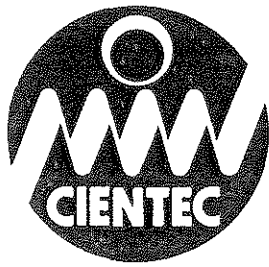
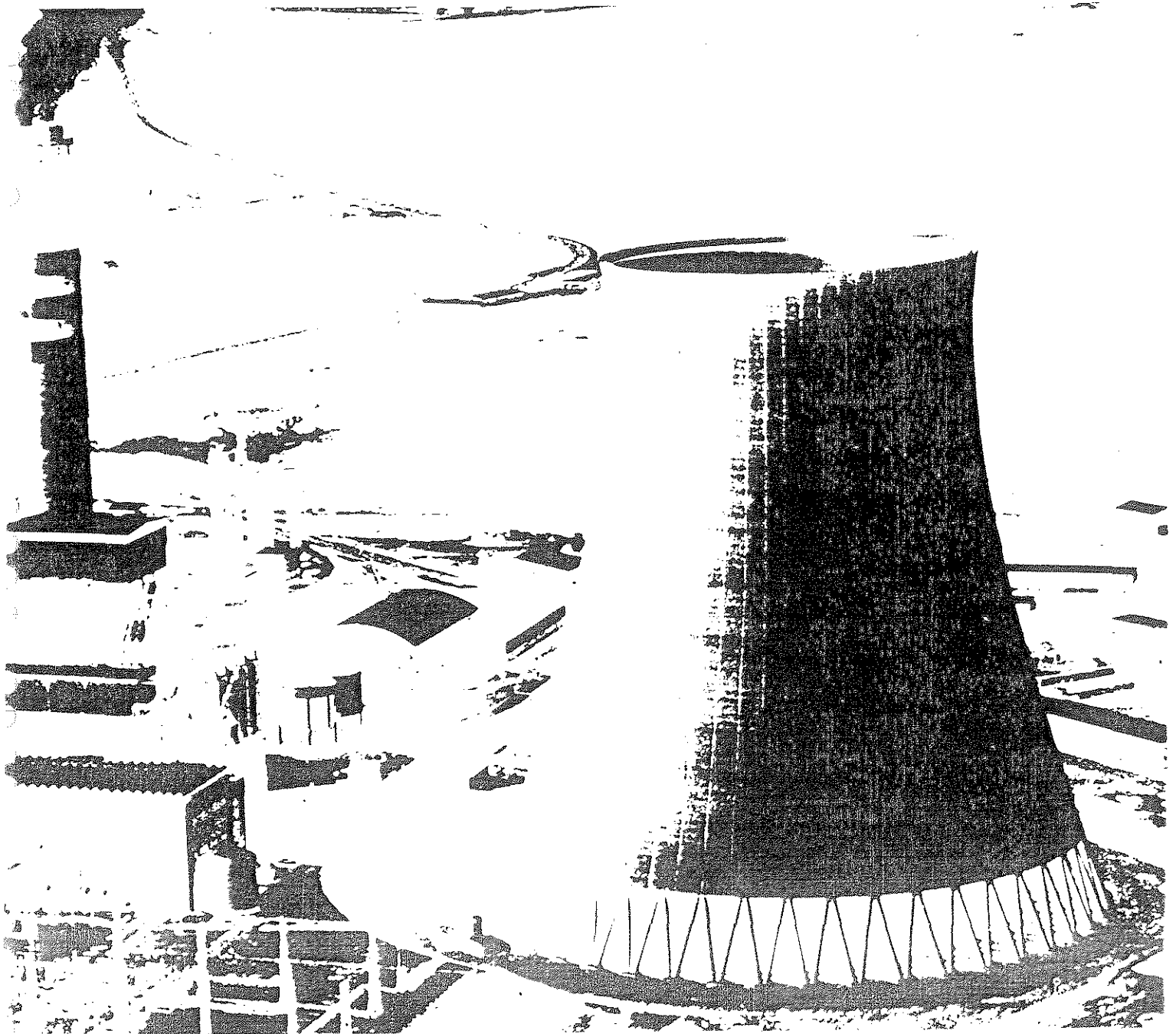


# ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA



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

Realização



TOMO II  
DIAGNÓSTICO AMBIENTAL  
VOLUME 2 - ÁGUA



FUNDAÇÃO  
DE CIÊNCIA  
E TECNOLOGIA

**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA**

**USINA TERMELÉTRICA CANDIOTA III**

**1ª MÁQUINA**

**COMPANHIA ESTADUAL DE ENERGIA ELÉTRICA - CEEE**

**TOMO II**

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL**

**VOLUME 2 - ÁGUA**

**SETEMBRO 1996**



## 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**



**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.**



## 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**



## 2-DIAGNÓSTICO AMBIENTAL - ÁGUA

### SUMÁRIO

	página
2.1-Introdução	6
2.2-Área de Estudo	7
2.2.1-Área Diretamente Afetada	7
2.2.2-Área de Influência Indireta	7
2.3-Recursos Hídricos	8
2.4-Núcleos Habitacionais	9
2.5-Unidades Industriais	14
2.6-Pontos de Amostragem das Águas Superficiais	22
2.7-Characterização Físico-Química das Águas Superficiais	26
2.7.1-Parâmetros Analisados, Materiais e Métodos	26
2.7.2-Resultados	27
2.7.3-Discussão dos Resultados	54
2.7.4-Qualidade Físico-Química das Águas Superficiais versus Padrões de Qualidade	56
2.7.5-Outros Estudos Realizados na Área do Empreendimento	59
2.7.6-Conclusão	67
2.7.7-Anexo	69



## 2-DIAGNÓSTICO AMBIENTAL - ÁGUA

### 2.1-Introdução

Conforme o mapa hidrológico brasileiro, existe uma má distribuição de águas no país. Na região norte, o Rio Amazonas descarrega aproximadamente 200.000 m<sup>3</sup>/s (Oltman et alii, 1964) o que representa 1/6 da descarga de todos os rios do mundo. Além da Amazônia, que se constitui na maior reserva de água doce do país, seguem-se outras áreas menores com abundância de água como a região do Pantanal Matogrossense, Bacia do Paraná, Bacia do São Francisco, as lagoas costeiras que vão desde o estado do Espírito Santo até o extremo sul do Brasil, etc. Em grande parte do território nacional, no entanto, o problema de água é considerável ou crítico.

No Rio Grande do Sul, a questão é similar. As maiores reservas são as Bacias do Uruguai, Jaguarão, Guaíba-Patos e as lagoas costeiras. Essa distribuição deixa a região central do Estado com áreas críticas, onde o suprimento, para a população, sofre um colapso em períodos de estiagem mais prolongados.

Os fatos acima apresentados situam o problema da água e de sua qualidade como da maior importância nos estudos de impacto ambiental. Afinal, é para os cursos de água que são drenados os efluentes da atividade humana. Como assinalou Sioli (1985), os sistemas aquáticos, sobretudo as águas correntes, exercem as funções fisiológicas de sistemas renais, escoando os produtos finais do metabolismo da paisagem. A degradação da paisagem significa, assim, degradação dos cursos de água e isto se traduz a médio e longo prazo em enorme risco para a vida ou em imenso dispêndio de energia para reaproveitamento.

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.

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, definidas no item 2.2.

Adicionalmente, são apresentados dados relativos a trabalhos da CPRM (1984), UFSM(1987), FEPAM (1991-92) e CEEE (1992 e 1996).

Para o meio água foram avaliados, além das características físico-químicas, aspectos biológicos apresentados no item referente aos ambientes aquáticos do diagnóstico do meio biótico.

A fim de avaliar a variação de qualidade do meio água ao longo do ano, foram efetuadas, no mínimo, 3 amostragens em distintas épocas, de modo a cobrir de forma aproximada as 4 estações do ano.

Vale citar que o mês de agosto foi tomado como representativo da estação de chuvas e o de dezembro como representativo do período de estiagem.

O Quadro 2.1 indica as épocas de amostragem para cada um dos subgrupos.



QUADRO 2.1 - Meio Água - Época de Amostragem

SUBGRUPO	1987			1988		
	ago	out	dez	fev	mar	abr
físico-química	x	x	x	x		x
zooplâncton (cladocera e rotífera)	x		x		x	
ictiofauna	x		x		x	
bentos e fauna associada a macrófitas aquáticas	x		x		x	

Finalmente, é importante 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).

## 2.2-Área de Estudo

### 2.2.1-Área Diretamente Afetada

Define-se área diretamente afetada, segundo o Termo de Referência para elaboração do EIA/RIMA, como sendo àquela correspondente ao sítio ou terreno efetivamente ocupado pelo Empreendimento, no entanto, faz-se necessário ampliá-la para incluir o ponto de lançamento do efluente global da usina no Arroio Candiota. O efluente global da UTPM - Candiota II, embora sofra tratamento específico, constitui-se na principal contribuição da Usina, em termos de efluentes líquidos, à contaminação dos recursos hídricos da região. Vale lembrar que a 1ª Máquina de Candiota III, que será instalada junto ao sítio de Candiota II, gerará um efluente global que também será descarregado na estação de tratamento de efluentes já existente e cujo projeto original, segundo informações obtidas junto à CEEE, permitirá absorver esta contribuição adicional.

Deste modo, 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>.

### 2.2.2-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 672km<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.

### 2.3-Recursos Hídricos

Os principais recursos hídricos superficiais existentes na Área de Estudo são os que seguem:

- Rio Jaguarão;
- Arroio Candiota;
- Arroio Poacá;
- Sanga Quebra-Jugo;
- Sanga do Bueiro;
- Sanga Funda;
- Arroio Candioteinha;
- Arroio Lajeado;
- Arroio Caiena;
- Sanga J. Antônio;
- Arroio Pitangueira;
- Arroio do Marmeleiro;
- Sanga da Carvoeira Dario Lassance;
- Arroio Taquara.

Entretanto, os recursos hídricos, de que trata o presente estudo, são somente 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, conforme pode ser observado no Mapa 2.1.

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 recebem efluentes não só da mesma, mas também 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 (Mapa 2.1).

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 Candiota, 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.

Em anexo, estão apresentadas fotos dos principais recursos hídricos da região, bem como da UTPM e sítio onde localizar-se-á a Usina Termelétrica Candiota III - 1ª Máquina.

#### 2.4-Núcleos Habitacionais

Vale mencionar que o EIA/RIMA, realizado entre 1987 e 1989, em relação ao projeto original de Candiota III e baseado no qual este Estudo fundamenta-se, levou em consideração núcleos habitacionais que já não existem mais na região do Empreendimento nos dias de hoje. A criação do Município de Candiota também alterou a divisão administrativa local. Os assentamentos ou núcleos habitacionais levantados na época foram:

- Tupi Silveira;
- Vila Airton-Dario Lassance;
- Vila Cimbagé;
- Vila Matarazzo;
- Vila Operária da CEEE;
- Vila Pedreira;
- Vila Residencial da CEEE;
- Vila Residencial da Votoran;
- Vila Seival.

As Vilas Airton-Dario Lassance e Cimbagé, com a emancipação de Candiota, unificaram-se e prevaleceu o nome Dario Lassance como sede do município. As Vilas Matarazzo e Pedreira foram extintas e Tupi Silveira é apenas um ponto de referência da região, não havendo, portanto, qualquer tipo de aglomerado urbano e nem dados disponíveis para levantamentos econômico-estatísticos.

De outro modo, três novos conglomerados habitacionais surgiram na região. Estes são:

- Núcleo Habitacional Rural Engenheiro Guimarães;
- Vila João Emilio;
- Vila São Simão.

Deste modo, estão apresentadas, a seguir, informações relativas a cada um dos núcleos habitacionais da região do Empreendimento.

#### **-NÚCLEO HABITACIONAL RURAL ENGENHEIRO GUIMARÃES**

Localização: a 1 km do Km 130 da BR-293

Número de habitantes: 109



Abastecimento de água: poço artesiano

Consumo de água: 45.000 litros por dia\*

Destino dos despejos: fossas sépticas

\* Dado calculado com base em um consumo conhecido de 3,75 m<sup>3</sup>/h e uma estimativa de fornecimento de 12 horas diárias.

Fonte: Prefeitura de Candiota

#### **-VILA DARIO LASSANCE**

Localização: a 10 km do Km 127 da BR-293 por estrada de ligação

Número de habitantes: 2.191

Abastecimento de água: Barragem com reservatório. Há tratamento adequado e água encanada para toda a vila.

Consumo de água: 846.000 litros por dia

Destino dos despejos: São lançados em um córrego próximo à vila que desemboca no Arroio Poacá que, por sua vez, desemboca no Arroio Candiota. Um sistema composto de rede de esgoto cloacal e bacia de estabilização está sendo instalado.

Fonte: Prefeitura de Candiota

#### **-VILA JOÃO EMÍLIO**

Localização: a 2 km do Km 127 da BR-293 por estrada de ligação.

Número de Habitantes: 750

Abastecimento de água: poço artesiano

Consumo de água: 75.000 litros por dia

Destino dos despejos: Fossas sépticas individuais. Um sistema composto de rede de esgoto cloacal e bacia de estabilização está sendo instalado.

Fonte: Prefeitura de Candiota

#### **-VILA OPERÁRIA DA CEEE**

Localização: BR-293, Km 127

Número de habitantes: 1.066

Abastecimento de água: Barragem com reservatório e com tratamento químico, possuindo água encanada para todas as casas.

Consumo de água: 754.000 litros por dia



Destino dos despejos: São despejados em uma lagoa de estabilização localizada em zona periférica a aproximadamente 500 m de distância da vila.

Fonte: Prefeitura de Candiota

#### **-VILA RESIDENCIAL DA CEEE**

Localização: a 17 km do Km 127 da BR-293 por estrada de ligação

Número de habitantes: 652

Abastecimento de água: A água é aduzida da Barragem Sanga Funda e tratada por 2 hidráulicas através da CEEE. Possui água encanada para todas as casas.

Consumo de água: 552.000 litros por dia

Destino dos despejos: São despejados em uma lagoa de estabilização localizada em zona periférica da vila.

Fonte: Prefeitura de Candiota

#### **-VILA RESIDENCIAL DA VOTORAN**

Localização: BR-293, km 117

Número de habitantes: 360

Abastecimento de água: Barragem com reservatório. Água encanada com tratamento próprio para todas as casas.

Consumo de água: 100.000 litros por dia

Destino dos despejos: A maior parte das casas possui fossas sépticas e uma pequena parte despeja as águas servidas em uma lagoa.

Fonte: Setor de Produção da Fábrica de Cimento Portland Gaúcho

#### **-VILA SÃO SIMÃO**

Localização: BR-293, Km 127

Número de habitantes: 215

Abastecimento de água: poço artesiano

Consumo de água: 21.500 litros por dia

Destino dos despejos: Fossas sépticas individuais.

Fonte: Prefeitura de Candiota

#### **-VILA SEIVAL**



Localização: a 9 km do Km 127 da BR 293 por estrada de ligação

Número de habitantes: 854

Abastecimento de água: Poço artesiano com reservatório com capacidade para 60.000 litros. Água não tratada é encanada para todas as casas.

Consumo de água: 115.200 litros por dia

Destino dos despejos: Fossas sépticas individuais. Um sistema composto de rede de esgoto cloacal e bacia de estabilização está sendo instalado.

Fonte: Prefeitura de Candiota

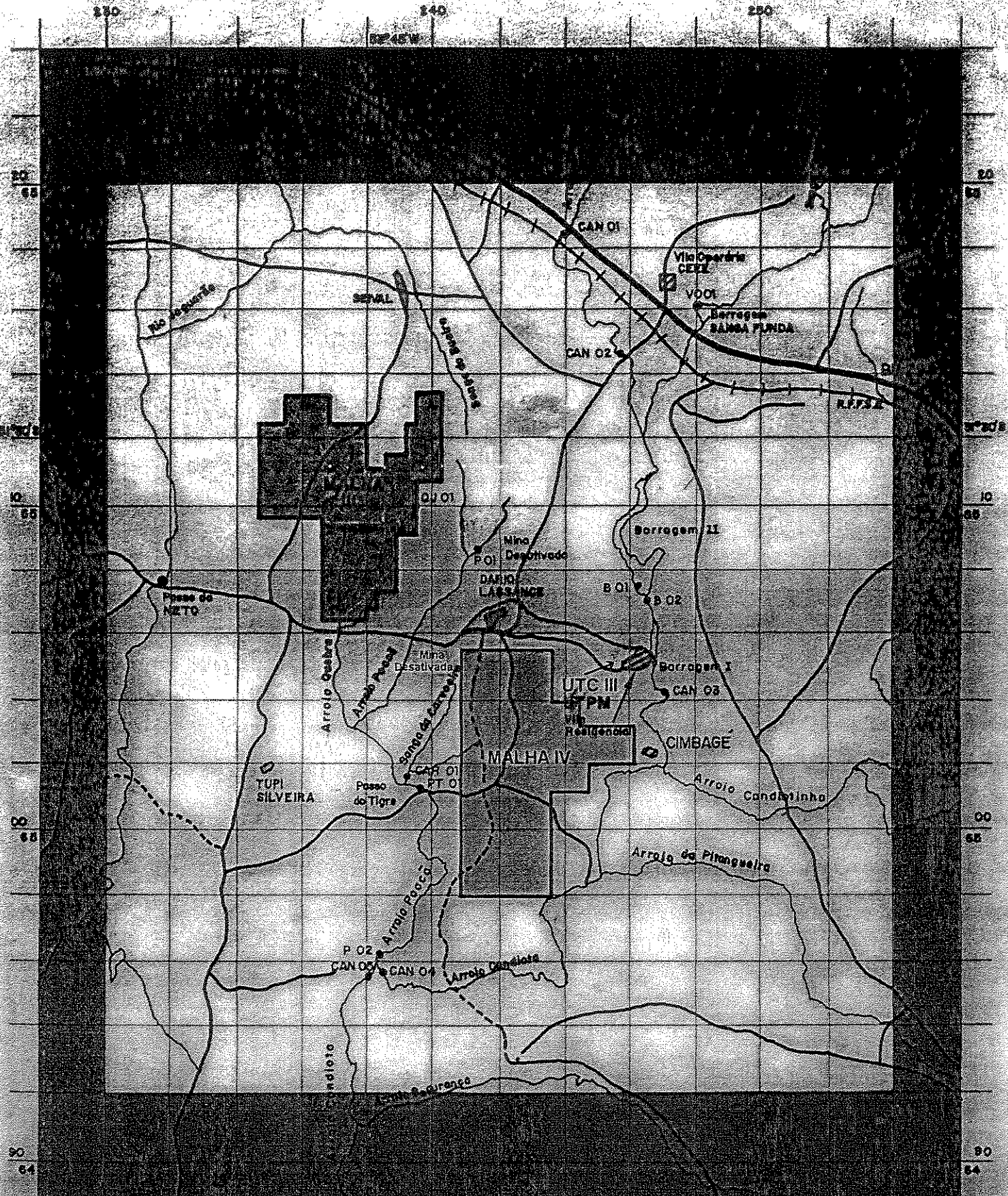
Em resumo, o abastecimento d'água para os núcleos habitacionais provém de barragens (3 núcleos), poços artesianos (4 núcleos) e açude (1 núcleo). Apenas um dos núcleos lança o esgoto doméstico bruto em curso d'água. Dois outros núcleos dispõem de lagoa de estabilização e os demais de fossas sépticas. 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 2.2 apresenta as informações gerais dos núcleos habitacionais.

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.

Resultam, portanto, as seguintes contribuições em termos de carga orgânica doméstica:

- Vila Dario Lassance: 118 kg/d para o córrego que deságua no Arroio Poacá;
- Vila Operária da CEEE: 11 kg/d para a Sanga Funda após tratamento;
- Vila Residencial da CEEE: 7 kg/d para o Arroio Candiota após tratamento.



MAPA 2.1 - ÁREA DE ESTUDO



## QUADRO 2.2-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 Emilio	750	100	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	215	100	fossa séptica
Vila Seival	854	135	fossa séptica

## 2.5-Unidades Industriais

As unidades industriais existentes na região estão listadas abaixo.

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

A seguir estão apresentadas informações relativas a cada uma destas unidades industriais.

### -USINA TERMELÉTRICA PRESIDENTE MÉDICI (FASES A e B)

1)Atividade: Produção de energia elétrica a partir da queima do carvão.

2)Localização: Estrada de ligação, km 13, Candiota.

3)Entrada em operação:

Fase A - 1974

Fase B - 1987

4)Insumos:

-Carvão:

Consumo:

Fase A = 820.800 t/ano

Fase B = 1.827.000 t/ano



Características Médias:

- poder calorífico inferior: 2.430 kcal/kg
- cinzas, % (b.s.): 52,5
- umidade, % (p/p): 16,0
- enxofre total, % (b.s.): 1,34

-Água: A água que abastece a UTPM provém da Barragem I, localizada no Arroio Candiota. A Barragem II, por sua vez, é responsável pela manutenção do nível da Barragem I.

5) Descrição técnica: Os principais setores da Usina estão descritos a seguir.

a) Área de recebimento de carvão: Nesta área é feito o controle e a pesagem dos caminhões que transportam o carvão proveniente das minas.

b) Área de estocagem de carvão: Após a pesagem, os caminhões são enviados às tremoelas de descarga. Deste ponto, o carvão é transportado, através de esteiras, aos silos de alimentação das caldeiras ou, alternativamente, ao pátio de estocagem.

c) Pilha de estocagem: Nas proximidades da área de recebimento de carvão, está situada a pilha de estocagem com uma capacidade de aproximadamente 100.000t.

d) Pré-tratamento da água: A água bruta proveniente da Barragem I é armazenada em uma bacia, seguindo após, ao tratamento. O tratamento empregado é o convencional para água de abastecimento público, consistindo da adição de produtos químicos, clarificação e filtração.

e) Área de caldeiras e casa de máquinas: Estes setores incluem:

Fase A

- 02 caldeiras de 63 MW cada;
- Sistema de turbo-alternador e condensador;
- Casa de máquinas;
- Sistema de remoção de cinzas pesadas: "hydrobins", tanque de decantação e silos de cinzas;
- Sistema de remoção de cinzas leves: precipitadores eletrostáticos, silos de cinzas e chaminé;
- Sistema de desmineralização de água de caldeiras: filtros aniônico, catiônico e de leito misto;
- Ventiladores, compressores e "Ljungstroms".

Fase B

- 02 caldeiras de 160 MW cada;
- Sistema de turbo-alternador e condensador;
- Casa de máquinas;
- Sistema de remoção de cinzas pesadas: "hydrobins", tanque de decantação, tanque de recirculação e silos de cinzas;
- Sistema de remoção de cinzas leves: precipitadores eletrostáticos, silos de cinzas e chaminé;





- Bacia de decantação dos efluentes de lavagem dos "Ljüngstroms", que também pode ser operada como bacia de emergência;
- Sistema de polimento de condensados e filtros eletromagnéticos;
- Sistema de desmineralização de água de caldeiras: tanque d'água, tanque de neutralização, tanques de produtos químicos e filtros catiônico, aniônico e de leito misto;
- Ventiladores, compressores e "Ljüngstroms".

f) Torre de resfriamento úmida (Fase A): Torre convencional de tiragem induzida e fluxo cruzado;

g) Torre de resfriamento seca (Fase B): Torre hiperbólica de tiragem natural;

h) Planta de hidrogênio: Responsável pela produção do hidrogênio utilizado no resfriamento dos alternadores;

i) Sistema de armazenamento de óleo: Tanques de óleo combustível providos de serpentinas de aquecimento a vapor, óleo diesel e óleo lubrificante.

j) Laboratório: Responsável pelas análises físico-químicas de água bruta, água filtrada, água de resfriamento, água potável, água de alimentação das caldeiras, água de descarga das caldeiras, condensado, vapor superaquecido, análises bacteriológicas, análise imediata do carvão, análise de gases e análise de produtos químicos.

6) Efluentes líquidos: Tendo em vista 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 descritas a seguir:

a) Efluente do sistema de remoção de cinzas pesadas: Essa corrente caracteriza-se pelo alto teor de sólidos em suspensão (cinzas), representando uma das principais contribuições para a qualidade do efluente global, quanto a sólidos em suspensão. O efluente é gerado na operação dos "hydrobins". As cinzas leves, depositadas no duto de entrada dos precipitadores eletrostáticos, são igualmente encaminhadas ao sistema de remoção de cinzas pesadas.

b) Efluente proveniente da lavagem de pisos e equipamentos: Essas correntes têm qualidade semelhante à dos efluentes gerados no sistema de remoção de cinzas pesadas, isto é, caracterizam-se pela alta concentração de sólidos em suspensão. Igualmente aos efluentes dos "hydrobins", representam uma das principais contribuições quanto a sólidos em suspensão.

c) Efluente do pré-tratamento d'água: Este efluente é constituído do lodo dos decantadores e da água de contra-lavagem dos filtros. O lodo é composto de hidróxido de alumínio e sólidos, responsáveis pela turbidez. A água de contra-lavagem contém os sólidos retidos nos filtros. A principal contribuição dessa corrente para o efluente global é a significativa quantidade de alumínio contido no lodo.

d) Efluente do processo de desmineralização d'água: As correntes são resultantes da regeneração dos trocadores aniônico, catiônico e de leito misto. Os produtos químicos utilizados na regeneração são ácidos e álcalis, o que se reflete em variações de pH do



efluente global. Além disso, os íons removidos das resinas contribuem para o aumento da condutividade do efluente global. No entanto, a Fase B dispõe de um tanque de neutralização dotado de um sistema de controle tal que a corrente tratada só é liberada para esgoto quando seu pH atinge 7.

e)Efluente do sistema de resfriamento de mancais: A água utilizada no resfriamento de mancais corresponde à purga da torre de resfriamento. Sua qualidade está condicionada aos produtos químicos utilizados no tratamento da água da torre.

f)Efluente do sistema de armazenamento de óleo: Os tanques de óleo combustível são providos de serpentinas de aquecimento. O teor de óleos e graxas no efluente global está relacionado a vazamento do sistema, uma vez que o condensado poderá conter óleo. As lavagens dos tanques constituem também possíveis efluentes do sistema.

g)Efluente pluvial da "área suja": Essa corrente é resultante da precipitação pluviométrica na área da usina, contribuindo significativamente para o efluente global, em termos de vazão, em ocasiões de chuva intensa. Dada a existência de um divisor de águas, o restante do esgoto pluvial proveniente da chamada "área limpa", que inclui as áreas da torre seca e subestação de energia, dirige-se para o Arroio Candiota.

h)Efluente doméstico: Esta corrente, proveniente de sanitários, banheiros e refeitórios, é tratada separadamente em um sistema constituído de filtros e fossas sépticas.

7)Efluente global: O lançamento deste efluente dá-se a cerca de 50 m dos limites da usina. O Quadro 2.3 apresenta análises do efluente global referente à operação da UTPM - Fase A, e corpo receptor (dados de 1987-88). 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, após tratamento nas bacias, estão apresentadas nos Quadros 2.4 e

2.5.

QUADRO 2.3 - Análises do Efluente Global da UTPM - Fase A e Corpo Receptor

Parâmetros	Efluente Global da UTPM								Arroio Candiota				Exigências DMA
	1ª Bateria de coleta		2ª Bateria de coleta				3ª Bateria de coleta	Próximo ao corpo receptor	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	04/03/86	03/03/86	03/03/86	04/03/86	04/03/86	07/02/86
pH (campo)	7,0 - 9,0	7,0 - 7,5	8,5 - 11,5	4,0 - 11,0	8,5 - 9,0	8,5 - 9,0	6,5	-	-	-	-	-	-
pH (laborat.)	7,65	7,15	10,75	8,4	9,8	9,1	6,55	7,3	6,75	6,8	6,85	7,1	6,0 a 8,5
Temp. (°C)	25	25	27	28	28	28	29	-	-	-	-	-	≤ 40
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	14	13	40	33	≤ 50
Sól. Precip. (ml/l)	1,5	3,5	9	12	7,5	7	2,7	1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	≤ 1,0
Sól. Dissol. (mg/l)	110	61	293	322	117	135	117	113	65	51	86	67	-
Óleos e Graxas (mg/l)	28	19	-	13	-	11	-	-	-	-	6	4	≤ 10
DBO (mg O <sub>2</sub> /l)	-	-	-	-	-	-	120/42*	-	-	-	1,9	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	16	18	16	18	≤ 160
Dureza (mg/l)	50,3	54,9	139,6	158,6	98,3	88,7	69,9	54,2	19	21,1	22,8	25,2	≤ 200
Condut. (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	-	-	-	-	4,8	5	≤ 9,0
Ferro (mg/l)	7,9	9,3	28	58	14,2	34	-	-	-	-	0,97	1,1	≤ 9,0
Manganês (mg/l)	0,29	0,34	0,72	0,96	0,52	0,77	-	-	-	-	0,07	0,09	≤ 2,0
Zinco (mg/l)	0,42	0,31	0,27	0,39	0,22	0,33	-	-	-	-	0,01	0,03	≤ 1,0
Níquel (mg/l)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-	-	-	<0,05	<0,05	≤ 1,0
Cobre (mg/l)	<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	≤ 0,5
Cromo total (mg/l)	<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	≤ 0,5
Estanho (mg/l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,05	<0,05	≤ 9,0
Cádmio (mg/l)	-	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	-	-	-	<0,05	<0,05	≤ 0,15
Chumbo (mg/l)	-	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-	-	<0,02	<0,02	≤ 0,5
Bário (mg/l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤ 0,5
Boro (mg/l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤ 9,0
Prata (mg/l)	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	-	-	<0,01	<0,01	≤ 0,1
Vanádio (mg/l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤ 1,0
Arsênio (mg/l)	-	-	0,031	0,052	0,021	0,02	-	-	-	-	<0,005	<0,005	≤ 0,1
Selênio (mg/l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤ 0,05
Mercúrio (mg/l)	-	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	-	-	<0,001	<0,001	≤ 0,01
Vazão mín. (m <sup>3</sup> /h)	-	-	142	113	102	76	-	-	-	-	-	-	-
Vazão méd. (m <sup>3</sup> /h)	-	-	274	229	240	202	-	-	-	-	-	-	-
Vazão máx. (m <sup>3</sup> /h)	-	-	392	393	325	350	-	-	-	-	-	-	-

\* 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 2.4 - 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 (m <sup>3</sup> /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 2.5 - 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	57,0	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	30,0	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	8,6	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 - 990	396 - 936	666 - 828	234 - 882	234 - 730	558 - 990	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



### **-CIMENTO E MINERAÇÃO CIMBAGÉ S.A. - CIMBAGÉ**

Atividades: Mineração de calcário e produção de clínquer e cimento.

Localização: Candiota

Entrada em operação: 1987

Insumos: Calcário, minério de ferro e carvão (combustível).

Descrição do processo: A rocha calcária, após o desmonte, é britada em britadores de mandíbulas e de martelos até uma granulometria de aproximadamente 40 mm, sendo estocada em um depósito coberto. Este material é retomado para alimentar, juntamente com minério de ferro, o moinho de cru, equipamento que preparará a matéria-prima de alimentação do forno rotativo. Esta mistura, após moída, é transportada para os silos de estocagem e homogeneização. O material moído a uma granulometria de 0,08 mm (farinha), é extraído dos silos e alimenta o forno rotativo. Neste, o material é descarbonatado e sinterizado, produzindo o clínquer. Após um resfriamento industrial e estocagem, o material é retomado em caminhões e transportado até o Porto de Pelotas, de onde, por via fluvial, chega à Fábrica de Morretes para a moagem final.

Efluentes líquidos: Não há geração de efluentes líquidos no processo industrial. Os esgotos domésticos (30 m<sup>3</sup>/dia), bem como as eventuais águas de lavagens e purgas de equipamentos, são encaminhados para fossas sépticas.

### **-COMPANHIA DE CIMENTO PORTLAND GAÚCHO - VOTORANTIM**

Atividade: Fábrica de cimento

Localização: BR-293, Km 117, Pinheiro Machado, RS.

Insumos: Calcário, minério de ferro, carvão, gesso e cinzas volantes.

Descrição do processo: Ao calcário britado e pré-homogeneizado é adicionado minério de ferro, obtendo-se uma farinha. Esta mistura, após moída, é ensilada e, juntamente com energéticos (carvão e casca de arroz), alimenta os fornos de clínquerização. A seguir são adicionados gesso e cinzas volantes de Candiota, obtendo-se o cimento que é, após moído, ensilado e ensacado.

Efluentes líquidos: A água industrial utilizada no processo passa por tanques de sedimentação e retorna ao processo.

### **-COMPANHIA DE PESQUISAS DE LAVRAS MINERAIS-COPELMI (MINA DE SEIVAL)**

Atividades: Mineração e beneficiamento de carvão.

Localização: Estrada de Ligação, Candiota.

Entrada em operação: 1984



Descrição do processo: Mineração a céu aberto com produção de cerca de 50.000 t/mês. A produção atual é totalmente absorvida pelas indústrias cimenteiras das regiões Sul e Sudeste do país. Com vistas ao fornecimento às indústrias cimenteiras, o carvão deve apresentar as seguintes características básicas:

- teor de enxofre: <2%;
- granulometria: <2".

Efluentes líquidos: Os efluentes da mina dirigem-se ao Arroio Candiota à montante da Barragem II. O efluente do lavador deverá ser tratado e após encaminhado ao Arroio Candiota.

### **-COMPANHIA RIOGRANDENSE DE MINERAÇÃO - CRM**

Atividade: Mineração de carvão, com obtenção de carvão tipo 52% de cinzas.

Localização: Malha IV, Candiota.

Descrição do processo: A mineração de carvão é executada a céu aberto, segundo o método de lavra por tiras.

O sistema empregado é composto de 3 operações básicas, quais sejam:

- perfuração e desmonte da cobertura;
- remoção da cobertura;
- lavra da camada de carvão.

De acordo com o tipo de remoção da cobertura, 3 métodos têm sido aplicados:

- remoção por meio de "shovel", que trabalha na base da bancada;
- remoção por meio de "dragline", que trabalha no topo da bancada;
- remoção mista com adoção de "dragline" e "shovel".

A camada de terra vegetal é retirada com o auxílio de um trator de esteiras com lâmina frontal. A seguir, uma perfuratriz prepara a cobertura a ser detonada. Segue-se a descobertura, que consiste da retirada do estéril que compõe a cobertura do carvão. Finalmente, é realizada a extração do carvão por meio de escavadeiras tipo "shovel". O argilito intermediário entre os bancos de carvão inferior e superior explorados é igualmente removido por escavadeiras tipo "shovel".

Efluentes líquidos: Consistem, basicamente, da drenagem ácida da mina.

## **2.6-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. Vale lembrar que 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 e não mais a Sanga da Carvoeira. Vale mencionar que o estudo atual refere-se



nicamente 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 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.

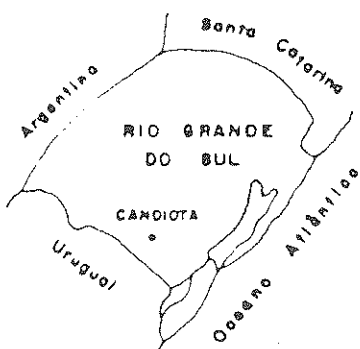
P 02-Na foz do Arroio Poacá.

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.

Obs.: Devido a grande dificuldade de acesso à foz do Arroio Candiota no Rio Jaguarão, não foram coletadas amostras imediatamente à montante e à jusante deste ponto.

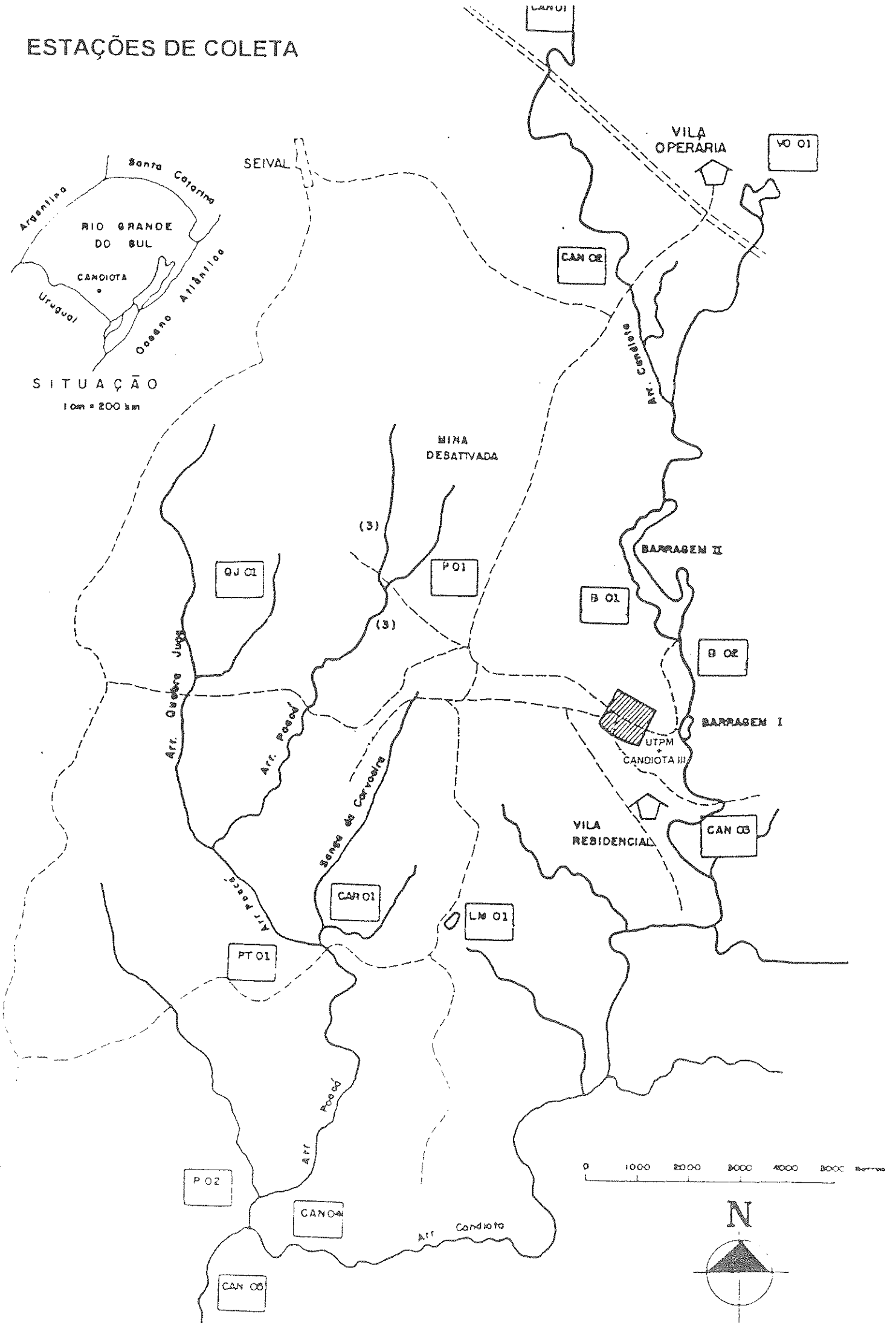
As amostras para a determinação de parâmetros físico-químicos foram coletadas de forma puntual.

# ESTAÇÕES DE COLETA



SITUAÇÃO

1 cm = 200 km





## 2.7- Caracterização Físico-Química das Águas Superficiais

Segundo Sioli (1985), sistemas aquáticos fornecem pontos de apoio de obtenção relativamente fácil, a partir dos quais é possível inferir as condições ambientais de uma região. Assim sendo, foi elaborado um plano de amostragem dos recursos hídricos existentes na área de estudo para a determinação de parâmetros físico-químicos. Tal caracterização se constitui no modo mais seguro e eficiente de análise qualitativa de alterações ambientais.

Conforme o Quadro 2.1, 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.

### 2.7.1- 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. Por outro lado, outros parâmetros escolhidos estão relacionados diretamente com os tipos de atividades vigentes na região objeto do estudo, quais sejam, a mineração de carvão e a operação de usina termelétrica. As amostras foram coletadas em frascos de polietileno, com exceção daquelas para a determinação de DBO que foram coletadas em frascos de Pyrex. A preservação das amostras seguiu os procedimentos recomendados por Golterman et alii (1978) e Standard Methods (1985).

O Quadro 2.6 relaciona os parâmetros determinados e apresenta os procedimentos de coleta adotados.

As análises físicas e químicas, realizadas segundo metodologias amplamente utilizadas em trabalhos limnológicos, estão apresentadas no Quadro 2.7.



QUADRO 2.6- Procedimentos de Coleta

DETERMINAÇÃO	QUANTIDADE	CONSERVAÇÃO
Clorofila a	1000 mL	0°C
Formas de nitrogênio, carbono orgânico e elementos maiores	1000 mL	1,5mL H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Sistema CO <sub>2</sub> , SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> e Cl <sup>-</sup>	1000 mL	0°C
P total e P-PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	250 mL	HgCl <sub>2</sub>
Elementos traços	250 mL	1,0 mL HNO <sub>3</sub> 1N
Oxigênio dissolvido	250 mL	MgSO <sub>4</sub> + KI
DBO <sub>5</sub>	250 mL	no escuro, 20°C
pH, condutividade elétrica		
Oxigênio e temperatura	250 mL	medidas feitas no local

QUADRO 2.7- Procedimentos de Análise

PARÂMETRO	PROCEDIMENTO
Temperatura	Termistor YSI
Oxigênio	Oxímetro YSI
pH	Potenciômetro WTW
Condutividade elétrica	Condutivímetro YSI
Penetração de luz	Disco de Secchi, diâmetro 20 cm
Oxigênio dissolvido	Winkler (1)
Alcalinidade	Potenciométrico, com HCl até pH 4,6 (2)
DBO <sub>5</sub>	Winkler (1)
DQO	Dicromato de potássio (2)
Sulfato	Turbidimétrico (2)
Cloretos	Volumétrico AgNO <sub>3</sub> (2)
Bicarbonato	Calculado a partir da alcalinidade (2)
Ortofosfato e fósforo total	Acido ascórbico (2)
Nitrogênio total	NaOH-EDTA (3)
Amônia e nitrito	Colorimétrico (2)
Nitrato	Colorimétrico (1)
Clorofila a	Acetona 90% (2)
Metais	Absorção atômica (1)
Minerais totais	Condutividade elétrica (4)

Notas:

- (1) Standard Methods (1985)
- (2) Golterman et alii (1978)
- (3) Zahradnik (1983)
- (4) Richard & Van Cu (1961)

### 2.7.2- Resultados

Os resultados das análises, realizadas entre agosto de 1987 e abril de 1988, estão listados no Quadro 2.8. Esta tabela foi organizada com base nos pontos de amostragem. Esta forma de



expressão dos resultados permite obter-se facilmente uma visão global da qualidade das águas de toda a área de estudo para cada época de amostragem.

Os números apresentados revelam alguns fatos e relações de interesse ecológico da maior relevância, 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, seja pela 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 escolhidos para serem amostrados revelaram, ao longo do período, algumas alterações marcantes. É possível extrair dos resultados obtidos várias e valiosas 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 variáveis medidas são analisadas a seguir. Vale lembrar, novamente, que a análise dos parâmetros, apresentada a seguir, refere-se ao período do levantamento (1987-88).

#### -TEMPERATURA

Esse parâmetro tem sua variabilidade no meio hídrico da região na dependência das variações climático-sazonais. Os valores medidos variaram de 11 °C a 30 °C, sendo a menor temperatura registrada na estação CAN 01, em agosto, e a maior, em dezembro, na represa da Vila Operária (VO 01).

#### -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). Vale ressaltar que, 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.

O Quadro 2.9 revela a acidez das águas do Poacá, evidenciando a influência do processo de mineração exerce sobre o sistema aquático.

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).

QUADRO 2.8 - ANÁLISES DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM

PARÂMETROS	1987 - 1988																			
	CAN 01					CAN 02					CAN 03				CAN 04			CAN 05		
	MÊS DE COLETA	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR	OUT	DEZ	FEV	ABR	DEZ	FEV	ABR	DEZ	FEV
Temperatura, °C	11,0	22,5	25,0	22,0	16,8	11,6	19,0	25,0	24,5	19,0	18,0	24,0	24,5	23,5	25,5	24,8	17,3	25,0	24,5	17,0
pH	6,7	6,6	5,9	7,3	6,7	6,8	6,8	6,6	7,3	7,4	6,8	6,8	7,2	7,6	5,8	6,9	6,6	5,8	6,8	6,1
Condut., uS <sub>20</sub> /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	98,0	86,0	105,3	157,9	109,2	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	8,5	7,9	5,6	6,9	7,0	6,6	7,1	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	69,1	65,6	73,9	101,8	92,9	68,8	83,1	73,0	79,9	85,0	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	0,75	0,71	0,70	0,30	0,68	0,60
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	1,2	0,7	2,1	0,8	0,8	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	11,6	14,8	18,6	7,2	18,1	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	35,0	37,0	58,0	44,0	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	1,9	2,1	3,2	2,5	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	37,0	12,4	11,6	41,3	22,1	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	2,0	3,0	2,5	3,0	2,6	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	45,7	43,3	42,7	18,3	41,5	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	1,98	4,20	5,30	4,84	7,25	8,70	4,65
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	2,40	2,51	2,12	4,30	3,10	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	8,16	5,66	14,70	7,39	6,16	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	1,47	1,72	6,02	1,91	2,17	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	20,8	103,1	99,1	63,6	150,6	107,1
Ortofosfato, ug/l	11,7	10,2	40,6	30,4	0,0	25,0	0,0	-	37,2	16,8	10,2	35,5	6,6	16,8	-	37,2	33,8	37,2	23,6	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	939,2	256,8	579,8	566,1	261,4	616,5	547,7
Nitrato, ug/l	18,5	27,8	222,5	18,5	4,0	2,6	10,6	10,6	53,0	62,2	23,8	79,5	66,2	6,6	42,4	17,2	60,9	21,2	7,9	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	4,2	3,0	0,9	17,8	1,9	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	-	43,6	67,4	-	15,0	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	1,6	26,7	5,8	2,1	21,4	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	92,9	81,5	99,8	149,6	102,2	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	1,29	0,86	1,38	1,42	1,15	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	0,13	0,06	0,22	0,62	0,17	0,21
Alumínio, mg/l	0,53	0,79	0,71	1,66	0,48	0,40	0,98	0,10	1,21	0,78	1,46	0,35	1,69	1,56	0,05	0,59	0,95	0,24	0,90	1,30
zínco, 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	0,02	0,31	0,11	0,05	0,20	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	0,69	0,11	0,98	0,31	0,43	0,72	1,04	0,27	1,74	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	8,2	2,5	6,6	4,3	6,4	4,0	7,2	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	1,7	8,9	2,2	2,8	9,4	1,8
Chumbo, ug/l	5,2	6,1	3,4	9,5	4,1	9,6	9,7	12,9	10,8	5,9	6,2	2,5	6,7	5,6	3,9	7,4	4,8	2,3	7,7	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	5,3	64,5	9,5	28,2	43,0	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	10,3	2,0	1,3	2,8	3,1	3,8
Mercúrio, 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	2,1	2,2	3,9	10,6	2,5	0,5

(CONT.)

QUADRO 2.8 - ANÁLISES DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM

PARÂMETROS	1987 - 1988																			
	B 01					B 02					VO 01					P 01				
	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR
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	14,0	22,0	23,0	26,5	23,8
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	5,7	5,1	4,2	3,6	3,4
Condut., uS <sub>20</sub> /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	162,4	258,7	384,6	668,4	535,3
O <sub>2</sub> 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	9,8	7,9	7,4	8,3	7,1
Saturação O <sub>2</sub> , %	80,2	95,8	76,8	76,7	78,2	79,0	96,2	94,6	93,4	81,2	86,5	85,3	74,2	170,6	67,2	95,2	90,4	86,1	103,0	88,1
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	0,05	0,05	0,0	0,0	0,0
DBO <sub>5</sub> , mgO <sub>2</sub> /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	0,4	0,6	0,6	0,6	1,2
DQO, mgO <sub>2</sub> /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	9,6	4,3	5,8	11,5	6,2
Dureza, mgCaCO <sub>3</sub> /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	48,0	71,0	132,0	230,0	191,0
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	2,7	4,0	7,4	12,9	10,7
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	63,8	85,8	122,7	354,8	185,5
Cloreto, mg/l	1,0	1,5	2,5	2,5	2,0	1,0	1,5	2,0	1,5	2,0	1,0	1,5	2,5	2,5	3,0	1,5	2,0	2,5	3,2	5,0
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	3,0	3,0	0,0	0,0	0,0
Cálcio, mg/l	0,38	1,28	1,26	2,66	1,99	0,18	1,52	0,45	2,82	1,90	0,68	2,35	1,55	3,98	2,22	2,75	8,20	13,45	33,25	14,02
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	0,75	4,50	9,51	18,25	14,02
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	1,65	3,83	17,97	8,50	11,60
Potássio, ug/l	0,92	1,25	1,21	1,52	1,52	0,85	1,19	1,37	1,93	1,75	0,47	0,91	1,40	1,62	4,30	0,62	1,30	3,02	3,56	6,60
Fosfato tot., ug/l	39,9	59,6	63,6	75,4	67,5	49,8	75,4	83,3	87,2	71,5	31,8	39,8	41,7	99,1	59,6	27,8	55,6	340,4	87,3	75,4
Ortofosfato, ug/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	5,0	6,8	33,8	28,7	0,0
Nitrog. total, ug/l	278,5	1143,4	295,8	799,9	685,3	99,4	953,8	291,2	602,8	951,3	102,0	765,8	848,4	1001,7	488,1	234,9	825,4	259,1	809,1	268,0
Nitrato, ug/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	7,9	4,0	68,9	90,1	0,0
Nitrito, ug/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	3,3	1,7	6,9	3,6	1,4
Amônia, ug/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	196,8	97,8	-	320,0	113,0
Clorofila a, ug/l	0,0	4,3	2,1	56,1	1,1	0,0	1,5	0,5	45,4	2,1	2,1	9,6	1,6	18,7	5,6	6,1	5,9	3,2	0,0	3,5
Minerais tot., mg/l	27,2	54,2	52,1	54,9	60,3	30,2	56,5	72,8	58,8	60,1	40,8	66,8	74,8	58,8	84,6	153,9	199,1	275,3	478,5	383,2
Ferro, mg/l	2,05	1,62	1,79	1,66	1,90	2,03	1,57	1,69	1,55	1,97	0,49	1,82	4,16	2,53	1,98	1,55	1,38	0,87	3,64	1,39
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	0,27	0,86	2,42	3,71	3,38
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	0,63	1,30	1,49	11,10	6,65
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	0,04	0,07	0,13	0,36	0,27
Cádmio, ug/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	0,11	0,31	0,55	1,46	0,91
Cobre, ug/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	1,4	8,0	7,4	5,2	4,3
Cromo, ug/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	1,7	2,1	2,9	9,5	1,4
Chumbo, ug/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	8,7	3,8	5,7	5,0	2,8	4,9	4,1
Níquel, ug/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	9,2	28,4	69,2	95,4	58,8
Arsênio, ug/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	8,0	3,8	1,6	3,2	4,0	8,3	43,0	22,7
Mercurio, ug/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	3,0	4,8	2,6	0,5	0,9

(CONT.)

QUADRO 2.8 - ANÁLISES DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM

PARÂMETROS	1987 - 1988															
	P 02			QJ 01					CAR 01			PT 01				
	MÊS DE COLETA	DEZ	FEV	ABR	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR	OUT	FEV	ABR	AGO	OUT	DEZ	FEV
Temperatura, °C	24,3	24,0	14,2	14,0	22,0	23,0	26,5	24,5	24,5	23,5	15,8	12,1	21,0	24,0	24,0	15,5
pH	4,7	6,6	3,8	6,3	6,7	5,9	7,1	4,7	4,0	3,7	3,6	4,5	5,0	4,0	4,0	3,4
Condut., uS <sub>20</sub> /cm	219,6	193,0	435,5	21,5	19,2	26,8	31,7	97,4	728,0	975,4	1101,0	130,7	166,4	385,9	386,0	609,9
O <sub>2</sub> dissolvido mg/l	8,8	7,6	8,2	9,2	8,0	7,4	7,5	6,6	8,3	8,9	8,2	10,2	8,5	8,0	8,6	8,2
Saturação O <sub>2</sub> , %	104,4	90,3	80,1	90,8	91,5	86,1	93,0	79,0	99,4	104,7	82,9	95,0	95,3	94,7	102,1	82,3
Alcalinidade, meq/l	0,0	0,50	0,0	0,15	0,15	0,15	0,10	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,05	0,0	0,0	0,0
DBO <sub>5</sub> , mgO <sub>2</sub> /l	1,9	0,8	0,6	0,4	0,2	0,6	0,4	0,8	0,0	0,2	0,2	0,8	0,4	0,9	0,6	0,6
DQO, mgO <sub>2</sub> /l	4,3	14,1	7,8	6,4	11,6	4,3	16,5	7,8	36,2	4,9	17,1	8,0	5,8	5,8	11,5	3,1
Dureza, mgCaCO <sub>3</sub> /l	83,0	82,0	110,0	6,0	8,0	6,0	12,0	29,0	14,0	351,0	298,0	38,0	46,0	107,0	115,0	149,0
Dureza, °d	4,6	4,6	6,2	0,3	0,4	0,3	0,7	1,6	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	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	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	9,1	9,1	6,1	1,2	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	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	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	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	5,65	39,50	0,52	1,26	1,40	3,22	9,02
Fosfato tot., ug/l	39,8	146,6	43,8	43,6	16,1	63,3	47,7	27,9	317,8	122,9	63,6	47,6	213,8	142,7	154,5	51,7
Ortofosfato, ug/l	35,5	28,7	0,0	15,0	8,5	32,1	10,0	6,6	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	286,3	203,8	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	42,4	0,0	18,5	5,3	21,2	30,5	0,0
Nitrito, ug/l	10,6	1,4	0,0	3,3	0,0	4,2	1,9	0,0	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	296,2	-	87,2	369,2	-	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	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	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	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	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	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	0,48	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	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	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	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	5,2	6,7	5,5	6,0	7,0	4,5	4,6
Níquel, ug/l	47,7	38,2	64,2	2,0	6,2	2,8	19,8	16,3	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	32,2	38,9	3,3	2,0	8,0	11,5	17,8
Mercúrio, ug/l	6,2	1,8	6,2	5,4	7,8	1,7	4,0	5,1	10,0	17,0	12,5	1,4	5,7	3,8	15,0	17,7





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.

QUADRO 2.9-Distribuição das amostras de água coletadas nas duas bacias por faixa de pH

Faixa de pH	Nº AMOSTRAS Bacia Candiota		Nº AMOSTRAS Bacia Poacá		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
3,1-4,0	0	0,0	9	42,9	9	16,1
4,1-5,0	0	0,0	5	23,8	5	8,9
5,1-6,0	5	14,3	3	14,3	8	14,3
6,1-7,0	22	62,9	3	14,3	25	44,6
7,1-8,0	8	22,8	1	4,7	9	16,1
Total	35	100,0	21	100,0	56	100,0

### -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 (Quadro 2.10).

As grandezas dessas medidas variaram de  $18,7 \text{ uS}_{20}.\text{cm}^{-1}$  (CAN 01, agosto) a  $1101,0 \text{ uS}_{20}.\text{cm}^{-1}$  (CAR 01, abril), mostrando uma variabilidade muito grande. O valor médio da Bacia do Candiota é de  $56,3 \text{ uS}_{20}.\text{cm}^{-1}$  ( $18,7 - 157,9 \text{ S}_{20}.\text{cm}^{-1}$ ) e o da Bacia do Poacá,  $358,9 \text{ uS}_{20}.\text{cm}^{-1}$  ( $19,2 - 1101,0 \text{ uS}_{20}.\text{cm}^{-1}$ ), 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  $458,8 \text{ uS}_{20}.\text{cm}^{-1}$ , condutividade expressivamente alta para cursos de água do Rio Grande do Sul.



QUADRO 2.10-Coefficientes de correlação (r) entre parâmetros ambientais de corpos de água da Região de Candiota

BACIA DO CANDIOTA							
	pH	uS <sub>20</sub> /cm	Alcalinidade	Dureza	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	DBO <sub>5</sub>	DQO
pH	-	NS -0,170	NS -0,019	NS -0,107	NS -0,298	NS -0,188	x +0,378
	uS <sub>20</sub> /cm	-	xxxx +0,650	xxxx +0,977	xxxx +0,806	NS -0,217	NS -0,041
		Alcalinidade	-	xxxx +0,655	xxx +0,481	NS -0,158	NS +0,029
			Dureza	-	xxxx +0,805	NS -0,260	NS -0,021
				SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	-	NS -0,312	NS -0,227
					DBO <sub>5</sub>	-	NS +0,241
						DQO	-

Notas:

NS=Não significativo  
x=significativo alfa 0,05  
xx=significativo alfa 0,02  
xxx=significativo alfa 0,01  
xxxx=significativo alfa 0,001  
alfa=nível de significância



QUADRO 2.10-Coefficientes de correlação (r) entre parâmetros ambientais de corpos de água da Região de Candiota (continuação)

BACIA DO POACÁ							
	pH	uS <sub>20</sub> /cm	Alcalinidade	Dureza	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	DBO <sub>5</sub>	DQO
pH	-	xxxx -0,766	xxxx +0,706	xxxx -0,684	xxxx -0,697	NS -0,138	NS +0,047
uS <sub>20</sub> /cm		-	NS -0,412	xxxx +0,866	xxxx +0,942	NS -0,237	NS +0,274
Alcalinidade			-	NS -0,316	NS -0,367	NS -0,058	NS +0,084
Dureza				-	xxxx +0,895	NS -0,022	NS -0,128
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>					-	NS -0,286	NS +0,163
DBO <sub>5</sub>						-	x -0,466
DQO							-

Notas:

NS=Não significativo  
x=significativo alfa 0,05  
xx=significativo alfa 0,02  
xxx=significativo alfa 0,01  
xxxx=significativo alfa 0,001  
alfa=nível de significância



QUADRO 2.10-Coefficientes de correlação (r) entre parâmetros ambientais de corpos de água da Região de Candiota (continuação)

		BACIA DO CANDIOTA			+	BACIA DO POACÁ		
	pH	uS <sub>20</sub> /cm	Alcalinidade	Dureza	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	DBO <sub>5</sub>	DQO	
pH	-	xxxx -0,803	xxxx +0,679	xxxx 0,740	xxxx -0,765	NS +0,202	xxxx +0,438	
	uS <sub>20</sub> /cm	-	xxxx -0,523	xxxx +0,912	xxxx +0,961	x -0,278	NS -0,148	
		Alcalinidade	-	xxxx -0,452	xxxx -0,514	NS +0,187	xx +0,362	
			Dureza	-	xxxx +0,927	NS -0,241	NS -0,317	
				SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	-	x -0,277	NS -0,197	
					DBO <sub>5</sub>	-	NS +0,262	
						DQO	-	

Obs.:

NS=Não significativo  
x=significativo alfa 0,05  
xx=significativo alfa 0,02  
xxx=significativo alfa 0,01  
xxxx=significativo alfa 0,001  
alfa=nível de significância

COMPORTAMENTO DE ALGUNS PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS NA BACIA DO POACÁ

ABRIL DE 1988

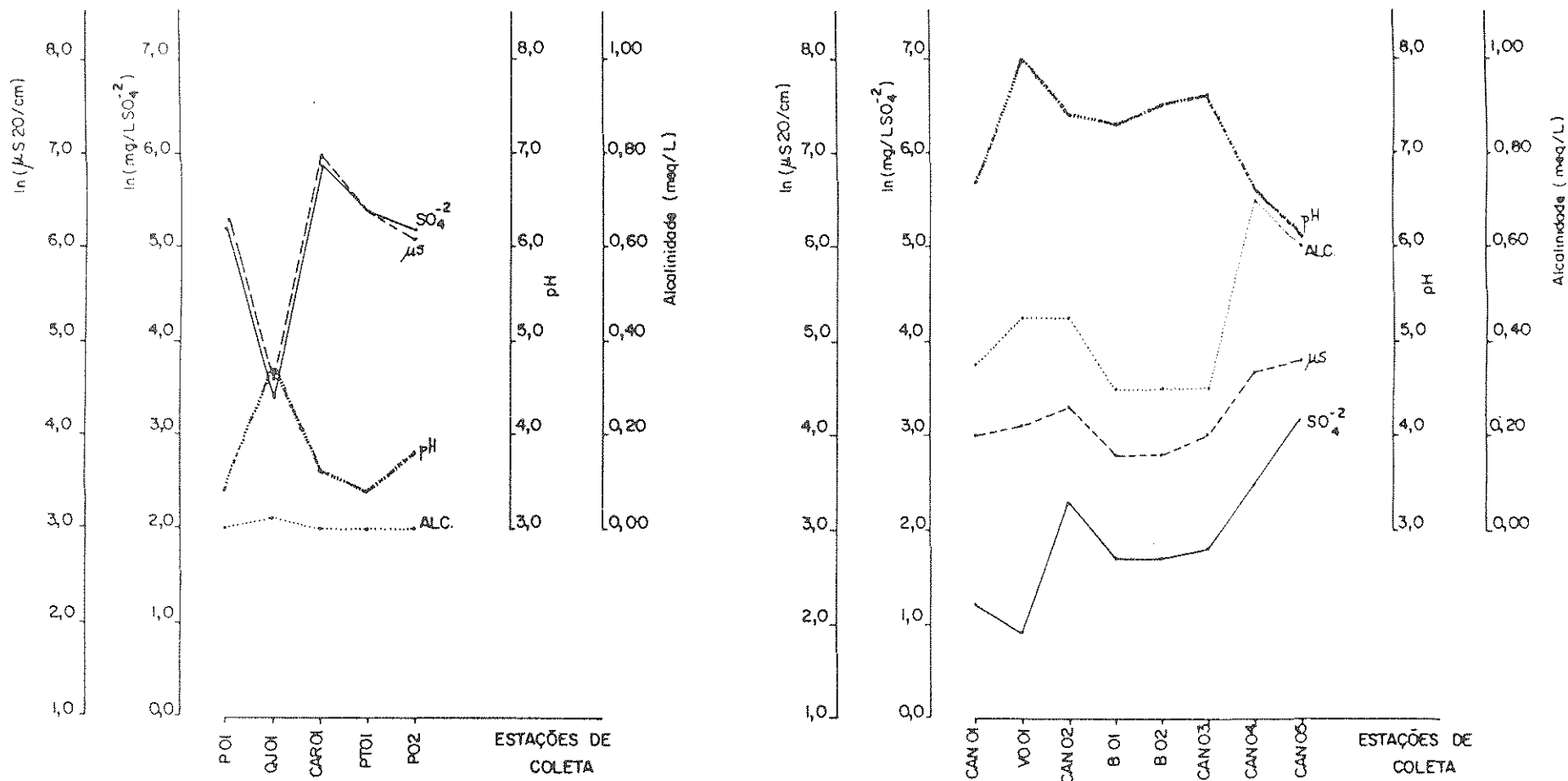


FIGURA 2.1



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).

Observando-se a Figura 2.1, verifica-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. De qualquer forma, a Figura 2.1 mostra 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 2.8, 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). Pode-se igualmente observar que as concentrações médias de DBO e DQO são maiores no Candiota (Quadro 2.11). 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 (Quadro 2.11) 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.



QUADRO 2.11-DBO, DQO, DQO/DBO - Valores médios

Estação	DBO <sub>5</sub> mg/L	DQO mg/L	DQO/DBO
CAN 01	2,3	10,6	4,6
VO 01	2,2	17,4	7,9
CAN 02	1,3	17,3	13,3
B 01	2,0	18,1	9,0
B 02	1,9	19,9	10,5
CAN 03	1,5	17,0	11,3
CAN 04	1,3	15,0	11,4
CAN 05	0,7	14,1	19,3
P 01	0,7	7,5	10,7
QJ 01	0,5	9,3	18,6
CAR 01	0,1	19,4	194,0
PT 01	0,7	6,8	9,7
P 02	1,1	8,7	7,9

#### -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 (Figura 2.2) 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.

RELAÇÃO ENTRE OS VALORES DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA ( $\mu S 20/cm$ ), pH E ALCALINIDADE TOTAL (meq/L)  
NAS ÁGUAS DO CANDIOTA E POACÁ

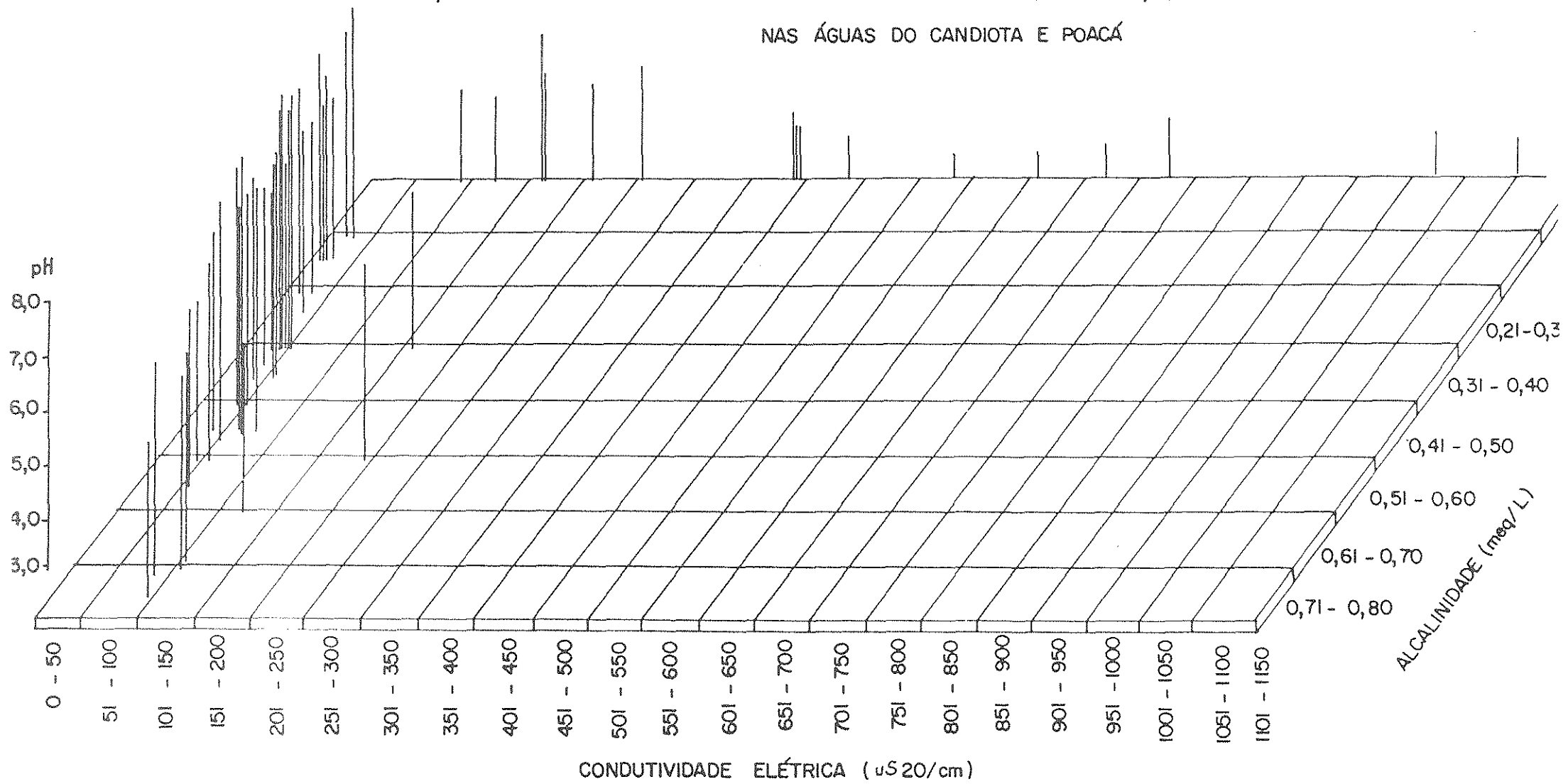


FIGURA 2.2





## -DUREZA

Esse parâmetro tem um valor médio, para todas as amostras, de 51,0 mgCaCO<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 (Quadro 2.12) e se estabelece assim como um parâmetro-índice importante na avaliação da influência da mineração sobre águas superficiais. As Figuras 2.3 e 2.4 exemplificam, respectivamente, as correlações entre dureza e pH, e dureza e condutividade na bacia do Poacá.

QUADRO 2.12-Coefficientes de correlação de dureza (mg CaCO<sub>3</sub>/L) com alguns parâmetros das águas superficiais da região de Candiota

Dureza	pH	Alcalinidade	uS/cm	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Ca <sup>+2</sup> +Mg <sup>+2</sup>
Candiota	NS	+0,66	+0,98	+0,80	+0,90	+0,87	+0,93
Poacá	-0,68	NS	+0,87	+0,90	+0,56	+0,61	+0,57
Candiota +Poacá	-0,74	-0,45	+0,91	+0,93	+0,56	+0,62	+0,58

Nota:

-NS=Não Significativo

RELAÇÃO ENTRE OS VALORES DE DUREZA ( $\text{mgCaCO}_3/\text{L}$ ) E OS ÍNDICES DE pH NA BACIA DO POACÁ

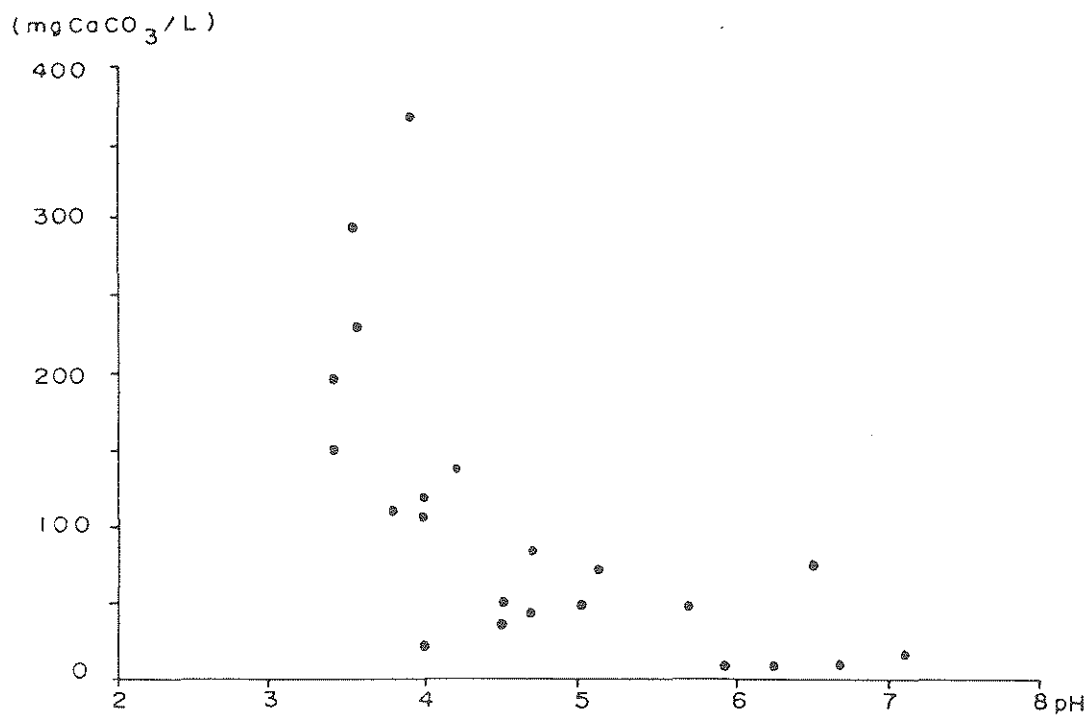


FIGURA 2.3

RELAÇÃO ENTRE OS VALORES DE DUREZA ( $\text{mgCaCO}_3/\text{L}$ ) E AS CONCENTRAÇÕES DE SULFATO. BACIA DO POACÁ

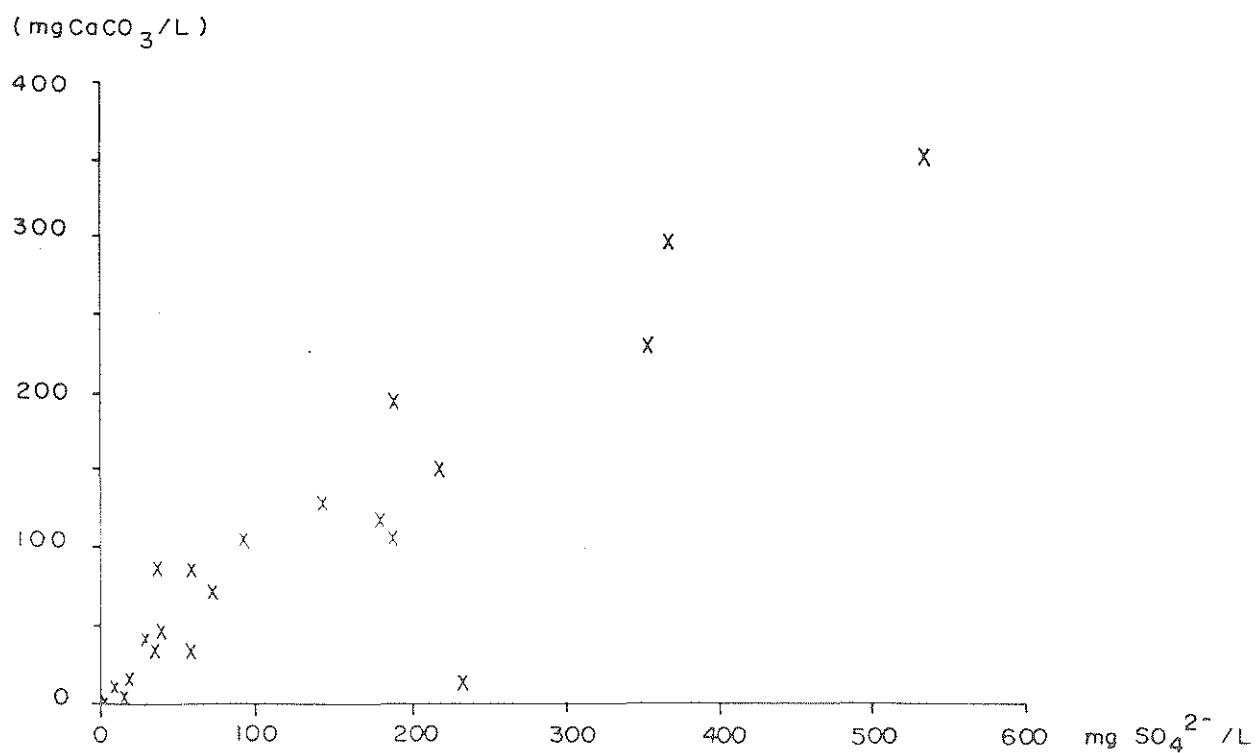


FIGURA 2.4



## -MINERALIZAÇÃO

Normalmente, a mineralização total das águas continentais é determinada por quatro cátions principais ( $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ ) e quatro ânions ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{-2}$ ,  $\text{Cl}^-$  e  $\text{SO}_4^{-2}$ ). A concentração relativa desses íons constitui critério importante para a classificação de corpos de água. Além disso,  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{+2}$  são elementos importantes na determinação da dureza e o  $\text{HCO}_3^-$  é o principal íon do sistema  $\text{CO}_2$  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 (Quadro 2.13) tanto em mg/L como em meq/L. A ordem relativa de concentração em termos de mg/L, para o Candiota, é  $\text{Na} > \text{Ca} > \text{K} > \text{Mg}$  e, em termos de meq/L, é  $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{K}$ . No Poacá, no entanto, como as diferenças de concentração são muito acentuadas, a relação tanto em mg/L como em meq/L é  $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na} > \text{K}$ .

QUADRO 2.13-Concentração média (mg/L) e relativa (Eq%) dos principais íons nas águas superficiais da Região de Candiota

Íon	Sistema Candiota			Sistema Poacá			Candiota + Poacá		
	mg/L	meq/L	Eq%	mg/L	meq/L	Eq%	mg/L	meq/L	Eq%
$\text{Ca}^{+2}$	2,43	0,121	26,2	53,61	2,675	56,2	21,62	1,079	51,9
$\text{Mg}^{+2}$	1,51	0,124	26,9	19,60	1,612	33,8	8,30	0,682	32,9
$\text{Na}^+$	3,94	0,171	37,1	8,38	0,364	7,6	5,61	0,244	11,8
$\text{K}^+$	1,75	0,045	9,8	4,51	0,115	2,4	2,78	0,071	3,4
Subtotal	9,63	0,461	100,0	86,10	4,766	100,0	38,31	2,076	100,0
$\text{HCO}_3^-$	23,56	0,386	60,2	3,53	0,058	1,9	16,05	0,263	17,3
$\text{Cl}^-$	2,05	0,058	9,1	2,70	0,076	2,6	2,29	0,064	4,2
$\text{SO}_4^{-2}$	9,48	0,197	30,7	136,88	2,852	95,5	57,26	1,192	78,5
Subtotal	35,09	0,641	100,0	143,11	2,986	100,0	75,60	1,519	100,0

Obs.: O  $\text{CO}_3^{-2}$  não aparece na faixa de pH dessas águas

Além de as concentrações dos cátions serem muito diferentes, a concentração relativa desses íons é profundamente alterada como mostram os diagramas iônicos na Figura 2.5. 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. A Figura 2.5 apresenta os diagramas iônicos referentes a abril de todos os pontos de amostragem. Por sua vez, para fins de comparação, a Figura 2.6 contém os diagramas iônicos dos pontos-chave de amostragem relativos ao mês de outubro/87, ocasião em que as condições das águas afetadas quanto aos parâmetros físico-químicos situaram-se dentre as melhores.

Comparando os diagramas de P 02, CAN 04 e CAN 05 da Figura 2.5, pode-se claramente observar que o deságue 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.

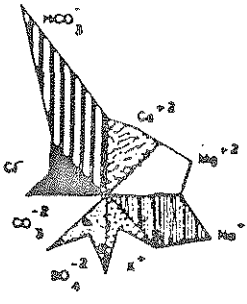
Em termos de concentração média, o Quadro 2.13 mostra que o Arroio Poacá causa sobre o Candiota uma redução de 4,5% para o sódio (9,51 vs. 9,09 mg/L) e acréscimos de 43,7% para o cálcio (4,78 vs. 6,87 mg/L) e de 47,4% para o magnésio (2,34 vs. 3,45 mg/L). A título de ilustração, é apresentada a Figura 2.7, que compara a concentração relativa de cátions nos sistemas Candiota e Poacá com a de outros 2 sistemas estudados no Rio Grande do Sul, quais sejam: o Saco de Tapes e o Arroio Velhaco.

Com relação aos ânions (Quadro 2.13), 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.

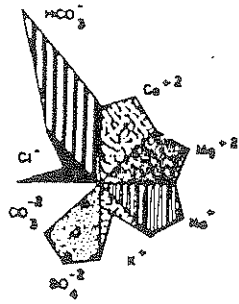
Por outro lado, os Mapas 2.3 e 2.4 apresentam os resultados mais relevantes referentes aos meses de abril de 88 e outubro de 87, respectivamente. É importante ressaltar que as águas da região, em todas as amostras analisadas, com exceção da amostra de CAR 01 coletada em fevereiro de 88, apresentam um 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 (Quadro 2.14) revelam que as quantidades variam sobre amplas faixas, sendo difícil estabelecer as causas que levam a amplitudes de tal ordem. O Quadro 2.15 relaciona, em ordem decrescente de concentração média, esses íons nas duas bacias. 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.

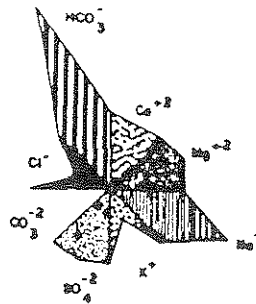
CAN 01



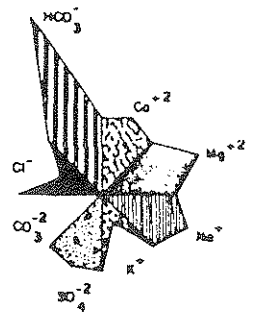
CAN 02



B 02

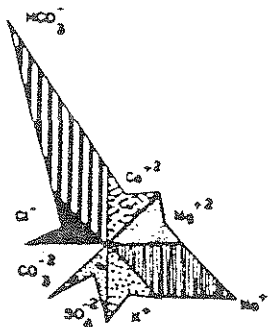


CAN 03

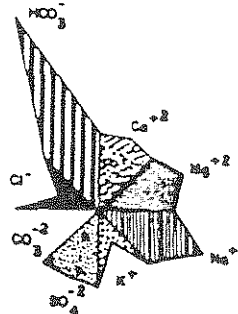


BACIA DO ARROIO CANDIOTA

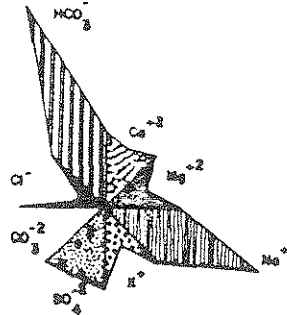
VO 01



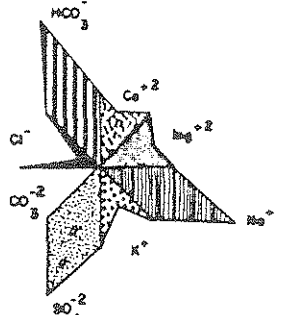
B 01



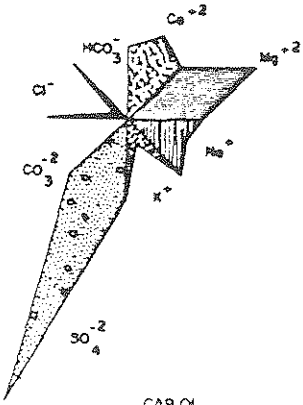
CAN 04



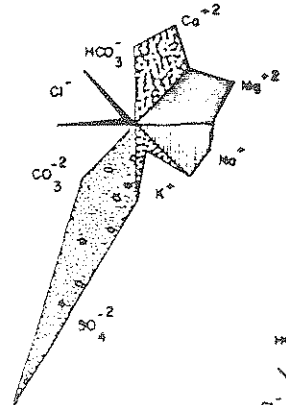
CAN 05



PO1

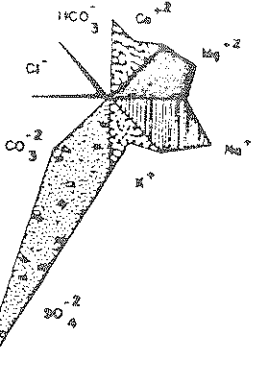


PO2

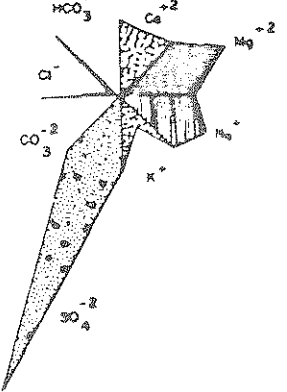


BACIA DO ARROIO POACÁ

CAR 01



PT 01



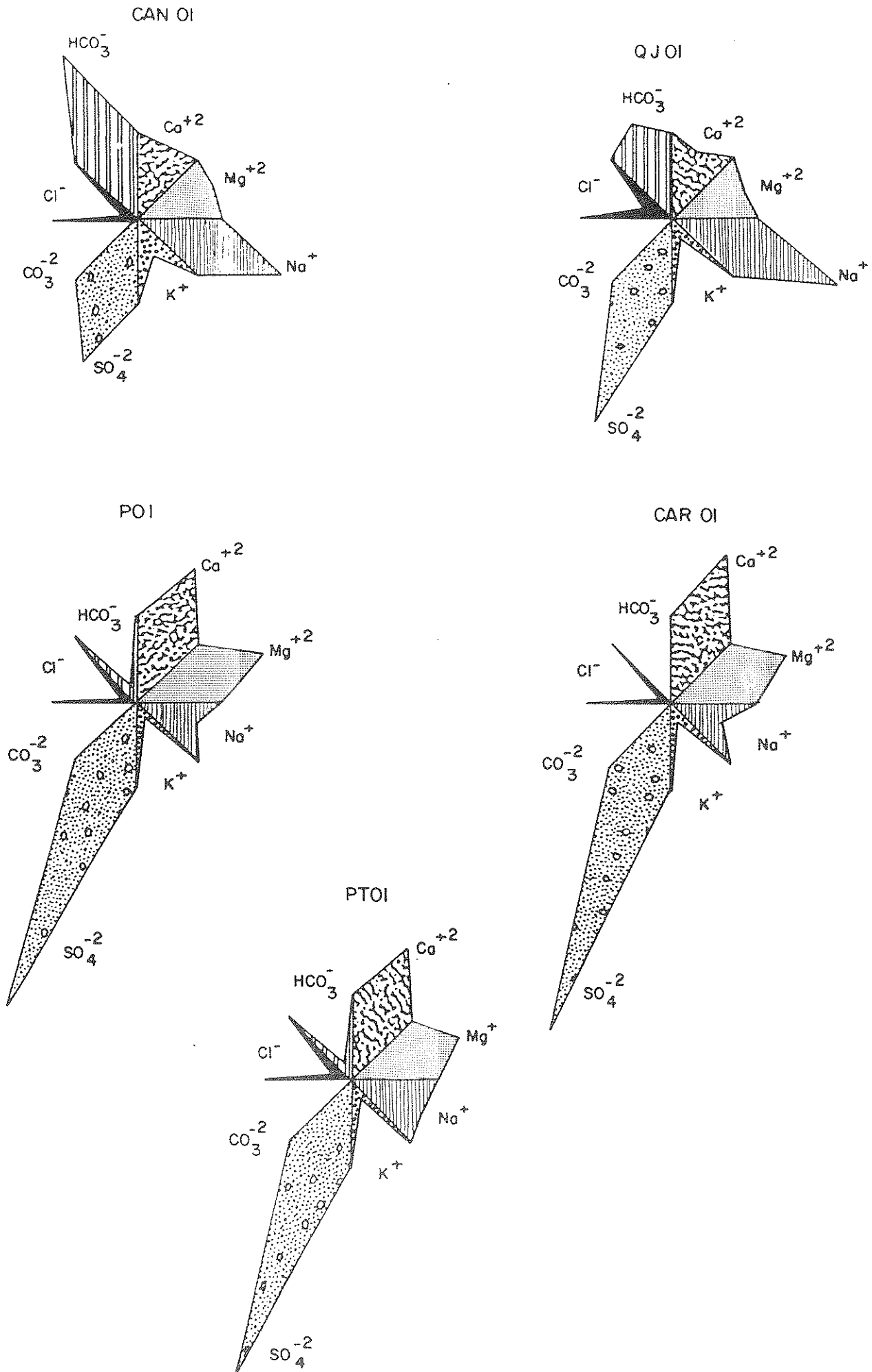
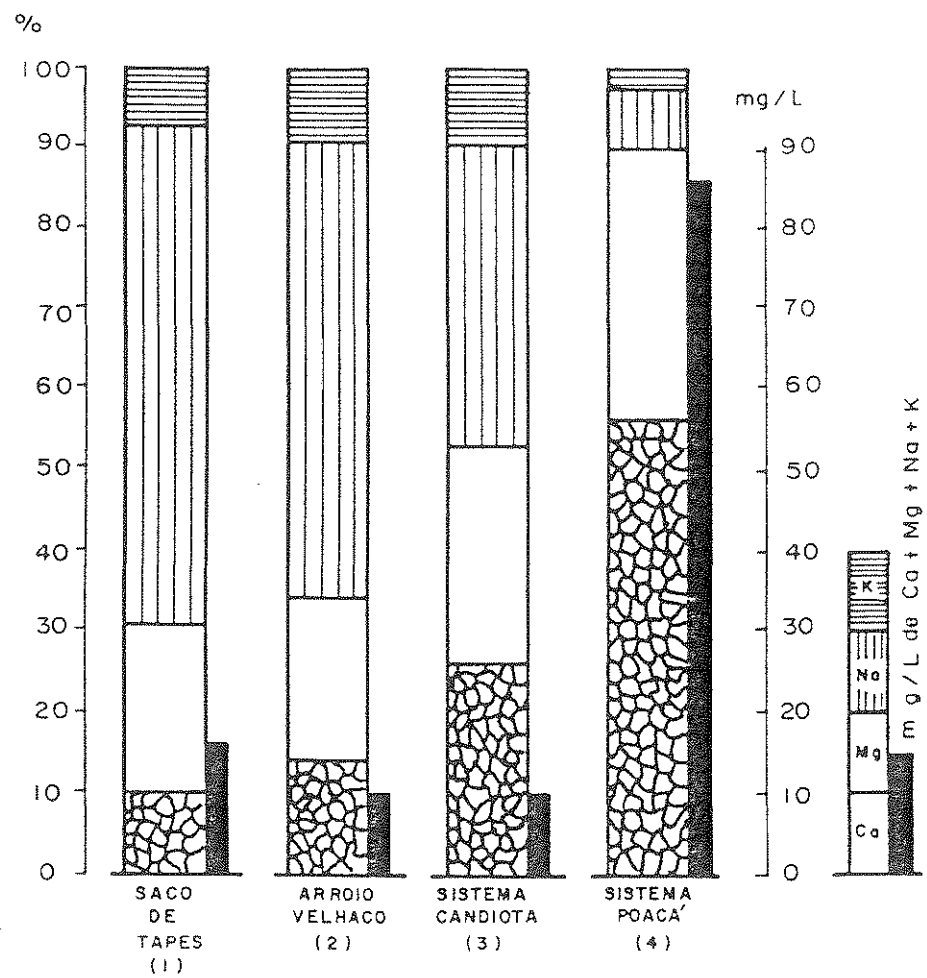


FIGURA 2.6

CONCENTRAÇÃO (mg/L) E RELAÇÃO PERCENTUAL (Eq %) DOS PRINCIPAIS CATIONS NAS ÁGUAS DO CANDIOTA, POACÁ E DOIS SISTEMAS AQUÁTICOS DO RGS.



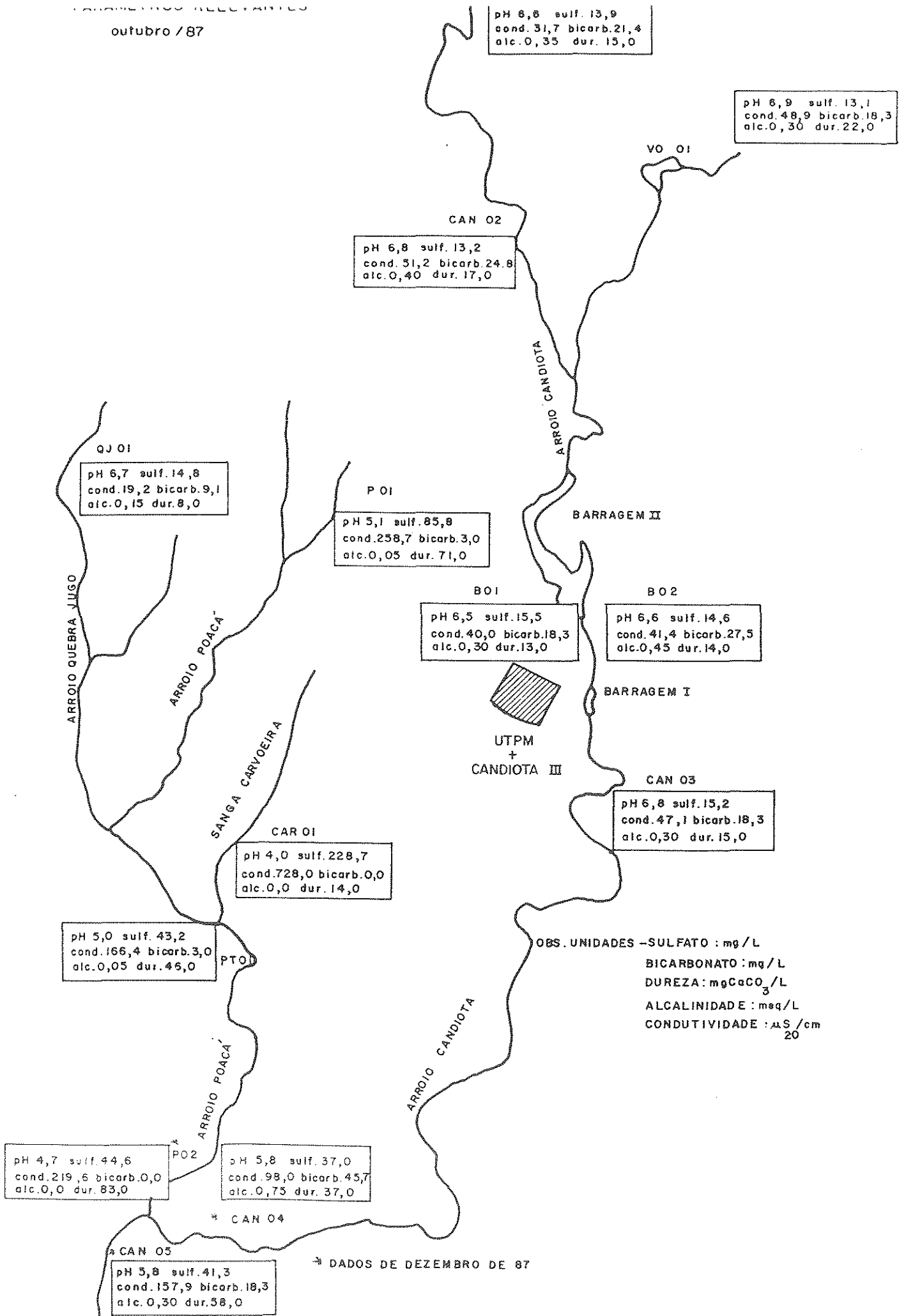
(1) Segundo Schwarzbold, Fonseca Guerra, 1986

(2) Dados de Haase, 1988

(3) e (4) Conforme dados constantes no quadro 2.10

FIGURA 2.7

outubro / 87

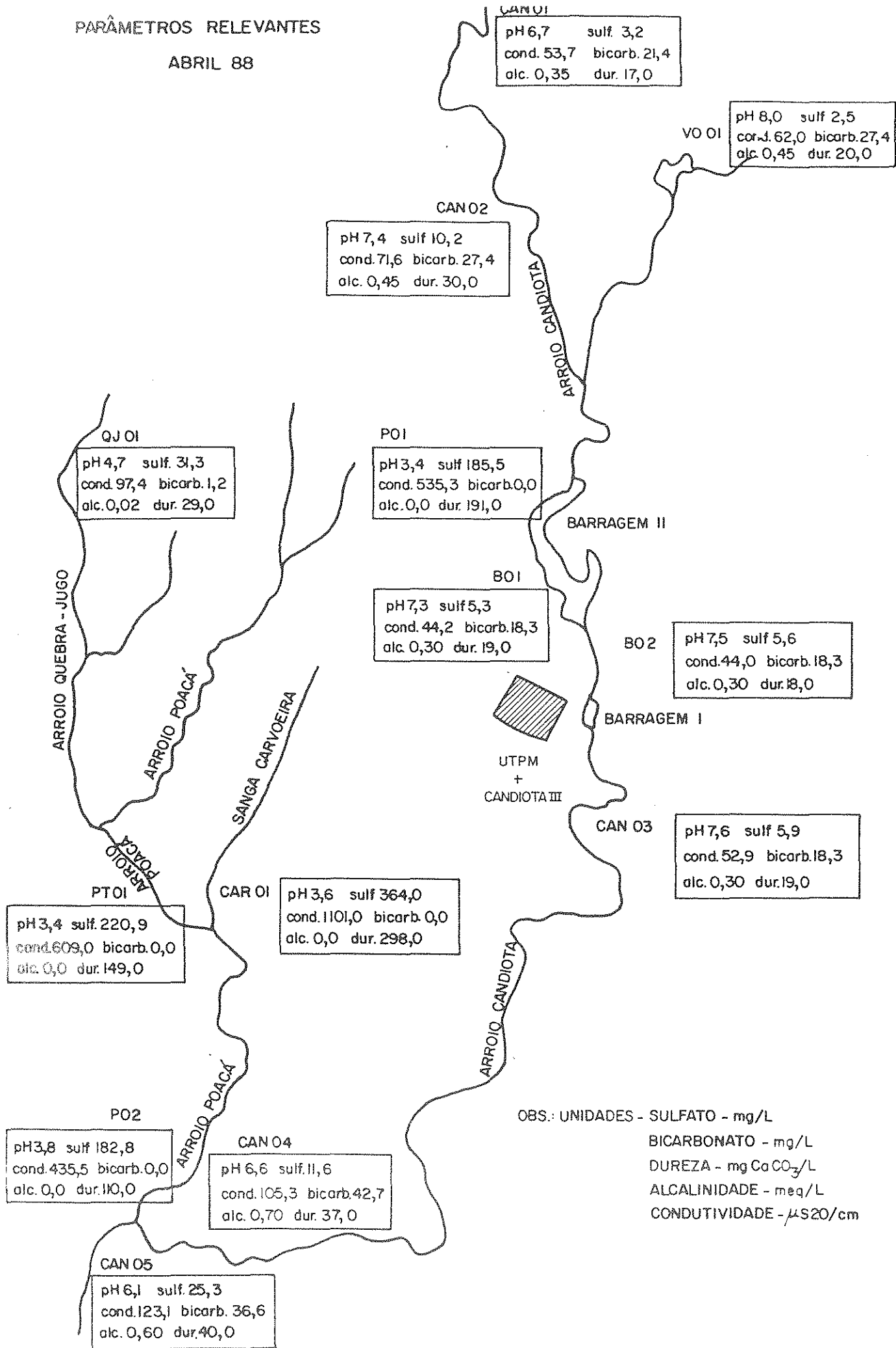


MAPA 2.3



PARÂMETROS RELEVANTES

ABRIL 88



OBS.: UNIDADES - SULFATO - mg/L  
 BICARBONATO - mg/L  
 DUREZA - mg CaCO<sub>3</sub>/L  
 ALCALINIDADE - meq/L  
 CONDUTIVIDADE - µS20/cm

MAPA 2.4



QUADRO 2.14-Valores máximos e mínimos dos metais analisados nas águas superficiais de Candiota

METAL	UNIDADE	CANDIOTA		POACA	
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Ca	mg/L	0,18	8,70	0,05	934,10
Mg	mg/L	0,32	4,30	0,26	281,01
Na	mg/L	0,68	14,70	0,95	53,50
K	mg/L	0,44	6,70	0,20	39,50
Fe	mg/L	0,49	4,16	0,24	10,60
Mn	mg/L	0,01	0,62	0,02	3,71
Al	mg/L	0,05	3,02	0,17	11,10
Zn	mg/L	0,01	1,12	0,01	0,48
Cd	ug/L	0,07	1,74	0,10	3,09
Cu	ug/L	1,19	62,9	1,4	12,9
Cr	ug/L	1,1	10,4	1,4	14,7
Pb	ug/L	2,3	16,9	1,4	9,1
Ni	ug/L	0,8	64,5	2,0	140,7
As	ug/L	1,0	10,3	0,8	43,0
Hg	ug/L	0,5	22,7	0,5	17,7

QUADRO 2.15-Relação em ordem decrescente de concentração (mg/L) dos metais analisados nas águas superficiais de Candiota

SISTEMA	Metal														
Candiota	Na	Ca	K	Fe	Mg	Al	Mn	Zn	Ni	Pb	Cu	Hg	Cr	As	Cd
Poacá	Ca	Mg	Na	K	Al	Fe	Mn	Zn	Ni	As	Cu	Hg	Pb	Cr	Cd

### -NITROGÊNIO

Os valores determinados de nitrogênio total, nitrato, nitrito e amônia refletem apenas a situação por ocasião da coleta, uma vez que, sendo a região de atividade agropecuária, as concentrações desses compostos estão na dependência do manejo que se realiza nas propriedades rurais incluídas na área de drenagem dos cursos de água estudados.

Para fins de análise da área de Candiota, é importante notar que os maiores valores de N total ocorrem na Sanga da Carvoeira (média de 1.562,5 ug/L), fazendo supor que o efluente da mineração carrega material nitrogenado em quantidades superiores às verificadas nas outras estações de coleta e colocando a atividade mineradora como uma das fontes desse elemento para os cursos de água. De qualquer forma, em todos os locais há uma enorme variabilidade na concentração desses compostos. Para as estações PT 01 e P 02, as faixas de variação da concentração de amônia refletem, provavelmente, atividade rural e não atividade mineradora, pois tanto a média como a variação da estação CAR 01, para esse composto, são menores que as do PT 01 e P 02. As médias e amplitudes de amônia nas estações P 01 e CAR 01 são causadas pelo manuseio do carvão, sendo a média de P 01 inferior à de CAR 01 em razão de ambas estarem em regiões de mineração atual e desativada. As demais estações tem valores médios similares. No caso do nitrato, a estação CAN 01 é a que tem a maior amplitude em razão de uma concentração



relativamente elevada em dezembro (222,5 ug/L), um mês de adubação de culturas de verão. As outras estações amostradas tem variações menos acentuadas, embora as médias do Candiota mostrem um aumento na direção de jusante até a estação CAN 04. Neste local, recebe as águas do Poacá com pequenas quantidades de nitrato, resultando para a estação CAN 05 a menor média e menor amplitude dentre as estações amostradas desse arroio. O Poacá, por sua vez, apresenta uma diminuição de concentração média ao longo do seu curso (P 01 vs. PT 01 vs. P 02). A média mais elevada para nitrito foi registrada no CAR 01, o que faz supor uma influência da mineração. A menor amplitude e menor média foram observadas na estação CAN 01, devendo ser essa a condição das águas "naturais" da região quanto a nitrito.

#### -FÓSFORO

Para os corpos d'água da região, a concentração de ortofosfato tem uma amplitude de 0,0 a 95,3 ug/L e a de fósforo total, de 16,1 a 340,4 ug/L. Na bacia do Candiota, a variação deste elemento, tanto na forma solúvel como na concentração total, é muito acentuada: o ortofosfato varia de 0,0 a 40,6, enquanto o fósforo total varia de 20,8 a 198,0 ug/L. Ressalta dos resultados que, em 4 das 8 estações de coleta dessa bacia (Quadro 2.16), apareceram valores de 0,0 ug/L para o ortofostato. Em 4 das 35 determinações, o que representa 11,4%, não havia fosfato solúvel, não obstante a presença do fósforo total em quantidades apreciáveis.

A menor média de ortofosfato foi registrada na estação CAR 01 (3,9 ug/L) e a maior na estação CAN 04 (35,5 ug/L). Para o fósforo total, a menor média é a da estação QJ 01 (39,7 ug/L) e a maior da CAR 01 (168,1 ug/L). Essa relação média entre fósforo total e ortofosfato é maior em CAR 01 (43:1) e menor em CAN 02 e CAN 04 (2:1). Entre esses limites há uma grande variabilidade na relação entre as duas formas de fósforo analisadas, observando-se que, para o Candiota como um todo, a relação é 3:1 e, para o Poacá, 5:1 (excluindo o CAR 01). Essa diferença se deve as altas médias de fósforo total do Poacá (101,4 ug/L) que resultam de altas concentrações máximas em PT 01 (213,8 ug/L), CAR 01 (317,8 ug/L) e P 01 (340,4 ug/L).



QUADRO 2.16-Valores médios de fósforo total e ortofosfato (ug/L), amplitude de variação (ug/L) e relação fósforo total: ortofosfato nas 13 estações de coleta

ESTAÇÃO	Fósforo Total Médio	Ortofosfato Médio	AMPLITUDE DE VARIAÇÃO		AMPLITUDE DE VARIAÇÃO		Fósforo Total / Ortofosfato
			Fósforo Total		Ortofosfato		
			MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	
CAN 01	83,7	18,6	35,9	198,0	0,0	61,2	4:1
VO 01	54,4	17,9	31,8	99,1	0,0	30,4	3:1
CAN 02	48,9	19,8	20,8	79,4	0,0	37,2	2:1
B 01	61,2	20,9	39,9	75,4	5,0	37,2	3:1
B 02	73,4	18,2	49,8	87,2	0,0	37,2	4:1
CAN 03	96,2	17,3	55,6	134,7	6,6	35,5	6:1
CAN 04	74,3	35,5	20,8*	103,1	33,8	37,2	2:1
CAN 05	107,1	26,4	63,6	150,6	18,5	37,2	4:1
P 01	117,3	14,9	27,8	340,4	0,0	33,8	8:1
QJ 01	39,7	14,4	16,1	63,3	6,6	32,1	3:1
CAR 01	168,1	3,9	63,6	317,8	0,0	11,7	43:1
PT 01	122,1	28,8	47,6	213,8	0,0	95,3	4:1
P 02	76,7	21,4	39,8	146,6	0,0	35,5	4:1

\* Esse valor mínimo de fósforo total não tem correspondente de fosfato na mesma amostra.

Com base nos resultados pode-se afirmar que a relação maior no Poacá (5:1) é resultante da atividade mineradora. Essa maior concentração de fósforo total do Poacá influencia o Candiota, que tem sua estação CAN 05 com média 44,1% maior do que a da estação CAN 04.

#### -CLOROFILA

Este parâmetro reflete a passagem, no momento da coleta, de organismos clorofilados pelo curso dos arroios. Apenas as estações B 01 e VO 01, por serem águas represadas, podem conter organismos residentes realizando fotossíntese. Em águas com fluxo, especialmente as que atravessam zonas sombreadas, é difícil estabelecer qualquer relação entre clorofila e fotossíntese. De qualquer forma, embora os dados de clorofila não sirvam para uma avaliação de fixação de carbono, revelam duas situações interessantes. A primeira delas são os picos na curva de concentração verificados em outubro e fevereiro, revelando aumento dessa substância na primavera e no verão. A segunda delas é um coeficiente de correlação significativo ( $\alpha=0,05$ ) e positivo ( $r=0,66$ ) entre a média de ortofosfato e de clorofila a nas estações amostradas como um todo. Essa correlação também aparece em cada arroio separadamente e, embora não seja significativa em virtude do pequeno número de estações, aponta no sentido de um incremento de organismos clorofilados em paralelo ao aumento de ortofosfato. Esses organismos poderiam iniciar uma cadeia alimentar com base na fixação de energia solar, na medida em que



encontrassem regiões de águas lânticas onde o período de exposição à luz permitisse completar a reação fotossintética. É possível que nos locais de maior tempo de residência da água, as medidas de produção primária sejam importantes para a avaliação do estado trófico dos sistemas aquáticos da região.

#### -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 2.17. Vale mencionar que não foi empregado um método padronizado para estas medições. As medições foram realizadas nos locais abaixo citados.

-Arroio Poacá, em 3 pontos: junto à estrada de acesso à área de Candiota III, no ponto de encontro dos 2 braços do referido arroio; junto ao Passo do Tigre, e nas proximidades do Passo do Neto.

-Arroio Quebra-Jugo, em 2 pontos: imediatamente à jusante do local onde se localizará a barragem para abastecimento das obras de Candiota III e nas proximidades do Passo do Neto.

-Sanga da Carvoeira, nas proximidades do Passo do Tigre.

-Arroio Candiota, junto ao pontilhão de acesso à CIMBAGÉ.

-Rio Jaguarão, junto ao Passo do Neto.

O relatório do Projeto "Estudo da Vulnerabilidade à Contaminação dos Mananciais Subterrâneos Decorrente da Extração do Carvão Mineral" apresenta um levantamento de vazões realizado na estação Poacá pela CRM. O Quadro 2.18 apresenta os valores médios mensais registrados no período 1973-1984.

QUADRO 2.17-Vazões medidas (L/s)

LOCAL	MAIO/88 (Período de Estiagem)	AGOSTO/88 (Período de Chuvas)
Arroio Poacá		
Acesso Candiota III (Sitio 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	25	65
Arroio Candiota	996	1.420
Rio Jaguarão	33	314

QUADRO 2.18-Descargas médias mensais (L/s) do Arroio Poacá (1973-1984)

jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Média anual
54,8	63,4	57,1	56,8	42,5	40,0	114,3	42,9	56,2	78,6	44,7	34,5	57,2

Fonte: CPRM



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 2.19 apresenta os resultados das análises.

QUADRO 2.19-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, mg CaCO <sub>3</sub> /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

### 2.7.3-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 (Quadro 2.13), 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, sendo as equações de regressão fornecidas abaixo.

Para o Candiota ( $r=0,871$ )

$$\mu\text{S}_{20} \cdot \text{cm}^{-1} = 0,7024 + 6,18 = (\text{Ca} + \text{Mg} + \text{Na} + \text{K} + \text{HCO}_3 + \text{Cl} + \text{SO}_4)$$

e para o Poacá ( $r=0,727$ )

$$\mu\text{S}_{20} \cdot \text{cm}^{-1} = 0,8755 + (-85,01) = (\text{Ca} + \text{Mg} + \text{Na} + \text{K} + \text{HCO}_3 + \text{Cl} + \text{SO}_4)$$



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.

Aspectos biológicos dos corpos de água estudados são apresentados em itens específicos. Para a parte de física e química da água, uma análise indicadora é a concentração de clorofila a, que corresponde ao pigmento fotossintético primário de todos os organismos fotossintetizadores que despreendem oxigênio. A quantidade de clorofila a representa entre 0,3 e 0,5% do peso seco total das células do fitoplâncton. Entretanto, em cursos de água corrente é difícil estabelecer relações com níveis de produção primária. Além disso, por serem sistemas muito rasos, os arroios favorecem a proliferação de fitobentos e de células vegetais da vegetação circundante. Pode-se afirmar que a clorofila é um indicador que depende de muitos fatores, tornando-se difícil estabelecer relações quantificáveis e corretas. De qualquer forma, as distribuições no tempo e no espaço dos índices de pigmento mostram certa coerência com a variação de alguns fatores. No caso da região de Candiota, aparecem dois picos na curva de concentração que correspondem à primavera (outubro) e verão (fevereiro), fazendo supor que o aumento das quantidades está relacionado com aumento da luminosidade e elevação da temperatura. Um estudo sobre as comunidades fotossintetizadoras dessas águas certamente favorecerá maiores informações sobre os organismos envolvidos nas concentrações desse pigmento, mas os dados apresentados servem como indicadores da qualidade atual dos sistemas hídricos estudados.

#### 2.7.4-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 das mesmas 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 2.20, 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 2.20-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
Mercurio	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 2.20, pode-se verificar o relatado a seguir.

A Bacia 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 Bacia 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 Bacia do Poacá, conforme esperado, afasta-se mais da qualidade definida para as Classes 2 e 3 do que a Bacia 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.



## 2.7.5-Outros Estudos Realizados na Área do Empreendimento

### -ESTUDO REALIZADO PELA COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM)

Em 1984, a CPRM, através de sua Superintendência Regional de Porto Alegre, publicou o trabalho intitulado "Projeto de Estudo da Vulnerabilidade à Contaminação dos Mananciais Subterrâneos Decorrente da Extração Mineral", de autoria de Machado, J. L. F., Peruffo, N. e Lima, J. E. F. Um dos itens deste estudo refere-se à análise de 6 amostras de água de rios, na área abrangida pelas rochas sedimentares e sedimentos inconsolidados da região de Candiota. Segundo os autores, foram abordados os aspectos químicos fornecidos pelas análises das amostras, embora estas amostras não sejam representativas dos pontos de coletas, mas sim da área de drenagem situada à montante dos mesmos. Foram amostrados os seguintes pontos:

- Arroio afluente do drenante da área de mineração da CRM (Ponto 03);
- Arroio Candiota à jusante do Arroio Poacá (Ponto 06);
- Arroio drenante da área de mineração atual da CRM (Sanga da Carvoeira) no Passo do Tigre (Ponto 08);
- Arroio Poacá, no Passo do Tigre, à montante do arroio drenante da área de mineração da CRM (Sanga da Carvoeira) (Ponto 09);
- Arroio Poacá, no Passo do Tigre, à jusante do arroio drenante da área de mineração da CRM (Sanga da Carvoeira) (Ponto 10);
- Arroio Candiota à montante do Arroio Poacá (Ponto 50).

O Mapa 2.5 localiza os pontos amostrados e apresenta alguns parâmetros indicativos de sua qualidade. O Quadro 2.21 apresenta as coordenadas dos pontos de amostragem e as datas de coleta, enquanto o Quadro 2.22 apresenta as principais características físico-químicas dos pontos amostrados.

Das 6 amostras analisadas verifica-se que em 3 predomina o ânion sulfato e, nas outras, o ânion bicarbonato. A condutividade elétrica mostra valores que variam de 75 a 1.387 micromhos/cm, sendo que o valor mais elevado encontrado foi na drenagem que banha as áreas de mineração de carvão. O resíduo seco, que varia de 57,0 a 329,6 mg/L, da mesma maneira que a condutividade, apresenta os valores mais elevados na citada drenagem.

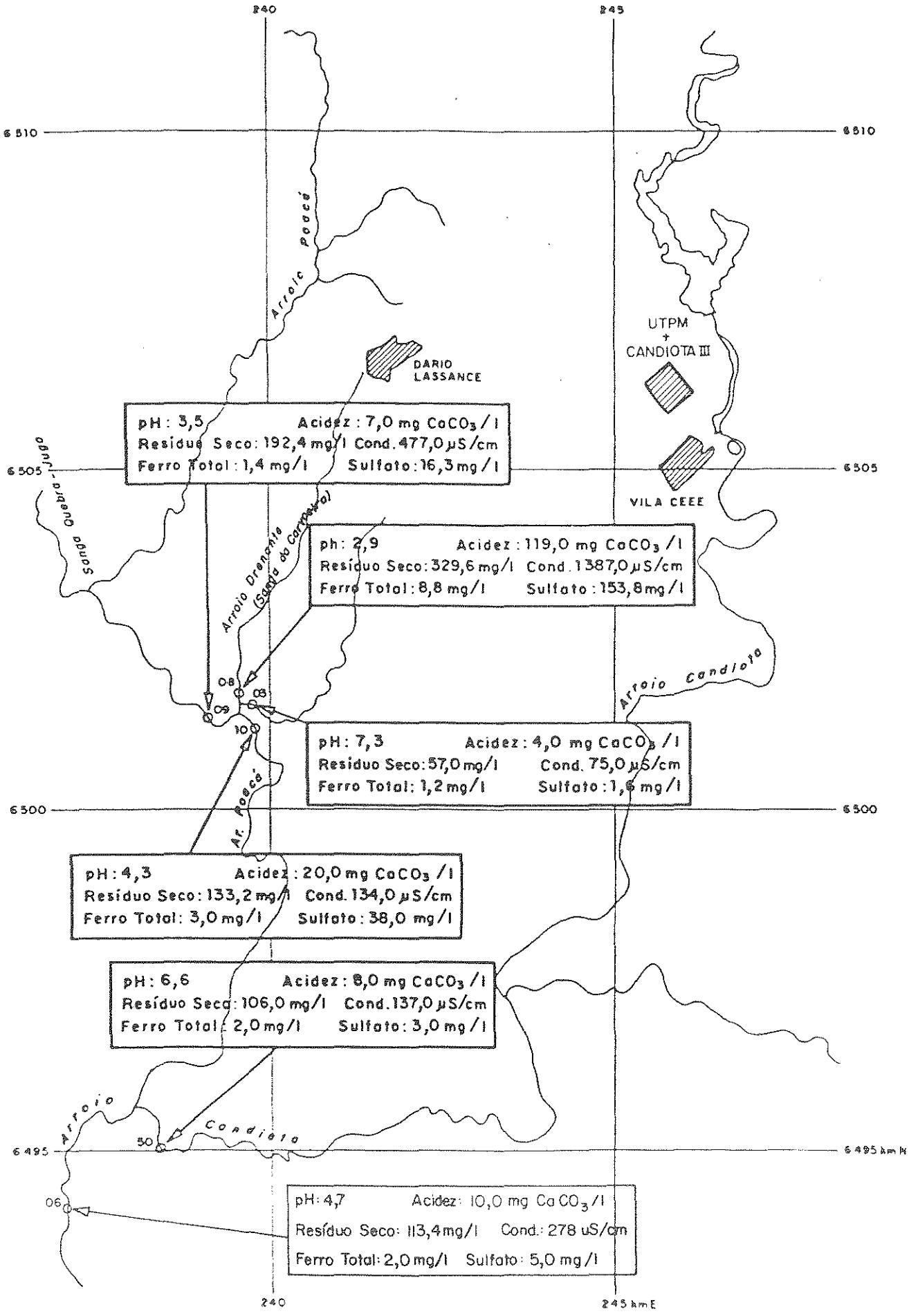
QUADRO 2.21-Localização dos pontos de amostragem e datas de coleta

PONTO	LOCAL	COORD. NORTE	COORD. ESTE	DATA
03	Arroio afluente do drenante da área de mineração da CRM	6.501.550	231.675	22/3/84
06	Arroio Candiota, à jusante da confluência com o Arroio Poacá	6.494.100	237.150	29/3/84
08	Arroio drenante da mineração da CRM - Passo do Tigre	6.501.675	239.550	22/3/84
09	Arroio Poacá, no Passo do Tigre	6.501.300	239.100	22/3/84
10	Arroio Poacá, no Passo do Tigre	6.501.250	239.750	22/3/84
50	Arroio Candiota, à montante da confluência com o Arroio Poacá	6.495.100	238.525	30/3/84

Fonte: CPRM



As águas amostradas, em relação ao pH, variam de ácidas a alcalinas com valores que vão de 2,9 a 7,3. Para a dureza, os valores variam de 11,0 a 156,0 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ , ou seja, de 1,1 a 15,6 °d. No caso de acidez, os resultados obtidos fornecem valores que variam de 4,0 a 119,0 mg/L de  $\text{CaCO}_3$  e, para a alcalinidade, os valores obtidos (10,0, 16,0 e 19,0 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ ) referem-se às amostras cujo teor em bicarbonato predomina sobre os demais. Os resultados das análises das amostras de águas superficiais mostram que nos tipos químicos predominam tanto águas sulfatadas quanto bicarbonatadas com 50% cada, ocorrendo maior presença de cátion magnésio (magnésiana, calco-magnésiana e magneso-sódica).



pH: 3,5      Acidez: 7,0 mg CaCO<sub>3</sub> / l  
 Resíduo Seco: 192,4 mg/l      Cond. 477,0 μS/cm  
 Ferro Total: 1,4 mg/l      Sulfato: 16,3 mg/l

ph: 2,9      Acidez: 119,0 mg CaCO<sub>3</sub> / l  
 Resíduo Seco: 329,6 mg/l      Cond. 1387,0 μS/cm  
 Ferro Total: 8,8 mg/l      Sulfato: 153,8 mg/l

pH: 7,3      Acidez: 4,0 mg CaCO<sub>3</sub> / l  
 Resíduo Seco: 57,0 mg/l      Cond. 75,0 μS/cm  
 Ferro Total: 1,2 mg/l      Sulfato: 1,6 mg/l

pH: 4,3      Acidez: 20,0 mg CaCO<sub>3</sub> / l  
 Resíduo Seco: 133,2 mg/l      Cond. 134,0 μS/cm  
 Ferro Total: 3,0 mg/l      Sulfato: 38,0 mg/l

pH: 6,6      Acidez: 8,0 mg CaCO<sub>3</sub> / l  
 Resíduo Seco: 106,0 mg/l      Cond. 137,0 μS/cm  
 Ferro Total: 2,0 mg/l      Sulfato: 3,0 mg/l

pH: 4,7      Acidez: 10,0 mg CaCO<sub>3</sub> / l  
 Resíduo Seco: 113,4 mg/l      Cond. 278 uS/cm  
 Ferro Total: 2,0 mg/l      Sulfato: 5,0 mg/l

ESCALA



QUADRO 2.22 - Resultados das análises dos pontos amostrados

LOCAL	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Fe <sup>+2</sup>	Fe <sup>+3</sup>	Fe	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cu	Pb	Zn	Co	Cd	Mn	Cr	V	Al	Sr	Ni	pH	ACIDEZ	ALCALI	CONDUTI	DUREZA	RESIDUO	
	mg/L																							(mg CaCO <sub>3</sub> /L)	mmhos/cm	°f	(mg/L)	
3	Arroio afluyente do arroio drenante da área de mineração da CRM	1,6	1,7	3,3	0,8	0,8	0,4	1,2	4,3	1,6	13,4	0,004	<0,005	0,01	<0,004	<0,001	0,001	<0,02	<0,02	0,06	0,016	<0,004	7,3	4,0	10,0	75	1,1	57,0
6	Arroio Candiota a jusante do Arroio Poacá	4,8	2,9	4,0	1,9	2,0	0,8	2,8	4,6	5,0	25,1	0,004	<0,005	0,02	<0,004	<0,001	0,003	<0,02	<0,02	0,44	0,036	<0,004	4,7	10,0	16,0	278	2,4	113,4
8	Arroio drenante da mineração da CRM, no Passo do Tigre	37,7	14,9	6,8	2,9	5,6	3,2	8,8	6,0	153,8	-	0,011	0,008	0,20	0,092	0,002	1,8	<0,02	<0,02	6,3	0,22	0,12	2,9	119,0	0,0	1387	15,6	329,6
9	Arroio Poacá no Passo do Tigre, a montante do arroio drenante	5,6	2,3	3,6	0,9	0,5	0,2	0,7	6,0	16,3	3,7	0,003	<0,005	0,02	0,010	<0,001	0,321	<0,02	<0,02	0,17	0,035	0,006	3,5	7,0	0,0	477	2,3	192,4
10	Arroio Poacá no Passo do Tigre, a jusante do arroio drenante	6,4	5,7	3,0	1,0	1,5	1,5	3,0	5,3	38,0	-	0,004	<0,005	0,05	0,020	<0,001	0,481	<0,02	<0,02	1,0	0,053	0,022	4,3	20,0	0,0	134	3,9	133,2
10	Arroio Candiota a montante do Arroio Poacá	3,2	2,9	3,8	1,8	2,0	0,0	2,0	2,5	3,0	23,2	0,007	0,005	0,02	<0,004	<0,001	0,003	<0,02	<0,02	0,27	0,028	<0,004	6,6	8,0	19,0	137	2,0	106,0

Fonte: CPRM

Dbs.: As amostras foram coletadas em março de 1984.

O arroio drenante da área de mineração da CRM é também chamado Sanga da Carvoeira.



A qualidade da água superficial foi determinada tomando por base os parâmetros indicativos de rios não contaminados, que são os seguintes (FATMA, 1982):

- pH entre 5,0 e 7,0;
- acidez abaixo de 15 mg/L de CaCO<sub>3</sub>;
- sulfatos abaixo de 6 mg/L;
- ferro total menor que 2 mg/L;
- sólidos totais menor que 100 mg/L;
- condutividade elétrica menor que 100 micromhos/cm.

De acordo com esses limites, em relação ao pH, 3 amostras apresentam valores inferiores ao mínimo considerado, 2 amostras estão dentro dos limites propostos e 1 amostra ultrapassa o limite superior. A acidez apresenta apenas um valor fora do limite proposto. Para os sulfatos, 3 amostras estão abaixo do limite previsto e 3 ultrapassam esse limite. O ferro total apresenta 2 amostras com valores inferiores ao limite proposto e 4 estão acima desse limite. No caso dos sólidos totais (resíduo seco), apenas 1 amostra não ultrapassa o valor limite e, para a condutividade, a situação é idêntica, ou seja, apenas 1 amostra não ultrapassa o limite proposto.

#### **-ESTUDO REALIZADO PELA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA (UFSM)**

Em 1987, a UFSM apresentou, no 1º Congresso Brasileiro de Geoquímica, o trabalho intitulado "Análise de Águas de Superfície e Profundidade na Região de Candiota, RS: Determinação da Concentração de Elementos-Traços de Relevância Ambiental, Elementos Menores e Macroelementos", de autoria de Ayrton Figueiredo Martins e Renato Zanella. As informações que seguem constam da sinopse deste trabalho publicada nos anais do referido congresso.

O levantamento envolveu a análise de 9 tipos diferentes de amostras de água das circunvizinhanças das minas da CRM e da Usina Termelétrica Presidente Médici. Na avaliação da qualidade das águas, foram utilizados os parâmetros estabelecidos pelo Ministério da Saúde para águas potáveis e, pelo Ministério de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, para as águas destinadas ao abastecimento doméstico, à criação de peixes e à dessedentação de animais.

Os resultados obtidos, constantes no Quadro 2.23, evidenciam a influência das atividades mineradoras sobre o sistema hídrico da região. Foi constatada, por exemplo, a acidificação de todas as amostras coletadas nos cursos d'água situados nas circunvizinhanças das minas (pH 2,1-4,6), durante o período de estudo. Dentre os pontos de amostragem selecionados, somente o localizado no Arroio Candiota (situado à jusante do ponto de lançamento dos efluentes líquidos da UTPM) poderia refletir o efeito desta usina sobre a qualidade das águas superficiais da região. Conforme o quadro, os resultados das análises não permitem evidenciar o comprometimento da qualidade das águas do Arroio Candiota neste ponto de amostragem.



QUADRO 2.23-Concentração de elementos traços e macroelementos em águas da Região de Candiota\*

Elemento	Data de coleta	Drenag. minas	Sanga Carvoeira	Arroio Poacá Passo do Tigre	Arroio Candiota	Poço Artesiano	Poço Comum	Ponte	Barragem dos Trilhos	Lagoa CRM
pH	a	3.37	2.87	-	-	-	-	-	-	-
	b	6.54	2.64	3.35	7,45	-	-	5.26	-	-
	c	4.03	3.33	-	-	-	-	-	-	6,70
	d	3.27	3.08	3.80	-	7,55	5,42	-	7,16	7,34
F. ppb	a	1.04	0.76	-	-	-	-	-	-	-
	b	0.69	0.79	0.54	0,52	-	-	0,17	-	-
	c	0.97	0.65	-	-	-	-	-	-	0,68
	d	-	-	0.29	-	0.52	0,18	-	0,23	0,22
Hg. ppb	a	1.57	1.30	-	-	-	-	-	-	-
	b	5.50	1.00	1,30	1,90	-	-	2,60	-	-
	c	2.35	0.17	-	-	-	-	-	-	0,50
	d	-	-	0.40	-	0,14	0,30	-	0,60	0,20
Bi. ppb	a	2.43	2.82	-	-	-	-	-	-	-
	b	1.80	1.60	0,90	1,40	-	-	0,20	-	-
	c	1.18	1.80	-	-	-	-	-	-	1,80
	d	-	-	0,10	-	0,24	0,15	-	1,60	0,10
As. ppb	a	0.30	0.12	-	-	-	-	-	-	-
	b	0.10	0.10	0,20	0,10	-	-	0,10	-	-
	c	0.20	0.10	-	-	-	-	-	-	-
	d	-	-	0,10	-	-	-	-	0,20	-
Cu. ppm	a	0.02	0.02	-	-	-	-	-	-	-
	b	0.02	0.02	0,02	0,02	-	-	0,02	-	-
	c	0.03	0.02	-	-	-	-	-	-	0,01
	d	-	-	0,01	-	0,01	0,01	-	0,01	0,01
Zn. ppm	a	0.49	0.58	-	-	-	-	-	-	-
	b	0.16	0.33	0,12	0,02	-	-	0,02	-	-
	c	0.76	0.19	-	-	-	-	-	-	0,01
	d	-	-	0,08	-	0,02	0,03	-	0,01	0,01
Ni. ppm	a	0.37	0.43	-	-	-	-	-	-	-
	b	0.25	0.24	0,07	0,02	-	-	0,02	-	-
	c	0.61	0.19	-	-	-	-	-	-	0,01
	d	-	-	0,06	-	0,01	0,01	-	0,01	0,02
Mn. ppm	a	11.0	5.51	-	-	-	-	-	-	-
	b	8.05	4.75	2,60	0,25	-	-	0,01	-	-
	c	9.12	2.59	-	-	-	-	-	-	0,01
	d	-	-	1,29	-	0,04	0,03	-	0,08	0,02
Ba. ppm	a	0.28	0.13	-	-	-	-	-	-	-
	b	0.35	0.14	0,07	0,03	-	-	0,01	-	-
	c	0.18	0.09	-	-	-	-	-	-	0,05
	d	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K. ppm	a	12.81	7.93	-	-	-	-	-	-	-
	b	14.56	7.64	3.83	3,42	-	-	3,08	-	-
	c	12.63	3.62	-	-	-	-	-	-	2,52
	d	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Na. ppm	a	29.33	16.88	-	-	-	-	-	-	-
	b	37.75	15.83	6,03	11,75	-	-	5,75	-	-
	c	37.22	10.17	-	-	-	-	-	-	3,50
	d	-	-	3,90	-	80,10	22,00	-	6,80	1,12





QUADRO 2.23-Concentração de elementos traços e macroelementos em águas da Região de Candiota\* (continuação)

Elemento	Data de coleta	Drenag. minas	Sanga Carvoeira	Arroio Poacá Passo do Tigre	Arroio Candiota	Poço Artesiano	Poço Comum	Ponte	Barragem dos Trilhos	Lagoa CRM
Mg. ppm	a	70,33	36,25	-	-	-	-	-	-	-
	b	56,50	30,61	6,32	2,94	-	-	1,12	-	-
	c	95,05	18,94	-	-	-	-	-	-	1,20
	d	-	-	3,04	-	12,42	9,12	-	3,65	4,25
Ca. ppb	a	190,83	104,40	-	-	-	-	-	-	-
	b	199,50	85,83	16,14	10,08	-	-	1,38	-	-
	c	213,54	40,84	-	-	-	-	-	-	2,51
	d	-	-	19,04	-	44,85	11,69	-	-	7,01
Al. ppm	a	14,57	16,35	-	-	-	-	-	-	-
	b	13,92	13,21	3,32	0,62	-	-	0,08	-	-
	c	19,98	7,60	-	-	-	-	-	-	-
	d	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fe. ppm	a	25,08	22,25	-	-	-	-	-	-	-
	b	10,55	21,12	4,12	0,77	-	-	0,02	-	-
	c	14,66	1,08	-	-	-	-	-	-	1,62
	d	-	-	2,10	-	0,25	0,10	-	4,30	0,27
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , ppm	a	910,20	588,30	-	-	-	-	-	-	-
	b	576,30	576,30	142,70	33,80	-	-	47,70	-	-
	c	962,10	334,20	-	-	-	-	-	-	39,60
	d	-	-	123,50	-	78,90	12,60	-	14,00	20,60
Cl. ppm	a	12,21	10,56	-	-	-	-	-	-	-
	b	12,30	12,40	14,19	16,55	-	-	16,50	-	-
	c	8,26	8,36	-	-	-	-	-	-	6,15
	d	-	-	13,19	-	34,89	38,47	-	7,91	7,26

Fonte: UFSM

Notas:

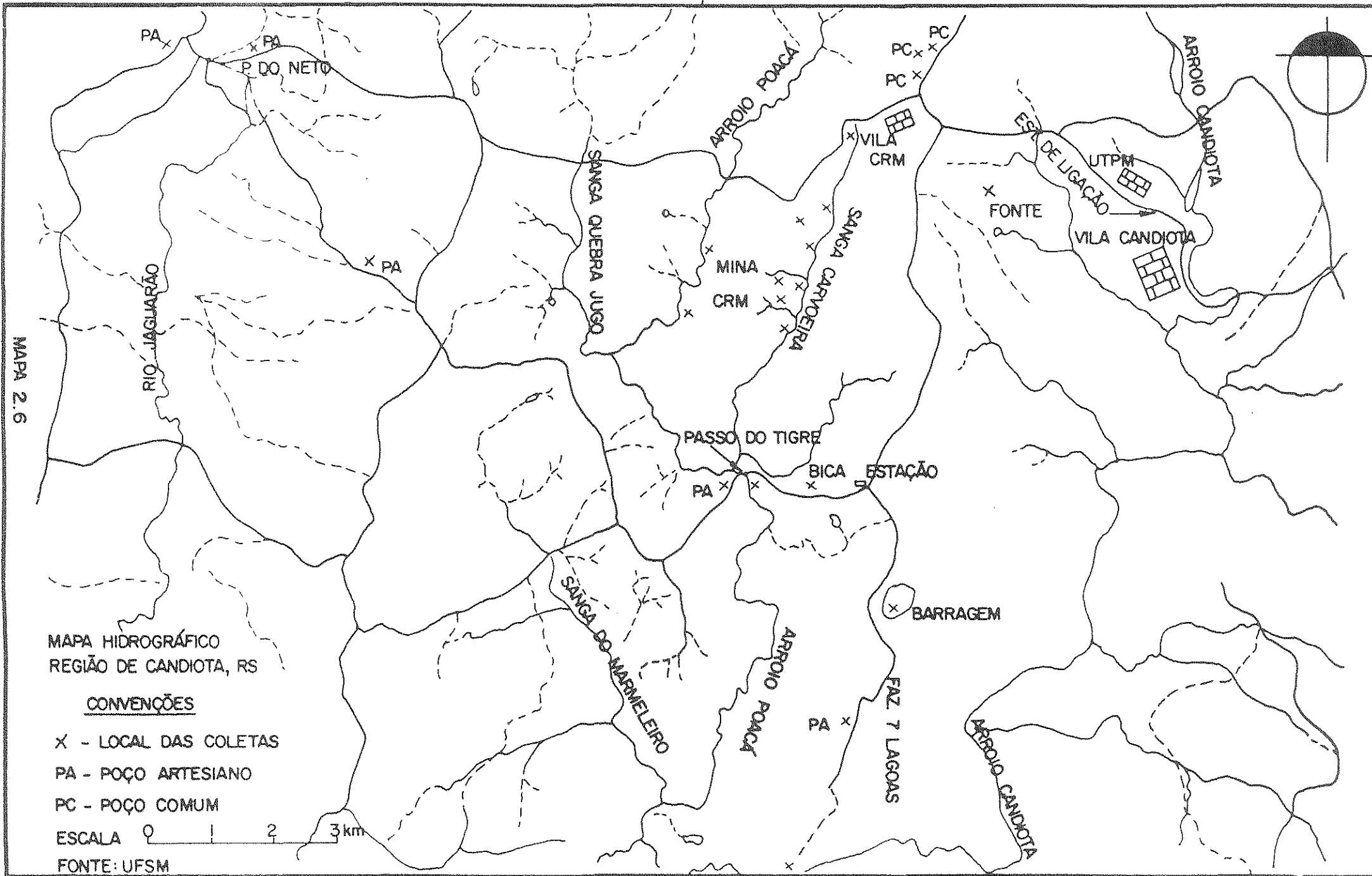
- \* Os valores da tabela acima são média de leituras de 2 a 6 amostras distintas
- a) Amostras coletadas em novembro/85 (período de chuvas normais)
- b) Amostras coletadas em fevereiro/86 (período de estiagem)
- c) Amostras coletadas em junho/86 (período de chuvas normais)
- d) Amostras coletadas em janeiro/87 (coleta ocorreu 2 semanas após período chuvoso)

O Mapa 2.6 localiza os locais das coletas.

### -ESTUDO REALIZADO PELA FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE ROESSLER - FEPAM

Em 1991 e 1992, a FEPAM desenvolveu o trabalho intitulado "Subprojeto: Índice de Acidez dos Campos Hídricos na Região de Influência de Candiota", do qual constam pontos de interesse da área de estudo deste diagnóstico (Quadro 2.24).

Os resultados obtidos, embora não conclusivos, revelam a influência que o Poacá sofre devido às atividades de mineração. Isto pode ser facilmente verificado, levando-se em consideração apenas o parâmetro pH que apresentou valores compreendidos entre 4,0 e 5,5.



MAPA 2.6

MAPA HIDROGRÁFICO  
REGIÃO DE CANDIOTA, RS

CONVENÇÕES

- X - LOCAL DAS COLETAS
- PA - POÇO ARTESIANO
- PC - POÇO COMUM

ESCALA 0 1 2 3 km

FONTE: UFSM

QUADRO 2.24-Parâmetros físico-químicos de águas superficiais na Região de Candiota

ÉPOCA	LOCAL	PARAMETROS				
		pH	Condutividade uS <sub>20</sub> /cm	Oxigênio dissolvido mg/L	Temperatura da água °C	Temperatura ambiente °C
dezembro/91	Jaguarão <sup>(1)</sup>	6,2	95	6,2	19,4	27,0
	Poacá <sup>(2)</sup>	4,0	165	9,6	18,5	22,5
	Candiota <sup>(3)</sup>	5,3	27	5,3	18,2	32,0
março/92	Jaguarão	7,2	140	9,5	22,0	30,0
	Poacá	4,3	171	9,7	27,0	31,0
	Candiota	7,2	35	9,6	21,0	32,0
	Quebra-Jugo <sup>(4)</sup>	6,9	37	8,5	23,0	30,0
abril/92	Jaguarão	7,1	120	8,7	13,1	13,4
	Poacá	4,4	118	10,6	10,8	13,8
	Candiota	6,8	31	9,1	12,3	12,5
	Quebra-Jugo	6,5	27	10,0	11,8	13,2
maio/92	Jaguarão	6,8	70	9,5	14,0	15,0
	Poacá	4,8	70	11,4	14,0	15,0
	Candiota	7,0	25	10,8	14,0	12,0
	Quebra-Jugo	6,6	28	11,3	14,5	14,0
junho/92	Jaguarão	7,2	105	11,1	8,4	-
	Poacá	4,7	130	11,7	8,6	-
	Candiota	6,6	25	10,4	8,4	-
	Quebra-Jugo	6,7	30	11,3	9,2	-
julho/92	Jaguarão	6,0	83	9,3	16,0	16,0
	Poacá	4,8	98	-	10,0	-
	Candiota	5,6	29	-	13,0	-
	Quebra-Jugo	5,8	32	10,1	10,0	-
agosto/92	Jaguarão	6,9	130	10,0	12,0	16,0
	Poacá	5,5	90	11,5	9,0	12,0
	Candiota	6,6	20	10,5	10,0	9,0
	Quebra-Jugo	6,0	30	10,0	9,0	12,0

Fonte: FEPAM, Subprojeto: Índice de Acidez dos Campos Hídricos na Região de Influência de Candiota.

Notas:

- (1) Nascente - entre Hulha Negra e Tupi Silveira
- (2) Próximo à mina
- (3) Próximo à BR 293
- (4) Entre Candiota e a estrada Hulha Negra - Tupi Silveira

### 2.7.6-Conclusão

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). Portanto, 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 + Candiota III - 1ª Máquina poderá refletir uma redução no comprometimento das águas, sobretudo, do Arroio Candiota.



### 2.7.7-Anexo



FOTO 2.1-UTPM e sítio para instalação da Usina Termelétrica Candiota III.

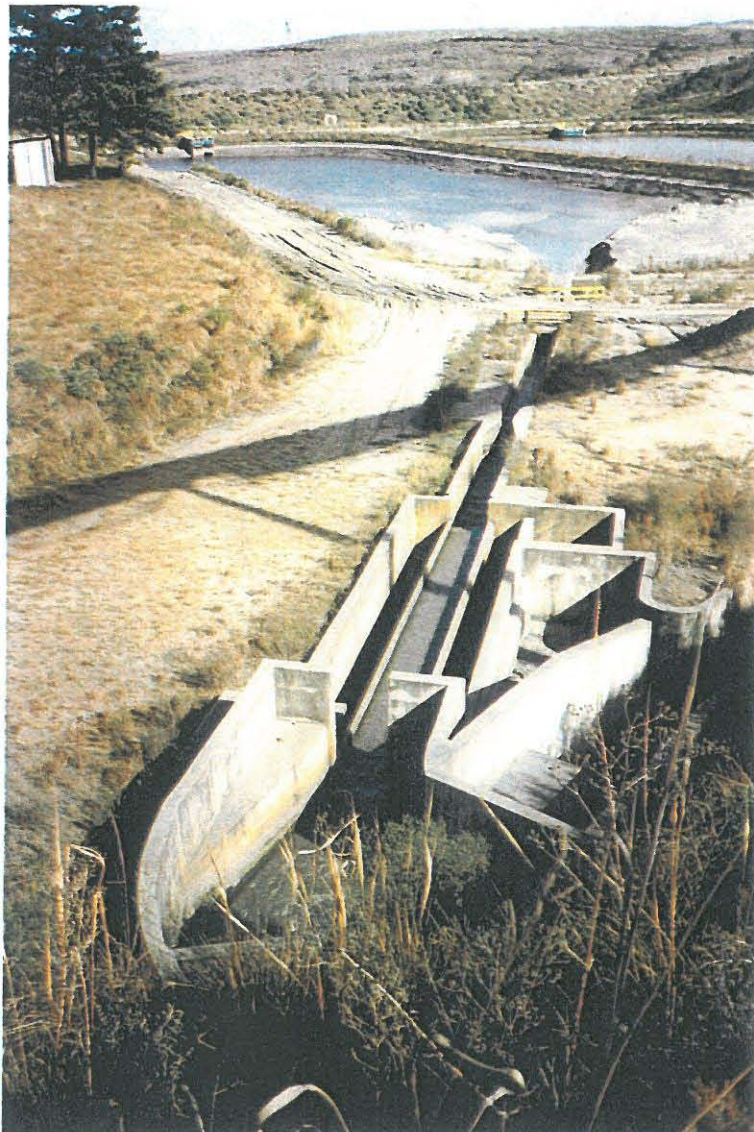


FOTO 2.2- Sistema de tratamento do efluente global da UTPM.



FOTO 2.3-Barragem II e vertedor.



FOTO 2.4-Arroio Candiota.



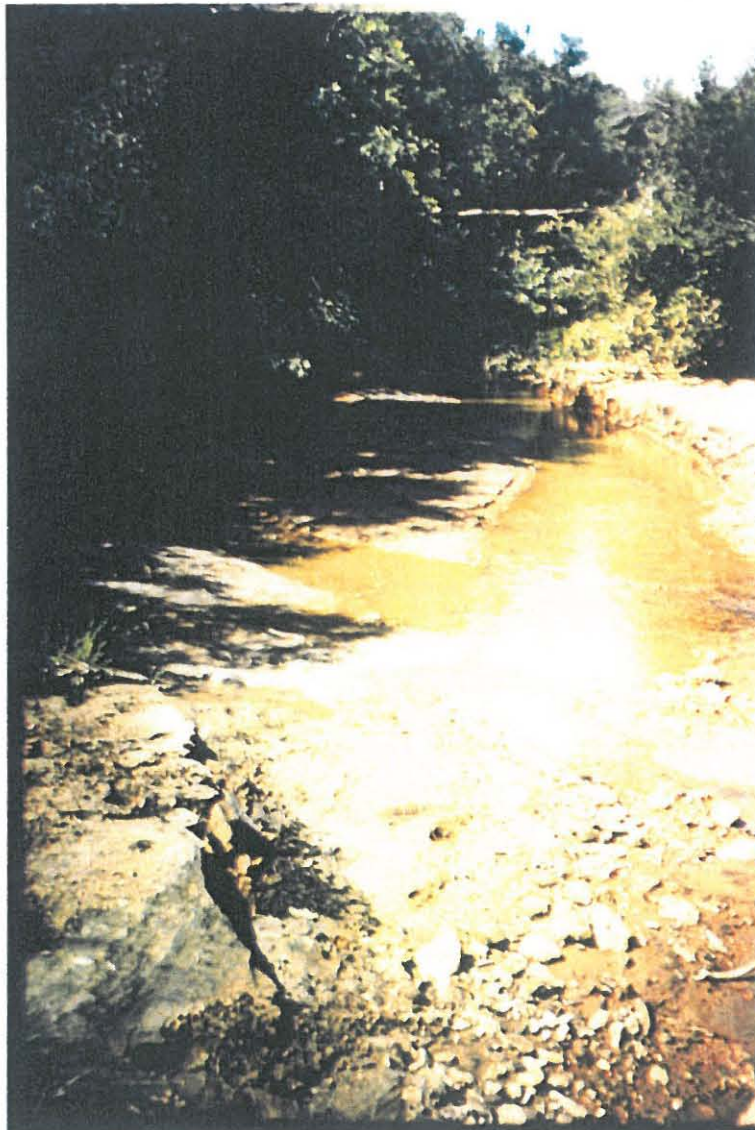


FOTO 2.5-Sanga da Carvoeira



FOTO 2.6-Arroio Poacá