Termelétrica de Candiota III-1ª Máquina é constituído por correntes provenientes das seguintes operações:

- pré-tratamento da água;
- desmineralização da água
- lavagem de pisos e equipamentos;
- resfriamento de mancais;
- armazenamento de óleos diesel e combustível;
- coleta de águas pluviais;
- efluente do tratamento do esgoto doméstico.

Baseado na caracterização do efluente global da Usina Termelétrica Presidente Médici apresentada no relatório "Alternativas de Tratamento dos Efluentes Líquidos da Usina Termelétrica Presidente Médici (UTPM)", realizado em 1985/1986, foi implantado um sistema de tratamento composto de quatro bacias que operam em série, duas a duas alternadamente. A primeira bacia da série funciona com bacia de sedimentação. O efluente tratado é transferido, através de vertedores, para a segunda bacia que funciona como bacia de polimento. Está previsto



o reaproveitamento, no sistema de abatimento de cinzas de fundo, de parcela do efluente tratado nas bacias.

Deve-se considerar que, a exemplo da UTPM-B, o projeto da usina UTE Candiota III prevê um tratamento específico de neutralização do efluente do sistema de desmineralização d'água, o que se reflete em menores variações de pH do efluente. Além disso, serão construídas caixas separadoras de óleos em todos os pontos de purga do sistema que tenham, mesmo que eventualmente, a possibilidade de conter óleo.

O tratamento do efluente global, no sistema de bacias, consiste basicamente da remoção de sólidos suspensos e óleos e graxas, além correção de pH quando necessário. A sua operação prevê as seguintes etapas:

- remoção de material grosseiro por gradeamento;
- medição de vazão em calha Parshall;
- sedimentação dos sólidos;
- remoção, transporte e disposição do material sedimentado nas bacias em cavas mineradas;
- ajuste de pH;
- reaproveitamento no processo industrial de parcela da água tratada (em estudo).

Considerando as análises efetuadas no efluente tratado da UTPM e os tratamentos específicos previstos no projeto da Usina, é esperado que o sistema de bacias empregado seja efetivo na remoção de sólidos, óleos e graxas

Análises efetuadas na corrente que alimenta o sistema de bacias evidenciaram que não há comprometimento do efluente global com relação a metais, não requerendo, portanto, tratamento específico.

Com relação ao esgoto doméstico, vale citar que a nova unidade contará com um sistema de tratamento similar ao existente na UTPM-B, composto de 4 fossas sépticas e 2 filtros. A observação de altas concentrações de coliformes fecais no efluente global indica a necessidade do emprego de cloro no tratamento.

### 6.3.3-Medidas Mitigadoras para o Meio Solo

As medidas mitigadoras de impacto ambiental quanto à Usina consistirão das obras de preparação do sítio onde será localizada a UTE Candiota III, seu posterior tratamento paisagístico e deposição adequada de cinzas.

Com relação a às obras de preparação do sítio e seu posterior tratamento paisagístico, estas influirão de forma decisiva na redução dos seguintes impactos ambientais:

- Erosão acelerada;
- Assoreamento;
- Instabilidade/movimentos de massa;
- Impactos visuais;
- Níveis de poeira e ruídos.

### Implantação da Usina

O projeto executivo para a 1ª Máquina da UTE Candiota III deverá prever ações que caracterizam medidas mitigadoras quanto à erosão, assoreamento e movimentos de massa (instabilidade dos terrenos), tais como:

- Execução de aterros;
- Camada drenante de areia para fundação de aterros;



- Drenos para fundação de aterros;
- Segmento de drenos com tubos não perfurados;
- Caixas de descarga e de conexão dos drenos;
- Valetas de proteção;
- Poços de visitas;
- Coletores de águas pluviais;
- Reaterro das cavas dos coletores;
- Cabeceiras de entrada dos coletores de águas pluviais;
- Calhas de descida d'água tipos L-1 e L-2 em concreto simples;
- Calhas de descida de água em degraus;
- Drenos profundos;
- Revestimento com pedras rejuntadas com argamassa;
- Enleivamento de taludes, valetas, canaletas, etc.

As finalidades ambientais de algumas ações que podem ser previstas para a implantação da UTE Candiota III- 1ª Máquina estão descritas a seguir:

-A camada drenante de areia tem por finalidade conduzir as águas dos subleitos saturados para dentro dos drenos profundos e daí para fora das fundações dos aterros, evitar as subpressões, bem como servir de fundação dos aterros nos locais de solos moles ou saturados.

-A drenagem para fundação de aterros destina-se à interceptação e remoção das águas do subsolo que possam causar danos à obra ou impedir a execução das fundações dos aterros.

-As valetas de proteção têm por finalidade interceptar e afastar as águas superficiais a fim de proteger os terraplenos dos efeitos da erosão e da infiltração das águas.

-Os poços de visita têm por finalidade permitir o acesso às tubulações da rede de drenagem para a realização de operações de inspeção, desobstrução e limpeza.

-Os coletores de águas pluviais têm por finalidade propiciar a coleta e escoamento das águas superficiais provenientes das áreas externas e internas dos terraplenos que necessitam atravessar os corpos dos terraplenos, dando destino a estas águas conforme limites estabelecidos em projeto.

-As calhas de descida de água tipos L-1 e L-2 têm por finalidade conduzir as águas pluviais por sobre os taludes de aterro das plataformas até o terreno natural ou até algum dispositivo de drenagem específico, tais como valetas de proteção, valas de escoamento, etc.

-As calhas de descida de água em aterros são de dois tipos: as do tipo L-1 destinam-se a captar as águas dos coletores pluviais e as do tipo L-2, as águas provenientes das canaletas de plataformas.

-As calhas de descida de água empregadas em cortes que interceptam pequenos talwegues, têm por finalidade conduzir as águas até a plataforma, onde recebem destinação específica.

-Serão também usadas calhas de descida de água em degraus em plataformas justapostas, que apresentam greides em cotas diferentes, cuja finalidade é evitar o deságüe das águas superficiais sobre as plataformas em cotas inferiores.

-As canaletas de plataforma têm por finalidade a proteção dos terraplenos durante o período entre a conclusão de terraplanagem e a execução da drenagem definitiva, tendo assim caráter provisório.



-As valas de escoamento integrarão todo o sistema de drenagem, dando destino às águas para seus pontos de escoamento natural, no terreno fora dos limites da área da Usina.

-A drenagem profunda destina-se à interceptação e remoção das águas do subsolo que possam causar danos à obra, principalmente ao poder de suporte do solo.

Os drenos profundos são construções constituídas de valas abertas nos locais indicados no projeto e pela fiscalização, munidos de tubos perfurados de diâmetro nominal 0,20 m, assentados sobre 0,07 m de material drenante no fundo das valas; as valas são posteriormente preenchidas completamente com materiais drenantes. Os drenos terão seu material drenante envolto em uma manta de poliéster, tipo Bidin ou similar, e seu topo ligado ao greide do terrapleno, através de um selo de argila, conforme as dimensões indicadas no projeto.

Os perfis (fundos) dos drenos acompanharão os greides dos terraplenos e, no caso de terem declividade inferior a 0,5%, a declividade mínima dos fundos das valas será de 0,5%. As taludes serão na drenagem pluvial e nos taludes, conforme cada caso indicado no projeto.

As caixas coletoras são dispositivos que captam as águas que procedem das canaletas de plataforma para conduzi-las aos coletores pluviais.

O revestimento com pedras rejuntadas com argamassa será empregado nos taludes e fundo das valas de escoamento para protegê-las da erosão.

O enleivamento consiste do assentamento de leivas sobre uma superfície de terra, sendo as leivas torrões de grama de forma retangular ou quadrada, com espessura média de 5 a 7 cm de terra vegetal aderida.

Será executado o enleivamento de todas as áreas verdes, bem como de todas as superfícies possíveis de erosão e com possibilidade de desenvolvimento de grama, tais como:

- Valetas de proteção de cortes e aterros com declividade maior ou igual a 3%;
- Saías-de-aterro;
- Valas de escoamento;
- Taludes de cortes e aterros, etc.

#### **Tratamento Paisagístico**

Visando à atenuação dos problemas de impacto ambiental decorrentes do funcionamento do Pólo Energético de Candiota RS, a CEEE implantou um cinturão florestal de proteção.

A Empresa adquiriu uma área total de 972,5 ha, onde o projeto florestal prevê a proteção de nascentes e cursos d'água, o recobrimento de resíduos e bota-foras, a formação de uma barreira natural contra emanações gasosas e particulados, e, secundariamente, a produção de postes para a distribuição de energia.

A referida área possui as características descritas a seguir:

#### **-CARACTERIZAÇÃO FÍSICA:**

- Área total - 972,5 ha;
- Área líquida utilizável - 450,68 ha;
- Proteção de nascentes e cursos d'água - 27,84 ha;
- Barragem CRM - 16 ha;
- Lagoa de estabilização - 1,28 ha;



**FUNDAÇÃO  
DE CIÊNCIA  
E TECNOLOGIA**

Barragem de captação - 1,60 ha;

Arroio Poacá - 8,96 ha;

Área de bota-fora - 20,0 ha. (estas áreas serão terraplenadas e posteriormente recuperadas com cobertura florestal.)

Quebra-ventos e cortinas de retenção de cinzas e emanações gasosas - 12,0 ha;

Área com floresta para a produção de postes - 363,0 ha.

**-CONDIÇÕES EDÁFICAS:**

De acordo com a capacidade de uso, predominam na área solos Classe IV, sem utilização com cultivos anuais. Suas principais restrições são declive fonte acentuado, solos rasos, pedregosidade.

**-CONDIÇÕES CLIMATOLÓGICAS:** Considerando-se valores normais, ocorreram na região os seguintes elementos climáticos:

Temperatura média anual: 17,7 °C;

Temperatura máxima absoluta: 41,2 °C;

Temperatura mínima absoluta: -4,9 °C;

Média das temperaturas máximas: 23,6 °C;

Média das temperaturas mínimas: 12,5 °C;

Chuva normal: 1.414 mm/ano;

Número de dias de chuva: 94 dias/ano;

Umidade relativa (média anual): 78%.

**-ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS:**

Cercas - as cercas divisórias das áreas florestadas poderão ter caráter provisório, pois sua finalidade básica é não permitir a entrada de animais no período de implantação e manutenção, que se estende por 3 anos. As cercas deverão ter 6 fios de arame - 4 lisos e 2 farpados, fixados por grampos em moirões de 2,20 m de altura, colocados de 4 em 4 m.

Estradas - as estradas internas terão, sempre que as condições topográficas o permitirem, 6 m de largura.

Aceiros - os aceiros externos deverão ter 20 m de largura e ser mantidos roçados e com uma faixa perimetral de 3 m com solo mobilizado (gradeação) para aumentar a eficiência de proteção contra incêndios.

Benfeitorias - serão aproveitadas as estruturas de apoio do antigo viveiro florestal da Vila Residencial, atualmente horta e viveiro da Vila Operária, não sendo necessários investimentos no setor além do acompanhamento para os empregados que executarão os plantios e um pequeno galpão para abrigar equipamentos, defensivos e adubos.

Talhões - os talhões terão forma retangular com largura inferior a 200 m, sempre que as condições de terreno assim o permitirem. Cada talhão terá área inferior a 20 ha, situando-se em média entre 10 a 20 ha.

Estaleiramento - os locais para o futuro estaleiramento de postes serão demarcados por ocasião do plantio.

Espécies a implantar - para definir as espécies a serem utilizadas, é necessário agrupá-las conforme as funções previstas.

Espécies utilizadas para a proteção de nascentes, reservatórios e cursos d'água:



louro-pardo (*Cordia trichotoma*);  
salseiro (*Salix humboldtiana*);  
angico (*Pirapiptadenia rizida*);  
ipê roxo (*Tabebuia ipe*);  
ipê amarelo (*Tabebuia pulcherrima*);  
pau-ferro (*Astronium balansae*);  
timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum*);  
ingazeiro (*Inga marginata*);  
guabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa*);  
pitangueira (*Eugenia uniflora*);  
uvaia (*Eugenia pyriformis*);  
cerejeira (*Eugenia involucrata*).

Espécies utilizadas para o recobrimento de resíduos e bota-foras:  
maricá (*Mimosa bimucronata*);  
caapororoca (*Myrcine umbelatta*);  
camboatá (*Cupania vernalis*).

Espécies a serem utilizadas para a formação de barreiras (quebra-vento):  
cipreste (*Cupressius spp*);  
pinus (*Pinus spp*);  
eucalipto (*Eucalyptus spp*).

Espécies para a produção de postes:  
eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*);  
eucalipto (*Eucalyptus tereticornis*);  
eucalipto (*Eucalyptus botryoides*);  
eucalipto (*Eucalyptus saligna*).

Mudas: A qualidade da muda é fator de importância fundamental na implantação do horto. Para tal, serão utilizadas sementes próprias, colhidas por equipes da CEEE. Somente será adquirido material de fora do Estado quando a proveniência for conhecida e mediante comprovação por testes.

Embalagem: Para eucaliptos e pinus, será utilizado torrão paulista, com 12 cm de altura, 6 cm de face a face; a textura deve corresponder a um tempo de percolação de água no furo de 15 min, e a profundidade do furo deve ser de 6 cm. Para outras espécies, serão utilizados sacos plásticos ou latas queimadas com altura mínima de 25 cm e volume equivalente a 1 L.

Porte de plantio:  
para eucalipto e pinus - 15 a 25 cm;  
para as outras espécies - 25 a 50 cm.

Seleção: As mudas devem ser selecionadas por ocasião da repicagem, sendo necessária a operação de poda da raiz. Na seleção, devem ser considerados os seguintes itens:  
verticalidade;  
vigor;  
uniformidade em porte;  
uniformidade em espécie.

Deverão ser feitas duas remoções classificatórias, visando à maior uniformidade dos lotes de plantio. Uma mesma partida de mudas deve ter altura uniforme, verticalidade, bom aspecto foliar, caule resistente e vigoroso sistema radicular.

Espaçamento de plantio:  
espécies nativas: 4x4 m;  
espécies quebra-ventos: 2x2 m em quincôncio;



pinus e eucalipto ( *E. botryoides* e *E. saligna*): 2,50x1,60 m;  
pinus e eucalipto ( *E. tereticornis* e *camaldulensis*): 3,0x1,60 m.

Combate à formiga: Os trabalhos de combate à formiga deverão anteceder em 120 dias o preparo do solo.

Preparo do solo: Nos locais de afloramento de rochas fragmentadas, há necessidade de escarificação com trator de esteira. A lavração atingirá uma profundidade mínima de 25 cm, antecedendo em 30 dias a primeira gradagem, respeitando os aceiros e estradas. A segunda gradagem poderá anteceder o plantio em no máximo 20 dias.

Alinhamento e abertura de covas: Em relação às estradas e aceiros, deve ser mantido alinhamento de 45°. Um menor espaçamento deve ser adotado no sentido da maior declividade. O alinhamento deve ser mantido nos talhões contíguos.

Transporte: As mudas devem ser acondicionadas em caixas especiais; o caminhão deve ser enlonado e não transitar em velocidade acima de 70 km/h em asfalto e manter velocidade compatível com estrada de chão para evitar a quebra das embalagens das mudas.

Plantio: A cova deve ter tamanho suficiente para cobrir a embalagem da muda, recomendando-se que a muda fique em uma pequena depressão.

Adubação: A adubação deve ser feita por ocasião do plantio, sendo que o adubo deve ser colocado no fundo e nas laterais da cova. A quantidade de adubo por cova deve ser de 100 g de adubo químico composto de fórmula 5-20-20.

Replântio: As mudas devem ser da reserva do viveiro (mesma partida) e o replântio deverá ser feito no máximo até 60 dias, após o plantio.

1ª manutenção - a 1ª manutenção, a ser feita no mesmo ano do plantio, constará do replante, controle à formiga-cortadeira, conservação de cercas, estradas e aceiros, incluindo a primeira capina, que deverá ser em ambos os sentidos, seguida de coroamento manual nas mudas;

2ª manutenção - a 2ª manutenção, a ser feita no segundo ano, constará de controle à formiga-cortadeira, conservação de cercas, estradas e aceiros, segunda capina e poda de condução;

3ª manutenção - a 3ª manutenção, a ser feita no terceiro ano, constará de controle à formiga-cortadeira, conservação de cercas, estradas e aceiros, bem como a terceira capina. A partir de então, o horto florestal será considerado implantado.

Ressaltamos que as áreas do horto florestal alocadas para plantio homogêneo (exclusivamente eucaliptos) são os de maior extensão. Este tipo de plantio não estimula a invasão da área pela fauna nativa local. A fauna atraída, quando isto ocorre, é de pequena diversidade. Na região do empreendimento, plantios homogêneos de eucaliptos favorecem ainda mais a proliferação de caturritas, que constituem praga para determinadas lavouras.

Esta proliferação iniciou com a extinção local do maior inimigo natural destas aves, qual seja, o chimango-carrapateiro, uma espécie de gavião, eliminado como consequência indireta dos banhos carrapaticidas.

Um outro inimigo natural das caturritas, quais sejam, certas espécies de cobras, tem sua ação predadora sobre aves anuladas em matos de eucaliptos, devido a sua incapacidade de atingir as maiores alturas onde se localizam os ninhos de aves.

Entretanto, a CEEE pretende estudar uma forma de manejo adequado das áreas de plantio exclusivo de eucaliptos para que eles sejam utilizados não somente para retenção de poeiras e produção de postes, mas também para o estabelecimento da vegetação nativa.



O principal aspecto a ser vislumbrado no manejo do horto é a idade de corte das árvores. Este é o fator condicionante do sucesso do programa, pois como é sabido, somente bosques antigos podem agir como precursores da vegetação nativa.

Por outro lado, para a proteção das nascentes, reservatórios e cursos d'água, serão utilizadas somente espécies nativas, com ênfase especial às que margeiam cursos d'água, mescladas com árvores frutíferas nativas.

Esta prática favorece indiretamente a alimentação dos peixes pela criação de condições de equilíbrio propícias ao desenvolvimento de larvas de mosquitos e outros insetos presentes nos cursos d'água e reservatórios.

### **Deposição de Cinzas**

A deposição das cinzas será feita na própria área de mineração. O local indicado para depositar as cinzas volantes e as cinzas pesadas são as cavas mineradas, isto é, os locais de que já foram retiradas as camadas de carvão. Estas cavas serão previamente impermeabilizadas na base, com uma camada de 0,40 m de espessura de argila vermelha ou "interbancos" devidamente compactada, cuja finalidade é impedir o contato do material depositado com as águas subterrâneas.

As cinzas recolhidas da Usina Termelétrica Candiota III serão encaminhadas aos locais de deposição em correias transportadoras enclausuradas.

Após a descarga no local previamente preparado, as cinzas serão espalhadas com o auxílio de um trator de lâmina frontal, ocorrendo durante esta operação a compactação do material.

A camada de cinza depositada terá pequena espessura, atingindo no máximo 4 m de altura, pois a deposição é progressiva, acompanhando o desenvolvimento da lavra.

Após a compactação final da cinza, será efetuada nova impermeabilização por meio da colocação de uma camada de argila vermelha ou interbancos, também compactada, de 0,40m de espessura. Este procedimento confina totalmente a cinza depositada, evitando dessa forma possíveis focos de contaminação.

Sobre a camada de argila compactada será depositado o material da cobertura proveniente da abertura da vala de mineração seguinte contígua à anterior.

Quando houver a formação de 3 linhas de cones de material estéril, ou seja, 3 frentes de lavra totalmente concluídas, serão iniciados os trabalhos de recomposição topográfica.

### **6.3.4-Medidas Mitigadoras para o Meio Biótico**

#### **Ambientes Terrestres**

##### Vegetação

A água é, em toda a região da Campanha, o fator limitante para o desenvolvimento das formas de vegetação que nela ocorrem, e as restrições na sua disponibilidade verificadas em períodos de estiagem afeta de maneira significativa a biota em toda a região.

A água utilizada no processo de geração de energia deve, portanto, voltar ao sistema natural em condições capazes de permitir a manutenção dos organismos que hoje ocupam esses ambientes.



Os capões de mata nativa são relativamente raros na área de abrangência do empreendimento. Eles desempenham papel coadjuvante no balanço térmico e hídrico da região, sendo sua conservação e proteção necessária também como refúgio da fauna.

Uma adequada compreensão do processo natural de sucessão nos ambientes da região representaria uma importante ferramenta, não só em termos do desenvolvimento da vegetação na ausência de pressões, mas também como elemento para estimar até que ponto a atividade em licenciamento está alterando significativamente a vegetação.

Nesse sentido, sugere-se o isolamento de áreas de campo e matas ciliares para a o estudo do desenvolvimento natural da vegetação em locais livres da ação do gado.

As matas ciliares têm um papel importante na preservação dos cursos d'água. Qualquer esforço que venha ao encontro da proteção dos cursos d'água e das matas de galerias pode representar um importante ganho de qualidade do ambiente, tanto em relação à economia hídrica local como no que se refere à proteção da fauna silvestre.

O desenvolvimento de um programa de recuperação das matas ciliares dos arroios da região, principalmente o Candiota, representaria uma medida de caráter compensatório ao uso da água desses sistemas. Através de convênios com o poder público tanto municipal como estadual, ou mesmo por acordo com os proprietários das áreas contíguas aos corpos d'água, podem ser adotadas iniciativas reparadoras da qualidade dessas matas, como por exemplo a reintrodução de espécies arbóreas nos locais onde essa formação foi suprimida.

Considerando as características dos ambientes descritos, é importante que os resíduos gerados pela terraplenagem e pelas obras civis recebam uma destinação que evite atingir áreas de melhor qualidade ambiental. Sugere-se a utilização das cavas da mineração, a exemplo do que se faz com as cinzas pesadas.

As emissões de gases e material particulado oriundos da queima do carvão, ao lado da mineração do carvão propriamente dita, são as ações impactantes mais significativas em termos de alterações das condições gerais dos ambientes, em um escala que pode superar o âmbito regional.

A instalação de equipamentos que diminuam as emissões da chaminé da nova unidade - precipitadores eletrostáticos e dessulfurizador, representaria uma importante atenuação dos impactos decorrentes da operação da usina, principalmente ao considerar-se que a unidade hoje em operação não dispõe desse último equipamento citado.

## Fauna

Se as medidas preconizadas nos parágrafos anteriores forem implantadas, certamente serão minimizados os impactos sobre a fauna decorrentes da implantação do empreendimento.

A solução para o problema da mortandade de animais em decorrência de atropelamentos ou de caça, apesar destes fenômenos poderem ter sua ocorrência aumentada em função da nova unidade, certamente extrapola as atribuições do empreendedor enquanto responsável pelos impactos indiretos da obra.

Além da fiscalização, função legal dos órgãos com poder de polícia, poderia se sugerir a implantação, nas estradas da região, de sinalização específica visando alertar os motoristas sobre a movimentação de animais.

Como medida compensatória aos danos ambientais, seria adequado efetivar um plano de proteção daqueles locais em que o ambiente ainda apresenta condições de servir como refúgio de fauna. Os ambiente de banhado e as formações localizadas nas áreas mais úmidas são importantes



refúgios para diversos grupos faunísticos, devendo ser cuidadosamente protegidos, tanto pela sua importância ecológica como pela sua ocorrência relativamente restrita na região.

### **6.3.5-Medidas Mitigadoras para o Meio Sócio-Econômico**

Apresentamos a seguir sugestões e recomendações relativas ao meio sócio-econômico e que poderão constar de um programa de condicionamento ambiental.

-Implementar o Plano Diretor Regional do Pólo Energético de Candiota (conforme proposta de anteprojeto de lei de 1995).

-Efetuar monitoramento epidemiológico para as regiões afetadas pelas atividades carboníferas e de geração termelétrica visando ao levantamento estatístico da incidência de moléstias relacionadas com a mineração e utilização do carvão e, a partir destes dados, criar condições para a elaboração de planos de saúde.

-Incentivar estudos sobre alternativas de utilização econômica de cinzas de carvão (por exemplo, Projeto CICASOL da CIENTEC que consiste de uma mistura de propriedades pozolânicas constituídas de cal hidratada, cinzas volantes e solo, com aplicação em leito de estradas).

### **6.4-Promoções de Estímulo a Preservação Ambiental**

#### **6.4.1-Divulgação do Programa de Controle Ambiental**

A divulgação, na comunidade, de informações sobre todos os aspectos do Complexo de Candiota III e do programa ambiental para os meios ar, água, solo e biológico orientará a opinião pública, reduzindo assim a possibilidade de veiculação de informações infundadas responsáveis pela criação de oposição social ao empreendimento e contribuindo, portanto, para a formação de uma imagem positiva do empreendedor.

Esta divulgação poderá ser feita através de palestras organizadas conjuntamente com as prefeituras dos municípios da região, bem como com escolas, entidades e associações de classes que atuam na comunidade local e no Estado.

A divulgação na comunidade técnico-científica, por sua vez, poderá ser através da organização e participação do empreendedor em simpósios e seminários, e publicação em revistas científicas do plano de controle ambiental e dos resultados obtidos.

#### **6.4.2-Instituição de Promoções Técnico-Científicas**

Sugere-se a instituição de incentivos à pesquisa na área de meio ambiente através da criação de concursos de monografias em diversos níveis, de modo a estimular a conscientização, criatividade e pesquisa.

A pesquisa, pura ou aplicada, pode também ser incentivada por meio de convênios com universidades e centros de pesquisa do Estado, tais como a Universidade Federal do RS, Universidade Federal de Santa Maria e Universidade Federal da Campanha, que já realizaram estudos na região.

A divulgação dos trabalhos técnicos e científicos, bem como a premiação dos autores poderiam ser realizadas durante uma "Semana do Meio Ambiente", organizada pela CEEE e realizada anualmente, a exemplo do que é feito atualmente por certos órgãos públicos e privados.



#### 6.4.3-Estabelecimento de Plano Regional de Meio Ambiente

Quanto a promoções relativas ao meio ambiente envolvendo a comunidade local, pode-se citar o Plano Diretor Regional do Pólo Energético de Candiota, instituído pelo Decreto nº 33.682 de 02/10/90. Participam do Plano, além das prefeituras de Candiota, Hulha Negra, Herval, Bagé e Pinheiro Machado, CEEE, CRM, PGE, METROPLAN e a Secretaria Especial de Assuntos Internacionais. O objetivo deste Plano é estabelecer um planejamento físico-territorial que assegure a utilização racional dos recursos naturais desta região e que minimize as interferências das diversas atividades já instaladas ou que virão a se instalar na área, de forma a viabilizar seu desenvolvimento social e econômico sustentável.

O estágio atual deste trabalho se caracteriza pela elaboração de uma lei estadual que estabelecerá normas e diretrizes de usos do solo na região de Candiota. Mesmo com sua abrangência limitada o Estado do RS, visto tratar-se de Lei Estadual, este Plano Diretor foi elaborado levando em conta as questões ambientais junto à fronteira uruguaia, os interesses da iniciativa privada, dos órgãos ambientais, da comunidade científica e, o que é mais importante, da população.

#### 6.4.4-Planos de Cooperação e Intercâmbio Binacional

Com o intuito de estabelecer as verdades sobre a influência do Pólo Energético de Candiota, seria recomendável que, através do Ministério do Interior, em colaboração com a Secretaria Estadual de Assuntos Internacionais, fosse implementada uma rede binacional de monitoramento ambiental dentro de uma área mínima de 150 X 150 km (adentrando ao território Uruguaio), que abrangesse, principalmente, as áreas de:

- ar;
- água;
- solo;
- meio biótico;
- meio socio-econômico.

Especial ênfase poderia ser dada ao estudo de chuvas ácidas, que poderia ser coparticipada com outras organizações internacionais (européias, asiáticas e americanas) que já estudam o assunto.

A participação dos órgãos de controle ambiental bem como da comunidade científica estadual (universidades e centros de pesquisa) é primordial.