

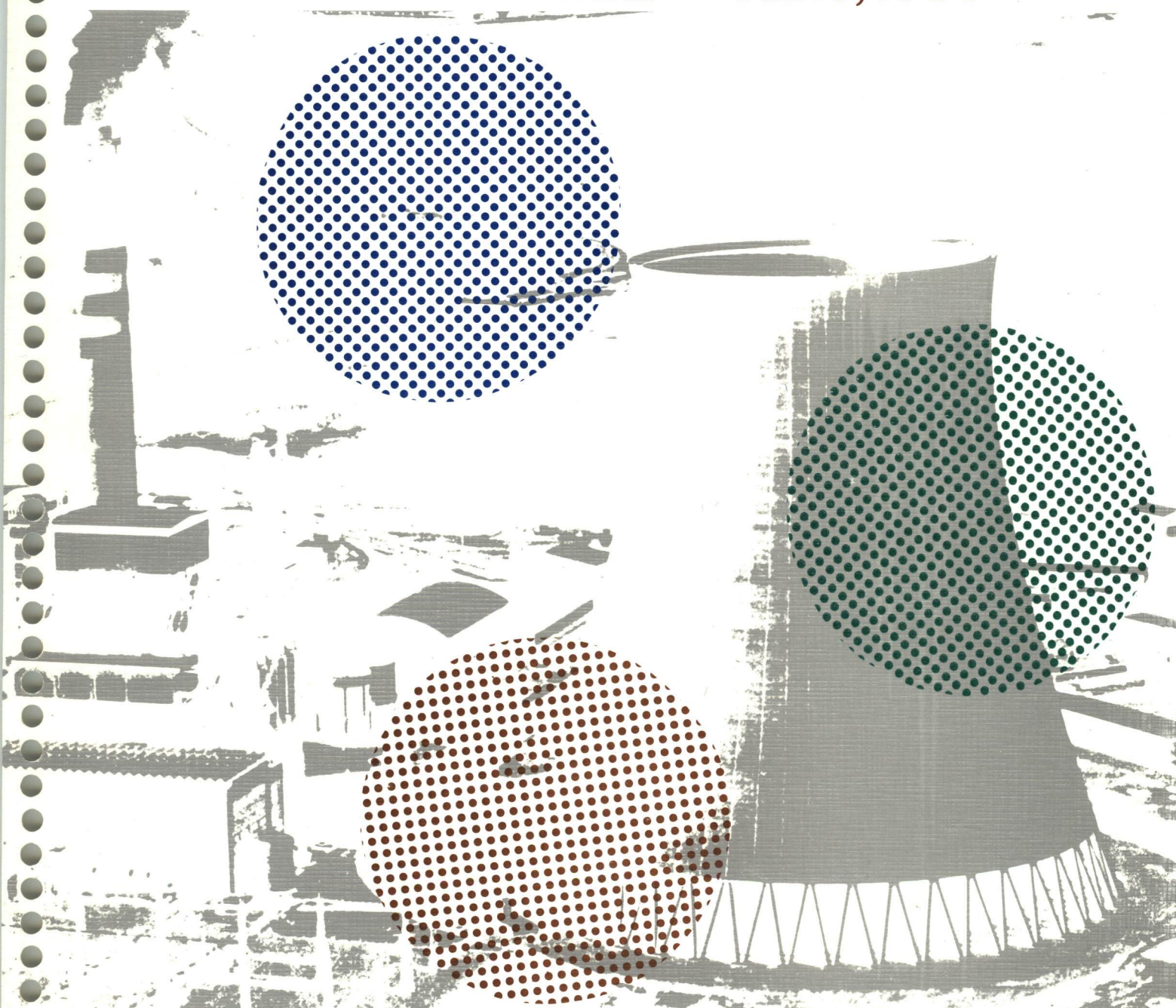
414.3

Estudo de Impacto Ambiental-EIA

REALIZAÇÃO



Usina Termelétrica
Candiota III - 1º Módulo
CEEE - Julho, 1989



Tomo II

Diagnóstico Ambiental

Volume

2



ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA

USINA TERMELÉTRICA CANDIOTA III

1º MÓDULO

COMPANHIA ESTADUAL DE ENERGIA

ELÉTRICA - CEEE

TOMO II

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

JULHO 1989

Água - Volume 2



GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL -1989

**SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA PARA ASSUNTOS
DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

SECRETÁRIO

André Cecil Forster



FUNDAÇÃO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

CONSELHO DE PLANEJAMENTO

**Joviano Pereira da Natividade Neto, Manlio Maria Gobbi,
Paulo Renato Ketzer de Souza, Carlos Eugênio Daudt,
Paulo Francisco Rolhano Nardi, Fernando Silveira da Motta,
Maria Elena Knüpeln de Almeida, Arno Müller e
Fernando Luiz Motta dos Santos.**

CONSELHO CURADOR

**Cristiano Roberto Tatsch, Jayme Nazareno Lapolli e
Cezar Augusto Busatto.**

PRESIDENTE

Flavio Ferreira Presser

DIRETOR EXECUTIVO

Augusto César C. Franarin

SUPERINTENDÊNCIAS:

DE FOMENTO TECNOLÓGICO : David Turik Chazan

DE PRODUÇÃO : José Virgílio Gonçalves

DE ADMINISTRAÇÃO E FINANÇAS : Sisino Silveira Filho



EQUIPE DE TRABALHO

ENTIDADE EXECUTORA

FUNDAÇÃO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - CIENTEC

Coordenação Geral:

Edésio Jung Colônia - Eng^o Químico

Coordenador Geral (até Setembro/88):

Roger Aubert - Eng^o Químico

GRUPO AR

Paulo José Gallas - Eng^o Químico (Coordenador)

Manrico Abaeté Sfoggia - Eng^o Mecânico

René Lúcio Rech - Eng^o Químico

GRUPO ÁGUA

Edésio Jung Colônia - Eng^o Químico (Coordenador)

Júlio César T. Endres - Eng^o Químico

Sônia Martinelli Tabajara - Eng^a Química

Sérgio Nunes da Luz - Auxiliar Técnico

Sheila Maria Rosito - Estagiária (Eng. Química)

GRUPO SOLO

Geraldo Mário Rohde - Geólogo (Coordenador)

Delmar Thurow - Eng^o Agrônomo (Consultor)

Neli Iloni Silva - Eng^a de Minas

Oleg Zwonok - Geólogo

Vera Maria da Costa Dias - Química

Waldomiro Consalter - Geólogo

Irineu Santos - Auxiliar Técnico

Paulo Rubem S. Fernandes - Auxiliar Técnico

Regina Felisberto - Laboratorista

GRUPO SÓCIO-ECONÔMICO

Eugênio Miguel Cánepa - Economista (Coordenador)

Vitor Fernando Reichelt - Economista

Denise Androvandi - Estagiária (Economia)

Ricardo Acosta Martins - Estagiário (Economia)

Walter Eduardo Rodolpho - Estagiário (Economia)

GRUPO APOIO

Edésio Jung Colônia - Eng^o Químico

Francisco Schneider Neto - Eng^o Químico (Microcomputação)

Júlio César T. Endres - Eng^o Químico

Mário dos Santos Ferreira - Arquiteto (Capa)



Pascual Isoldi Pinkoski - Eng^o Químico
Sônia Martinelli Tabajara - Eng^a Química
Eduardo Azambuja de Oliveira - Desenhista
Inez Tomoé Aso - Auxiliar Administrativo (Microcomputação)
João Nelson Goldenberg - Gráfico
José Cipriano C. Teixeira - Auxiliar Administrativo
Liane Barcellos Thedy - Desenhista
Nelson Osório O. de Souza - Desenhista
Rosa Maria N. Souza - Secretária
Sheila Maria Rosito - Estagiária (Eng. Química)

ENTIDADES SUBCONTRATADAS

CENTRO DE ECOLOGIA - IB - UFRGS

Coordenação Geral:

Prof. Dr. Tuiskon Dick

GRUPO ÁGUA

Física e Química

Ozorio J. M. Fonseca - Biólogo M. Sc. (Coordenador)
Maria Teresa Amazarray - Eng^a Química M. Sc.
Demétrio L. Guadagnin - Estudante (Biologia)
Eduardo Velez Martin - Estudante (Biologia)

Zooplâncton

Maria Beatriz C. Bohrer - Bióloga M. Sc.
Marcia M. Rocha - Bióloga
Nydia P. L. de Azevedo - Bióloga
Willi Bruschi Jr. - Biólogo

Bentos

Norma Luiza Würdig - Bióloga D. Sc.
Ana Maria T. Merck - Bióloga M. Sc.
Edelti F. Albertoni - Oceanógrafa
Ivone da Veiga Fausto - Estudante (Biologia)
Maurício Marczwski - Estudante (Biologia)

Ictiofauna

Luiz Roberto Malabarba - Biólogo M. Sc.
Maurício Schneider - Estudante (Biologia)
Marco A. Ries - Estudante (Biologia)
Fernando G. Becker - Estudante (Biologia)



GRUPO ANÁLISES

Maria Teresa Amazarray - Eng^a Química M. Sc. (Coordenadora)
Magda Beretta - Química
Vera Lucia Atz - Técnica de Laboratório
Luiz Cláudio Berlitz - Técnico de Laboratório

GRUPO CLIMA

Heinrich Hasenack - Geólogo (Coordenador)
Lilian Waquil Ferraro - Geóloga
Cezar Raupp Meucci - Geólogo
Nina Simone V. Moura - Geóloga
Eli da Rosa Fazenda - Técnico em Meteorologia (Sec. Agr.)

GRUPO ECOSSISTEMAS

Feliciano Edi V. Flores - Biólogo D. Sc. (Coordenador)
Armando Molina Divan Jr. - Biólogo
Elisabeth Fleishut - Bióloga
Volney Zanardi Jr. - Eng^o Químico
Cláudio José Z. Grillo - Biólogo

GRUPO FAUNA

Walter A. Voss - Ornitológico (Coordenador)
Ligia Krause - Bióloga D. Sc.
Stela Maris P. Gayer - Bióloga M. Sc.
Angela M. Galinati - Bióloga
Cibele S. Peruzzo - Bióloga
Claudia Keller - Bióloga
Eloisa da S. Loss - Bióloga
Gilberto S. Albuquerque - Biólogo
Laura V. Vinas - Bióloga
Lucia Maria Diefenbach - Bióloga
Maria Luiza Gastal - Bióloga
Rosane V. Marques - Bióloga
Andreas Kindel - Estudante (Biologia)
Claudia B. Mainieri - Estudante (Biologia)
Maria Eugênia V. Carvalho - Estudante (Biologia)

GRUPO FLORA

Paulo Luiz Oliveira - Biólogo D. Sc. (Coordenador)
Vania Maria C. Leite - Bióloga M. Sc.
Jairo J. Zocche - Biólogo
Paulo Brack - Biólogo

Assistente Administrativo

Manoel Otávio Fraga da Cunha



POLUTEC ENGENHARIA LTDA

Wolfgang Niebeling - Eng^o Químico
Valéria Borges - Eng^a Química



SUMÁRIO GERAL

TOMO I - DESCRIÇÃO GERAL E TÉCNICA DO EMPREENDIMENTO

TOMO II - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

TOMO III - AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

TOMO IV - MEDIDAS MITIGADORAS

TOMO V - RIMA



SUMÁRIO

- 1 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL - AR
 - 1.1 - RESUMO
 - 1.1.1 - OBJETIVO
 - 1.1.2 - METODOLOGIA
 - 1.1.3 - CONCLUSÕES
 - 1.2 - INTRODUÇÃO
 - 1.2.1 - A ATMOSFERA
 - 1.2.2 - O DIAGNÓSTICO ATMOSFÉRICO
 - 1.2.3 - ÁREAS DE INFLUÊNCIA
 - 1.2.3.1 - ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA
 - 1.2.3.2 - ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA
 - 1.2.4 - ELEMENTOS DO DIAGNÓSTICO ATMOSFÉRICO
 - 1.2.4.1 - CLIMA DA REGIÃO DE CANDIOTA
 - 1.2.4.2 - VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS
 - 1.3 - AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS METEOROLÓGICOS
 - 1.3.1 - METEOROLOGIA E CONTAMINAÇÕES ATMOSFÉRICAS
 - 1.3.2 - COMPORTAMENTO CLIMÁTICO
 - 1.3.3 - CARACTERIZAÇÃO DO MACROCLIMA
 - 1.3.3.1 - MOVIMENTAÇÃO (MACRO) DAS MASSAS DE AR
 - 1.3.3.2 - VARIEDADE CLIMÁTICA
 - 1.3.3.2.1 - PLUVIOMÉTRICA
 - 1.3.3.2.2 - TEMPERATURA
 - 1.3.3.2.3 - VENTOS
 - 1.3.3.2.4 - INSOLAÇÃO
 - 1.3.3.2.5 - UMIDADE RELATIVA E EVAPORAÇÃO
 - 1.3.4 - CARACTERIZAÇÃO DO MESOCLIMA DA REGIÃO
 - 1.3.4.1 - DADOS METEOROLÓGICOS DE BAGÉ E CANDIOTA
 - 1.3.4.2 - ANÁLISE DE VENTOS DE SUPERFÍCIE NA ESTAÇÃO USINA CANDIOTA
 - 1.3.4.3 - DADOS METEOROLÓGICOS DAS ESTAÇÕES DO SEIVAL, HOTEL, CANDIOTA III E USINA CANDIOTA
 - 1.3.4.4 - VENTOS DE ALTITUDE E CONSIDERAÇÕES SOBRE ESTABILIDADE ATMOSFÉRICA
 - 1.4 - ATIVIDADES POLUIDORAS DA REGIÃO
 - 1.4.1 - DEFINIÇÃO DE ATIVIDADES
 - 1.4.2 - EMPREENDIMENTOS INDUSTRIAIS



- 1.4.2.1 - USINA TERMELÉTRICA PRESIDENTE MÉDIGI - FASE A
- 1.4.2.2 - USINA TERMELÉTRICA PRESIDENTE MÉDIGI - FASE B
- 1.4.2.3 - MINERAÇÃO DA CIA. RIOGRANDENSE DE MINERAÇÃO
- 1.4.2.4 - MINERAÇÃO DA CIA. NACIONAL DE MINERAÇÃO CANDIOTA - MINA DO SEIVAL
- 1.4.2.5 - CIMENTO E MINERAÇÃO BAGÉ S.A. - CIMBAGÉ
- 1.4.2.6 - COMPANHIA DE CIMENTO PORTLAND GAÚCHO - GRUPO VOTORANTIM

- 1.4.3 - NÚCLEOS POPULACIONAIS LOCAIS

- 1.5 - LEVANTAMENTOS DE DADOS SOBRE A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NA REGIÃO

- 1.5.1 - EMISSÕES DISPERSAS E FUGITIVAS
- 1.5.2 - EMISSÕES LOCALIZADAS

- 1.5.2.1 - MONITORAMENTO DE DIÓXIDO DE ENXOFRE

- 1.5.2.1.1 - BIOINDICADORES
- 1.5.2.1.2 - PLACAS ALCALINAS
- 1.5.2.1.3 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

- 1.5.2.2 - MONITORAMENTO DE MATERIAL PARTICULADO
- 1.5.2.3 - EMISSÃO DE ELEMENTOS MENORES

- 1.5.3 - MODELAGEM MATEMÁTICA DAS DISPERSÕES RELEVANTES

- 1.5.3.1 - COMENTÁRIOS AO MÉTODO
- 1.5.3.2 - RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES
- 1.5.3.3 - RESULTADOS COMPARATIVOS ENTRE OS DADOS LEVANTADOS E A SIMULAÇÃO

- 1.5.3.3.1 - MATERIAL PARTICULADO
- 1.5.3.3.2 - DIÓXIDO DE ENXOFRE

- 1.5.3.4 - COMENTÁRIOS GERAIS

- 1.6 - O DIAGNÓSTICO ATMOSFÉRICO
- 1.7 - CONCLUSÕES
- 1.8 - ANEXOS

- 1.8.1 - LISTAGENS DE PROCESSAMENTO POR COMPUTADOR - MATERIAL PARTICULADO
- 1.8.2 - LISTAGENS DE PROCESSAMENTO POR COMPUTADOR - DIÓXIDO DE ENXOFRE

- 2 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL - ÁGUA

- 2.1 - INTRODUÇÃO
- 2.2 - ÁREA DE ESTUDO

- 2.2.1 - DEFINIÇÃO
- 2.2.2 - RECURSOS HÍDRICOS
- 2.2.3 - NÚCLEOS HABITACIONAIS
- 2.2.4 - UNIDADES INDUSTRIAIS
- 2.2.5 - PONTOS DE AMOSTRAGEM



2.3 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

2.3.1 - INTRODUÇÃO

2.3.2 - PARÂMETROS ANALISADOS, MATERIAIS E MÉTODOS

2.3.3 - RESULTADOS

2.3.3.1 - TEMPERATURA

2.3.3.2 - pH

2.3.3.3 - CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

2.3.3.4 - DEMANDA DE OXIGÊNIO E OXIGÊNIO DISSOLVIDO

2.3.3.5 - ALCALINIDADE

2.3.3.6 - DUREZA

2.3.3.7 - MINERALIZAÇÃO

2.3.3.8 - NITROGÊNIO

2.3.3.9 - FÓSFORO

2.3.3.10 - CLOROFILA

2.3.3.11 - PERFIL HORIZONTAL (FEVEREIRO/88) - BARRAGEM II

2.3.3.12 - PERFIL DE 24 HORAS (ABRIL/88) - BARRAGEM II

2.3.3.13 - MEDIÇÕES DE VAZÃO

2.3.4 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

2.3.5 - QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS X PADRÕES DE QUALIDADE

2.3.6 - OUTROS ESTUDOS REALIZADOS NA ÁREA DO EMPREENDIMENTO

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

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

2.4 - ASPECTOS BIOLÓGICOS DOS SISTEMAS AQUÁTICOS DA ÁREA

2.4.1 - ZOOPLÂNTON

2.4.1.1 - INTRODUÇÃO

2.4.1.2 - OBJETIVOS

2.4.1.3 - METODOLOGIA

2.4.1.3.1 - ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM

2.4.1.3.2 - COLETA DE ZOOPLÂNTON

2.4.1.3.3 - PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS EM LABORATÓRIO

2.4.1.3.4 - ANÁLISE QUALITATIVA

2.4.1.3.5 - ANÁLISE QUANTITATIVA

2.4.1.3.6 - ANÁLISE ESTATÍSTICA

2.4.1.4 - RESULTADOS

2.4.1.4.1 - BACIA DO POACÁ

2.4.1.4.2 - BACIA DO CANDIOTA

2.4.1.4.3 - LAGOA MARGINAL



2.4.1.5 - DISCUSSÃO

- 2.4.1.5.1 - ANÁLISE QUALITATIVA DAS POPULAÇÕES
- 2.4.1.5.2 - ANÁLISE QUANTITATIVA DAS POPULAÇÕES
- 2.4.1.5.3 - COMENTÁRIOS E SUGESTÕES

2.4.2 - BENTOS E FAUNA ASSOCIADA A MACRÓFITAS AQUÁTICAS

- 2.4.2.1 - INTRODUÇÃO
- 2.4.2.2 - METODOLOGIA
- 2.4.2.3 - RESULTADOS
- 2.4.2.4 - DISCUSSÃO

2.4.3 - ICTIOFAUNA

- 2.4.3.1 - INTRODUÇÃO
- 2.4.3.2 - METODOLOGIA
- 2.4.3.3 - RESULTADOS
- 2.4.3.4 - DISCUSSÃO

2.4.4 - ROTÍFERA

- 2.4.4.1 - INTRODUÇÃO
- 2.4.4.2 - METODOLOGIA
- 2.4.4.3 - RESULTADOS
- 2.4.4.4 - DISCUSSÃO

3 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL - SOLO

3.1 - MÉTODOS DE TRABALHO

- 3.1.1 - AGREGAÇÃO DE DADOS
- 3.1.2 - MÉTODO AEROFOTOGRAMÉTRICO
- 3.1.3 - MÉTODOS DE CAMPO
- 3.1.4 - MÉTODOS LABORATORIAIS ANALÍTICOS
- 3.1.5 - SENSORIAMENTO REMOTO
- 3.1.6 - BASE CARTOGRÁFICA
- 3.1.7 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.2 - LOCALIZAÇÃO

3.3 - GEOMORFOLOGIA

- 3.3.1 - FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS
- 3.3.2 - EVOLUÇÃO GEOMORFOLÓGICA

3.4 - PEDOLOGIA

3.4.1 - PEDOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDOS

- 3.4.1.1 - UNIDADE DE MAPEAMENTO PONCHE VERDE
- 3.4.1.2 - UNIDADE DE MAPEAMENTO PINHEIRO MACHADO
- 3.4.1.3 - UNIDADE DE MAPEAMENTO ACEGUÁ
- 3.4.1.4 - UNIDADE TAXONÔMICA PLANOSSOLO



- 3.4.2 - PEDOLOGIA DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA
 - 3.4.2.1 - UNIDADE DE MAPEAMENTO CANDIOTA
 - 3.4.2.2 - AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DOS SOLOS
- 3.4.3 - CLASSES DE CAPACIDADE DE USO DO SOLO NA ÁREA DE ESTUDOS
 - 3.4.3.1 - CLASSE III
 - 3.4.3.2 - CLASSE IV
 - 3.4.3.3 - CLASSE VI
- 3.4.4 - USO ATUAL DO SOLO
 - 3.4.4.1 - PRODUÇÃO DE CARNE E LÃ
 - 3.4.4.2 - PRODUÇÃO DE GRÃOS
 - 3.4.4.3 - PRODUÇÃO DE SEMENTES DE HORTALIÇAS E PLANTAS ORNAMENTAIS
- 3.5 - GEOLOGIA
 - 3.5.1 - GEOLOGIA REGIONAL
 - 3.5.2 - GEOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDOS
 - 3.5.3 - GEOLOGIA DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA
 - 3.5.3.1 - MALHA III
 - 3.5.3.2 - LOCAL DA INSTALAÇÃO DA USINA TERMELÉTRICA DE CANDIOTA III
- 3.6 - HIDROGEOLOGIA
 - 3.6.1 - ASPECTOS GERAIS
 - 3.6.2 - RELAÇÃO DA GEOLOGIA LOCAL COM A CONTAMINAÇÃO
 - 3.6.3 - AQUÍFEROS
 - 3.6.3.1 - AQUÍFEROS NO EMBASAMENTO CRISTALINO
 - 3.6.3.2 - AQUÍFEROS EM ROCHAS SEDIMENTARES
 - 3.6.4 - LIXIVIAÇÃO DOS ELEMENTOS CONTAMINANTES
 - 3.6.5 - HIDROQUÍMICA
 - 3.6.6 - VULNERABILIDADE DOS AQUÍFEROS
- 3.7 - CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS
 - 3.7.1 - CARVÃO DE CANDIOTA
 - 3.7.1.1 - HISTÓRICO DA CEEE NO CONTEXTO DO USO ENERGÉTICO
 - 3.7.1.2 - GEOLOGIA E RESERVAS
 - 3.7.1.3 - LAVRA E PRODUÇÃO
 - 3.7.1.4 - CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DAS CINZAS
 - 3.7.1.5 - ASPECTOS AMBIENTAIS
 - 3.7.2 - ARGILAS DE CANDIOTA
 - 3.7.2.1 - GEOLOGIA



- 3.7.2.2 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA
- 3.7.2.3 - REFRACTARIEDADE
- 3.7.2.4 - GRANULOMETRIA
- 3.7.2.5 - PLASTICIDADE
- 3.7.2.6 - APROVEITAMENTO INDUSTRIAL

- 3.7.3 - ROCHAS SEDIMENTARES
- 3.7.4 - SOLOS E ALUVIÕES
- 3.7.5 - ANÁLISE MINERALÓGICA DE SOLOS E ROCHAS
- 3.7.6 - CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DOS SOLOS NA ÁREA DE ESTUDOS
 - 3.7.6.1 - MÉTODOS UTILIZADOS
 - 3.7.6.2 - PARÂMETROS QUÍMICOS LEVANTADOS
 - 3.7.6.3 - EXTRAÇÕES E LIXIVIAÇÕES
 - 3.7.6.4 - SEDIMENTOS DE CORRENTE

- 3.8 - QUADRO ATUAL DA CONTAMINAÇÃO DO SOLO
 - 3.8.1 - EMISSÕES AÉREAS SOBRE O SOLO
 - 3.8.1.1 - HISTÓRICO
 - 3.8.1.2 - ÁREA DE ESTUDOS
 - 3.8.2 - LIXIVIAÇÃO DE MATERIAIS E BIOINDICAÇÃO VEGETAL
 - 3.8.2.1 - LOCAIS-TIPO
 - 3.8.2.2 - ANÁLISES REALIZADAS
 - 3.8.2.3 - RESULTADOS
 - 3.8.2.4 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS
 - 3.8.2.5 - BIOINDICADORES VEGETAIS
 - 3.8.2.6 - SOLOS
 - 3.8.2.7 - ANÁLISE ESTATÍSTICA
 - 3.8.2.8 - CONCLUSÕES
 - 3.8.3 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DOS PRINCIPAIS IMPACTOS ATUAIS SOBRE O SOLO
 - 3.8.3.1 - UNIDADE TERMELÉTRICA PRESIDENTE MÉDICI - CEEE
 - 3.8.3.2 - MALHA I - CRM
 - 3.8.3.3 - MALHA II - CRM

- 3.9 - ANEXOS
 - 3.9.1 - PERFIS DE SONDAGEM NA ÁREA DA MALHA III
 - 3.9.2 - PERFIS DE SONDAGEM NA ÁREA DA UTC III
 - 3.9.3 - PERFIS DE SONDAGENS REALIZADAS DURANTE O EIA
 - 3.9.4 - INFORMAÇÕES HIDROGEOLÓGICAS
 - 3.9.5 - LAUDOS DE ANÁLISES DE SOLOS
 - 3.9.6 - GRÁFICOS DE GRANULOMETRIA DE SOLOS
 - 3.9.7 - GRÁFICOS DE DIFRATOMETRIA DE RAIOS-X EM ARGILAS

- 4 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL - FLORA
 - 4.1 - INTRODUÇÃO



4.2 - MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 - LEVANTAMENTO DE COMUNIDADES VEGETAIS

4.2.2 - IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL BOTÂNICO

4.2.3 - MAPEAMENTO DA VEGETAÇÃO

4.3 - RESULTADOS E COMENTÁRIOS

4.3.1 - COMUNIDADES VEGETAIS

4.3.1.1 - CAMPO MISTO ALTO

4.3.1.2 - CAMPO MISTO BAIXO

4.3.1.3 - CAMPO MISTO COM MIRTÁCEAS

4.3.1.4 - CAMPO PEDREGOSO

4.3.1.5 - CAMPO FINO

4.3.1.6 - CHIRCAIS E VASSOURAIS

4.3.1.7 - MATAS GILIARES

4.3.1.8 - CAPÕES

4.3.2 - LISTA DAS ESPÉCIES

4.4 - CONCLUSÕES

5 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL - FAUNA

5.1 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

5.2 - HERPETOFAUNA E MASTOFAUNA

5.2.1 - INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

5.2.2 - METODOLOGIA

5.2.3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.2.3.1 - MAMÍFEROS

5.2.3.2 - RÉPTEIS

5.2.3.3 - ANFÍBIOS

5.2.3.4 - TRANSECTOS EM ESTRADAS

5.2.3.5 - AMOSTRAGEM POR "PITFALL TRAPS"

5.2.3.6 - AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO POR EMISSÕES DA USINA E RESÍDUOS DA MINERAÇÃO

5.2.4 - COMENTÁRIOS GERAIS

5.3 - AVIFAUNA

6 - DIAGNÓSTICO SÓCIO-ECONÔMICO

6.1 - INTRODUÇÃO

6.2 - EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO E DA RENDA

6.2.1 - ÁREA E POPULAÇÃO

6.2.2 - RENDA PER CAPITA

- 6.3 - SETORES PRIMÁRIO, SECUNDÁRIO E TERCIÁRIO DA ATIVIDADE ECONÔMICA
 - 6.3.1 - INTRODUÇÃO
 - 6.3.2 - EVOLUÇÃO DA PARTICIPAÇÃO SETORIAL DA RENDA GERADA NO PERÍODO DE 1949-80
 - 6.3.3 - EVOLUÇÃO RECENTE DA RENDA REAL POR SETOR
- 6.4 - EVOLUÇÃO SETORIAL
 - 6.4.1 - INTRODUÇÃO
 - 6.4.2 - IDÉIA DO MÉTODO ESTRUTURAL-DIFERENCIAL
 - 6.4.3 - RESULTADO DA APLICAÇÃO DO MODELO
 - 6.4.4 - QUOCIENTES DE LOCALIZAÇÃO: IDÉIA DO MÉTODO
 - 6.4.5 - QUOCIENTES DE LOCALIZAÇÃO: CÁLCULOS PARA AS REGIÕES DE ESTUDO
 - 6.4.6 - CONCLUSÕES GERAIS
- 6.5 - FINANÇAS PÚBLICAS
 - 6.5.1 - RECEITAS E DESPESAS MUNICIPAIS
 - 6.5.2 - ANÁLISE DE TENDÊNCIAS
- 6.6 - APRECIACÃO SOBRE A SAÚDE PÚBLICA NA REGIÃO DE CANDIOTA
- 6.7 - RESUMO HISTÓRICO DOS MUNICÍPIOS DE IMPACTO
- 6.8 - ANEXOS
 - 6.8.1 - EXTENSÃO DOS MUNICÍPIOS EM ESTUDO
 - 6.8.2 - POPULAÇÃO PARA OS MUNICÍPIOS DA CAMPANHA NO PERÍODO DE 1949-90
 - 6.8.3 - INFORMAÇÕES ADICIONAIS SOBRE OS MUNICÍPIOS EM ESTUDO
 - 6.8.4 - RENDA PER CAPITA PARA OS MUNICÍPIOS DA CAMPANHA NO PERÍODO 1949-85
 - 6.8.5 - RENDA INTERNA GERADA PELA AGRICULTURA, INDÚSTRIA E SETOR DE SERVIÇOS NAS ÁREAS EM ESTUDO E NO RS (1949-80)
 - 6.8.6 - RENDA GERADA PELOS SETORES PRIMÁRIO, SECUNDÁRIO E TERCIÁRIO (1970 E 1980)
 - 6.8.7 - EMPREGO POR SETORES DE ATIVIDADE NAS REGIÕES DE ESTUDO (1970 E 1980)
 - 6.8.8 - VARIAÇÃO LÍQUIDA TOTAL (VLT)
 - 6.8.9 - RECEITAS E DESPESAS MUNICIPAIS - TOTAL DO ESTADO
 - 6.8.10 - LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO



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 $200.000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (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 1º módulo do empreendimento Candiota III, foi realizado um diagnóstico dos cursos d'água da região a partir de estudos limnológicos, uma vez que estes constituem o modo mais seguro e eficiente de análise qualitativa de alterações ambientais.

Para o meio água, as condições ambientais foram avaliadas segundo aspectos físico-químicos e biológicos, incluindo estes os subgrupos ictiofauna, zooplâncton, fauna de bentos, mesofauna associada a macrófitas aquáticas e rotífera.

A fim de avaliar a variação de qualidade do meio água ao longo do ano, foram efetuadas pelo menos 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.

Apresentamos no Quadro 2.1 as épocas de amostragem para cada subgrupo:

QUADRO 2.1 - Grupo Água - Época de amostragem

SUBGRUPO	1987			1988		
	AGO	OUT	DEZ	FEV	MAR	ABR
Físico-química	x	x	x	x		x
Zooplâncton	x		x		x	
Ictiofauna	x		x		x	
Mesofauna associada a ma- crófitas aquáticas	x		x		x	
Bentos	x		x		x	
Rotífera	x	x	x		x	

2.2 - ÁREA DE ESTUDO
2.2.1 - DEFINIÇÃO

Consideraremos como área de estudo, para a elaboração do diagnóstico do meio água, uma extensão da bacia hidrográfica do rio Jaguarão de cerca de 324 km² (32.400 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.

2.2.2 - RECURSOS HÍDRICOS
Águas Superficiais

Os principais recursos hídricos 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 Dario Lassance. Os principais usos destes cursos d'água na região considerada são o abastecimento industrial e doméstico, bem como a utilização em atividades agropecuárias.

A região definida para a implantação da usina de Candiota III está situada entre os Arroios Quebra Jugo e Poacá conforme pode ser observado no Mapa 2.1.

Em termos de bacias, as diretamente afetadas pelo empreendimento de que trata o presente estudo, e abrangidas pelo programa limnológico executado, são as dos Arroios Candiota e Poacá, que fazem parte da bacia de drenagem do Rio Jaguarão.

A bacia do Arroio Candiota é definida para este estudo como ~~livre de efluentes da mineração; suas águas são utilizadas para o abastecimento da Usinas Termelétricas Presidente Médici - UTPM, e recebem efluentes não só da mesma, mas também de outras indústrias e núcleos habitacionais.~~

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 área de mineração abandonada (Arroio Poacá) e por regiões atualmente em mineração (Sanga da Carvoeira).

O Arroio Quebra-Jugo deságua no Arroio Poacá, bem como a Sanga da Carvoeira Dario Lassance, enquanto o Arroio Poacá deságua no Arroio Candiota, principal afluente do Rio Jaguarão na região em estudo (vide Mapa 2.1).

Quanto aos efluentes gerados pelo complexo de Candiota III, os efluentes da mina atingirão o Arroio Poacá, enquanto que os efluentes da usina atingirão diretamente os Arroios Quebra Jugo e Poacá.

Barragens

Existem na região quatro barragens em operação e uma em construção, a saber:

- 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, tem por função regular o nível da Barragem I;
- Barragem Sanga Funda: localizada na Sanga Funda, próxima à BR-293, tem como função abastecer a Vila Operária;
- Barragem Cimbagé: localizada no Arroio Candioteinha, destina-se ao abastecimento da Fábrica de Cimento Cimbagé.
- Barragem Quebra-Jugo: localizada no Arroio Quebra Jugo, destina-se ao abastecimento das obras de Candiota III.

2.2.3 - NÚCLEOS HABITACIONAIS

As vilas residenciais existentes na região são as seguintes:

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

O Mapa 2.1 localiza alguns desses núcleos.

A seguir estão apresentadas informações relativas a cada um dos núcleos habitacionais:

- Vila Operária da CEEE

Localização: BR-293, km 127.

Número de habitantes: 2.500.

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

Consumo de água: 1.000.000 de litros por dia.

Obs.: a vila possui 528 casas e 472 quartos em alojamentos para solteiros. Destes, 71% estão ocupados com uma média de dois habitantes em cada quarto, o que dá uma média de 834 litros por família/dia.

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

Fonte: Subsetor de Serviço Social da Vila Operária.

- Vila Residencial da CEEE

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

Número de habitantes: 1.196.

Abastecimento de água: barragem do Arroio Candiota com água tratada por 2 hidráulicas através da CEEE. Possui água encanada para todas as casas.

Consumo de água: 700.000 litros por dia.



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

Fonte: Setor de Administração da CEEE.

- Vila Airton-Dario Lassance

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

Número de habitantes: 3.000 pessoas aproximadamente.

Abastecimento de água: barragem com reservatório e com tratamento adequado para apenas uma parte da vila, chamada antes de Vila Dario Lassance. A outra parte, que era anteriormente chamada de Vila Airton, não possui água encanada, sendo o abastecimento feito através de poços individuais. Atualmente as duas vilas foram incorporadas e, futuramente, haverá água encanada para ambas.

Consumo de água: 660.000 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.

Fonte: Escritório da CRM - Setor de Administração.

- Vila Matarazzo

Localização: a 22 km do km 127 da BR-293, sendo 17 km de estrada pavimentada e 5 km de solo revestido com cascalho.

Número de habitantes: 120.

Abastecimento de água: poço artesiano com dois reservatórios e água encanada para todas as casas.

Consumo de água: 500 litros por família/dia.

Destino dos despejos: fossas sépticas individuais.

Fonte: Setor de Administração da Cimbagé.

- Vila Cimbagé

Localização: a 1 km da Vila Residencial e a 18 km do km 127 da BR 293, sendo 17 km de estrada pavimentada e 1 km de solo revestido com cascalho.

Número de habitantes: 35.

Abastecimento de água: poço artesiano com reservatório para 30.000 litros. A água é tratada e encanada para todas as casas através da própria Cimbagé.



Consumo de água: 1.000 litros por família/dia (consumo máximo). No inverno, esse consumo se reduz quase à metade).

Destino dos despejos: fossas sépticas.

Fonte: Setor de Administração da Cimbagé.

- Vila Pedreira

Localização: a 14 km do km 119 da BR-293, com solo revestido com cascalho.

Número de habitantes: 200.

Abastecimento de água: barragem com tratamento próprio e água encanada para a maioria das casas.

Consumo de água: 35.000 litros por dia.

Destino dos despejos: fossas sépticas individuais.

Fonte: Setor de Produção da Fábrica de Cimento Portland Gaúcho.

- 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.

- Seival

Localização: a 9 km do km 137 da BR 293 através de estrada de ligação com solo revestido com cascalho.

Número de habitantes: 365.

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: 90.000 litros por dia.

Destino dos despejos: fossas sépticas individuais.

Fonte: Subprefeitura de Seival.

- Tupi Silveira

Obs.: Tupi Silveira é apenas a denominação de um dos distritos de Bagé, cuja sede é uma estação férrea antiga que somente serve como ponto de referência do distrito, não havendo, portanto, qualquer tipo de aglomerado urbano e nem dados disponíveis para qualquer tipo de levantamento econômico-estatístico.

Fonte: IBGE e Prefeitura Municipal de Bagé.

O Quadro 2.2 resume as informações anteriormente apresentadas.

Conforme as informações anteriores, o abastecimento d'água para os núcleos habitacionais provém de barragens (4 núcleos), poços artesianos (3 núcleos) e açúde (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.

Com vistas à quantificação da contribuição dos despejos domésticos aos recursos hídricos objeto do estudo, consideraremos o que segue.

Considerando 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 100 e 250 mg/L. Estes valores correspondem aos consumos d'água citados, quais sejam, 220, 400 e 580 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, adotaremos 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, consideraremos 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.

QUADRO 2.2 - Núcleos Habitacionais - Informações gerais

NÚCLEOS HABITACIONAIS	NÚMERO HABITANTES	CONSUMO D'ÁGUA	DESTINO
Vila Operária	2500	400 L/hab.dia	Sanga Funda, após tratamento em lagoa de estabilização
Vila Residencial	1196	585 L/hab.dia	Arroio Candiota, após tratamento em lagoa de estabilização
Vila Airton-Dario Lassance	3000	220 L/hab.dia	Córrego que deságua no Arroio Poacá
Vila Matarazzo	120	125 L/hab.dia*	Fossa séptica
Vila Cimbagé	35	250 L/hab.dia*	Fossa séptica
Vila Pedreira	200	175 L/hab.dia	Fossa séptica
Vila Votoran	360	278 L/hab.dia	Fossa séptica
Seival	365	247 L/hab.dia	Fossa séptica

* Considerou-se uma média de 4 pessoas por família.

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

- Vila Operária (CEEE) - 18 kg/d para a Sanga Funda
- Vila Residencial (CEEE) - 9 kg/d para o Arroio Candiota
- Vila Airton-Dario Lassance - 160 kg/d para o córrego que deságua no Arroio Poacá

2.2.4 - UNIDADES INDUSTRIAIS

As atividades industriais existentes na região estão descritas abaixo:

- Usina Termelétrica Presidente Médici (UTPM) - Fases A e B
- Cimento e Mineração Bagé S.A. - Cimbagé
- Companhia de Cimento Portland Gaúcho - Votorantim
- Companhia Nacional de Mineração Candiota (Mina de Seival)
- Companhia Riograndense de Mineração (CRM) - mineração de carvão
- Entreposto de Carvão da CAEEB

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

- Usina Termelétrica Presidente Médici (Fases A e B)

Atividade - Produção de energia elétrica a partir da queima do carvão.

Localização - Candiota, estrada de ligação, km 13, Bagé.

Entrada em operação - Fase A - 1974
Fase B - 1987

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.

Descrição técnica - Os principais setores da Usina estão descritos a seguir:

- Área de recebimento de carvão - Nesta área é feito o controle e a pesagem dos caminhões que transportam o carvão proveniente das minas.
- Área de estocagem de carvão - Após a pesagem, os caminhões são encaminhados às tremonhas de descarga. Deste ponto, o carvão é transportado, através de esteiras, aos silos de alimentação das caldeiras ou, alternativamente, ao pátio de estocagem.
- Pilha de estocagem - Nas proximidades da área de recebimento de carvão está situada a pilha de estocagem, com uma capacidade de aproximadamente 100.000 t.
- 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.
- Área de caldeiras e casa de máquinas - Estes setores incluem:
 - Fase A: 2 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 "Ljüngstroms".
 - Fase B: 2 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, 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 - Este sistema inclui:
- tanques de óleo combustível providos de serpentinas de aquecimento a vapor;
 - tanques de óleo diesel;
 - tanque de 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.

Efluentes líquidos - Tendo em vista que os diversos efluentes líquidos gerados na usina não são segregados atualmente, 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, será posteriormente segregada e tratada separadamente.
- Ponto de lançamento do efluente global - O lançamento do efluente global dá-se a cerca de 50 m dos limites da usina, sendo a descarga efetuada por meio de 2 tubulações de 1 m de diâmetro. O efluente global origina um córrego que deságua no Arroio Candiota. O Quadro 2.3 apresenta análises do efluente global. Vale ressaltar que estão sendo construídas 2 bacias de sedimentação para o efluente global

visando à redução do teor de sólidos suspensos da corrente que se encaminha ao Arroio Candiota. A redução de sólidos suspensos refletir-se-á também na redução de metais dissolvidos na corrente.

Emissões Atmosféricas - Consistem de gases de combustão e material particulado, emitidos em chaminé de 150 m de altura após passarem em precipitadores eletrostáticos com eficiência da ordem de 99%.

As quantidades emitidas são da ordem de:

Fase A - Material particulado = 0,52 t/h
SO₂ = 2,96 t/h

Fase B - Material particulado = 1,20 t/h
SO₂ = 6,84 t/h

Obs.: quanto ao SO₂, as estimativas consideram uma retenção de 5% do mesmo nas cinzas de fundo.

Resíduos sólidos - Consistem das cinzas sedimentadas nos "hydrobins", que retornam via caminhão às cavas mineradas, e das cinzas leves abatidas nos precipitadores e não comercializadas; estes resíduos são dispostos em cavas mineradas.

QUADRO 2.3 - Resultados das análises do efluente global da UTPM - Fase A e corpo receptor

PARÂMETROS	EFLUENTE GLOBAL DA UTPM							ARROIO CANDIOTA					
	1ª BATERIA DE COLETA		2ª BATERIA DE COLETA			3ª BATERIA DE COLETA		IPRÓXIMO	IA MONTANTE		IA JUSANTE		Exigências DMA
	127/11/85	128/11/85	117/02/86	118/02/86	119/02/86	120/02/86	04/03/86	104/03/86	103/03/86	03/03/86	04/03/86	04/03/86	
pH (campo)	17,0-9,0	17,0-7,5	18,5-11,5	14,0-11,0	18,5-9,0	18,5-9,0	6,5	-	-	-	-	-	-
pH (laborat.)	7,65	7,15	10,75	8,40	9,80	9,10	6,55	7,30	6,75	6,80	6,85	7,10	16,0 a 8,5
IT (°C)	25	25	27	28	28	28	29	-	-	-	-	-	≤ 40
ISS (mg/L)	456	202	13,8x10 ³	13,9x10 ³	12,1x10 ³	13,1x10 ³	11,4x10 ³	172	14	13	40	33	≤ 50
ISP (mL/L)	1,5	3,5	9,0	12,0	7,5	7,0	2,7	1,0	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	≤ 1,0
ISD (mg/L)	110	61	293	322	117	135	117	113	65	51	86	67	-
IOG (mg/L)	28	19	-	13	-	11	-	-	-	-	6	4	≤ 10
IDB ₅ (mg O ₂ /L)	-	-	-	-	-	-	120/42*	-	-	-	1,9	2,4	-
ID ₄₀ (mg O ₂ /L)	68	63	13,1x10 ³	14,5x10 ³	11,0x10 ³	11,4x10 ³	233	32	16	18	16	18	≤ 160,0
IDureza (mg/L)	50,3	54,9	139,6	158,6	98,3	88,7	69,9	54,2	19,0	21,1	22,8	25,2	≤ 200,0
Condutividade (micromhos/cm)	215	182	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IP _{0,4} ⁻³ sol. (mg/L)	7,6	0,006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ISO ₄ ⁻² (mg/L)	28,0	38,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al (mg/L)	6,6	14,6	13,7	20,5	13,3	14,5	-	-	-	-	4,8	5,0	≤ 9,0
Fe (mg/L)	7,9	9,3	28	58	14,2	34	-	-	-	-	0,97	1,1	≤ 9,0
Mn (mg/L)	0,291	0,341	0,721	0,961	0,521	0,771	-	-	-	-	0,07	0,09	≤ 2,0
Zn (mg/L)	0,421	0,311	0,271	0,391	0,221	0,331	-	-	-	-	0,01	0,03	≤ 1,0
Ni (mg/L)	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	-	-	-	-	< 0,05	< 0,05	≤ 1,0
Cu (mg/L)	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	-	-	-	-	< 0,05	< 0,05	≤ 0,5
Mo (mg/L)	< 0,251	< 0,251	< 0,251	< 0,251	< 0,251	< 0,251	-	-	-	-	< 0,25	< 0,25	≤ 0,5
Cr total (mg/L)	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	-	-	-	-	< 0,05	< 0,05	≤ 0,5
Co (mg/L)	-	-	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	-	-	-	-	< 0,05	< 0,05	≤ 0,5
Sn (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,05	< 0,05	≤ 9,0
Cd (mg/L)	-	-	< 0,0051	< 0,0051	< 0,0051	< 0,0051	-	-	-	-	< 0,05	< 0,05	≤ 0,15
Pb (mg/L)	-	-	< 0,021	< 0,021	< 0,021	< 0,021	-	-	-	-	< 0,02	< 0,02	≤ 0,5
Ba (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤ 0,5
B (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤ 9,0
Ag (mg/L)	-	-	< 0,011	< 0,011	< 0,011	< 0,011	-	-	-	-	< 0,01	< 0,01	≤ 0,1
V (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤ 1,0
As (mg/L)	-	-	0,031	0,0521	0,0211	0,0201	-	-	-	-	< 0,005	< 0,005	≤ 0,1
Se (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤ 0,05
Hg (mg/L)	-	-	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	-	-	-	-	< 0,001	< 0,001	≤ 0,01
Vazão Mín. (m ³ /h)	-	-	142	113	102	76	-	-	-	-	-	-	-
Vazão Média (m ³ /h)	-	-	274	229	240	202	-	-	-	-	-	-	-
Vazão Máx. (m ³ /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 coletadas.

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

- Cimento e Mineração Bagé S.A. - Cimbagé

Atividades - Mineração de calcário e produção de clínquer (1.500 t/dia).

Localização - Candiota, Bagé.

Entrada em operação - Pré-operação iniciada em outubro/87.

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

Descrição do processo - A rocha calcárea, 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 crú, 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 m³/dia), bem como as eventuais águas de lavagens e purgas de equipamentos, são encaminhados para fossas sépticas.

Emissões atmosféricas - Consistem de material particulado gerado nas seções de preparação, transporte e moagem. Nas seções de preparação e transporte existem filtros de mangas e, na moagem e forno rotativo, existem precipitadores eletrostáticos. Segundo informação fornecida pela Empresa, estes equipamentos tem eficiência da ordem de 99,5%.

- 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 clinquerização. 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.

Emissões atmosféricas - Consistem de material particulado gerado na moagem do carvão e nos fornos de clinquerização. Nos fornos de

cliquerização há também a formação de gases de combustão. Na seção de fornos, os gases contendo o material particulado são encaminhados a torres de arrefecimento onde há a recuperação parcial do pó (farinha). A seguir, os gases são encaminhados aos precipitadores eletrostáticos, onde também há a recuperação do pó (farinha). Conforme informação da Empresa estes equipamentos tem eficiência da ordem de 99,5%. As seções de moagem de carvão e cimento são dotadas de ciclones e filtros de manga.

- Companhia Nacional de Mineração Candiota (Mina de Seival)

Atividades - Mineração e beneficiamento de carvão.

Localização - Estrada de Ligação, Candiota, Bagé.

Entrada em operação - 1984.

Descrição do processo - Mineração a céu aberto com produção de cerca de 30.000 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".

Deste modo, o carvão da Mina de Seival que apresenta teores de enxofre inferiores a 2% é britado até atingir a granulometria desejada.

A partir de 1988, a produção máxima prevista será de 50.000 t/mês. Uma parte deste total será beneficiada utilizando-se o lavador em aquisição.

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

Emissões atmosféricas - As emissões atmosféricas são originadas pelo tráfego de veículos, equipamentos de mineração, detonação de explosivos e operação de cominuição do carvão.

Resíduos sólidos - Os materiais sólidos gerados no processo de lavra de carvão são terra vegetal e estéril; no beneficiamento são geradas frações fora de especificação e futuramente haverá o rejeito do lavador de carvão. Esses materiais são segregados e serão posteriormente utilizados na restauração topográfica e recuperação das áreas mineradas.

- Companhia Riograndense de Mineração - Mineração de Carvão

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

Localização - Malha II, Mina CRM, Candiota, Bagé.



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 argillito intermediário entre os bancos de carvão inferior e superior explorados é igualmente removido por escavadeiras tipo "shovel".

Efluentes líquidos - Os efluentes líquidos da mineração consistem basicamente da drenagem ácida da mina.

Emissões atmosféricas - Consistem das poeiras geradas no desmonte e manuseio de material.

Resíduos sólidos - Consistem da terra vegetal e estéreis.

- Companhia Auxiliar de Empresas Elétricas Brasileiras (CAEEB) -
Entrepósito de Carvão

Atividade - Distribuição do carvão da Mina de Seival aos centros consumidores, por via férrea.

Localização - BR-293, Pinheiro Machado, RS.

Descrição do processo - Atualmente, o carvão é transportado até o entreposto por meio de caminhões convencionais com cobertura. Está previsto para 1988 a utilização do ramal ferroviário, ora em construção, ligando a mina ao entreposto.

Efluentes líquidos - Consistem unicamente das águas de percolação das pilhas de carvão.

2.2.5 - PONTOS DE AMOSTRAGEM

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 afetadas pelo empreendimento, bem como da influência destes sobre a qualidade dos demais recursos hídricos envolvidos.

Portanto, este critério possibilita avaliar a influência direta e indireta de Candiota III sobre as águas superficiais da região.

Os pontos de amostragem selecionados foram:

- Bacia do Candiota:

VO D1 - Sanga Funda, junto à barragem Sanga Funda que abastece a Vila Operária;

CAN D1 - 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 D2 - Arroio Candiota, próximo ao local em que cruza a estrada de ligação. Neste ponto o arroio já recebeu drenagens de mineração da Mina do Seival. Neste local pode ocorrer represamento por influência da Barragem II a jusante;

B D1 - Arroio Candiota, junto à Barragem II, 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 D2 - Arroio Candiota, junto à Barragem II, próximo ao vertedor;

CAN D3 - Arroio Candiota, a 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 D4 - Arroio Candiota, a montante do Arroio Poacá, próximo à foz deste. Neste ponto o Arroio Candiota já recebeu o efluente global da UTPM, que constitui sua principal carga poluidora desde a nascente;

CAN D5 - 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 do Arroio Poacá sobre a qualidade de suas águas.



- Bacia do Poacá

P 01 - Arroio Poacá, próximo ao ponto em que atravessa a estrada de acesso à Candiota III. Neste ponto o arroio já recebeu drenagens provenientes de áreas de mineração desativadas. Futuramente o Arroio Poacá receberá efluentes gerados na Usina Termelétrica de Candiota III;

QJ 01 - Arroio Quebra Jugo, a montante da barragem que abastecerá as obras de Candiota III. Este arroio corre sobre afloramentos de carvão, mas como até o ponto QJ 01 não recebeu qualquer efluente gerado por atividade industrial, este ponto corresponde ao branco da Bacia do Poacá. Vale mencionar que o Arroio Quebra Jugo receberá futuramente os efluentes gerados na operação da Usina de Candiota III;

CAR 01 - Sanga da Carvoeira Dario Lassance, próximo a sua foz. Esta sanga recebe drenagens da Malha II, atualmente em mineração, 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 usinas termoelétricas, áreas de mineração em operação e desativadas, bem como do lavador de carvão da CRM;

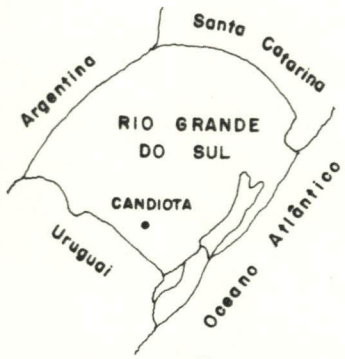
P 02 - Na foz do Arroio Poacá;

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.

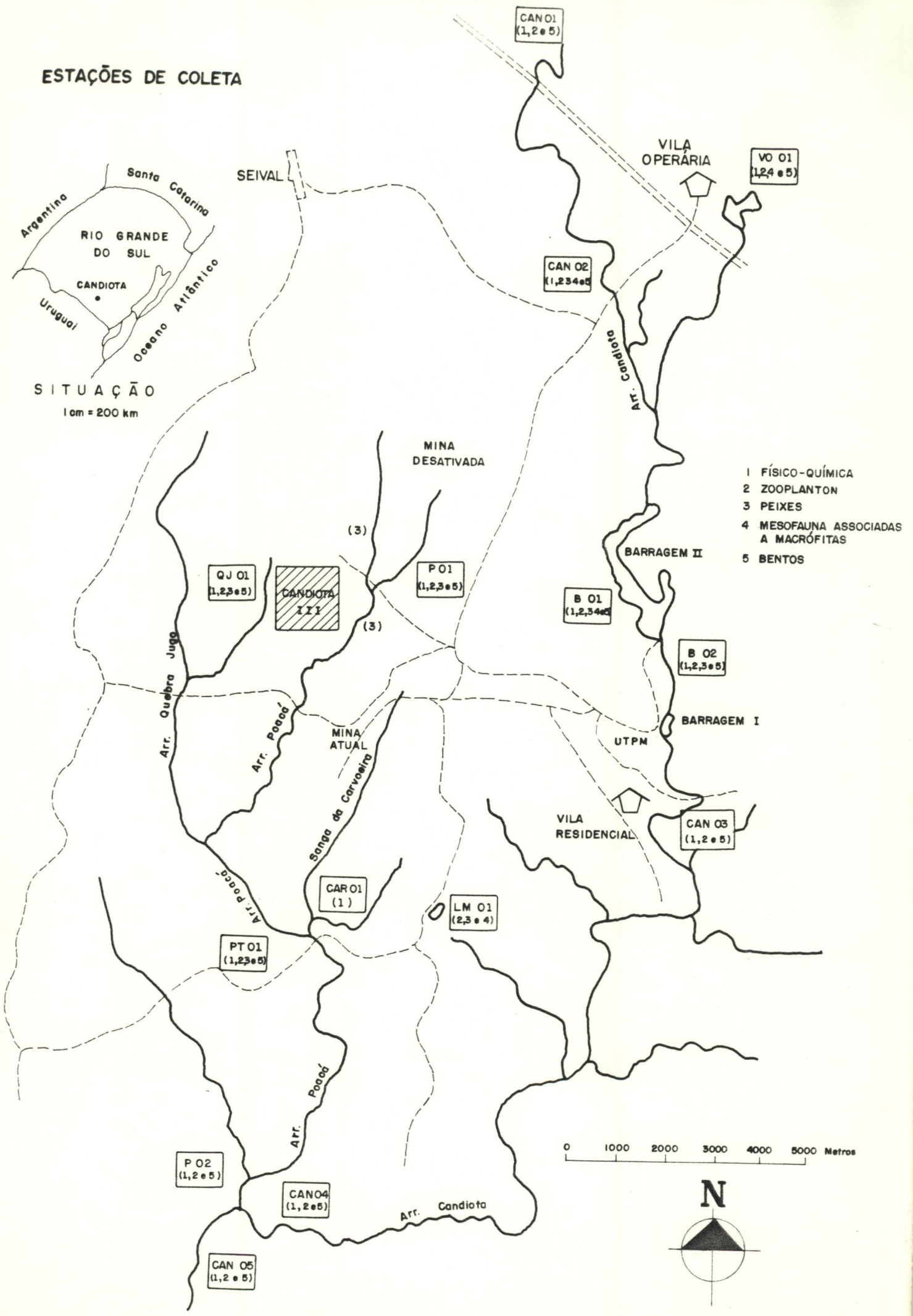
Obs.: devido à grande dificuldade de acesso à foz do Arroio Candiota no Rio Jaguarão, não foram coletadas amostras imediatamente a montante e a jusante deste ponto.

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

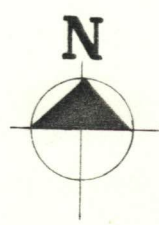
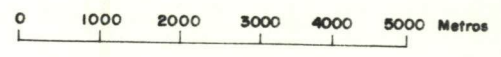
ESTAÇÕES DE COLETA



SITUAÇÃO
1cm = 200 km



- 1 FÍSICO-QUÍMICA
- 2 ZOOPLANTON
- 3 PEIXES
- 4 MESOFAUNA ASSOCIADAS A MACRÓFITAS
- 5 BENTOS



2.3 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS

2.3.1 - INTRODUÇÃO

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 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.

2.3.2 - 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 2.4 relaciona os parâmetros determinados e apresenta os procedimentos de coleta adotados.

As análises físicas e químicas, realizadas segundo metodologias amplamente utilizadas em trabalhos limnológicos, são resumidas no Quadro 2.5.

Foram ainda realizadas duas amostragens em perfis verticais na Barragem II, localizados esquematicamente no Mapa 2.3.

Uma das amostragens envolveu a realização de 3 perfis verticais em diferentes locais da massa aquática, enquanto que a outra constou de uma avaliação do comportamento da coluna de água ao longo de um período de 24 horas em uma estação situada em local de grande profundidade relativa.

QUADRO 2.4 - Procedimentos de Coleta

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

QUADRO 2.5 - Procedimentos de Análise

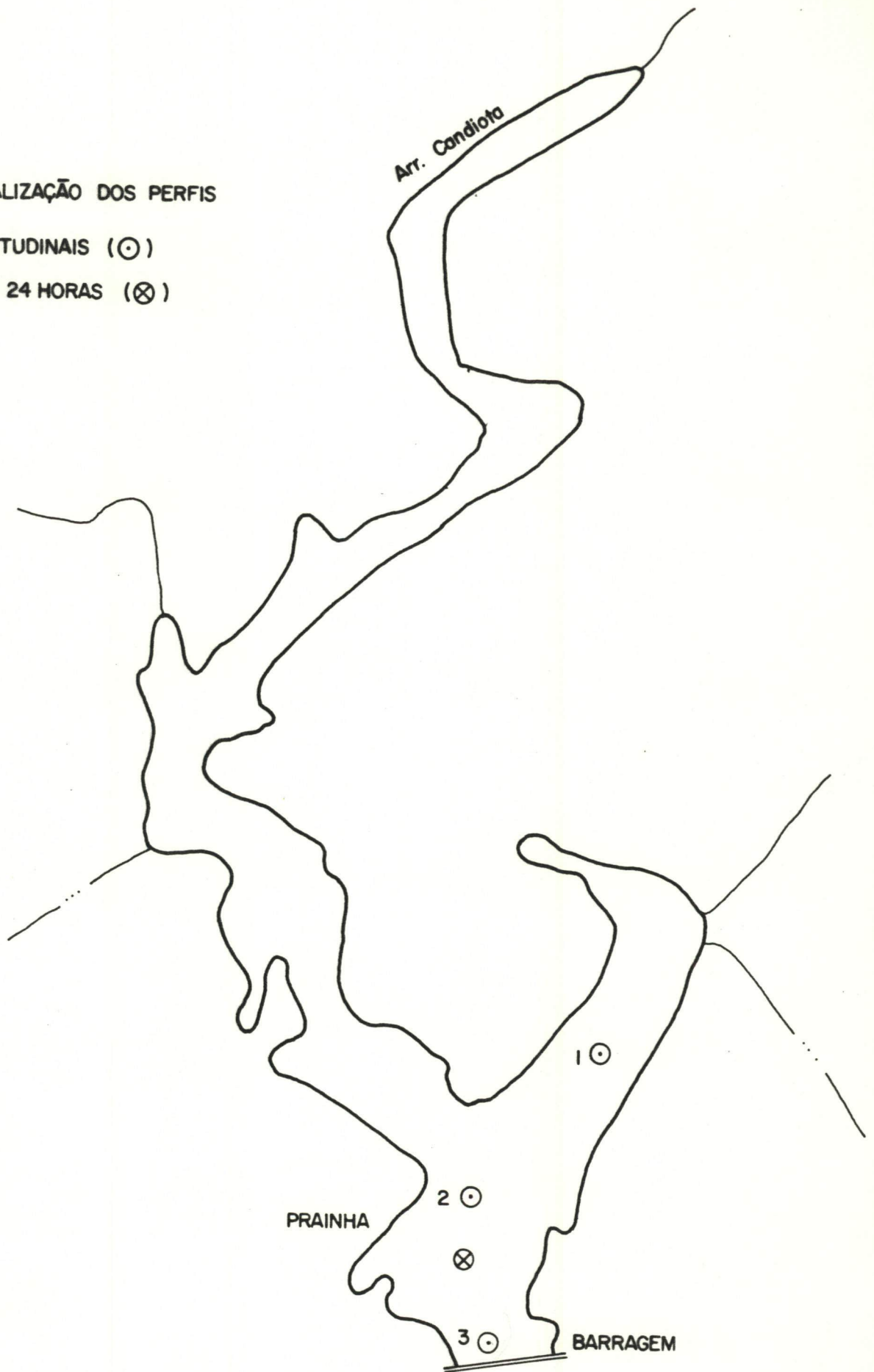
PARÂMETRO	PROCEDIMENTO
Temperatura	Termistor YSI
Oxigênio	Oxímetro YSI
pH	Potenciômetro WTW
Condutividade elétrica	Condutivímetro YSI
Penetração de luz	Disco de Secchi diâmetro 20 cm
Oxigênio dissolvido	Winkler (1)
Alcalinidade	Potenciométrico com HCl até pH 4,6 (2)
DBO ₅	Winkler (1)
DQO	Dicromato de potássio (2)
Sulfato	Turbidimétrico (2)
Cloretos	Volumétrico AgNO ₃ (2)
Bicarbonato	Calculado a partir da alcalinidade (2)
Ortofostato e Fósforo total	Ácido 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	Calculado a partir da cond. elétr. (4)

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

LOCALIZAÇÃO DOS PERFIS

LONGITUDINAIS (⊙)

E DE 24 HORAS (⊗)



MAPA 2.3

2.3.3 - RESULTADOS

Os resultados numéricos das análises realizadas entre agosto de 1987 e abril de 1988 estão listados nos Quadros 2.16 a 2.28, apresentados no final do item seguinte (Discussão dos Resultados). Estas tabelas foram organizadas com base nos pontos de amostragem. Os resultados foram também agrupados conforme a análise efetuada, resultando nos Quadros 2.29 a 2.45, igualmente apresentados no final do item seguinte. 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. Finalmente, o Quadro 2.46 engloba todos os resultados obtidos.

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 o grande impacto resultante do processo de mineração e da deposição de cinzas originadas da queima do carvão para geração de termelétricidade.

Os locais escolhidos para serem amostrados revelaram, ao longo do período, algumas alterações marcantes que nem sempre podem ser explicadas a partir de dados um tanto reduzidos como os contidos nesse relatório. Apesar disso, é possível extrair dos resultados obtidos várias e valiosas informações que servem de elementos de análise para uma avaliação das atividades poluidoras.

Apenas para facilitar a apreciação dos resultados, optou-se por analisá-los por parâmetro e não por estação de coleta. As variáveis medidas são a seguir analisadas.

2.3.3.1 - 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).

2.3.3.2 - 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 2.6 revela a acidez das águas do Poacá, evidenciando a influência do processo de mineração 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 se registraram maiores precipitações pluviométricas e, portanto, maior drenagem superficial. No verão e outono, quando se observou uma estiagem acentuada no Estado, foram registrados os menores valores de pH (3,4 nos pontos PT 01 e P 01, e 4,7 no ponto QJ 01).

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

QUADRO 2.6 - Distribuição das amostras de água coletadas nas duas bacias, por faixa de pH

FAIXA DE pH	AMOSTRAS BACIA CANDIOTA		AMOSTRAS BACIA POACÁ		TOTAL DAS AMOSTRAS	
	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

2.3.3.3 - 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 correlacionam (Quadro 2.7).

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

é, de 458,8 $\mu\text{S}_{20}.\text{cm}^{-1}$, condutividade expressivamente alta para cursos de água do Rio Grande do Sul.

QUADRO 2.7 - Coeficientes de correlação (r) entre parâmetros ambientais de corpos de água da região de Candiota

CANDIOTA							
	pH	$\mu\text{S}_{20}/\text{cm}$	ALC.	DUREZA	SO_4^{-2}	DBO_5	DQO
pH	-	NS -0,170	NS -0,019	NS -0,107	NS -0,298	NS -0,188	x +0,378
$\mu\text{S}_{20}/\text{cm}$		-	xxxx +0,650	xxxx +0,977	xxxx +0,806	NS -0,217	NS -0,041
ALCALI- NIDADE			-	xxxx +0,655	xxx +0,481	NS -0,158	NS +0,029
DUREZA				-	xxxx +0,805	NS -0,260	NS -0,021
SO_4^{-2}					-	NS -0,312	NS -0,227
DBO_5						-	NS +0,241
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

QUADRO 2.7 - Coeficientes de correlação (r) entre parâmetros ambientais de corpos de água da região de Candiota (continuação)

POAGÁ							
	pH	uS ₂₀ /cm	ALC.	DUREZA	SO ₄ ⁻²	DBO ₅	DQO
pH	-	xxxx -0,766	xxxx +0,706	xxxx -0,684	xxxx -0,697	NS -0,138	NS +0,047
uS ₂₀ /cm		-	NS -0,412	xxxx +0,866	xxxx +0,942	NS -0,237	NS +0,274
ALCALI- NIDADE			-	NS -0,316	NS -0,367	NS -0,058	NS +0,084
DUREZA				-	xxxx +0,895	NS -0,022	NS -0,128
SO ₄ ⁻²					-	NS -0,286	NS +0,163
DBO ₅						-	x -0,466
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

QUADRO 2.7 - Coeficientes de correlação (r) entre parâmetros ambientais de corpos de água da região de Candiota (continuação)

CANDIOTA + POACÁ							
	pH	uS ₂₀ /cm	ALC.	DUREZA	SO ₄ ⁻²	DBO ₅	DQO
		xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	NS	xxxx
pH	-	-0,803	+0,679	-0,740	-0,765	+0,202	+0,438
			xxxx	xxxx	xxxx	x	NS
uS ₂₀ /cm		-	-0,523	+0,912	+0,961	-0,278	-0,148
		ALCALI- NIDADE		xxxx	xxxx	NS	xx
			-	-0,452	-0,514	+0,187	+0,362
			DUREZA		xxxx	NS	NS
				-	+0,927	-0,241	-0,317
				SO ₄ ⁻²		x	NS
					-	-0,277	-0,197
					DBO ₅		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 1968

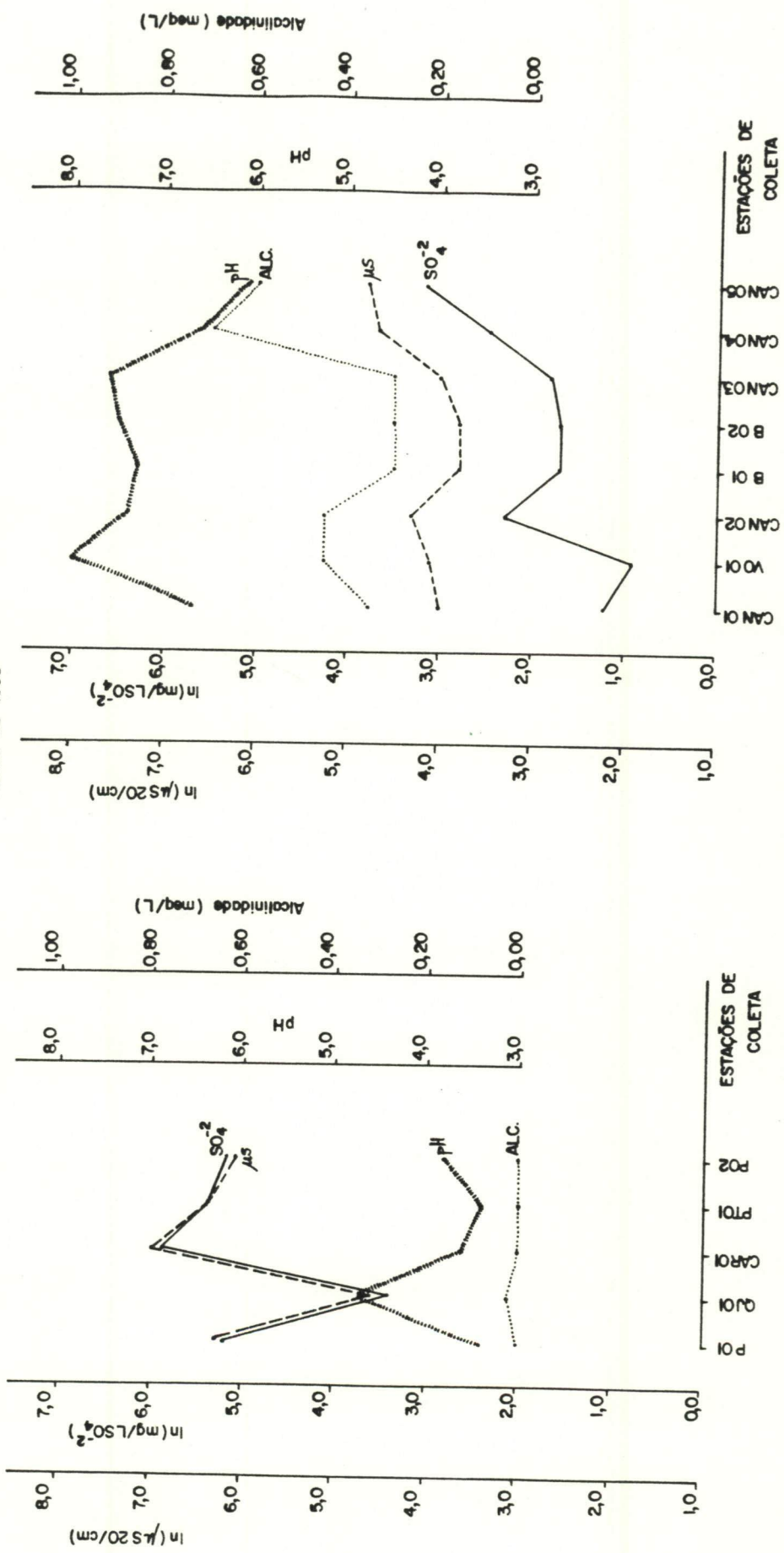


FIGURA 2.1

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, pois, 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 a jusante de PT 01 e a montante de P 02. De qualquer forma, a Figura 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.

2.3.3.4 - DEMANDA DE OXIGÊNIO E OXIGÊNIO DISSOLVIDO

Conforme o Quadro 2.29, 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_5 .

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 2.8). 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 de Candiota e do Poacá (Quadro 2.8) 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, pois, que a existência de substâncias inibidoras ou refratárias à biodegradação é muito mais acentuada neste arroio 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 2.8 - DBO, DQO, DQO/DBO - Valores médios

Estação	DBO ₅ (mg/L)	DQO (mg/L)	DQO --- DBO
ICAN 01	2,3	10,6	4,6
IVO 01	2,2	17,4	7,9
ICAN 02	1,3	17,3	13,3
IB 01	2,0	18,1	9,0
IB 02	1,9	19,9	10,5
ICAN 03	1,5	17,0	11,3
ICAN 04	1,3	15,0	11,4
ICAN 05	0,7	14,1	19,3
IP 01	0,7	7,5	10,7
IQJ 01	0,5	9,3	18,6
ICAR 01	0,1	19,4	194
IPT 01	0,7	6,8	9,7
IP 02	1,1	8,7	7,9

2.3.3.5 - 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 a 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 (Quadro 2.6). 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. Se se levar em conta 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 mensurações.

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

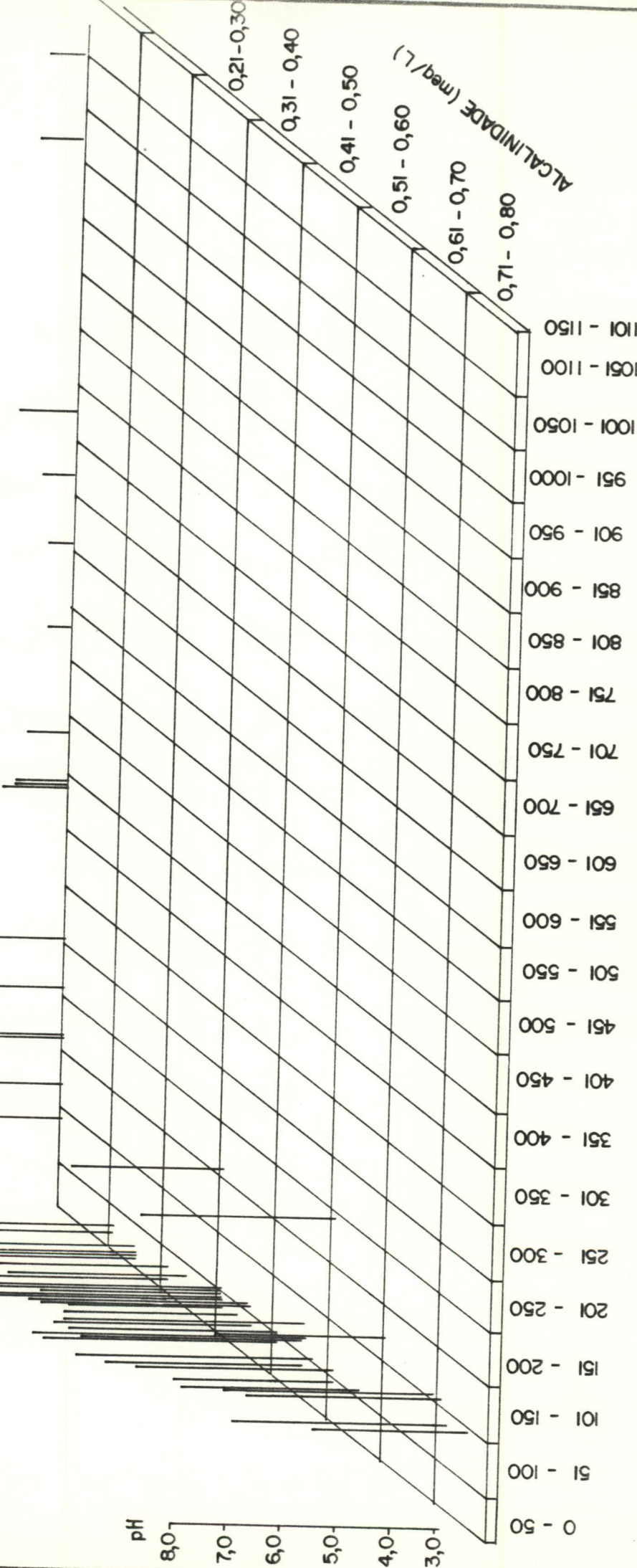


FIGURA 2.2

2.3.3.6 - DUREZA

Esse parâmetro tem um valor médio, para todas as amostras, de 51,0 mgCaCO₃/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 2.9) 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 2.9 - Coeficientes de correlação de dureza (mg CaCO₃/L) com alguns parâmetros das águas superficiais da região de Candiota

	pH	ALCAL.	µS/cm	ISO ⁻² ₄	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Ca ⁺² +Mg ⁺²
Dureza (Candiota)	NS	+0,66	+0,98	+0,80	+0,90	+0,87	+0,93
Dureza (Poacá)	-0,68	NS	+0,87	+0,90	+0,56	+0,61	+0,57
Dureza (Candiota+Poacá)	-0,74	-0,45	+0,91	+0,93	+0,56	+0,62	+0,58

NS = Não Significativo

RELAÇÃO ENTRE OS VALORES DE DUREZA (mgCaCO_3/L) E OS ÍNDICES DE pH NA BACIA DO POACÁ

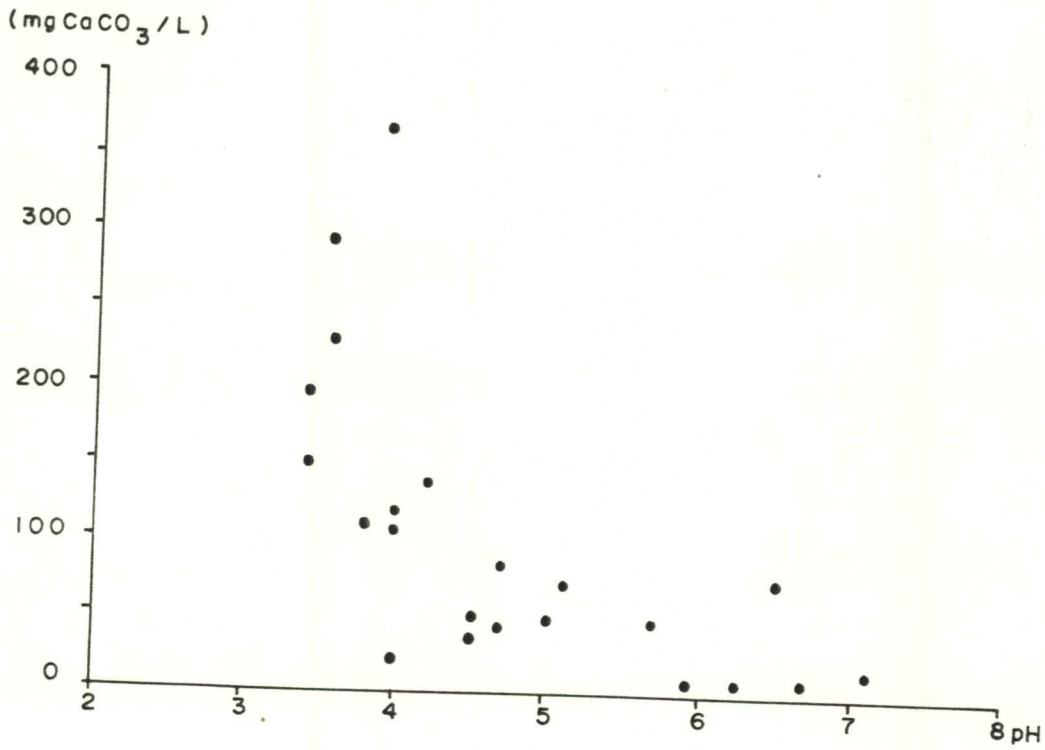


FIGURA 2.3

RELAÇÃO ENTRE OS VALORES DE DUREZA (mgCaCO_3/L) E AS CONCENTRAÇÕES DE SULFATO. BACIA DO POACÁ

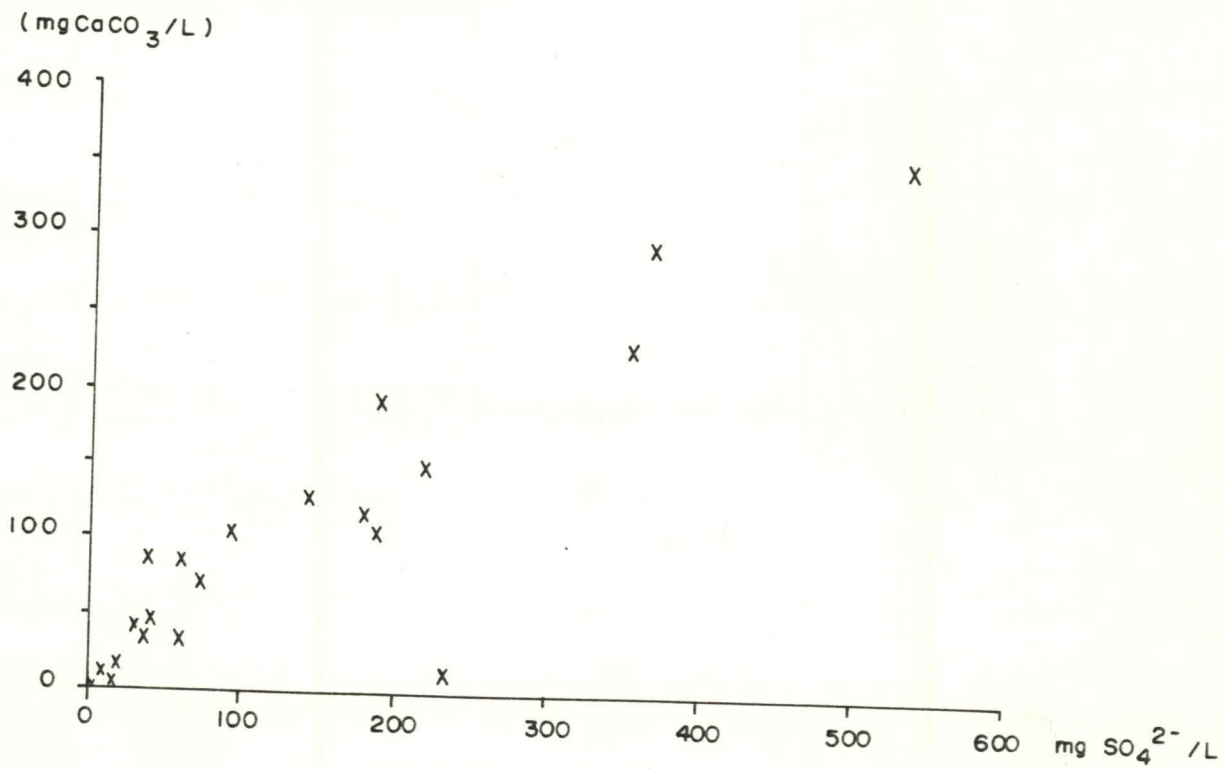


FIGURA 2.4

2.3.3.7 - MINERALIZAÇÃO

Normalmente a mineralização total das águas continentais é determinada por quatro cátions principais (Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ e K^+) e quatro ânions (HCO_3^- , CO_3^{-2} , Cl^- e SO_4^{-2}); a concentração relativa desses íons constitui critério importante para a classificação de corpos de água. Além disso, Ca^{+2} e Mg^{+2} são elementos importantes na determinação da dureza e o HCO_3^- é o principal íon do sistema 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 2.10) 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 2.10 - 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%
Ca^{+2}	2,43	0,121	26,21	53,61	2,675	56,2	21,62	1,079	51,91
Mg^{+2}	1,51	0,124	26,91	19,60	1,612	33,8	8,30	0,682	32,91
Na^+	3,94	0,171	37,11	8,38	0,364	7,6	5,61	0,244	11,81
K^+	1,75	0,045	9,81	4,51	0,115	2,4	2,78	0,071	3,41
Subtotal	9,63	0,461	100,01	86,10	4,766	100,0	38,31	2,076	100,01
HCO_3^-	23,56	0,386	60,21	3,53	0,058	1,9	16,05	0,263	17,31
Cl^-	2,05	0,058	9,11	2,70	0,076	2,6	2,29	0,064	4,21
SO_4^{-2}	9,48	0,197	30,71	136,88	2,852	95,5	157,26	1,192	78,51
Subtotal	35,09	0,641	100,01	143,11	2,986	100,0	175,60	1,519	100,01

Obs.: O 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 de amostragem chave 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 de amostragem chave relativos ao mês de outubro/87, ocasião em que as condições das águas afetadas quanto aos parâmetros físico-químicos se situaram dentre as melhores.

Comparando os diagramas de P 02, CAN 04 e CAN 05 da Figura 2.5, pode-se claramente observar que os deságüe do Arroio Poacá no Arroio Candiota promove neste as seguintes alterações em termos de concentração relativa:

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

Em termos de concentração média, o Quadro 2.10 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.

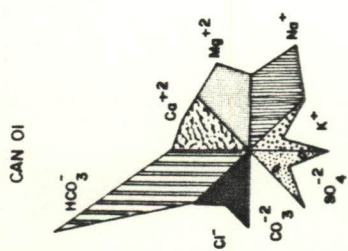
Com relação aos ânions (Quadro 2.10) a questão também se apresenta com importantes modificações. O sistema Candiota tem 60,2 Eq% de HCO_3^- e o Poacá, apenas 1,9 Eq%, o que significa que a mineração produz a substituição de um íon ácido fraco (HCO_3^-) por um íon ácido forte (SO_4^{2-}), alterando de forma acentuada as relações iônicas e o pH do sistema.

Por outro lado, os Mapas 2.4 e 2.5 apresentam os resultados mais relevantes referentes aos meses de abril de 88 e outubro de 87 respectivamente.

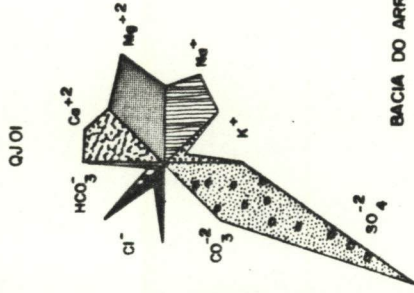
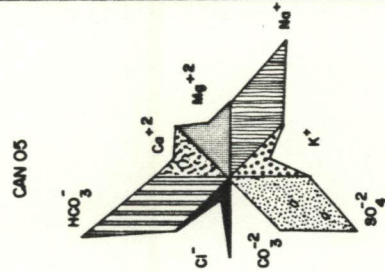
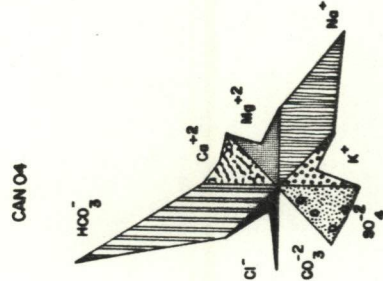
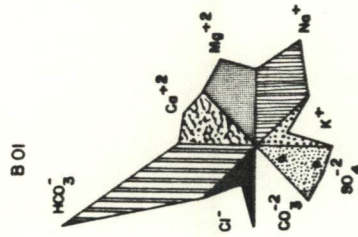
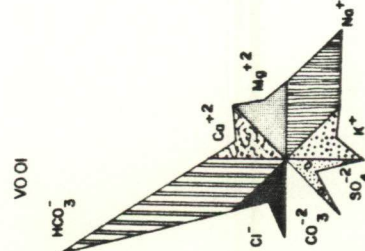
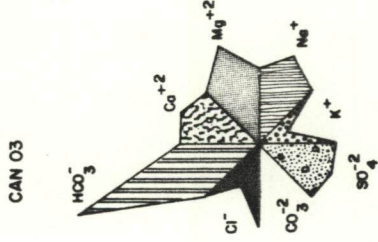
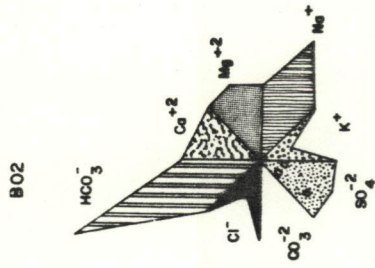
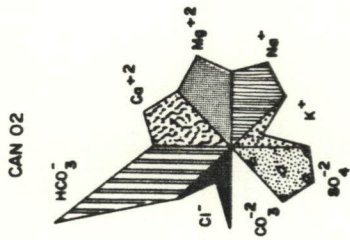
É importante ressaltar que as águas da região, em todas as amostras analisadas, com exceção da amostra de CAR 01 coletada em fevereiro de 88, apresentam um balanço iônico alterado com maior concentração de ânions que de cátions.

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. O Quadro 2.12 relaciona, em ordem decrescente de concentração média, esses íons nas duas bacias. Os valores máximos e mínimos de concentração (Quadro 2.11) revelam que as quantidades variam sobre amplas faixas, sendo difícil estabelecer as causas que levam a amplitudes de tal ordem.

A mineralização total expressa como minerais totais em mg/L e calculada a partir da condutividade elétrica inclui substâncias outras além das aqui determinadas e, por essa razão, esta grandeza é maior do que a soma das concentrações de cada parâmetro analisado.



BACIA DO ARROIO CANDIOTA



BACIA DO ARROIO POACÁ

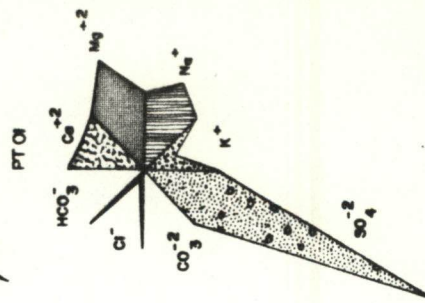
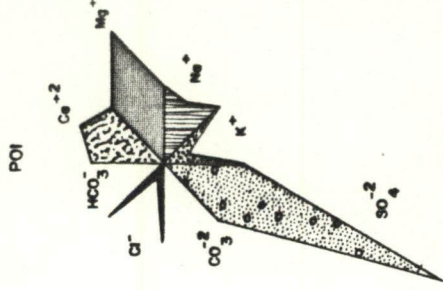
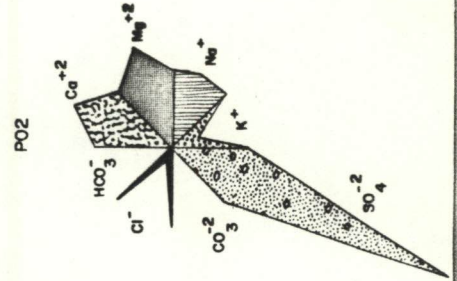
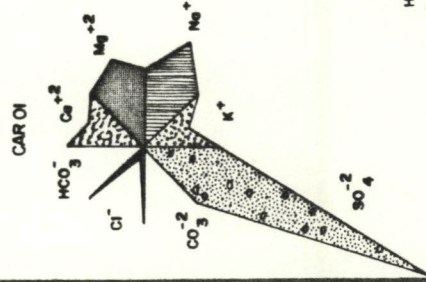


FIGURA 2.5

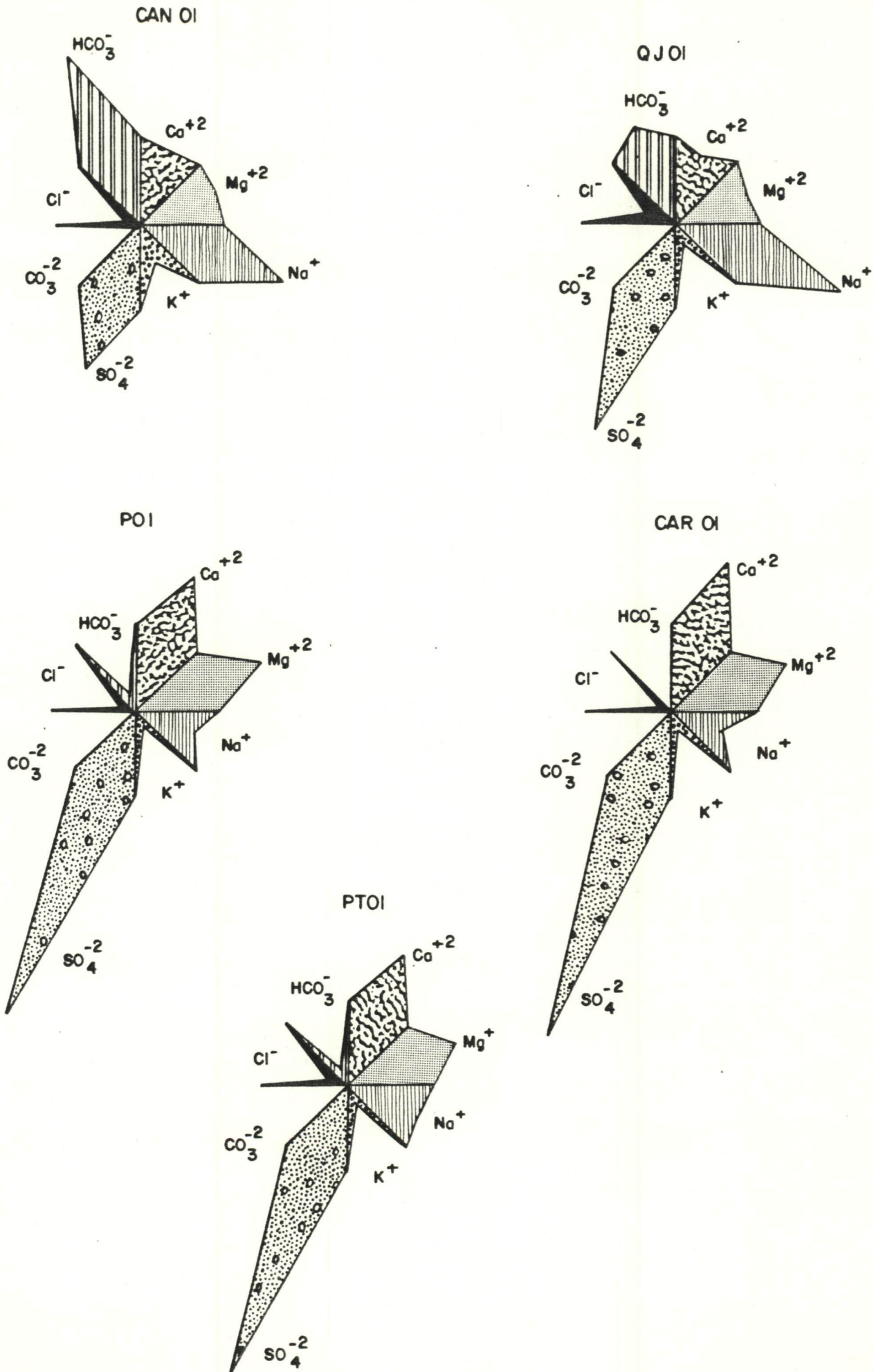
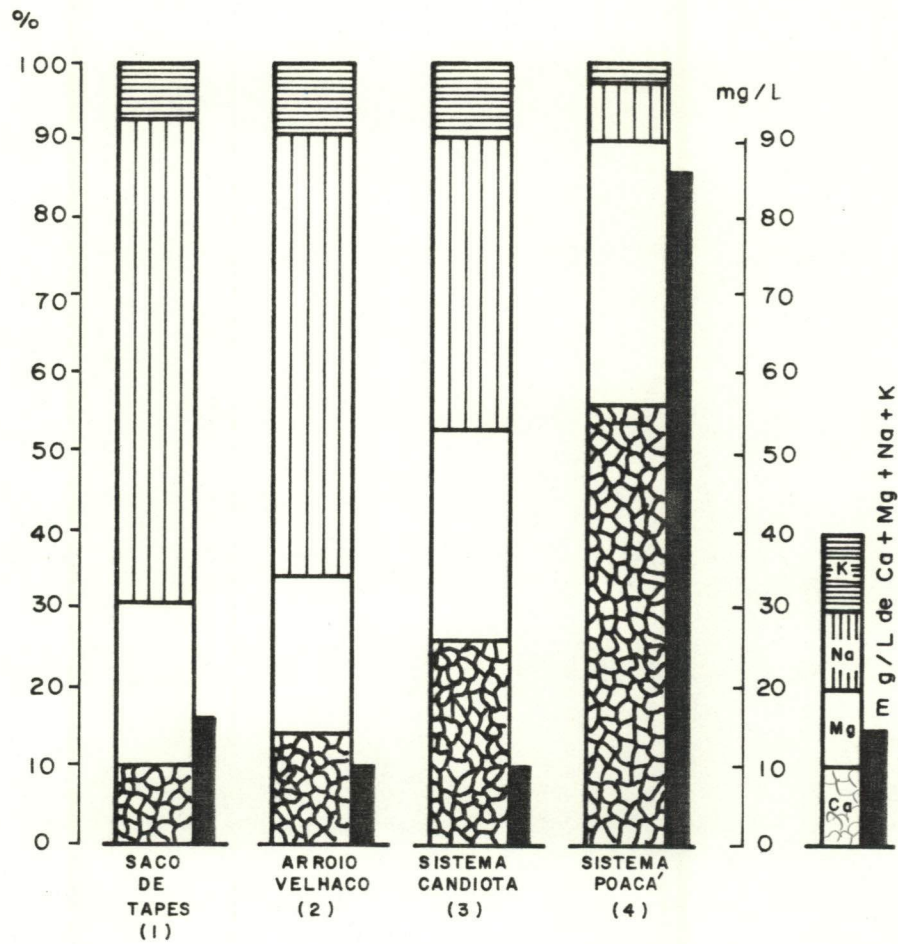


FIGURA 2.6

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

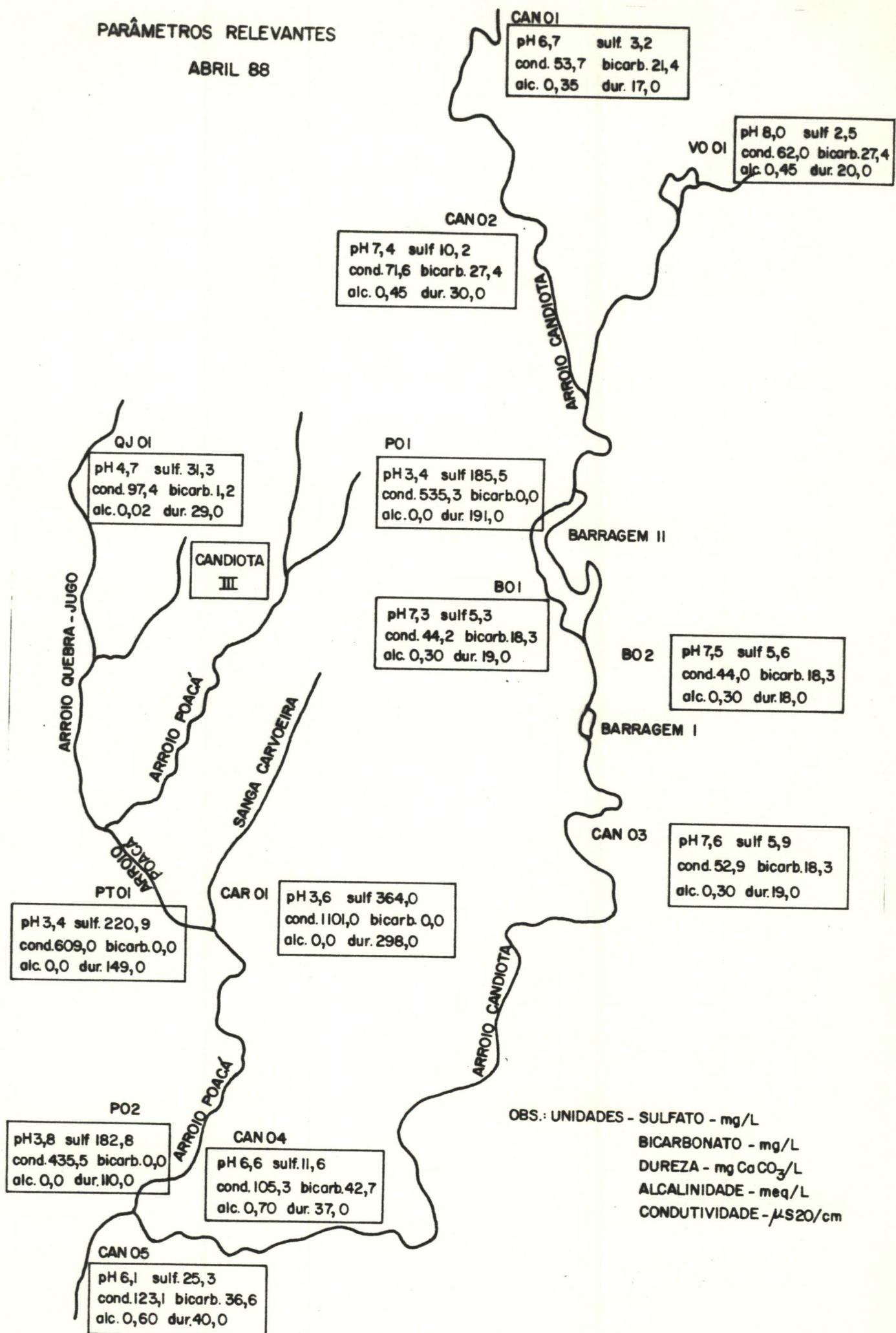


- (1) Segundo Schwarzbald, Fonseca Guerra, 1986
 (2) Dados de Haase, 1988
 (3) e (4) Conforme dados constantes no quadro 2.10

FIGURA 2.7

PARÂMETROS RELEVANTES

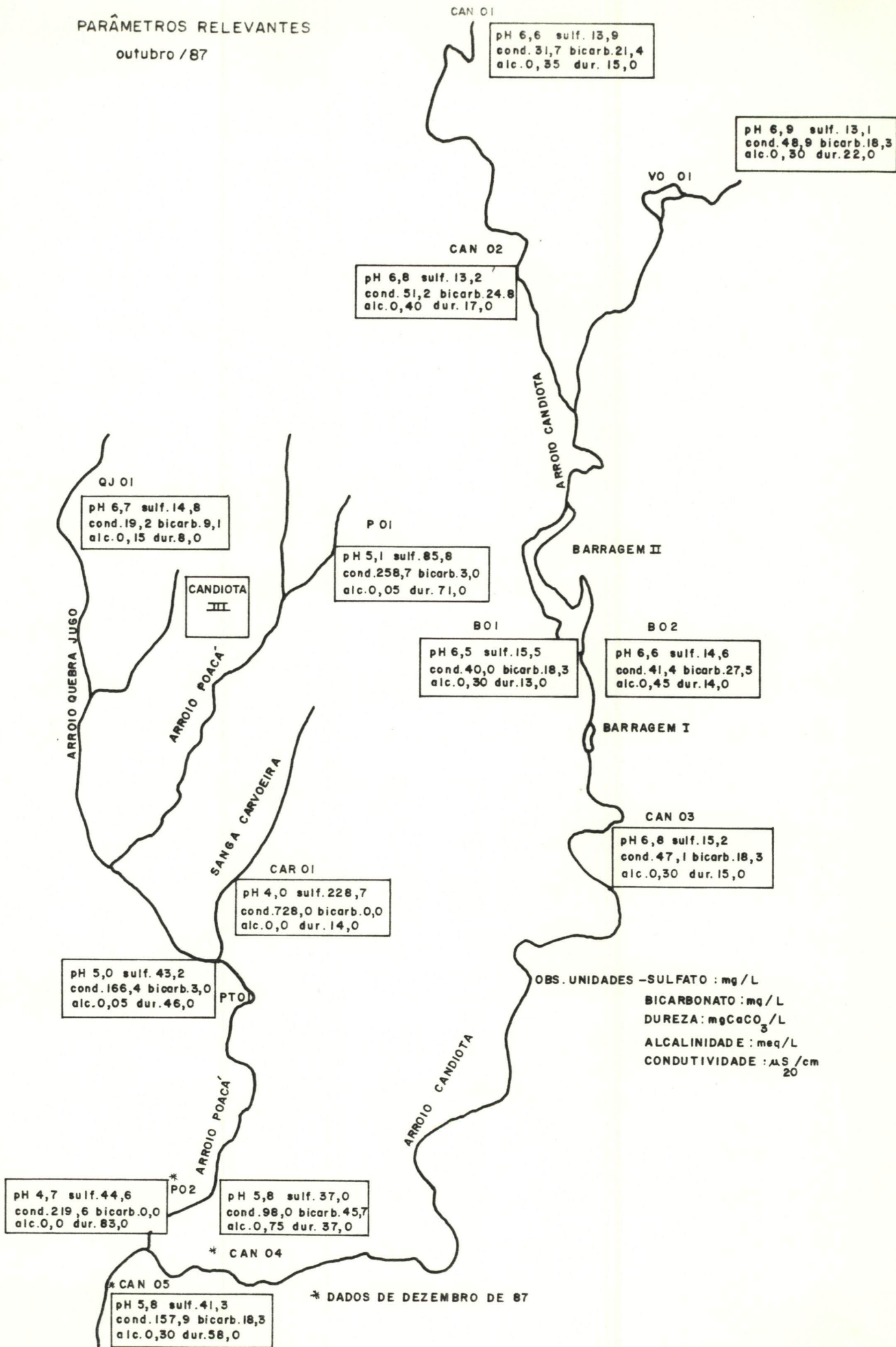
ABRIL 88



OBS.: UNIDADES - SULFATO - mg/L
 BICARBONATO - mg/L
 DUREZA - mg CaCO₃/L
 ALCALINIDADE - meq/L
 CONDUTIVIDADE - μS/20/cm

PARÂMETROS RELEVANTES

outubro /87



OBS. UNIDADES -SULFATO : mg / L
 BICARBONATO : mg / L
 DUREZA : mgCaCO₃ / L
 ALCALINIDADE : meq / L
 CONDUTIVIDADE : μ S / cm₂₀

* DADOS DE DEZEMBRO DE 87

MAPA 2.5

QUADRO 2.11 - Valores máximos e mínimos dos metais analisados nas águas superficiais de Candiota

METAL	UNIDADE	CANDIOTA		POACÁ	
		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 2.12 - Relação em ordem decrescente de concentração (mg/L) dos metais analisados nas águas superficiais de Candiota

SISTEMA	METAIS														
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

2.3.3.8 - NITROGÊNIO

Os valores de nitrogênio total, nitrato, nitrito e amônia determinados 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 no arroio Carvoeira (média de 1562,5 ug/L) (Figura 2.8), fazendo supor que o efluente da mineração ativa carregue 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 (Figuras 2.8, 2.9 e 2.10). 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

O1, para esse composto, são menores que as do PT 01 e P 02 (Figura 2.10). 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 uma estar em região de mineração desativada e a outra sob influência de mineração atual. 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 (Figura 2.9).

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 (Figura 2.9), o que faz supor uma influência da malha de mineração atual. 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.

MÉDIA E AMPLITUDE DE VARIAÇÃO DE N TOTAL ($\mu\text{g/L}$)
NAS ESTAÇÕES DE COLETA DOS ARROIOS CANDIOTA E POACÁ

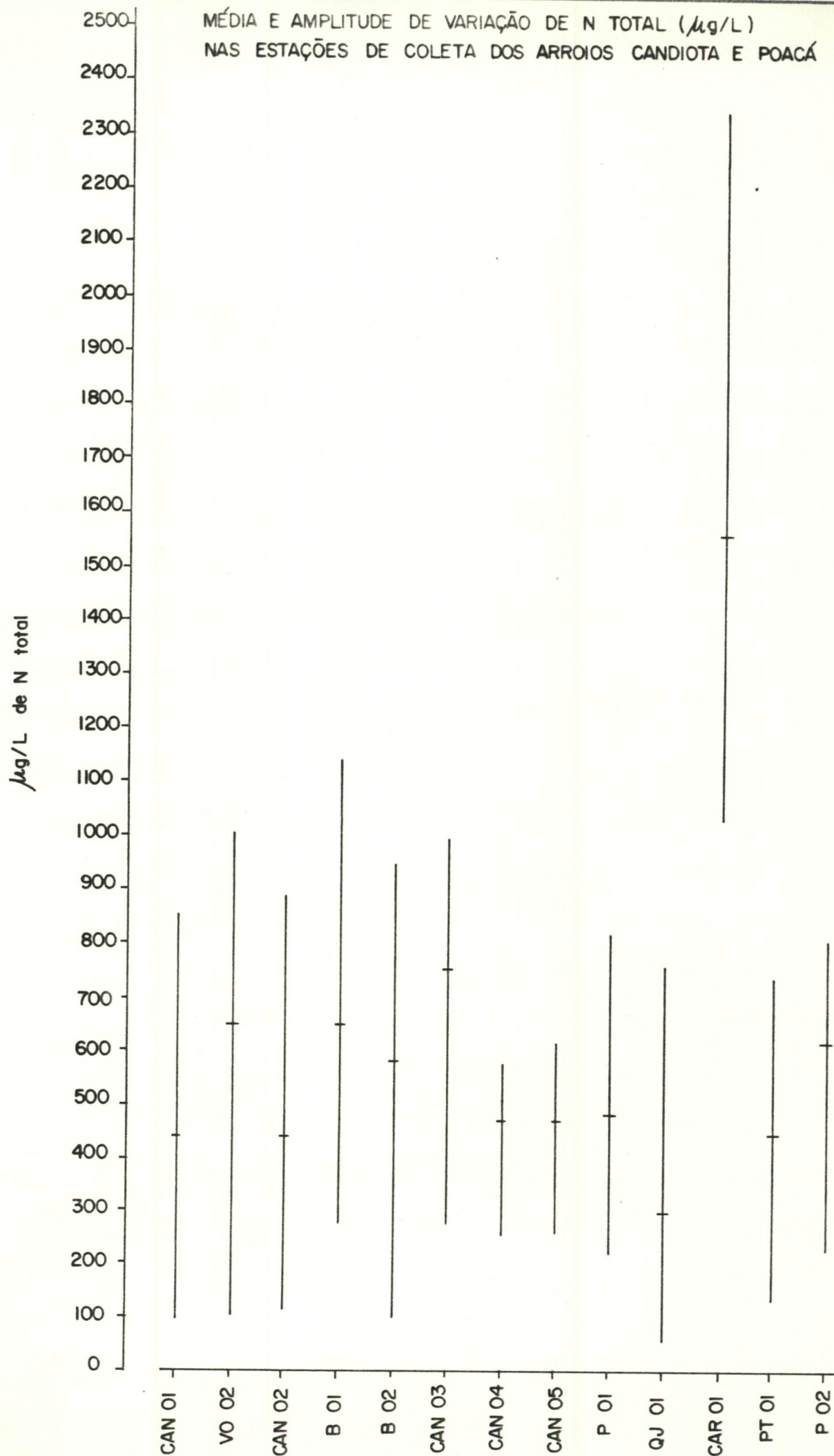


FIGURA 2.8

VALORES MÉDIOS (-) E AMPLITUDE DE VARIAÇÃO DE NITRITO E NITRATO NAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA REGIÃO DE CANDIOTA

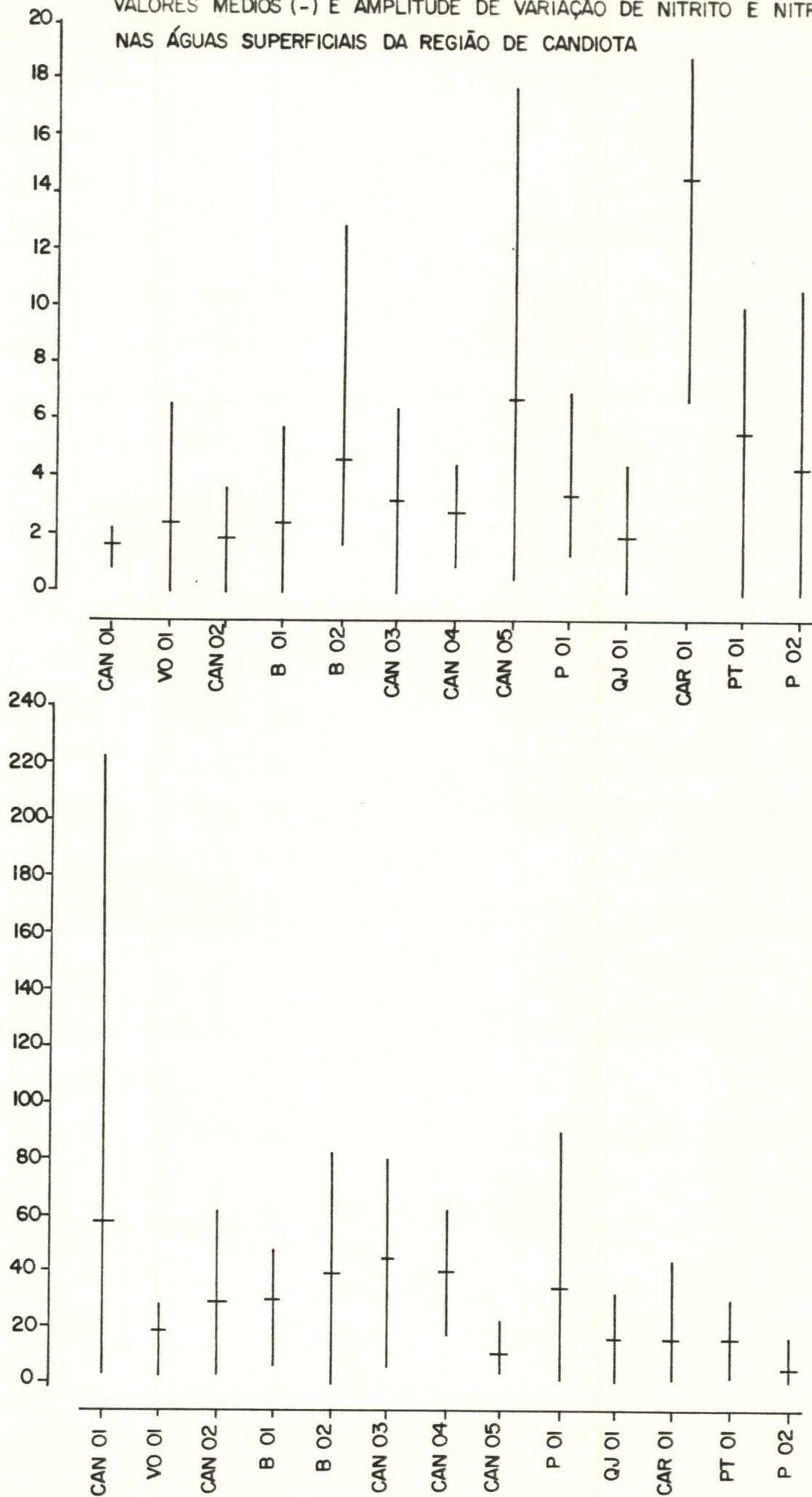


FIGURA 2.9

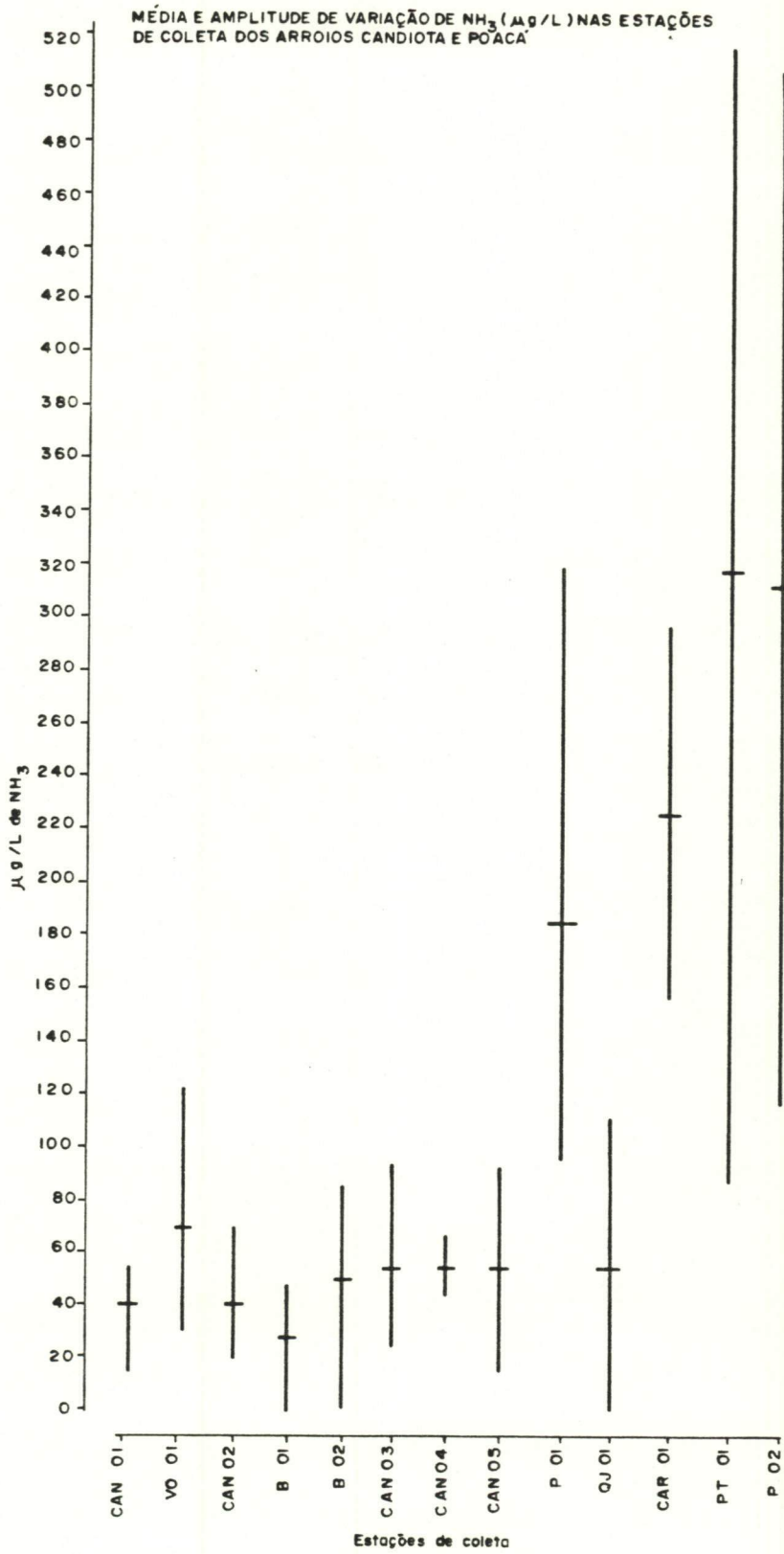


FIGURA 2.10

2.3.3.9 - 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 2.13), 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), 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), 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 (Quadro 2.13) 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, é 5:1 (excluindo o CAR 01). Essa diferença se deve às 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 2.13 - 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	ORTO-FÓSFATO MÉDIO	AMPLITUDE DE VARIAÇÃO				RELAÇÃO FÓSFORO TOTAL: ORTOFOSFATO
			FÓSFORO TOTAL		ORTOFOSFATO		
			MÍNIMO	MÁXIMO	MÍNIMO	MÁXIMO	
CAN 01	83,7	18,6	35,9	198,0	0,0	40,6	4:1
IVO 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
IB 01	61,2	20,9	39,9	75,4	5,0	37,2	3:1
IB 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
IP 01	117,3	14,9	27,8	340,4	0,0	33,8	8:1
IQJ 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
IP 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 que a da estação CAN 04.

2.3.3.10 - 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 (Figura 2.11), 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.

VARIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE CLOROFILA A ($\mu\text{g/L}$), NAS ESTAÇÕES DE COLETA DOS ARROIOS CANDIOTA E POACA, DURANTE O PERÍODO DE COLETA (AGOSTO 87 - ABRIL 88)

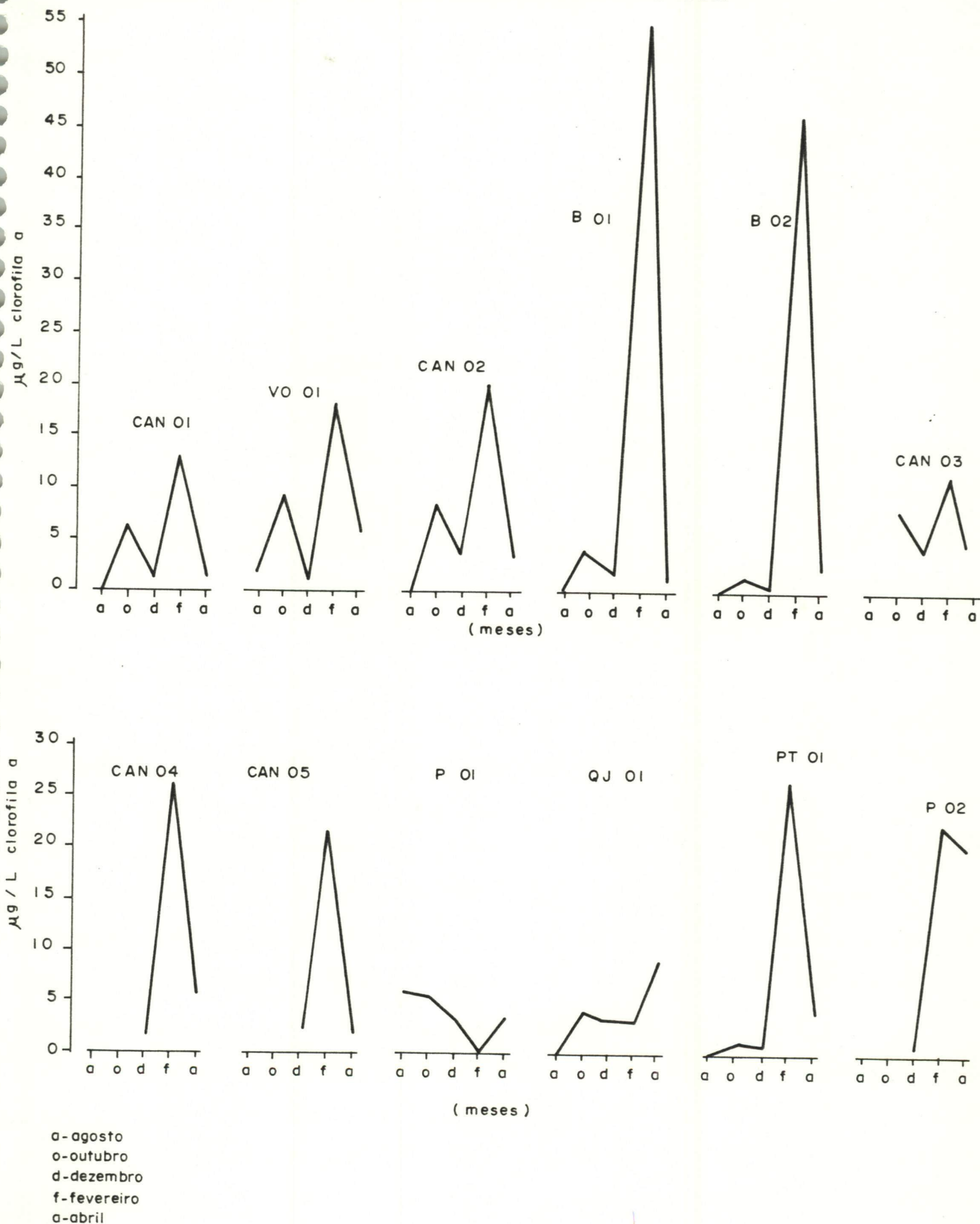


FIGURA 2.11

2.3.3.11 - PERFIL HORIZONTAL (FEVEREIRO 1988)

Dos três locais escolhidos para a realização deste perfil (Mapa 2.3), os pontos 1 e 2 revelaram uma formação de termoclina e oxiclina entre 7 e 10 metros no local 1, e entre 6 e 8 metros no local 2. O local 3 mostra uma tendência a homogeneização da coluna para os valores de temperatura e oxigênio dissolvido (Figura 2.12).

As oscilações verificadas nas curvas de pH e condutividade elétrica são pouco significativas (Figura 2.12) e de pequena amplitude com um máximo de 0,9 unidades para o pH e de 5 unidades para a condutividade. Essas variações verticais são semelhantes às variações horizontais, o que significa que, para concentrações de H^+ e de sólidos dissolvidos, a profundidade não altera a distribuição. É interessante o fato de a região clinal não afetar de forma acentuada essas variáveis.

Como as medidas são pontuais, isto é, revelam um momento do sistema, qualquer conclusão mais aprofundada pode ser perigosa. Contudo, o local 3 tem um perfil de pH que deve ser melhor avaliado no futuro, pois a curva pode mostrar uma tendência à acidificação das camadas superiores e do sedimento da barragem, em uma região da represa onde a acumulação é provavelmente maior que o fluxo de saída.

2.3.3.12 - PERFIL DE 24 HORAS (ABRIL 1988)

Esse perfil mostrou uma uniformidade vertical da coluna de água muito grande, durante as 24 horas de amostragem.

A ausência de termoclina em uma coluna de água de 15 metros de profundidade revela que toda a massa de água é homogeneizada, provavelmente em razão do regime de ventos do início do inverno. As Figuras 2.13 e 2.14 mostram que, nesse corpo de água, as correntes verticais e horizontais produzem pequenas variações nos parâmetros analisados durante um ciclo diurno nas condições sazonais em que foi realizado o perfil.

A temperatura variou de 19,8 a 22,4 °C em todo o período. Na coluna de água, a maior diferença entre a superfície e o fundo ocorreu às 17 horas e foi de 1,7 °C.

O pH teve uma variação total de 1,5 unidades (6,3-7,8) com as menores médias da coluna ocorrendo às 3 e 7 horas e a maior, às 17 horas. Durante o período iluminado e logo após o escurecer os valores do potencial hidrogeniônico são ligeiramente superiores nas camadas mais altas, havendo uma menor variação durante o período escuro como mostra a Figura 2.14.

A condutividade elétrica (Figura 2.14) tem um valor mínimo de 29,2 $\mu S_{20} \cdot cm^{-1}$ e máximo de 78 $\mu S_{20} \cdot cm^{-1}$; a média de 45,7 $\mu S_{20} \cdot cm^{-1}$, com desvio padrão de 4,98 para 193 amostragens, revela uma pequena variação.

O oxigênio dissolvido mostrou concentrações de 4,8 a 6,7 mg/L com saturação variando de 54-77%, o que revela um deficit durante todo o período. Na coluna de água, no entanto, há uma distribuição bastante



homogênea (Figura 2.13) desse gás, sem formações de camadas anóxicas ou de oxiclina. Algumas medidas tomadas muito próximas do sedimento mostraram uma diminuição sensível da concentração de oxigênio nessa região.

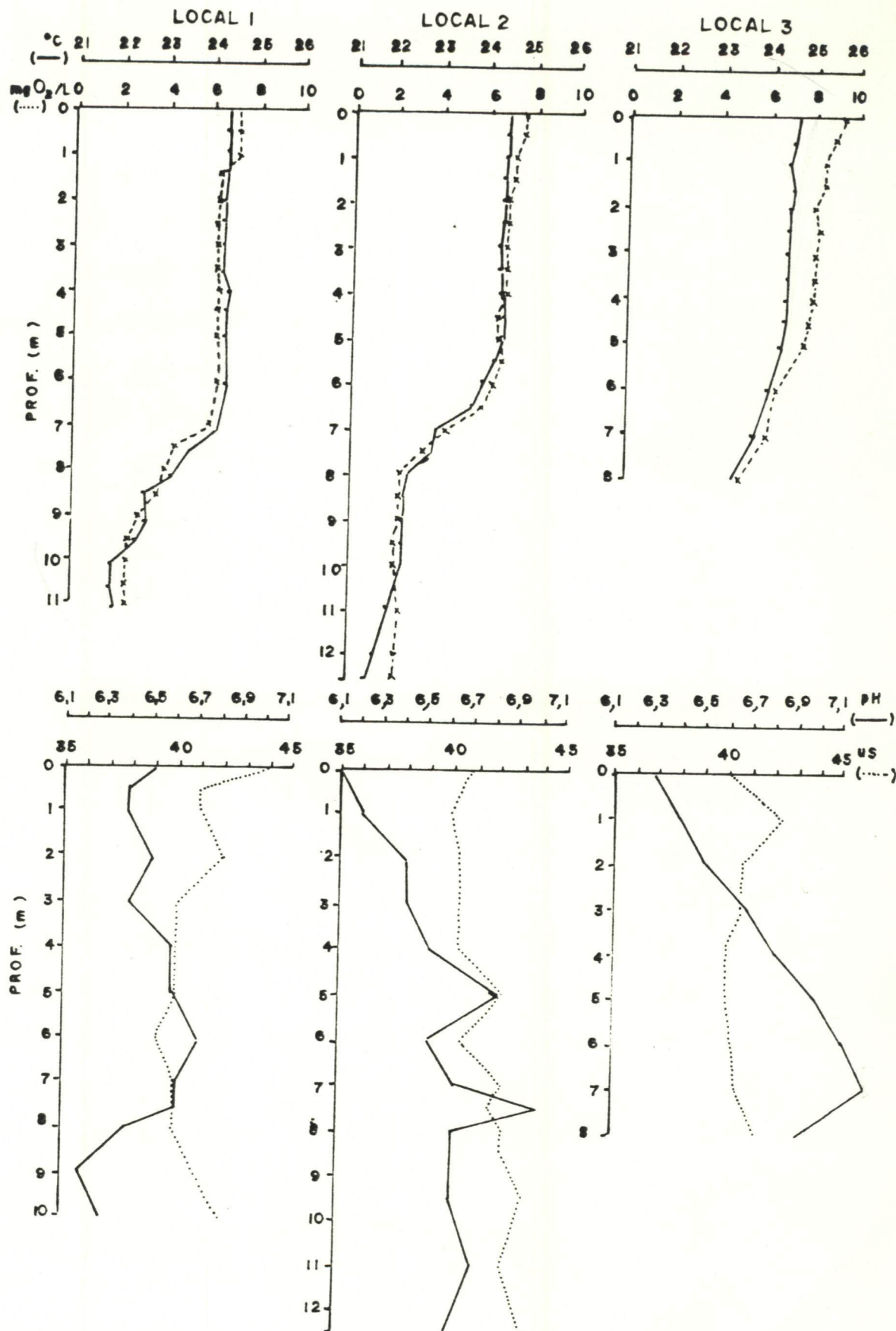


Figura 2.12 - Perfil vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido (mg/L), pH e condutividade elétrica ($\mu\text{S}_{20}/\text{cm}$) em três diferentes locais de um lago artificial (barragem II) em Candiota. (Fevereiro, 1988). Vide mapa 2.3 para localização .

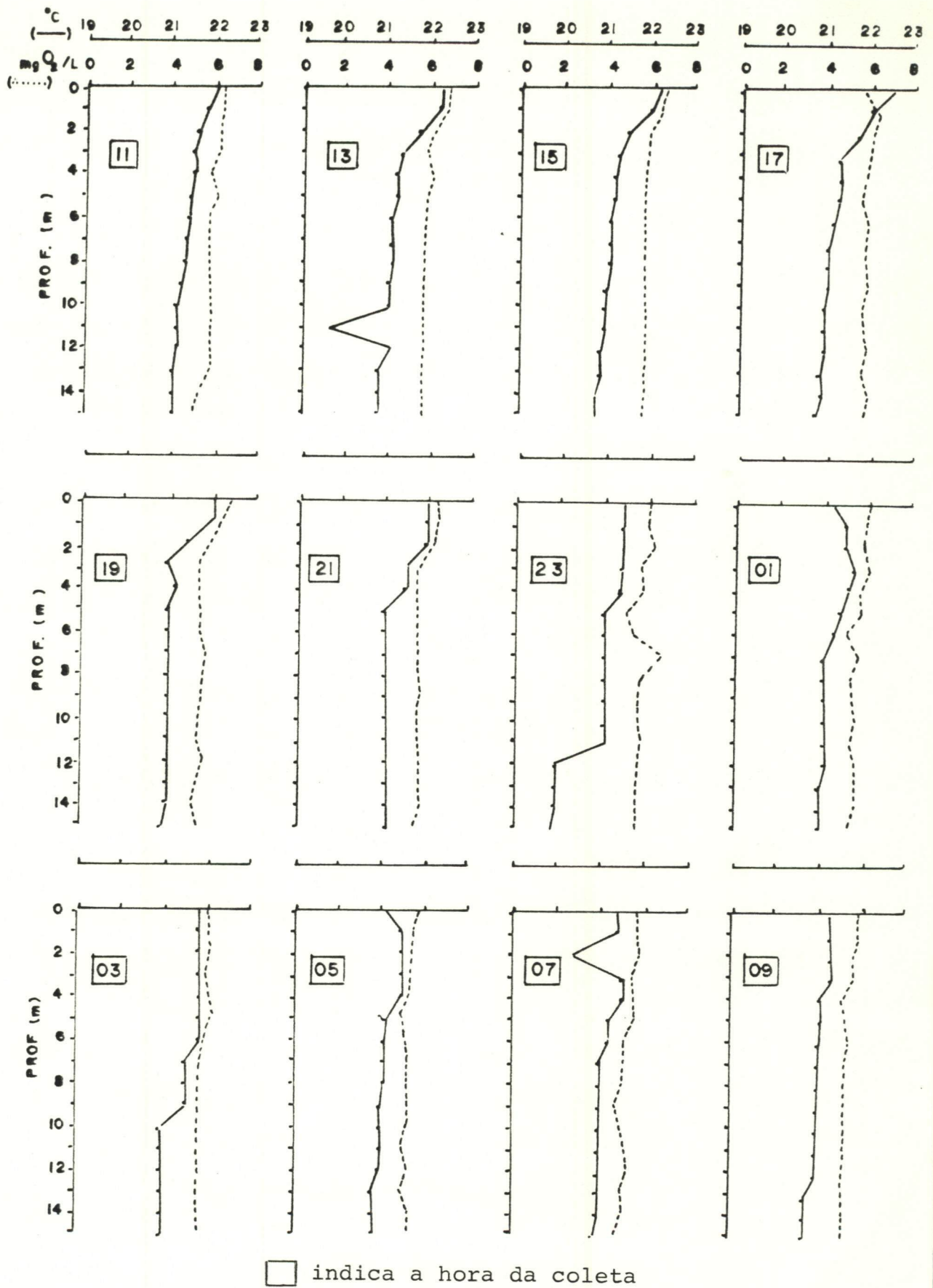


Figura 2.13 - Variação diuturna de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e oxigênio dissolvido (mg(L)) na coluna de água de um lago artificial (barragem) em Candiota. (Abril, 1988). Vide mapa 2.3 para localização.

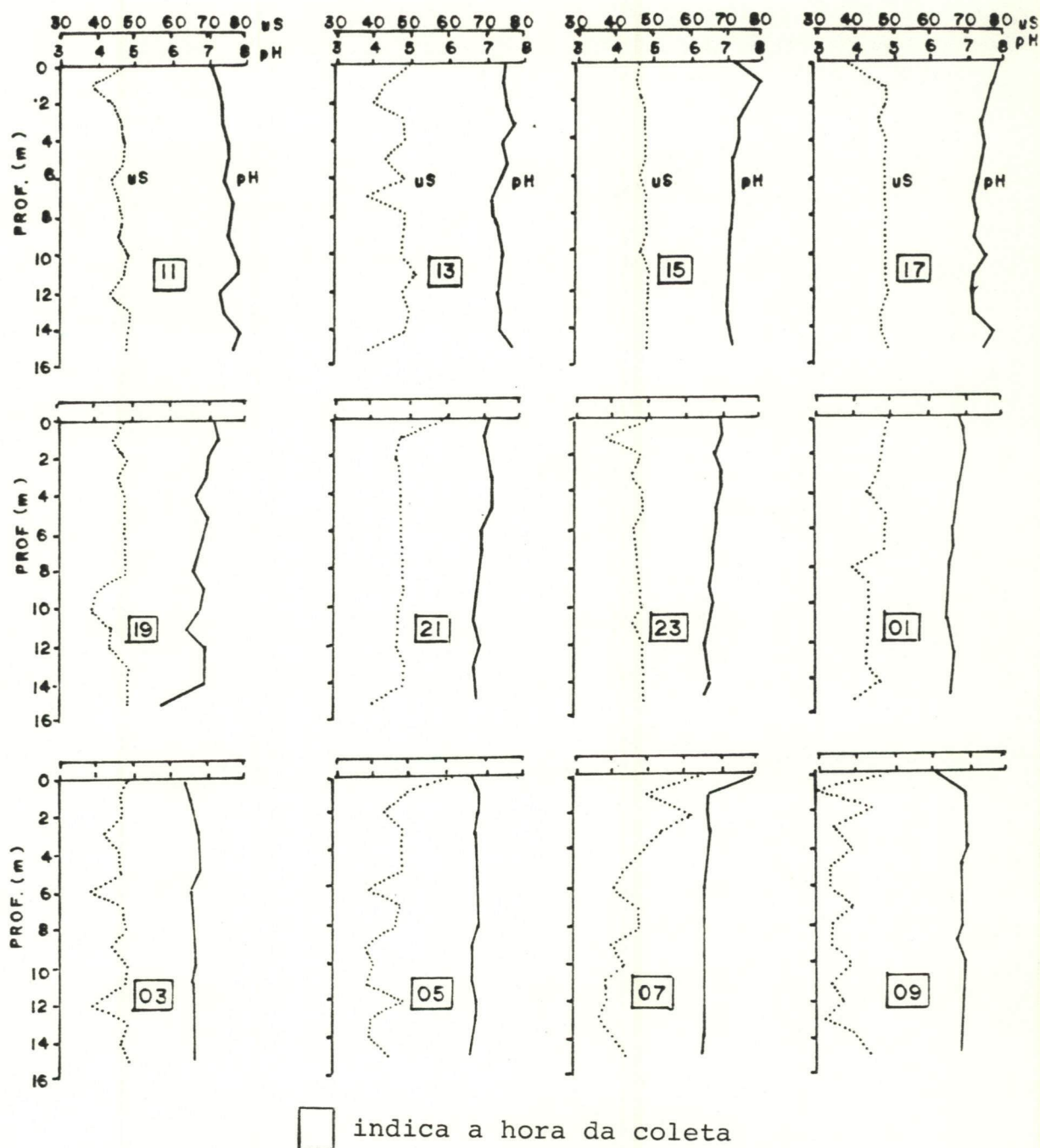


Figura 2.14 - Variação diuturna de pH e condutividade elétrica ($\mu\text{S}_{20} \cdot \text{cm}^{-1}$) na coluna de água de um lago artificial (barragem) em Candiota. (Abril, 1988). Vide mapa 2.3 para localização.

2.3.3.13 - MEDIÇÕES DE VAZÃO

Adicionalmente, 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 2.14. Vale mencionar que não foi empregado um método padronizado para estas medições.

As medições foram realizadas nos seguintes locais:

- Arroio Poacá, em 3 pontos, a saber:
 - 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;
 - nas proximidades do Passo do Neto.
- Arroio Quebra Jugo, em 2 pontos, a saber:
 - imediatamente a jusante do local onde se localizará a barragem para abastecimento das obras de Candiota III;
 - 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. O Quadro 2.15 apresenta os valores médios mensais registrados no período 1973-1980.

QUADRO 2.14 - Vazões medidas (L/s)

LOCAL	PERÍODO		
	MAIO 88 (ESTIAGEM)	AGOSTO 88 (CHUVAS)	
Arroio Poacá	Acesso Candiota III	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 2.15 - Descargas médias mensais (L/s) Arroio Poacá (1973-1984)

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Médial anual
154,8	163,4	157,1	156,8	142,5	140,0	114,3	142,9	156,2	178,6	144,7	134,5	57,2

Fonte: CPRM

2.3.4 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados estão apresentados nos Quadros 2.16 a 2.46, contendo este último todos os valores obtidos. Os Quadros 2.16 a 2.28 contêm os resultados relativos a cada ponto de amostragem, enquanto que os Quadros 2.29 a 2.45 mostram a evolução dos resultados nos diferentes locais amostrados.

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 a 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 2.10), influi sobre o balanço iônico e a biota de jusante.

Estes efeitos acentuar-se-ão com o aumento da produção de carvão para atender as novas usinas.

No que diz respeito aos outros principais íons do balanço iônico (Ca, Mg, Na, K, HCO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- e 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) mostrou 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 as seguintes:

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

$$uS_{20}.cm^{-1} . 0,7024 + 6,18 = (Ca+Mg+Na+K+HCO_3+Cl+SO_4)$$

e para o Poacá ($r=0,727$)

$$uS_{20}.cm^{-1} . 0,8755 + (-85,01) = (Ca+Mg+Na+K+HCO_3+Cl+SO_4)$$

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 entra 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 se depositam sobre os leitos, não aparecendo, pois, nas análises de concentração de ferro nas águas superficiais.

Quanto ao nitrogênio, as Figuras 2.8, 2.9 e 2.10 apresentam o Arroio Carvoeira (CAR 01) 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 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 (Quadro 2.13). Na medida do interesse que esse elemento venha a ter no estudo dos processos de eutrofização dos corpos de água a 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 se apresenta com outras substâncias, formando quelatos e sais insolúveis, é função da concentração relativa das formas do fósforo e do pH e da presença de íons metálicos e outros compostos (sulfatos, carbonatos, fluoretos, 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 desprendem 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 Gandiota, aparecem dois picos na curva de concentração (Figura 2.11) 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.

QUADRO 2.16 - Variação dos parâmetros ambientais na estação de coleta CAN 01

PARÂMETROS	MESES				
	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR
Temperatura (°C)	11,0	22,5	25,0	22,0	16,8
pH	6,7	6,6	5,9	7,3	6,7
Condutividade elétrica (uS ₂₀ /cm)	18,7	31,7	48,7	43,1	53,7
Minerais totais (mg/L)	25,5	43,3	66,5	58,8	50,9
Oxigênio dissolvido (mg/L)	9,4	8,3	7,2	7,8	7,4
Saturação de Oxigênio (%)	83,3	95,8	86,9	89,2	76,4
Alcalinidade total (meq/L)	0,20	0,35	0,50	0,40	0,35
DBO ₅ (mg/L)	0,6	0,6	5,4	1,0	4,0
DQO (mg/L)	6,4	7,2	5,8	13,2	20,2
Dureza (mg CaCO ₃ /L)	8,0	15,0	17,0	16,0	17,0
Dureza (°d)	0,4	0,8	0,9	0,9	0,9
Sulfato (mg/L)	0,0	13,9	4,2	5,2	3,2
Cloreto (mg/L)	1,5	1,0	3,0	2,0	3,5
Bicarbonato (mg/L)	12,2	21,4	30,5	24,4	21,4
Ortofosfato (ug/L)	11,7	10,2	40,6	30,4	0,0
Fosfato total (ug/L)	41,7	35,9	83,3	198,0	59,6
Nitrato (ug/L)	18,5	27,8	222,5	18,5	4,0
Nitrito (ug/L)	1,7	0,8	2,2	1,7	0,9
Amônia (ug/L)	49,1	40,8	-	15,0	55,5
Nitrogênio total (ug/L)	97,9	857,6	256,8	1570,7	368,9
Clorofila a (ug/L)	0,0	6,1	1,6	13,3	1,9
Cálcio (mg/L)	0,36	1,10	0,50	2,68	1,94
Magnésio (mg/L)	0,32	0,70	1,35	1,33	1,44
Sódio (mg/L)	0,94	2,49	3,03	3,37	3,40
Potássio (mg/L)	0,46	1,09	1,49	1,79	1,58
Ferro (mg/L)	0,67	1,51	2,33	1,32	1,18
Manganês (mg/L)	0,02	0,08	0,29	0,05	0,18
Alumínio (mg/L)	0,53	0,79	0,71	1,66	0,48
Zinco (mg/L)	0,02	0,02	0,03	0,14	0,08
Cádmio (ug/L)	0,07	0,30	0,55	1,15	0,30
Cobre (ug/L)	1,2	6,8	5,9	3,5	5,9
Cromo (ug/L)	1,8	3,0	2,7	6,4	1,3
Chumbo (ug/L)	5,2	6,1	3,4	9,5	4,1
Níquel (ug/L)	9,6	6,8	3,0	23,6	5,9
Arsênio (ug/L)	3,1	1,8	1,7	1,3	3,9
Mercúrio (ug/L)	2,9	3,5	2,3	11,1	2,5

QUADRO 2.17 - Variação dos parâmetros ambientais na estação de coleta VO 01

PARÂMETROS	MESES				
	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR
Temperatura (°C)	12,5	21,0	30,0	24,5	20,0
pH	6,1	6,9	6,2	7,0	8,0
Condutividade elétrica (uS ₂₀ /cm)	29,9	48,9	54,8	54,6	62,0
Minerais totais (mg/L)	40,8	66,8	74,8	58,8	84,6
Oxigênio dissolvido (mg/L)	9,2	7,6	5,6	5,9	6,1
Saturação de Oxigênio (%)	86,5	85,3	74,2	70,6	67,2
Alcalinidade total (meq/L)	0,20	0,30	0,55	0,43	0,45
DBO ₅ (mg/L)	1,8	1,4	5,4	0,9	1,4
DQO (mg/L)	9,6	15,9	23,1	18,1	20,2
Dureza (mg CaCO ₃ /L)	10,0	22,0	20,0	21,0	20,0
Dureza (°d)	0,6	1,2	1,1	1,2	1,1
Sulfato (mg/L)	0,6	13,1	4,2	5,1	2,5
Cloreto (mg/L)	1,0	1,5	2,5	2,5	3,0
Bicarbonato (mg/L)	12,2	18,3	33,6	26,2	27,4
Ortofostato (ug/L)	16,7	13,6	28,7	30,4	0,0
Fostato total (ug/L)	31,8	39,8	41,7	99,1	59,6
Nitrato (ug/L)	27,8	3,3	21,2	22,5	17,2
Nitrito (ug/L)	2,2	0,8	6,7	2,5	0,0
Amônia (ug/L)	30,0	44,2	-	122,2	81,7
Nitrogênio total (ug/L)	102,0	765,8	848,4	1001,7	488,1
Clorofila a (ug/L)	2,1	9,6	1,6	18,7	5,6
Cálcio (mg/L)	0,68	2,35	1,55	3,98	2,22
Magnésio (mg/L)	0,38	0,90	1,62	1,56	1,62
Sódio (mg/L)	1,21	3,08	3,93	3,74	6,70
Potássio (mg/L)	0,47	0,91	1,40	1,62	4,30
Ferro (mg/L)	0,49	1,82	4,16	2,53	1,98
Manganês (mg/L)	0,03	0,19	0,51	0,36	0,21
Alumínio (mg/L)	0,39	0,66	0,20	1,28	0,58
Zinco (mg/L)	0,03	0,02	0,04	0,26	0,07
Cádmio (ug/L)	0,10	0,17	1,31	1,28	0,17
Cobre (ug/L)	1,8	2,8	5,9	5,6	4,0
Cromo (ug/L)	2,4	3,1	3,5	8,9	1,9
Chumbo (ug/L)	7,1	4,2	7,0	8,7	3,8
Níquel (ug/L)	7,5	1,5	4,7	29,1	9,8
Arsênio (ug/L)	2,7	1,2	8,0	3,8	1,6
Mercúrio (ug/L)	2,1	4,9	3,8	6,5	2,9

QUADRO 2.18 - Variação dos parâmetros ambientais na estação de coleta CAN 02

PARÂMETROS	MESES				
	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR
Temperatura (°C)	11,6	19,0	25,0	24,5	19,0
pH	6,8	6,8	6,6	7,3	7,4
Condutividade elétrica (uS ₂₀ /cm)	26,9	51,2	58,6	51,9	71,6
Minerais totais (mg/L)	36,7	69,9	80,0	49,2	67,9
Oxigênio dissolvido (mg/L)	9,4	8,0	7,8	7,4	6,4
Saturação de Oxigênio (%)	86,5	86,4	94,1	88,6	69,1
Alcalinidade total (meq/L)	0,25	0,40	0,50	0,46	0,45
DBO ₅ (mg/L)	0,6	1,8	1,7	0,4	1,9
DQO (mg/L)	8,0	13,0	17,3	24,7	23,3
Dureza (mg CaCO ₃ /L)	11,0	17,0	20,0	23,0	30,0
Dureza (°d)	0,6	0,9	1,1	1,3	1,7
Sulfato (mg/L)	1,3	13,2	6,1	6,4	10,2
Cloreto (mg/L)	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0
Bicarbonato (mg/L)	15,2	24,4	30,5	28,1	27,4
Ortofosfato (ug/L)	25,0	0,0	-	37,2	16,8
Fosfato total (ug/L)	29,0	63,6	20,8	79,4	51,7
Nitrato (ug/L)	2,6	10,6	10,6	53,0	62,2
Nitrito (ug/L)	2,2	0,0	3,6	1,9	1,4
Amônia (ug/L)	30,0	39,6	-	19,8	69,8
Nitrogênio total (ug/L)	114,1	889,7	298,1	410,2	469,8
Clorofila a (ug/L)	0,0	8,3	3,7	21,4	3,5
Cálcio (mg/L)	0,60	1,95	1,10	3,92	3,44
Magnésio (mg/L)	0,44	0,90	1,60	1,72	2,14
Sódio (mg/L)	1,03	2,51	3,06	3,55	3,80
Potássio (mg/L)	0,44	1,07	1,21	1,90	2,25
Ferro (mg/L)	0,67	1,75	1,71	1,75	1,64
Manganês (mg/L)	0,02	0,08	0,06	0,05	0,18
Alumínio (mg/L)	0,40	0,98	0,10	1,21	0,78
Zinco (mg/L)	0,03	0,02	0,02	0,15	0,18
Cádmio (ug/L)	0,21	0,50	0,48	0,89	0,44
Cobre (ug/L)	1,2	6,7	3,6	3,1	4,6
Cromo (ug/L)	2,1	3,2	1,6	6,4	2,6
Chumbo (ug/L)	9,6	9,7	12,9	10,8	5,9
Níquel (ug/L)	8,4	8,7	4,7	17,2	15,8
Arsênio (ug/L)	3,2	1,2	2,3	2,5	1,6
Mercúrio (ug/L)	2,1	3,2	11,7	0,8	2,2

QUADRO 2.19 - Variação dos parâmetros ambientais na estação de coleta B 01

PARÂMETROS	MESES				
	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR
Temperatura (°C)	13,2	20,0	24,5	25,4	26,5
pH	5,8	6,5	5,8	6,3	7,3
Condutividade elétrica (uS ₂₀ /cm)	19,9	40,0	38,2	40,2	44,2
Minerais totais (mg/L)	27,2	54,2	52,1	54,9	60,3
Oxigênio dissolvido (mg/L)	8,4	8,7	6,4	7,7	6,3
Saturação de Oxigênio (%)	80,2	95,8	76,8	76,7	78,2
Alcalinidade total (meq/L)	0,15	0,30	0,30	0,24	0,30
DBO ₅ (mg/L)	6,8	1,0	0,2	0,8	1,4
DQO (mg/L)	22,4	14,5	7,2	26,3	20,2
Dureza (mg CaCO ₃ /L)	6,0	13,0	15,0	16,0	19,0
Dureza (°d)	0,3	0,7	0,8	0,9	1,1
Sulfato (mg/L)	0,0	15,5	2,8	5,9	5,3
Cloreto (mg/L)	1,0	1,5	2,5	2,5	2,0
Bicarbonato (mg/L)	9,2	18,3	18,3	14,6	18,3
Ortofosfato (ug/L)	5,0	28,9	26,9	6,6	37,2
Fosfato total (ug/L)	39,9	59,6	63,6	75,4	67,5
Nitrato (ug/L)	6,6	25,2	37,1	30,5	47,7
Nitrito (ug/L)	0,0	3,0	5,8	2,5	0,0
Amônia (ug/L)	0,0	46,6	-	15,0	48,4
Nitrogênio total (ug/L)	278,5	1143,4	295,8	799,9	685,3
Clorofila a (ug/L)	0,0	4,3	2,1	56,1	1,1
Cálcio (mg/L)	0,38	1,28	1,26	2,66	1,99
Magnésio (mg/L)	0,44	0,88	3,20	1,32	1,42
Sódio (mg/L)	0,81	2,18	2,65	2,71	3,32
Potássio (mg/L)	0,92	1,25	1,21	1,52	1,52
Ferro (mg/L)	2,05	1,62	1,79	1,66	1,90
Manganês (mg/L)	0,02	0,04	0,03	0,01	0,27
Alumínio (mg/L)	0,57	1,14	0,68	3,02	1,86
Zinco (mg/L)	0,04	0,02	0,02	0,13	0,11
Cádmio (ug/L)	0,45	0,33	0,22	0,49	0,51
Cobre (ug/L)	3,0	9,1	7,1	2,5	6,0
Cromo (ug/L)	3,2	3,4	2,4	10,4	2,7
Chumbo (ug/L)	8,5	7,7	3,7	6,1	5,4
Níquel (ug/L)	2,1	9,3	25,4	20,0	9,9
Arsênio (ug/L)	7,5	1,0	3,3	3,0	2,1
Mercúrio (ug/L)	3,1	3,6	1,9	9,2	0,8

QUADRO 2.20 - Variação dos parâmetros ambientais na estação de coleta B 02

PARÂMETROS	MESES				
	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR
Temperatura (°C)	13,6	18,5	24,0	25,2	26,0
IpH	6,7	6,6	6,2	6,2	7,5
Condutividade elétrica (uS ₂₀ /cm)	22,1	41,4	53,3	43,1	44,0
Minerais totais (mg/L)	30,2	56,5	72,8	58,8	60,1
Oxigênio dissolvido (mg/L)	8,2	9,0	8,0	7,7	6,6
Saturação de Oxigênio (%)	79,0	96,2	94,6	93,4	81,2
Alcalinidade total (meq/L)	0,10	0,45	0,30	0,33	0,30
DBO ₅ (mg/L)	6,0	1,0	1,2	0,2	1,2
DOO (mg/L)	20,8	15,9	13,0	26,3	23,3
Dureza (mg CaCO ₃ /L)	9,0	14,0	15,0	17,0	18,0
Dureza (°d)	0,5	0,8	0,8	0,9	1,0
Sulfato (mg/L)	0,0	14,6	4,9	4,6	5,6
Cloreto (mg/L)	1,0	1,5	2,0	1,5	2,0
Bicarbonato (mg/L)	6,1	27,5	18,3	20,1	18,3
Ortofosfato (ug/L)	13,3	11,9	28,7	37,2	0,0
Fosfato total (ug/L)	49,8	75,4	83,3	87,2	71,5
Nitrato (ug/L)	15,9	30,5	84,8	64,9	0,0
Nitrito (ug/L)	1,7	12,8	5,0	1,9	1,6
Amônia (ug/L)	0,0	83,8	-	29,3	86,5
Nitrogênio total (ug/L)	99,4	953,8	291,2	602,8	951,3
Clorofila a (ug/L)	0,0	1,5	0,5	45,4	2,1
Cálcio (mg/L)	0,18	1,52	0,45	2,82	1,90
Magnésio (mg/L)	0,38	0,96	0,75	1,38	1,36
Sódio (mg/L)	0,68	2,58	2,62	3,07	4,09
Potássio (mg/L)	0,85	1,19	1,37	1,93	1,75
Ferro (mg/L)	2,03	1,57	1,69	1,55	1,97
Manganês (mg/L)	0,02	0,05	0,07	0,10	0,27
Alumínio (mg/L)	1,90	1,58	1,40	1,90	2,04
Zinco (mg/L)	0,03	0,01	0,03	1,12	0,14
Cádmio (ug/L)	0,15	0,16	0,25	1,13	0,46
Cobre (ug/L)	3,6	62,9	6,0	5,7	2,3
Cromo (ug/L)	3,9	4,0	2,4	8,6	2,5
Chumbo (ug/L)	8,5	5,7	5,1	16,9	6,2
Níquel (ug/L)	0,8	2,5	6,6	43,2	12,4
Arsênio (ug/L)	7,7	1,0	2,5	2,4	3,9
Mercúrio (ug/L)	1,0	4,4	1,9	4,8	1,6

QUADRO 2.21 - Variação dos parâmetros ambientais na estação de coleta CAN 03

PARÂMETROS	MESES				
	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR
Temperatura (°C)	-	18,0	24,0	24,5	23,5
pH	-	6,8	6,8	7,2	7,6
Condutividade elétrica (uS ₂₀ /cm)	-	47,1	54,2	42,8	52,9
Minerais totais (mg/L)	-	64,3	73,9	58,4	72,3
Oxigênio dissolvido (mg/L)	-	6,2	6,2	8,5	7,9
Saturação de Oxigênio (%)	-	65,6	73,9	101,8	92,9
Alcalinidade total (meq/L)	-	0,30	0,35	0,27	0,30
DBO ₅ (mg/L)	-	1,2	0,4	0,9	3,5
DQO (mg/L)	-	15,9	13,0	14,1	24,9
Dureza (mg CaCO ₃ /L)	-	15,0	19,0	17,0	19,0
Dureza (°d)	-	0,8	1,1	0,9	1,1
Sulfato (mg/L)	-	15,2	6,8	5,8	5,9
Cloreto (mg/L)	-	1,0	2,5	1,5	2,5
Bicarbonato (mg/L)	-	18,3	21,4	16,5	18,3
Ortofosfato (ug/L)	-	10,2	35,5	6,6	16,8
Fosfato total (ug/L)	-	55,6	134,7	75,4	118,9
Nitrato (ug/L)	-	23,8	79,5	66,2	6,6
Nitrito (ug/L)	-	6,4	4,7	1,1	0,0
Amônia (ug/L)	-	94,3	-	24,5	43,6
Nitrogênio total (ug/L)	-	999,7	279,7	786,2	939,2
Clorofila a (ug/L)	-	8,0	2,9	10,7	3,0
Cálcio (mg/L)	-	1,96	0,55	2,86	1,98
Magnésio (mg/L)	-	1,02	1,45	1,40	1,60
Sódio (mg/L)	-	2,65	3,23	3,17	2,63
Potássio (mg/L)	-	1,19	1,25	2,05	1,31
Ferro (mg/L)	-	1,60	1,34	1,52	1,70
Manganês (mg/L)	-	0,06	0,04	0,06	0,20
Alumínio (mg/L)	-	1,46	0,35	1,69	1,56
Zinco (mg/L)	-	0,03	0,02	0,17	0,09
Cádmio (ug/L)	-	0,69	0,11	0,98	0,31
Cobre (ug/L)	-	4,4	3,1	8,2	2,5
Cromo (ug/L)	-	3,8	1,1	7,8	2,5
Chumbo (ug/L)	-	6,2	2,5	6,7	5,6
Níquel (ug/L)	-	7,8	4,3	18,5	19,7
Arsênio (ug/L)	-	1,1	3,7	3,9	2,2
Mercúrio (ug/L)	-	4,6	22,7	5,0	1,2

QUADRO 2.22 - Variação dos parâmetros ambientais na estação de coleta CAN 04

PARÂMETROS	MESES				
	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR
Temperatura (°C)	-	-	25,5	24,8	17,3
pH	-	-	5,8	6,9	6,6
Condutividade elétrica (uS ₂₀ /cm)	-	-	98,0	86,0	105,3
Minerais totais (mg/L)	-	-	92,9	81,5	99,8
Oxigênio dissolvido (mg/L)	-	-	5,6	6,9	7,0
Saturação de Oxigênio (%)	-	-	68,8	83,1	73,0
Alcalinidade total (meq/L)	-	-	0,75	0,71	0,70
DBO ₅ (mg/L)	-	-	1,2	0,7	2,1
DQO (mg/L)	-	-	11,6	14,8	18,6
Dureza (mg CaCO ₃ /L)	-	-	37,0	35,0	37,0
Dureza (°d)	-	-	2,1	1,9	2,1
Sulfato (mg/L)	-	-	37,0	12,4	11,6
Cloreto (mg/L)	-	-	2,0	3,0	2,5
Bicarbonato (mg/L)	-	-	45,7	43,3	42,7
Ortofosfato (ug/L)	-	-	-	37,2	33,8
Fosfato total (ug/L)	-	-	20,8	103,1	99,1
Nitrato (ug/L)	-	-	42,4	17,2	60,9
Nitrito (ug/L)	-	-	4,2	3,0	0,9
Amônia (ug/L)	-	-	-	43,6	67,4
Nitrogênio total (ug/L)	-	-	256,8	579,8	566,1
Clorofila a (ug/L)	-	-	1,6	26,7	5,8
Cálcio (mg/L)	-	-	4,20	5,30	4,84
Magnésio (mg/L)	-	-	2,40	2,51	2,12
Sódio (mg/L)	-	-	8,16	5,66	14,70
Potássio (mg/L)	-	-	1,47	1,72	6,02
Ferro (mg/L)	-	-	1,29	0,86	1,38
Manganês (mg/L)	-	-	0,13	0,06	0,22
Alumínio (mg/L)	-	-	0,05	0,59	0,95
Zinco (mg/L)	-	-	0,02	0,31	0,11
Cádmio (ug/L)	-	-	0,43	0,72	1,04
Cobre (ug/L)	-	-	6,6	4,3	6,4
Cromo (ug/L)	-	-	1,7	8,9	2,2
Chumbo (ug/L)	-	-	3,9	7,4	4,8
Níquel (ug/L)	-	-	5,3	64,5	9,5
Arsênio (ug/L)	-	-	10,3	2,0	1,3
Mercúrio (ug/L)	-	-	2,1	2,2	3,9

QUADRO 2.23 - Variação dos parâmetros ambientais na estação de coleta CAN 05

PARÂMETROS	MESES				
	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR
Temperatura (°C)	-	-	25,0	24,5	17,0
IpH	-	-	5,8	6,8	6,1
Condutividade elétrica (uS ₂₀ /cm)	-	-	157,9	109,2	123,1
Minerais totais (mg/L)	-	-	149,6	102,2	116,6
Oxigênio dissolvido (mg/L)	-	-	6,6	7,1	7,2
Saturação de Oxigênio (%)	-	-	79,9	85,0	74,6
Alcalinidade total (meq/L)	-	-	0,30	0,68	0,60
DBO ₅ (mg/L)	-	-	0,8	0,8	0,6
DQO (mg/L)	-	-	7,2	18,1	17,1
Dureza (mg CaCO ₃ /L)	-	-	58,0	44,0	40,0
Dureza (°d)	-	-	3,2	2,5	2,2
Sulfato (mg/L)	-	-	41,3	22,1	25,3
Cloreto (mg/L)	-	-	3,0	2,6	3,0
Bicarbonato (mg/L)	-	-	18,3	41,5	36,6
Ortofosfato (ug/L)	-	-	37,2	23,6	18,5
Fosfato total (ug/L)	-	-	63,6	150,6	107,1
Nitrato (ug/L)	-	-	21,2	7,9	2,6
Nitrito (ug/L)	-	-	17,8	1,9	0,5
Amônia (ug/L)	-	-	-	15,0	93,6
Nitrogênio total (ug/L)	-	-	261,4	1616,5	547,7
Clorofila a (ug/L)	-	-	2,1	21,4	2,1
Cálcio (mg/L)	-	-	7,25	8,70	4,65
Magnésio (mg/L)	-	-	4,30	3,10	2,95
Sódio (mg/L)	-	-	7,39	6,16	13,70
Potássio (mg/L)	-	-	1,91	2,17	6,70
Ferro (mg/L)	-	-	1,42	1,15	1,46
Manganês (mg/L)	-	-	0,62	0,17	0,21
Alumínio (mg/L)	-	-	0,24	0,90	1,30
Zinco (mg/L)	-	-	0,05	0,20	0,08
Cádmio (ug/L)	-	-	0,27	1,74	0,19
Cobre (ug/L)	-	-	4,0	7,2	1,3
Cromo (ug/L)	-	-	2,8	9,4	1,8
Chumbo (ug/L)	-	-	2,3	7,7	3,1
Níquel (ug/L)	-	-	28,2	43,0	12,3
Arsênio (ug/L)	-	-	2,8	3,1	3,8
Mercúrio (ug/L)	-	-	10,6	2,5	0,5

QUADRO 2.24 - Variação dos parâmetros ambientais na estação de coleta P 01

PARÂMETROS	MESES				
	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR
Temperatura (°C)	14,0	22,0	23,0	26,5	23,8
IpH	5,7	5,1	4,2	3,6	3,4
Condutividade elétrica (uS ₂₀ /cm)	162,4	258,7	384,6	668,4	535,3
Minerais totais (mg/L)	153,9	199,1	275,3	478,5	383,2
Oxigênio dissolvido (mg/L)	9,8	7,9	7,4	8,3	7,1
Saturação de Oxigênio (%)	95,2	90,4	86,1	103,0	88,1
Alcalinidade total (meq/L)	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00
DBO ₅ (mg/L)	0,4	0,6	0,6	0,6	1,2
DQO (mg/L)	9,6	4,3	5,8	11,5	6,2
Dureza (mg CaCO ₃ /L)	48,0	71,0	132,0	230,0	191,0
Dureza (°d)	2,7	4,0	7,4	12,9	10,7
Sulfato (mg/L)	63,8	85,8	122,7	354,8	185,5
Cloreto (mg/L)	1,5	2,0	2,5	3,2	5,0
Bicarbonato (mg/L)	3,0	3,0	0,0	0,0	0,0
Ortofosfato (ug/L)	5,0	6,8	33,8	28,7	0,0
Fosfato total (ug/L)	27,8	55,6	340,4	87,3	75,4
Nitrato (ug/L)	7,9	4,0	68,9	90,1	0,0
Nitrito (ug/L)	3,3	1,7	6,9	3,6	1,4
Amônia (ug/L)	196,8	97,8	-	320,0	113,0
Nitrogênio total (ug/L)	234,9	1825,4	259,1	809,1	268,0
Clorofila a (ug/L)	6,1	5,9	3,2	0,0	3,5
Cálcio (mg/L)	2,75	8,20	13,45	33,25	14,02
Magnésio (mg/L)	0,75	4,50	9,51	18,25	14,02
Sódio (mg/L)	1,65	3,83	7,97	8,50	11,60
Potássio (mg/L)	0,62	1,30	3,02	3,56	6,60
Ferro (mg/L)	1,55	1,38	0,87	3,64	1,39
Manganês (mg/L)	0,27	0,86	2,42	3,71	3,38
Alumínio (mg/L)	0,63	1,30	1,49	11,10	6,65
Zinco (mg/L)	0,04	0,07	0,13	0,36	0,27
Cádmio (ug/L)	0,11	0,31	0,55	1,46	0,91
Cobre (ug/L)	1,4	8,0	7,4	5,2	4,3
Cromo (ug/L)	1,7	2,1	2,9	9,5	1,4
Chumbo (ug/L)	5,7	5,0	2,8	4,9	4,1
Níquel (ug/L)	9,2	28,4	69,2	95,4	56,8
Arsênio (ug/L)	3,2	4,0	8,3	43,0	22,7
Mercúrio (ug/L)	3,0	4,8	2,6	0,5	0,9

QUADRO 2.25 - Variação dos parâmetros ambientais na estação de coleta QJ 01

PARÂMETROS	MESES				
	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR
Temperatura (°C)	14,0	22,0	23,0	26,5	24,5
IpH	6,3	6,7	5,9	7,1	4,7
Condutividade elétrica (uS ₂₀ /cm)	21,5	19,2	26,8	31,7	97,4
Minerais totais (mg/L)	29,3	26,2	36,6	43,2	92,4
Oxigênio dissolvido (mg/L)	9,2	8,0	7,4	7,5	6,6
Saturação de Oxigênio (%)	90,8	91,5	86,1	93,0	79,0
Alcalinidade total (meq/L)	0,15	0,15	0,15	0,10	0,02
DBO ₅ (mg/L)	0,4	0,2	0,6	0,4	0,8
DQO (mg/L)	6,4	11,6	4,3	16,5	7,8
Dureza (mg CaCO ₃ /L)	6,0	8,0	6,0	12,0	29,0
Dureza (°d)	0,3	0,4	0,3	0,7	1,6
Sulfato (mg/L)	0,0	14,8	7,5	9,8	31,3
Cloreto (mg/L)	2,0	1,5	2,0	2,7	2,0
Bicarbonato (mg/L)	9,1	9,1	9,1	6,1	1,2
Ortofosfato (ug/L)	15,0	8,5	32,1	10,0	6,6
Fosfato total (ug/L)	43,6	16,1	63,3	47,7	27,9
Nitrato (ug/L)	27,8	11,9	31,8	9,3	0,0
Nitrito (ug/L)	3,3	0,0	4,2	1,9	0,0
Amônia (ug/L)	0,0	111,8	-	46,0	62,7
Nitrogênio total (ug/L)	65,8	1765,8	169,7	286,3	203,8
Clorofila a (ug/L)	0,0	3,7	3,5	2,7	8,8
Cálcio (mg/L)	0,08	0,74	0,05	1,26	2,86
Magnésio (mg/L)	0,26	0,46	0,78	1,02	2,41
Sódio (mg/L)	0,95	2,08	2,49	3,19	3,75
Potássio (mg/L)	0,20	0,39	0,44	1,39	1,61
Ferro (mg/L)	0,24	0,92	0,65	0,74	1,11
Manganês (mg/L)	0,04	0,03	0,02	0,02	0,22
Alumínio (mg/L)	0,17	1,64	0,17	0,72	0,52
Zinco (mg/L)	0,03	0,02	0,01	0,15	0,08
Cádmio (ug/L)	0,10	0,37	0,24	1,12	0,32
Cobre (ug/L)	1,5	7,2	3,3	5,1	3,7
Cromo (ug/L)	2,3	2,9	1,7	10,8	1,7
Chumbo (ug/L)	6,0	4,4	1,4	7,8	4,3
Níquel (ug/L)	2,0	6,2	2,8	19,8	16,3
Arsênio (ug/L)	2,2	1,2	2,9	0,8	1,7
Mercúrio (ug/L)	5,4	7,8	1,7	4,0	5,1

QUADRO 2.26 - Variação dos parâmetros ambientais na estação de coleta CAR 01

PARÂMETROS	MESES				
	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR
Temperatura (°C)	-	24,5	-	23,5	15,8
pH	-	4,0	-	3,7	3,6
Condutividade elétrica (uS ₂₀ /cm)	-	728,0	-	975,4	1101,0
Minerais totais (mg/L)	-	521,2	-	1330,9	1043,4
Oxigênio dissolvido (mg/L)	-	8,3	-	8,9	8,2
Saturação de Oxigênio (%)	-	99,4	-	104,7	82,9
Alcalinidade total (meq/L)	-	0,0	-	0,0	0,0
DBO ₅ (mg/L)	-	0,0	-	0,2	0,2
DQO (mg/L)	-	36,2	-	4,9	17,1
Dureza (mg CaCO ₃ /L)	-	14,0	-	351,0	298,0
Dureza (°d)	-	0,8	-	17,6	16,7
Sulfato (mg/L)	-	228,7	-	531,3	364,0
Cloreto (mg/L)	-	3,0	-	4,3	5,5
Bicarbonato (mg/L)	-	0,0	-	0,0	0,0
Ortofosfato (ug/L)	-	0,0	-	11,7	0,0
Fosfato total (ug/L)	-	317,8	-	122,9	63,6
Nitrato (ug/L)	-	2,6	-	42,4	0,0
Nitrito (ug/L)	-	6,4	-	18,3	18,7
Amônia (ug/L)	-	157,2	-	296,2	-
Nitrogênio total (ug/L)	-	2340,0	-	1304,4	1043,0
Clorofila a (ug/L)	-	0,0	-	0,0	0,0
Cálcio (mg/L)	-	22,00	-	934,10	26,05
Magnésio (mg/L)	-	10,50	-	281,01	24,02
Sódio (mg/L)	-	8,65	-	12,58	53,50
Potássio (mg/L)	-	4,24	-	5,65	39,50
Ferro (mg/L)	-	8,25	-	10,60	8,93
Manganês (mg/L)	-	1,87	-	3,42	3,59
Alumínio (mg/L)	-	6,26	-	10,60	8,93
Zinco (mg/L)	-	0,19	-	0,48	0,37
Cádmio (ug/L)	-	0,60	-	1,57	3,09
Cobre (ug/L)	-	12,9	-	8,9	12,1
Cromo (ug/L)	-	9,4	-	14,7	5,7
Chumbo (ug/L)	-	9,1	-	5,2	6,7
Níquel (ug/L)	-	67,2	-	140,7	121,1
Arsênio (ug/L)	-	22,5	-	32,2	38,9
Mercúrio (ug/L)	-	10,0	-	17,0	12,5

QUADRO 2.27 - Variação dos parâmetros ambientais na estação de coleta PT 01

PARÂMETROS	MESES				
	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR
Temperatura (°C)	12,1	21,0	24,0	24,0	15,5
pH	4,5	5,0	4,0	4,0	3,4
Condutividade elétrica (uS ₂₀ /cm)	130,7	166,4	385,9	386,0	609,9
Minerais totais (mg/L)	123,9	128,1	276,3	276,3	578,0
Oxigênio dissolvido (mg/L)	10,2	8,5	8,0	8,6	8,2
Saturação de Oxigênio (%)	95,0	95,3	94,7	102,1	82,3
Alcalinidade total (meq/L)	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00
IDB ₅ (mg/L)	0,8	0,4	0,9	0,6	0,6
IDQO (mg/L)	8,0	5,8	5,8	11,5	3,1
Dureza (mg CaCO ₃ /L)	38,0	46,0	107,0	115,0	149,0
Dureza (°d)	2,1	2,6	6,0	6,4	8,3
Sulfato (mg/L)	44,3	43,2	97,6	173,2	220,9
Cloreto (mg/L)	2,0	2,0	2,5	3,3	0,5
Bicarbonato (mg/L)	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
Ortofosfato (ug/L)	20,0	95,3	28,7	0,0	0,0
Fosfato total (ug/L)	47,6	213,8	142,7	154,5	51,7
Nitrato (ug/L)	18,5	5,3	21,2	30,5	0,0
Nitrito (ug/L)	0,0	10,0	6,6	3,1	8,2
Amônia (ug/L)	87,2	369,2	-	1284,5	1515,9
Nitrogênio total (ug/L)	139,6	1733,7	149,9	1570,7	1621,1
Clorofila a (ug/L)	0,0	1,4	1,1	26,7	4,0
Cálcio (mg/L)	1,85	5,65	1,55	14,50	9,50
Magnésio (mg/L)	1,40	2,85	1,62	8,03	10,05
Sódio (mg/L)	1,58	3,56	3,96	6,44	14,80
Potássio (mg/L)	0,52	1,26	1,40	3,22	9,02
Ferro (mg/L)	1,63	1,40	4,16	2,28	5,55
Manganês (mg/L)	0,21	0,58	0,51	1,62	2,29
Alumínio (mg/L)	0,66	1,27	0,20	4,63	5,59
Zinco (mg/L)	0,03	0,06	0,04	0,37	0,23
Cádmio (ug/L)	0,16	0,21	1,31	2,19	1,12
Cobre (ug/L)	5,9	11,4	5,9	5,4	12,0
Cromo (ug/L)	1,9	2,9	3,5	9,7	4,9
Chumbo (ug/L)	5,5	6,0	7,0	4,5	4,6
Níquel (ug/L)	8,3	18,1	4,7	130,1	74,2
Arsênio (ug/L)	3,3	2,0	8,0	11,5	17,8
Mercúrio (ug/L)	1,4	5,7	3,8	15,0	17,7

QUADRO 2.28 - Variação dos parâmetros ambientais na estação de coleta P 02

PARÂMETROS	MESES				
	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR
Temperatura (°C)	-	-	24,3	24,0	14,2
pH	-	-	4,7	6,6	3,8
Condutividade elétrica (uS ₂₀ /cm)	-	-	219,6	193,0	435,5
Minerais totais (mg/L)	-	-	168,9	148,5	412,7
Oxigênio dissolvido (mg/L)	-	-	8,8	7,6	8,2
Saturação de Oxigênio (%)	-	-	104,4	90,3	80,1
Alcalinidade total (meq/L)	-	-	0,00	0,50	0,00
DBO ₅ (mg/L)	-	-	1,9	0,8	0,6
DQO (mg/L)	-	-	4,3	14,1	7,8
Dureza (mg CaCO ₃ /L)	-	-	83,0	82,0	110,0
Dureza (°d)	-	-	4,6	4,6	6,2
Sulfato (mg/L)	-	-	44,6	67,9	182,8
Cloreto (mg/L)	-	-	3,0	2,2	4,0
Bicarbonato (mg/L)	-	-	0,0	30,5	0,0
Ortofosfato (ug/L)	-	-	35,5	28,7	0,0
Fosfato total (ug/L)	-	-	39,8	146,6	43,8
Nitrato (ug/L)	-	-	0,0	15,9	0,0
Nitrito (ug/L)	-	-	10,6	1,4	0,0
Amônia (ug/L)	-	-	-	117,5	507,7
Nitrogênio total (ug/L)	-	-	229,3	1804,5	813,7
Clorofila a (ug/L)	-	-	0,8	21,4	19,8
Cálcio (mg/L)	-	-	9,60	11,00	13,30
Magnésio (mg/L)	-	-	6,10	6,03	8,20
Sódio (mg/L)	-	-	6,75	6,70	11,40
Potássio (mg/L)	-	-	2,33	2,38	6,05
Ferro (mg/L)	-	-	0,76	0,69	2,59
Manganês (mg/L)	-	-	1,13	0,70	1,50
Alumínio (mg/L)	-	-	1,08	1,45	6,54
Zinco (ug/L)	-	-	0,07	0,14	0,21
Cádmio (ug/L)	-	-	0,31	1,33	0,57
Cobre (ug/L)	-	-	4,6	3,8	7,1
Cromo (ug/L)	-	-	2,1	10,6	1,8
Chumbo (ug/L)	-	-	2,3	5,6	3,9
Níquel (ug/L)	-	-	47,7	38,2	64,2
Arsênio (ug/L)	-	-	2,3	3,7	16,2
Mercúrio (ug/L)	-	-	6,2	1,8	6,2

QUADRO 2.29 - Temperatura e pH

LOCAL	PARÂMETRO									
	TEMPERATURA (°C)					pH				
	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR
ICAN 01	11,0	22,5	25,0	22,0	16,8	6,7	6,6	5,9	7,3	6,7
ICAN 02	11,6	19,0	25,0	24,5	19,0	6,8	6,8	6,6	7,3	7,4
IB 01	13,2	20,0	24,5	25,4	26,5	5,8	6,5	5,8	6,3	7,3
IB 02	13,6	18,5	24,0	25,2	26,0	6,7	6,6	6,2	6,2	7,5
ICAN 03	-	18,0	24,0	24,5	23,5	-	6,8	6,8	7,2	7,6
ICAN 04	-	-	25,5	24,8	17,3	-	-	5,8	6,9	6,6
ICAN 05	-	-	25,0	24,5	17,0	-	-	5,8	6,8	6,1
IP 01	14,0	22,0	23,0	26,5	23,8	5,7	5,1	4,2	3,6	3,4
IQJ 01	14,0	22,0	23,0	26,5	24,5	6,3	6,7	5,9	7,1	4,7
ICAR 01	-	24,5	-	23,5	15,8	-	4,0	-	3,7	3,6
IPT 01	12,1	21,0	24,0	24,0	15,5	4,5	5,0	4,0	4,0	3,4
IP 02	-	-	24,3	24,0	14,2	-	-	4,7	6,6	3,8
IVO 01	12,5	21,0	30,0	24,5	20,0	6,1	6,9	6,2	7,0	8,0

QUADRO 2.30 - Condutividade Elétrica e Minerais Totais

LOCAL	PARÂMETRO									
	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA $\mu\text{S}_{20}/\text{cm}$					MINERAIS TOTAIS (mg/L)				
	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR
ICAN 01	18,7	31,7	48,7	43,1	53,7	25,5	43,3	66,5	58,8	50,9
ICAN 02	26,9	51,2	58,6	51,9	71,6	36,7	69,9	80,0	49,2	67,9
IB 01	19,9	40,0	38,2	40,2	44,2	27,2	54,2	52,1	54,9	60,3
IB 02	22,1	41,4	53,3	43,1	44,0	30,2	56,5	72,8	58,8	60,1
ICAN 03	-	47,1	54,2	42,8	52,9	-	64,3	73,9	58,4	72,3
ICAN 04	-	-	98,0	86,0	105,3	-	-	92,9	81,5	99,8
ICAN 05	-	-	157,9	109,2	123,1	-	-	149,6	102,2	116,6
IP 01	162,4	258,7	384,6	668,4	535,3	153,9	199,1	275,3	478,5	383,2
IQJ 01	21,5	19,2	26,8	31,7	97,4	29,3	26,2	36,6	43,2	92,4
ICAR 01	-	728,0	-	1975,4	1101,0	-	521,2	-	1330,9	1043,4
IPT 01	130,7	166,4	385,9	386,0	609,9	123,9	128,1	276,3	276,3	578,0
IP 02	-	-	219,6	193,0	435,5	-	-	168,9	148,5	412,7
IVO 01	29,9	48,9	54,8	54,6	62,0	40,8	66,8	74,8	58,8	84,6

QUADRO 2.31 - Oxigênio dissolvido e Alcalinidade total

LOCAL	PARÂMETRO									
	OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/L)					ALCALINIDADE TOTAL (meq/L)				
	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR
ICAN 01	9,4	8,3	7,2	7,8	7,4	0,20	0,35	0,50	0,40	0,35
ICAN 02	9,4	8,0	7,8	7,4	6,4	0,25	0,40	0,50	0,46	0,45
IB 01	8,4	8,7	6,4	7,7	6,3	0,15	0,30	0,30	0,24	0,30
IB 02	8,2	9,0	8,0	7,7	6,6	0,10	0,45	0,30	0,33	0,30
ICAN 03	-	6,2	6,2	8,5	7,9	-	0,30	0,35	0,27	0,30
ICAN 04	-	-	5,6	6,9	7,0	-	-	0,75	0,71	0,70
ICAN 05	-	-	6,6	7,1	7,2	-	-	0,30	0,68	0,60
IP 01	9,8	7,9	7,4	8,3	7,1	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00
IQJ 01	9,2	8,0	7,4	7,5	6,6	0,15	0,15	0,15	0,10	0,02
ICAR 01	-	8,3	-	8,9	8,2	-	0,00	-	0,00	0,00
IPT 01	10,2	8,5	8,0	8,6	8,2	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00
IP 02	-	-	8,8	7,6	8,2	-	-	0,00	0,50	0,00
IVO 01	9,2	7,6	5,6	5,9	6,1	0,20	0,30	0,55	0,43	0,45

 QUADRO 2.32 - DBO₅ e DQO

LOCAL	PARÂMETRO									
	DBO ₅ (mg/L)					DQO (mg/L)				
	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR
ICAN 01	0,6	0,6	5,4	1,0	4,0	6,4	7,2	5,8	13,2	20,2
ICAN 02	0,6	1,8	1,7	0,4	1,9	8,0	13,0	17,3	24,7	23,3
IB 01	6,8	1,0	0,2	0,8	1,4	22,4	14,5	7,2	26,3	20,2
IB 02	6,0	1,0	1,2	0,2	1,2	20,8	15,9	13,0	26,3	23,3
ICAN 03	-	1,2	0,4	0,9	3,5	-	15,9	13,0	14,1	24,9
ICAN 04	-	-	1,2	0,7	2,1	-	-	11,6	14,8	18,6
ICAN 05	-	-	0,8	0,8	0,6	-	-	7,2	18,1	17,1
IP 01	0,4	0,6	0,6	0,6	1,2	9,6	4,3	5,8	11,5	6,2
IQJ 01	0,4	0,2	0,6	0,4	0,8	6,4	11,6	4,3	16,5	7,8
ICAR 01	-	0,0	-	0,2	0,2	-	36,2	-	4,9	17,1
IPT 01	0,8	0,4	0,9	0,6	0,6	8,0	5,8	5,8	11,5	3,1
IP 02	-	-	1,9	0,8	0,6	-	-	4,3	14,1	7,8
IVO 01	1,8	1,4	5,4	0,9	1,4	9,6	15,9	23,1	18,1	20,2

QUADRO 2.33 - Dureza e Sulfato

LOCAL	PARÂMETRO									
	DUREZA (mg CaCO ₃ /L)					SULFATO (mg/L)				
	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR
ICAN 01	8,0	15,0	17,0	16,0	17,0	0,0	13,9	4,2	5,2	3,2
ICAN 02	11,0	17,0	20,0	23,0	30,0	1,3	13,2	6,1	6,4	10,2
IB 01	6,0	13,0	15,0	16,0	19,0	0,0	15,5	2,8	5,9	5,3
IB 02	9,0	14,0	15,0	17,0	18,0	0,0	14,6	4,9	4,6	5,6
ICAN 03	-	15,0	19,0	17,0	19,0	-	15,2	6,8	5,8	5,9
ICAN 04	-	-	37,0	35,0	37,0	-	-	37,0	12,4	11,6
ICAN 05	-	-	58,0	44,0	40,0	-	-	41,3	22,1	25,3
IP 01	48,0	71,0	132,0	230,0	191,0	63,8	85,8	122,7	354,8	185,5
IQJ 01	6,0	8,0	6,0	12,0	29,0	0,0	14,8	7,5	9,8	31,3
ICAR 01	-	14,0	-	1351,0	298,0	-	1228,7	-	1531,3	364,0
IPT 01	38,0	46,0	107,0	115,0	149,0	44,3	43,2	97,6	173,2	220,9
IP 02	-	-	83,0	82,0	110,0	-	-	44,6	67,9	182,8
IVO 01	10,0	22,0	20,0	21,0	20,0	0,6	13,1	4,2	5,1	2,5

QUADRO 2.34 - Cloreto e Bicarbonato

LOCAL	PARÂMETRO									
	CLORETO (mg/L)					BICARBONATO (mg/L)				
	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR
ICAN 01	1,5	1,0	3,0	2,0	3,5	12,2	21,4	30,5	24,4	21,4
ICAN 02	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0	15,2	24,4	30,5	28,1	27,4
IB 01	1,0	1,5	2,5	2,5	2,0	9,2	18,3	18,3	14,6	18,3
IB 02	1,0	1,5	2,0	1,5	2,0	6,1	27,5	18,3	20,1	18,3
ICAN 03	-	1,0	2,5	1,5	2,5	-	18,3	21,4	16,5	18,3
ICAN 04	-	-	2,0	3,0	2,5	-	-	45,7	43,3	42,7
ICAN 05	-	-	3,0	2,6	3,0	-	-	18,3	41,5	36,6
IP 01	1,5	2,0	2,5	3,2	5,0	3,0	3,0	0,0	0,0	0,0
IQJ 01	2,0	1,5	2,0	2,7	2,0	9,1	9,1	9,1	6,1	1,2
ICAR 01	-	3,0	-	4,3	5,5	-	0,0	-	0,0	0,0
IPT 01	2,0	2,0	2,5	3,3	0,5	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
IP 02	-	-	3,0	2,2	4,0	-	-	0,0	30,5	0,0
IVO 01	1,0	1,5	2,5	2,5	3,0	12,2	18,3	33,6	26,2	27,4

QUADRO 2.35 - Ortofosfato e Fosfato total

LOCAL	PARÂMETRO									
	ORTOFOSFATO (ug/L)					FOSFATO TOTAL (ug/L)				
	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR
ICAN 01	11,7	10,2	40,6	30,4	0,0	41,7	35,9	83,3	198,0	59,6
ICAN 02	25,0	0,0	-	37,2	16,8	29,0	63,6	20,8	79,4	51,7
IB 01	5,0	28,9	26,9	6,6	37,2	39,9	59,6	63,6	75,4	67,5
IB 02	13,3	11,9	28,7	37,2	0,0	49,8	75,4	83,3	87,2	71,5
ICAN 03	-	10,2	35,5	6,6	16,8	-	55,6	134,7	75,4	118,9
ICAN 04	-	-	-	37,2	33,8	-	-	20,8	103,1	99,1
ICAN 05	-	-	37,2	23,6	18,5	-	-	63,6	150,6	107,1
IP 01	5,0	6,8	33,8	28,7	0,0	27,8	55,6	340,4	87,3	75,4
IQJ 01	15,0	8,5	32,1	10,0	6,6	43,6	16,1	63,3	47,7	27,9
ICAR 01	-	0,0	-	11,7	0,0	-	317,8	-	122,9	63,6
IPT 01	20,0	95,3	28,7	0,0	0,0	47,6	213,8	142,7	154,5	51,7
IP 02	-	-	35,5	28,7	0,0	-	-	39,8	146,6	43,8
IVO 01	16,7	13,6	28,7	30,4	0,0	31,8	39,8	41,7	99,1	59,6

QUADRO 2.36 - Nitrato e Nitrito

LOCAL	PARÂMETRO									
	NITRATO (ug/L)					NITRITO (ug/L)				
	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR
ICAN 01	18,5	27,8	222,5	18,5	4,0	1,7	0,8	2,2	1,7	0,9
ICAN 02	2,6	10,6	10,6	53,0	62,2	2,2	0,0	3,6	1,9	1,4
IB 01	6,6	25,2	37,1	30,5	47,7	0,0	3,0	5,8	2,5	0,0
IB 02	15,9	30,5	84,8	64,9	0,0	1,7	12,8	5,0	1,9	1,6
ICAN 03	-	23,8	79,5	66,2	6,6	-	6,4	4,7	1,1	0,0
ICAN 04	-	-	42,4	17,2	60,9	-	-	4,2	3,0	0,9
ICAN 05	-	-	21,2	7,9	2,6	-	-	17,8	1,9	0,5
IP 01	7,9	4,0	68,9	90,1	0,0	3,3	1,7	6,9	3,6	1,4
IQJ 01	27,8	11,9	31,8	9,3	0,0	3,3	0,0	4,2	1,9	0,0
ICAR 01	-	2,6	-	42,4	0,0	-	6,4	-	18,3	18,7
IPT 01	18,5	5,3	21,2	30,5	0,0	0,0	10,0	6,6	3,1	8,2
IP 02	-	-	0,0	15,9	0,0	-	-	10,6	1,4	0,0
IVO 01	27,8	3,3	21,2	22,5	17,2	2,2	0,8	6,7	2,5	0,0

QUADRO 2.37 - Amônia e Nitrogênio total

Local	PARÂMETRO									
	AMÔNIA (ug/L)					NITROGÊNIO TOTAL (ug/L)				
	ago	out	dez	fev	abr	ago	out	dez	fev	abr
ICAN 01	49,1	40,8	-	15,0	55,5	97,9	857,6	256,8	570,7	368,9
ICAN 02	30,0	39,6	-	19,8	69,8	114,1	889,7	298,1	410,2	469,8
IB 01	0,0	46,6	-	15,0	48,4	278,5	1143,4	295,8	799,9	685,3
IB 02	0,0	83,8	-	29,3	86,5	99,4	953,8	291,2	602,8	951,3
ICAN 03	-	94,3	-	24,5	43,6	-	999,7	279,7	786,2	939,2
ICAN 04	-	-	-	43,6	67,4	-	-	256,8	579,8	566,1
ICAN 05	-	-	-	15,0	93,6	-	-	261,4	616,5	547,7
IP 01	196,8	97,8	-	320,0	113,0	234,9	825,4	259,1	809,1	268,0
IQJ 01	0,0	111,8	-	46,0	62,7	65,8	765,8	169,7	286,3	203,8
ICAR 01	-	157,2	-	296,2	-	-	2340,0	-	1304,4	1043,0
IPT 01	87,2	369,2	-	284,5	515,9	139,6	733,7	149,9	570,7	621,1
IP 02	-	-	-	117,5	507,7	-	-	229,3	804,5	813,7
I VO 01	30,0	44,2	-	122,2	81,7	102,0	765,8	848,4	1001,7	488,1

QUADRO 2.38 - Clorofila e Manganês

LOCAL	PARÂMETRO									
	CLOROFILA a (ug/L)					MANGANÊS (ug/L)				
	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR
ICAN 01	0,0	6,1	1,6	13,3	1,9	0,02	0,08	0,29	0,05	0,18
ICAN 02	0,0	8,3	3,7	21,4	3,5	0,02	0,08	0,06	0,05	0,18
IB 01	0,0	4,3	2,1	56,1	1,1	0,02	0,04	0,03	0,01	0,27
IB 02	0,0	1,5	0,5	45,4	2,1	0,02	0,05	0,07	0,10	0,27
ICAN 03	-	8,0	2,9	10,7	3,0	-	0,06	0,04	0,06	0,20
ICAN 04	-	-	1,6	26,7	5,8	-	-	0,13	0,06	0,22
ICAN 05	-	-	2,1	21,4	2,1	-	-	0,62	0,17	0,21
IP 01	6,1	5,9	3,2	0,0	3,5	0,27	0,86	2,42	3,71	3,38
IQJ 01	0,0	3,7	3,5	2,7	8,8	0,04	0,03	0,02	0,02	0,22
ICAR 01	-	0,0	-	0,0	0,0	-	1,87	-	3,42	3,59
IPT 01	0,0	1,4	1,1	26,7	4,0	0,21	0,58	0,51	1,62	2,29
IP 02	-	-	0,8	21,4	19,8	-	-	1,13	0,70	1,50
I VO 01	2,1	9,6	1,6	18,7	5,6	0,03	0,19	0,51	0,36	0,21

QUADRO 2.39 - Cálcio e Magnésio

Local	PARÂMETRO									
	Cálcio (mg/L)					Magnésio (mg/L)				
	ago	out	dez	fev	abr	ago	out	dez	fev	abr
ICAN 01	0,36	1,10	0,50	2,68	1,94	0,32	0,70	1,35	1,33	1,44
ICAN 02	0,60	1,95	1,10	3,92	3,44	0,44	0,90	1,60	1,72	2,14
IB 01	0,38	1,28	1,26	2,66	1,99	0,44	0,88	3,20	1,32	1,42
IB 02	0,18	1,52	0,45	2,82	1,90	0,38	0,96	0,75	1,38	1,36
ICAN 03	-	1,96	0,55	2,86	1,98	-	1,02	1,45	1,40	1,60
ICAN 04	-	-	4,20	5,30	4,84	-	-	2,40	2,51	2,12
ICAN 05	-	-	7,25	8,70	4,65	-	-	4,30	3,10	2,95
IP 01	2,75	8,20	13,45	33,25	14,02	0,75	4,50	9,51	18,25	14,02
IQJ 01	0,08	0,74	0,05	1,26	2,86	0,26	0,46	0,78	1,02	2,41
ICAR 01	-	22,0	-	934,10	26,05	-	110,50	-	281,01	24,02
IPT 01	1,85	5,65	1,55	14,50	9,50	1,40	2,85	1,62	8,03	10,05
IP 02	-	-	9,60	11,00	13,30	-	-	6,10	6,03	8,20
I VO 01	0,68	2,35	1,55	3,98	2,22	0,38	0,90	1,62	1,56	1,62

QUADRO 2.40 - Sódio e Potássio

LOCAL	PARÂMETRO									
	SÓDIO (mg/L)					POTÁSSIO (mg/L)				
	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR
ICAN 01	0,94	2,49	3,03	3,37	3,40	0,46	1,09	1,49	1,79	1,58
ICAN 02	1,03	2,51	3,06	3,55	3,80	0,44	1,07	1,21	1,90	2,25
IB 01	0,81	2,18	2,65	2,71	3,32	0,92	1,25	1,21	1,52	1,52
IB 02	0,68	2,58	2,62	3,07	4,09	0,85	1,19	1,37	1,93	1,75
ICAN 03	-	2,65	3,23	3,17	2,63	-	1,19	1,25	2,05	1,31
ICAN 04	-	-	8,16	5,66	14,70	-	-	1,47	1,72	6,02
ICAN 05	-	-	7,39	6,16	13,70	-	-	1,91	2,17	6,70
IP 01	1,65	3,83	7,97	8,50	11,60	0,62	1,30	3,02	3,56	6,60
IQJ 01	0,95	2,08	2,49	3,19	3,75	0,20	0,39	0,44	1,39	1,61
ICAR 01	-	8,65	-	12,58	53,50	-	4,24	-	5,65	39,50
IPT 01	1,58	3,56	3,96	6,44	14,80	0,52	1,26	1,40	3,22	9,02
IP 02	-	-	6,75	6,70	11,40	-	-	2,33	2,38	6,05
I VO 01	1,21	3,08	3,93	3,74	6,70	0,47	0,91	1,40	1,62	4,30

QUADRO 2.41 - Ferro e Alumínio

LOCAL	PARÂMETRO									
	FERRO (mg/L)					ALUMÍNIO (mg/L)				
	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR
ICAN 01	0,67	1,51	2,33	1,32	1,18	0,53	0,79	0,71	1,66	0,48
ICAN 02	0,67	1,75	1,71	1,75	1,64	0,40	0,98	0,10	1,21	0,78
IB 01	2,05	1,62	1,79	1,66	1,90	0,57	1,14	0,68	3,02	1,86
IB 02	2,03	1,57	1,69	1,55	1,97	1,90	1,58	1,40	1,90	2,04
ICAN 03	-	1,60	1,34	1,52	1,70	-	1,46	0,35	1,69	1,56
ICAN 04	-	-	1,29	0,86	1,38	-	-	0,05	0,59	0,95
ICAN 05	-	-	1,42	1,15	1,46	-	-	0,24	0,90	1,30
IP 01	1,55	1,38	0,87	3,64	1,39	0,63	1,30	1,49	11,10	6,65
IQJ 01	0,24	0,92	0,65	0,74	1,11	0,17	1,64	0,17	0,72	0,52
ICAR 01	-	8,25	-	10,60	8,93	-	6,26	-	10,60	8,93
IPT 01	1,63	1,40	4,16	2,28	5,55	0,66	1,27	0,20	4,63	5,59
IP 02	-	-	0,76	0,69	2,59	-	-	1,08	1,45	6,54
IVO 01	0,49	1,82	4,16	2,53	1,98	0,39	0,66	0,20	1,28	0,58

QUADRO 2.42 - Zinco e Cádmio

LOCAL	PARÂMETRO									
	ZINCO (mg/L)					CÁDMIO (ug/L)				
	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR
ICAN 01	0,02	0,02	0,03	0,14	0,08	0,07	0,30	0,55	1,15	0,30
ICAN 02	0,03	0,02	0,02	0,15	0,18	0,21	0,50	0,48	0,89	0,44
IB 01	0,04	0,02	0,02	0,13	0,11	0,45	0,33	0,22	0,49	0,51
IB 02	0,03	0,01	0,03	1,12	0,14	0,15	0,16	0,25	1,13	0,46
ICAN 03	-	0,03	0,02	0,17	0,09	-	0,69	0,11	0,98	0,31
ICAN 04	-	-	0,02	0,31	0,11	-	-	0,43	0,72	1,04
ICAN 05	-	-	0,05	0,20	0,08	-	-	0,27	1,74	0,19
IP 01	0,04	0,07	0,13	0,36	0,27	0,11	0,31	0,55	1,46	0,91
IQJ 01	0,03	0,02	0,01	0,15	0,08	0,10	0,37	0,24	1,12	0,32
ICAR 01	-	0,19	-	0,48	0,37	-	0,60	-	1,57	3,09
IPT 01	0,03	0,06	0,04	0,37	0,23	0,16	0,21	1,31	2,19	1,12
IP 02	-	-	0,07	0,14	0,21	-	-	0,31	1,33	0,57
IVO 01	0,03	0,02	0,04	0,26	0,07	0,10	0,17	1,31	1,28	0,17

QUADRO 2.43 - Cobre e Cromo

LOCAL	PARÂMETRO									
	COBRE (ug/L)					CROMO (ug/L)				
	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR
CAN 01	1,2	6,8	5,9	3,5	5,9	1,8	3,0	2,7	6,4	1,3
CAN 02	1,2	6,7	3,6	3,1	4,6	2,1	3,2	1,6	6,4	2,6
IB 01	3,0	9,1	7,1	2,5	6,0	3,2	3,4	2,4	10,4	2,7
IB 02	3,6	62,9	6,0	5,7	2,3	3,9	4,0	2,4	8,6	2,5
CAN 03	-	4,4	3,1	8,2	2,5	-	3,8	1,1	7,8	2,5
CAN 04	-	-	6,6	4,3	6,4	-	-	1,7	8,9	2,2
CAN 05	-	-	4,0	7,2	1,3	-	-	2,8	9,4	1,8
IP 01	1,4	8,0	7,4	5,2	4,3	1,7	2,1	2,9	9,5	1,4
IQJ 01	1,5	7,2	3,3	5,1	3,7	2,3	2,9	1,7	10,8	1,7
CAR 01	-	12,9	-	8,9	12,1	-	9,4	-	14,7	5,7
PT 01	5,9	11,4	5,9	5,4	12,0	1,9	2,9	3,5	9,7	4,9
IP 02	-	-	4,6	3,8	7,1	-	-	2,1	10,6	1,8
IVO 01	1,8	2,8	5,9	5,6	4,0	2,4	3,1	3,5	8,9	1,9

QUADRO 2.44 - Chumbo e Níquel

LOCAL	PARÂMETRO									
	CHUMBO (ug/L)					NÍQUEL (ug/L)				
	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR
CAN 01	5,2	6,1	3,4	9,5	4,1	9,6	6,8	3,0	23,6	5,9
CAN 02	9,6	9,7	12,9	10,8	5,9	8,4	8,7	4,7	17,2	15,8
IB 01	8,5	7,7	3,7	6,1	5,4	2,1	9,3	25,4	20,0	9,9
IB 02	8,5	5,7	5,1	16,9	6,2	0,8	2,5	6,6	43,2	12,4
CAN 03	-	6,2	2,5	6,7	5,6	-	7,8	4,3	18,5	19,7
CAN 04	-	-	3,9	7,4	4,8	-	-	5,3	64,5	9,5
CAN 05	-	-	2,3	7,7	3,1	-	-	28,2	43,0	12,3
IP 01	5,7	5,0	2,8	4,9	4,1	9,2	28,4	69,2	95,4	56,8
IQJ 01	6,0	4,4	1,4	7,8	4,3	2,0	6,2	2,8	19,8	16,3
CAR 01	-	9,1	-	5,2	6,7	-	67,2	-	140,7	121,1
PT 01	5,5	6,0	7,0	4,5	4,6	8,3	18,1	4,7	130,1	74,2
IP 02	-	-	2,3	5,6	3,9	-	-	47,7	38,2	64,2
IVO 01	7,1	4,2	7,0	8,7	3,8	7,5	1,5	4,7	29,1	9,8

QUADRO 2.45 - Arsênio e Mercúrio

LOCAL	PARÂMETRO									
	ARSÊNIO (ug/L)					MERCÚRIO (ug/L)				
	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR	AGO	OUT	DEZ	FEV	ABR
ICAN 01	3,1	1,8	1,7	1,3	3,9	2,9	3,5	2,3	11,1	2,5
ICAN 02	3,2	1,2	2,3	2,5	1,6	2,1	3,2	11,7	0,8	2,2
IB 01	7,5	1,0	3,3	3,0	2,1	3,1	3,6	1,9	9,2	0,8
IB 02	7,7	1,0	2,5	2,4	3,9	1,0	4,4	1,9	4,8	1,6
ICAN 03	-	1,1	3,7	3,9	2,2	-	4,6	22,7	5,0	1,2
ICAN 04	-	-	10,3	2,0	1,3	-	-	2,1	2,2	3,9
ICAN 05	-	-	2,8	3,1	3,8	-	-	10,6	2,5	0,5
IP 01	3,2	4,0	8,3	43,0	22,7	3,0	4,8	2,6	0,5	0,9
IQJ 01	2,2	1,2	2,9	0,8	1,7	5,4	7,8	1,7	4,0	5,1
ICAR 01	-	22,5	-	32,2	38,9	-	10,0	-	17,0	12,5
IPT 01	3,3	2,0	8,0	11,5	17,8	1,4	5,7	3,8	15,0	17,7
IP 02	-	-	2,3	3,7	16,2	-	-	6,2	1,8	6,2
IVO 01	2,7	1,2	8,0	3,8	1,6	2,1	4,9	3,8	6,5	2,9

2.3.5 - QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS X 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. Utilizaremos 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 (aquicultura) 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 2.47 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 a jusante do deságüe 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 se situaram dentre os piores registrados ao longo do período de amostragem.

QUADRO 2.47 - Padrões de qualidade para as classes 2 e 3, e resultados de abril/88

IPARÂMETROS	CLASSE 2	CLASSE 3	CAN 01	CAN 03	CAN 05	QJ 01	CAR 01	PT 01
mg/L								
IDB ₅ O ₂	5	10	4,0	3,5	<1	<1	<1	<1
IOD O ₂	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 ₃	0,02	1,0	0,0555	0,0436	0,0936	0,0627	-	0,5159
Arsênio	0,05	0,05	0,0039	0,0022	0,0038	0,0017	0,0389	0,0178
pH	16,0 a 9,0	16,0 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	1250	1250	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 +3	0,5	0,5	-	-	-	-	-	-
Cromo +6	0,05	0,05	-	-	-	-	-	-
Ferro	0,3	5,0	1,18	1,70	1,46	1,11	8,93	5,55
Fosfatos	0,025	0,025	0,0596	0,489	0,1071	0,0279	0,0636	0,0517
Manganês	0,1	0,5	0,18	0,20	0,21	0,22	3,59	2,29
Mercúrio	0,0002	0,002	0,0025	0,0012	0,0005	0,0051	0,0125	0,0177
Níquel	0,025	0,025	0,0059	0,0197	0,0123	0,0163	0,1211	0,0742
N-NO ₃	10	10	0,004	0,0066	0,0026	-	-	-
N-NO ₂	1,0	1,0	0,0009	-	-	-	0,0187	0,0082
Sólidos	1500	1500	150,9	172,3	116,6	192,4	11043,4	1578,0
dissolvi-								
dos								
Sulfatos	1250	1250	3,2	5,9	25,3	131,3	364,0	1220,9
Zinco	0,18	5,0	0,08	0,09	0,08	0,08	0,37	0,23
Cromo	0,55	0,55	0,0013	0,0025	0,0018	0,0017	0,0057	0,0049
total								

* o padrão para a classe 2 referente a nitrogênio amoniacal (N-NH₃) é dado em mg/L NH₃; o valor 0,02 mg/L para NH₃ equivale a 0,016 mg/L para N-NH₃.

Com base no Quadro 2.47, podemos verificar o relatado a seguir.

A Bacia do Candiota, como um todo, tem qualidade que satisfaz, salvo poucas exceções (Al, PO₄⁻³, 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 PO₄⁻³, 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 classe 2, 3 outros parâmetros (N-NH₃, Mn e Fe) excedem àqueles padrões.

Quanto à Bacia do Poacá, esta, 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_4^{-3} , Mn, Hg, Ni, SD e SO_4^{-2} , e não atende à classe 2 adicionalmente quanto aos parâmetros $N-NH_3$, 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_4^{-2} . Estes resultados caracterizam claramente a poluição associada à extração de carvão.

2.3.6. OUTROS ESTUDOS REALIZADOS NA ÁREA DO EMPREENDIMENTO

A região de Candiota foi alvo de pelo menos 2 outros estudos anteriores, efetuados um deles pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e, o outro, pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Como os referidos estudos abordam aspectos ambientais, apresentamos a seguir um breve comentário sobre os mesmos.

2.3.6.1. 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 a montante dos mesmos.

Foram amostrados os seguintes pontos:

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

O Mapa 2.6 localiza os pontos amostrados e apresenta alguns parâmetros indicativos de sua qualidade.

O Quadro 2.48 apresenta as coordenadas dos pontos de amostragem e as datas de coleta, enquanto o Quadro 2.49 apresenta as principais características físico-químicas dos pontos amostrados.

Das 6 amostras analisadas verifica-se que em 3 predomina o ânion sulfato e em 3 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 2.48 - Localização dos pontos de amostragem e datas de coleta

Nº DO PUNTO	LOCAL	COORDENADAS		
		N	E	DATA
03	Arroio afluente do drenante da área de mineração da CRM	6.501.550	231.675	22/03/84
06	Arroio Candiota, a jusante da confl. com o Arroio Poacá	6.494.100	237.150	29/03/84
08	Arroio drenante da mineração atual da CRM - Passo do Tigre	6.501.675	239.550	22/03/84
09	Arroio Poacá, em Passo do Tigre	6.501.300	239.100	22/03/84
10	Arroio Poacá, em Passo do Tigre	6.501.250	239.750	22/03/84
50	Arroio Candiota, a montante da confl. com Arroio Poacá	6.495.100	238.525	30/03/84

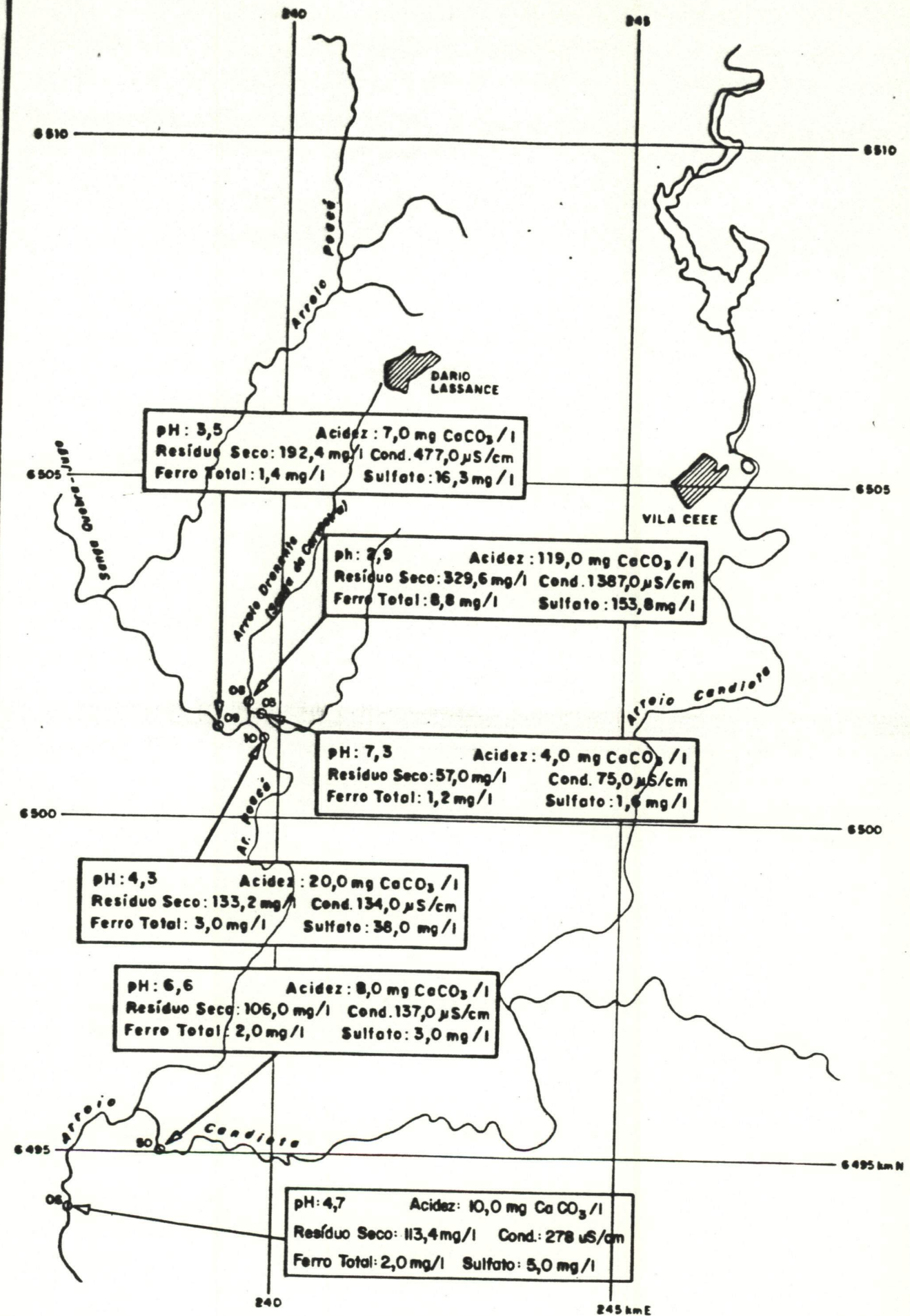
Fonte: CPRM

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 CaCO_3 , ou seja, de 1,1 a 15,6 °f.

No caso de acidez, os resultados obtidos fornecem valores que variam de 4,0 a 119,0 mg/L de CaCO_3 e, para a alcalinidade, os valores obtidos (10,0, 16,0 e 19,0 mg/L de CaCO_3) se referem 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 CaCO₃ / 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 CaCO₃ / 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 CaCO₃ / 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 CaCO₃ / 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 CaCO₃ / 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 CaCO₃ / l
 Resíduo Seco: 113,4 mg/l Cond. 278 μS/cm
 Ferro Total: 2,0 mg/l Sulfato: 5,0 mg/l

ESCALA



QUADRO 2.49 - Resultados das análises dos pontos amostrados

LOCAL	mg/L														INIDADE VIDADE		SECO							
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	ICl	TSO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cu	Pb	Zn	Co	Cd	Mn	Cr		V	Al	Sr	Ni	PHIACIDEZ/ALCALI - CONDUTI-VIDEZA/RES/DUOI	(mg CaCO ₃ /L) mmhos/cm of	(mg/L)
Arroio afluente do arroio drenante da área de mineração da CRH	1,61	1,713	3,081	0,81	0,411	2,14,31	1,61	13,410	0,0041(0,00510,011(0,0041(0,00110,0011(0,021(0,0210,0610,0161(0,00417,31	4,01	10,01	75	1,11	57,01										
Arroio Candiota	4,81	2,914	0,11,91	2,01	0,812	814,61	5,01	25,110	0,0041(0,00510,021(0,0041(0,00110,0031(0,021(0,0210,4410,0361(0,00414,71	10,01	16,01	278	2,41	113,41										
Arroio drenante da mineração da CRH, no Passo do Tigre	137,7114	916,812	91	5,61	3,210	816,01153,81			0,0111	0,00810,201	0,0021	0,00211,8	1(0,021(0,0216,3	10,22	0,12	12,91	119,01	0,01	1387	15,61	329,61			
Arroio Poacá no Passo do Tigre, a montante do arroio drenante	5,61	2,313	610,91	0,51	0,210	716,01	16,31	3,710	0,0031(0,00510,021	0,0101(0,00110,3211(0,021(0,0210,1710,0351	0,00613,51	7,01	0,01	477	2,31	192,41								
Arroio Poacá no Passo do Tigre, a montante do arroio drenante	6,41	5,713	0,11,01	1,51	1,513	0,15,31	38,01		0,0041(0,00510,051	0,0201(0,00110,4811(0,021(0,0211,0	0,0531	0,02214,31	20,01	0,01	134	3,91	133,21							
Arroio Candiota	3,21	2,913	811,81	2,01	0,012	0,12,51	3,01	23,210	0,0071	0,00510,021(0,0041(0,00110,0031(0,021(0,0210,2710,0281(0,00416,61	8,01	19,01	137	2,01	106,01									

Fonte: CPRM

Obs.: As amostras foram coletadas em março de 1984. O arroio drenante da área de mineração da CRH 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_3
- 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.

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

Em 1987, a UFSM apresentou no 10 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.

O Mapa 2.7 corresponde ao mapa hidrográfico da região de Candiota e identifica os pontos de amostragem.

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 do Quadro 2.50, 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 a 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 Quadro 2.50, os resultados das análises não permitem evidenciar o comprometimento da qualidade das águas do Arroio Candiota neste ponto de amostragem.



QUADRO 2.50 - Concentração de elementos traços e macrossubstâncias em águas da região de Candiota*, Bagé (RS)

ELEMENTOS	DATA COLETA	IBOÇOROCAS	ISANGA	DAI ARROIO POACÁ	ARROIO	POÇO	POÇO	BARRAGEM ILAGOAI	
		MINA **	ICARVOEIRA	PASSO DO TIGRE	CANDIOTA	ARTESIANO	COMUNIPONTE	TRILHOS	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
F (ppm)	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
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
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
As (ppb)	a	0,30	0,12	-	-	-	-	-	-
	b	0,10	0,10	0,20	0,10	-	-	0,10	-
	c	0,20	0,10	-	-	-	-	-	0,20
	d	-	-	0,10	-	-	-	-	-
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
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
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	-	0,02

a) Amostras coletadas em Novembro de 1985 (período com chuvas normais)

b) Amostras coletadas em Fevereiro de 1986 (período de estiagem)

c) Amostras coletadas em Junho de 1986 (período com chuvas normais)

d) Amostras coletadas em Janeiro de 1987 (coleta duas semanas após período chuvoso)

(*) Os valores da tabela acima são médias de leituras de 2 a 6 amostras distintas.

(**) Drenagem da Mina.

Fonte: UFSM

QUADRO 2.50 - Concentração de elementos traços e macroelementos em águas da região de Candiota*, Bagé (RS) (continuação)

ELEMENTOS	DATA COLETA	IBOÇOROCAS	ISANGA	DAI ARROIO POACÁ	ARROIO	POÇO	POÇO	BARRAGEM	LAGOAI
		DA MINA**	ICARVOEIRA	PASSO DO TIGRE	CANDIOTA	ARTESIANO	COMUNIPONTE	TRILHOS	CRM
Mn (ppm)	a	11,00	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
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
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
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	-	-	-	-	-	-	-	-

- a) Amostras coletadas em Novembro de 1985 (período com chuvas normais)
 b) Amostras coletadas em Fevereiro de 1986 (período de estiagem)
 c) Amostras coletadas em Junho de 1986 (período com chuvas normais)
 d) Amostras coletadas em Janeiro de 1987 (coleta duas semanas após período chuvoso)

(*) Os valores da tabela acima são médias de leituras de 2 a 6 amostras distintas.
 (**) Drenagem da Mina.

Fonte: UFSM



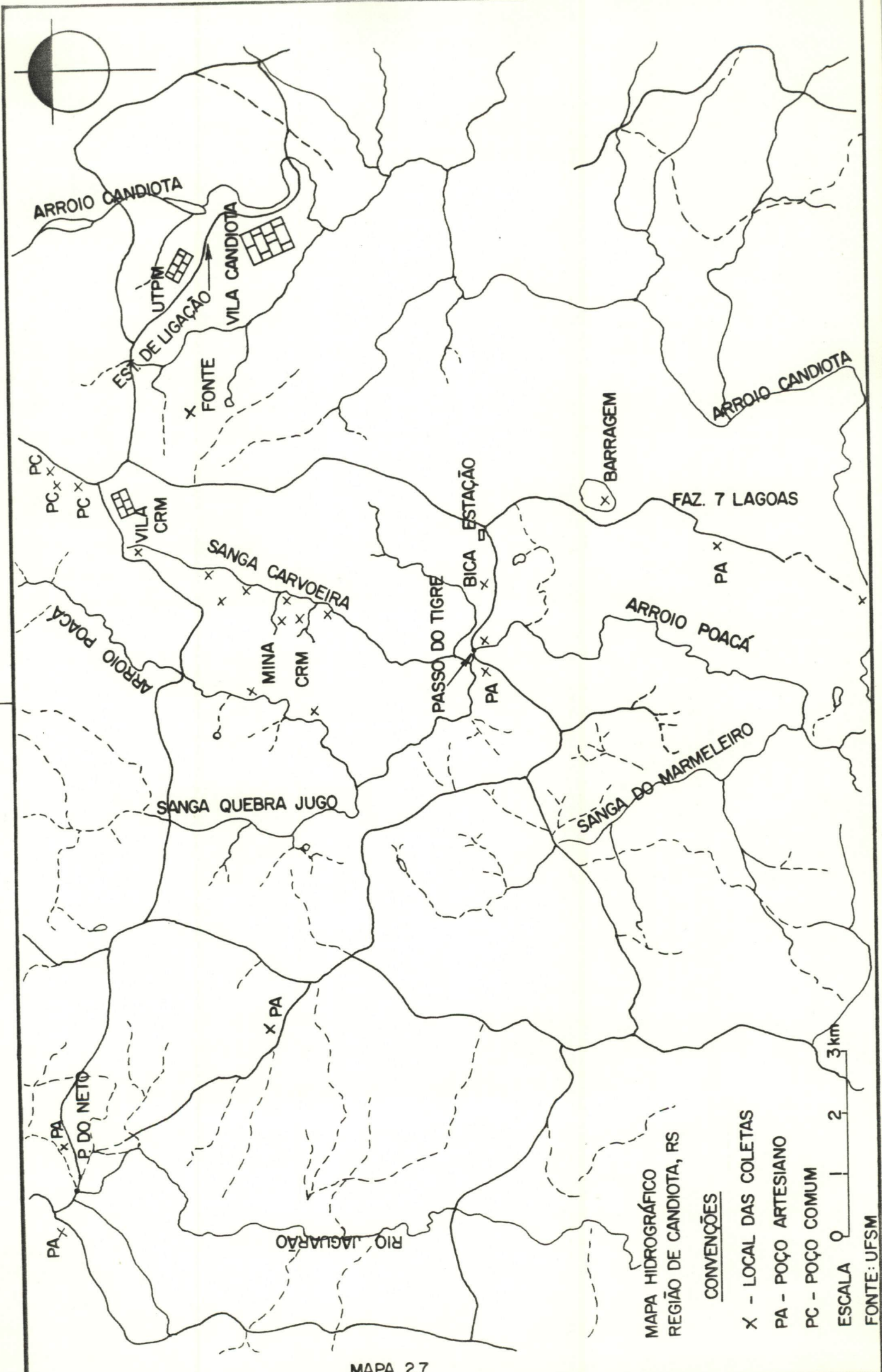
QUADRO 2.50 - Concentração de elementos traços e macroelementos em águas da região de Candiota*, Bagé (RS) (continuação)

ELEMENTOS	DATA COLETA	IBOÇOROCAS	ISANGA	DAI	ARROIO POACÁ	ARROIO	POÇO	POÇO	BARRAGEM	ILAGOAI
		MINA**	ICARVOEIRA	IPASSO	DO TIGRE	CANDIOTA	ARTESIANO	COMUM	PONTEIDOS	TRILHOSI CRM
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 ₄ ⁻² (ppm)	a	910,20	588,30	-	-	-	-	-	-	-
	b	576,30	576,30	142,70	33,80	-	-	147,70	-	-
	c	962,10	334,20	-	-	-	-	-	-	139,60
	d	-	-	123,50	-	78,90	112,60	-	14,00	120,60
Cl ⁻ (ppm)	a	12,21	10,56	-	-	-	-	-	-	-
	b	12,30	12,40	14,19	16,55	-	-	116,50	-	-
	c	8,26	8,36	-	-	-	-	-	-	6,15
	d	-	-	13,19	-	34,89	138,47	-	7,91	7,26

- a) Amostras coletadas em Novembro de 1985 (período com chuvas normais)
 b) Amostras coletadas em Fevereiro de 1986 (período de estiagem)
 c) Amostras coletadas em Junho de 1986 (período com chuvas normais)
 d) Amostras coletadas em Janeiro de 1987 (coleta duas semanas após período chuvoso)

(*) Os valores da tabela acima são médias de leituras de 2 a 6 amostras distintas.
 (**) Drenagem da Mina.

Fonte: UFSM



MAPA 2.7

MAPA HIDROGRÁFICO
REGIÃO DE CANDIOTA, RS

CONVENÇÕES

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

ESCALA 0 | 2 | 3 km

FONTE: UFSM

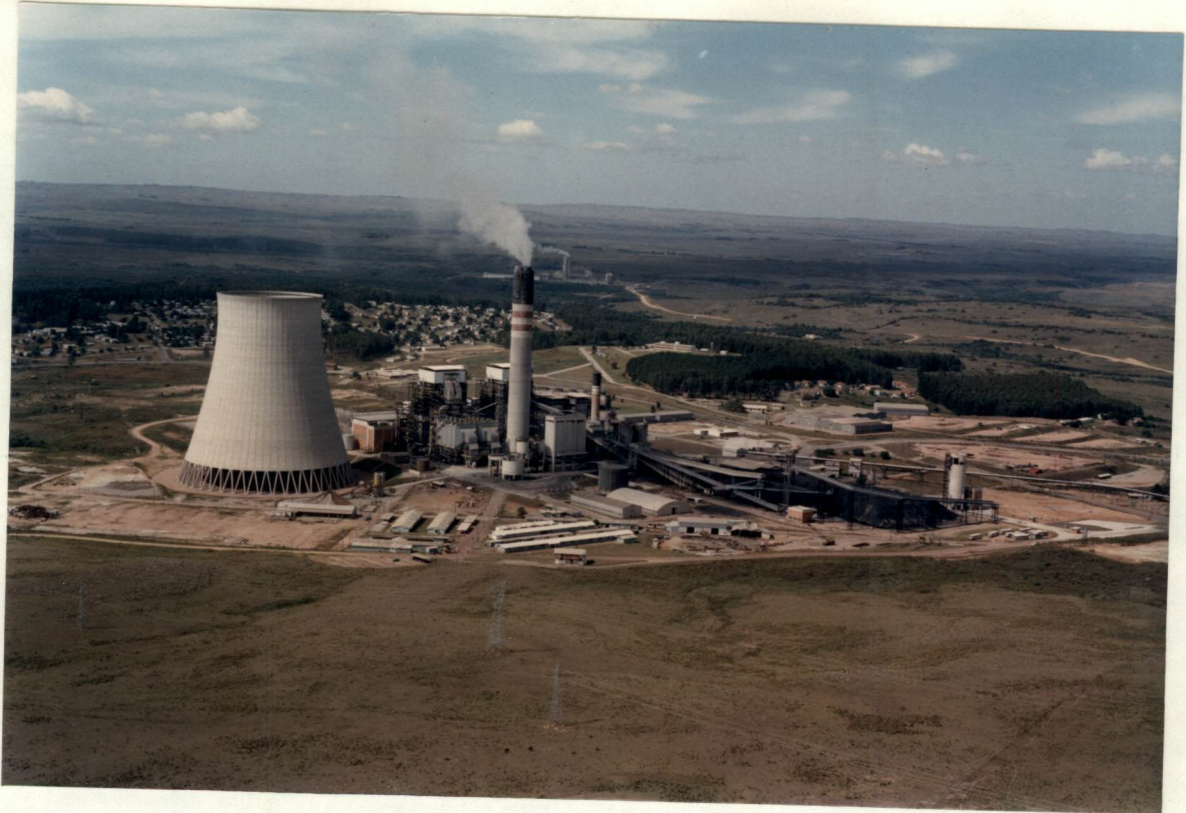


FOTO 2.1 - UTPM - Vista geral.



FOTO 2.2 - Britador de carvão da CRM.



FOTO 2.3 - Descarga do efluente líquido global da UTPM.



FOTO 2.4 - Vila Operária - Vista geral.



FOTO 2.5 - Vila Residencial - Vista geral.



FOTO 2.6 - Barragem Sanga Funda - Abastecimento da Vila Operária.



FOTO 2.7 - Lagoa de estabilização da Vila Operária.



FOTO 2.8 - Lagoa de estabilização da Vila Residencial.



FOTO 2.9 - Barragem I - Abastecimento da UTPM.

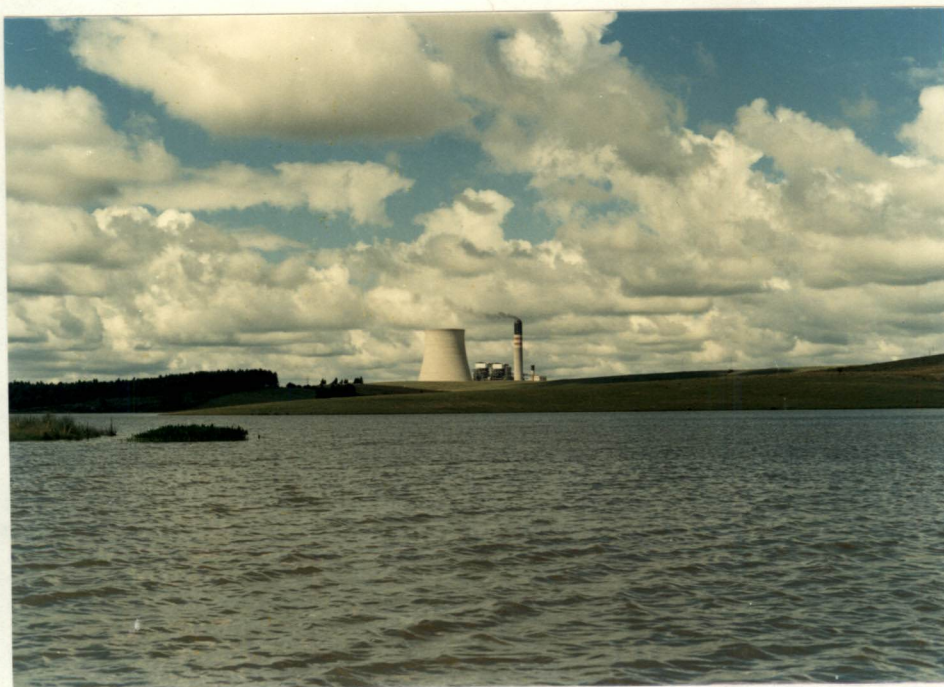


FOTO 2.10 - Barragem II - Maior acumulação de água da região.



FOTO 2.11 - Barragem Quebra-Jugo - Fase de construção.



FOTO 2.12 - Rio Jaguarão - Próximo às nascentes.



FOTO 2.13 - Arrolo Candiota - Ponto de amostragem CAN 01.



FOTO 2.14 - Arroio Candiota - Ponto de Amostragem CAN 02.



FOTO 2.15 - Arroio Candiota - Ponto de amostragem CAN 04.



FOTO 2.16 - Arroio Quebra-Jugo - Ponto de amostragem QJ 01.



FOTO 2.17 - Arroio Poacá - Ponto de amostragem P 01.



FOTO 2.18 - Arroio Poacá no Passo do Tigre.



FOTO 2.19 - Arroio Poacá no Passo do Tigre - Ponto de amostragem PT 01.



FOTO 2.20 - Arroio Poacá - Ponto de amostragem P 02.



FOTO 2.21 - Sanga da Carvoeira - Ponto de amostragem CAR 01.