**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**MINERAÇÃO DE CARVÃO E A QUALIDADE DA ÁGUA:
O CASO DE CRICIÚMA**

Lincoln Fernandes

Orientador: Prof. Dr. Fabio Taioli

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia

**SÃO PAULO
1999**

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

MINERAÇÃO DE CARVÃO E A QUALIDADE DA ÁGUA: O CASO DE CRICIÚMA

LINCOLN FERNANDES

Orientador: Prof. Dr. Fábio Taioli

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

COMISSÃO JULGADORA

Nome

Assinatura

Presidente: Prof. Dr. Fábio Taioli

Examinadores: Prof. Dr. Jorge Kazuo Yamamoto

Prof. Dr. José Eduardo Rodrigues

SÃO PAULO
1999

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**MINERAÇÃO DE CARVÃO E A QUALIDADE DA ÁGUA:
O CASO DE CRICIÚMA**

Lincoln Fernandes

Orientador: Prof. Dr. Fabio Taioli

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia

DEDALUS - Acervo - IGC

30900004884

SÃO PAULO

1999

Dedicatória

Dedico este estudo à memória de meu pai.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, gostaria de externar meus sinceros agradecimentos ao meu orientador, Prof. Dr. Fabio Taioli, pelo apoio e estímulo prestados em todas as fases do estudo, e à CAPES, pelo auxílio financeiro.

Ao Prof. Dr. Uriel Duarte, pelo incentivo dado para iniciar e executar este trabalho.

Ao Departamento Nacional da Produção Mineral, 2º Distrito-SP., órgão ao qual sou vinculado, pela compreensão quanto à importância do estudo e por ter facilitado sua execução.

À Japan International Cooperation Agency (JICA), em nome do Engº. Yoshio Usui, pelas orientações prestadas dentro do convênio DNPM/JICA, que contribuíram para a elaboração deste trabalho.

Ao Centro Nacional de Treinamento para o Controle da Poluição na Mineração – CECOPOMIN (DNPM/SP), em nome do Geólogo Roberto Mamiti Akinaga, por ter confiado na proposta do trabalho e ter criado condições que facilitaram sua execução.

Aos colegas do escritório do DNPM em Criciúma-SC., em especial ao Geólogo Dario Valiati, pelo apoio prestado na fase de campo, pela leitura do manuscrito e pelas sugestões.

Aos colegas do CECOPOMIN pela participação nas fases de aquisição de dados.

Enfim, gostaria de manifestar meus agradecimentos à minha esposa Rosely e ao meu filho Lincoln pela compreensão e paciência pela ausência a que este trabalho me obrigou.

SUMÁRIO

	Pg.
Índice de Figuras.....	i
Índice de Tabelas.....	iii
Agradecimentos.....	v
Resumo.....	vi
Abstract.....	viii
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Localização da Área de Estudo.....	1
1.2 Aspectos Sócio-Econômico.....	1
1.2.1 População.....	3
1.2.2 Atividades Agropecuárias.....	4
1.2.3 Atividades Industriais.....	4
1.2.4 Vias de Acesso.....	5
1.3 Aspectos Fisiográficos.....	5
1.3.1 Temperatura.....	5
1.3.2 Umidade Relativa do Ar.....	6
1.3.3 Pluviometria.....	7
1.3.4 Geomorfologia.....	7
1.3.5 Solos.....	8
1.3.6 Vegetação.....	8
1.3.7 Hidrologia Superficial.....	9
1.4 Histórico da Ocupação.....	10
1.5 Problemas Ambientais.....	15
1.6 Objetivos.....	17

2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1	Geologia Regional.....	18
2.1.1	Complexo Metamórfico-Migmatítico.....	21
2.1.2	Grupo Itararé.....	23
2.1.2.1	Formação Campo Mourão.....	23
2.1.2.1.1	Membro Campo do Tenente.....	24
2.1.2.2	Formação Taciba.....	24
2.1.2.2.2	Membro Chapéu do Sol.....	25
2.1.2.2.3	Membro Rio Segredo.....	25
2.1.2.2.4	Membro Rio do Sul.....	26
2.1.3	Grupo Guatá.....	26
2.1.3.1	Formação Rio Bonito.....	27
2.1.3.1.1	Membro Triunfo.....	27
2.1.3.1.2	Membro Paraguaçu.....	27
2.1.3.1.3	Membro Siderópolis.....	28
2.1.3.2	Formação Palermo.....	28
2.1.4	Grupo Passa Dois.....	28
2.1.4.1	Formação Irati.....	29
2.1.4.1.1	Membro Taquaral.....	29
2.1.4.1.2	Membro Assistência.....	30
2.1.4.2	Formação Serra Alta.....	30
2.1.4.3	Formação Teresina.....	31
2.1.4.4	Formação Rio do Rasto.....	32
2.1.4.4.1	Membro Serrinha.....	32
2.1.4.4.2	Membro Morro Pelado.....	32
2.1.5	Formação Pirambóia.....	33
2.1.6	Grupo São Bento.....	33
2.1.6.1	Formação Botucatu.....	33
2.1.6.2	Formação Serra Geral.....	34

2.1.7 Sedimentos Quaternários.....	34
2.2 Geologia Local.....	35
2.2.1 Grupo Itararé.....	35
2.2.1.1 Formação Taciba.....	35
2.2.1.1.1 Membro Rio do Sul.....	35
2.2.2 Grupo Guatá.....	35
2.2.2.1 Formação Rio Bonito.....	35
2.2.2.1.1 Membro Triunfo.....	36
2.2.2.1.2 Membro Paraguaçu.....	37
2.2.2.1.3 Membro Siderópolis.....	37
2.2.2.2 Formação Palermo.....	42
2.2.3 Grupo Passa Dois.....	44
2.2.3.1 Formação Irati.....	44
2.2.3.2 Formação Serra Alta.....	44
2.2.4 Grupo São Bento.....	44
2.2.4.1 Formação Serra Geral.....	44
2.2.5 Sedimentos Quaternários.....	45
2.3 Mineração e Beneficiamento do Carvão.....	45
2.3.1 Evolução dos Métodos de Mineração.....	45
2.3.2 Métodos de Lavra.....	46
2.3.2.1 Lavra a Céu Aberto.....	47
2.3.2.2 Lavra Subterrânea.....	48
2.3.3 Mecanização das Minas de Carvão.....	50
2.3.4 Beneficiamento.....	51
2.4 Caracterização do Carvão e Seus Usos.....	56
2.4.1 Definição.....	56
2.4.2 Constituição.....	56

2.4.3	Especificações e Usos do Carvão Mineral.....	59
2.4.3.1	Carvão Pré-Lavado.....	59
2.4.3.2	Carvão Metalúrgico.....	59
2.4.3.3	Carvão Energético.....	60
2.5	Recursos e Reservas de Carvão Mineral no Estado de Santa Catarina.....	61
2.6	Evolução da Produção de Carvão no Estado de Santa Catarina.....	62
2.7	Estudos Ambientais.....	63
2.7.1	Impactos Ambientais ao Meio Físico.....	63
2.7.2	Contaminação dos Recursos Hídricos Superficiais.....	69
2.7.2.1	Drenagem Ácida de Mina.....	73
2.7.2.2	Efluentes Líquidos da Usina de Beneficiamento.....	73
2.7.3	Água Subterrânea.....	73
2.8	Aspectos Legais da Mineração no Meio Ambiente.....	74
2.8.1	Histórico da Legislação Mineral e Ambiental.....	74
2.8.2	Legislação Federal.....	77
2.8.2.1	Constituição Federal.....	77
2.8.2.2	Código de Mineração.....	80
2.8.2.3	Outras Leis, Decretos e Portarias.....	81
2.8.2.4	Resoluções do CONAMA.....	85
2.8.3	Legislação Ambiental do Estado de Santa Catarina.....	86
2.9	Medidas Adotadas para Mitigação dos Impactos Ambientais.....	87
3	METODOLOGIA.....	89
3.1	Análise de Água.....	89
3.1.1	Deteção da Poluição dos Recursos Hídricos Superficiais.....	89
3.1.2	Amostragem.....	90
3.1.2.1	Planejamento de Amostragem.....	90
3.1.2.2	Trabalhos de Campo.....	91
3.1.2.3	Seleção dos Pontos de Amostragem e Medição.....	91

3.1.2.4	Coleta das Amostras.....	92
3.1.2.5	Estocagem de Amostra.....	93
3.1.2.6	Preservação das Amostras.....	93
3.1.2.7	Formulário de Registros das Amostras.....	94
3.1.2.8	Transporte das Amostras.....	95
3.1.3	Medições e Análises Realizadas em Campo.....	95
3.1.4	Análises Químicas em Laboratório.....	97
3.2	Monitoramento da Qualidade da Água.....	97
3.2.1	Estação de Monitoramento Contínuo.....	97
3.2.1.1	Descrição do Monitor da Qualidade de Água.....	98
3.2.1.2	Especificações dos Medidores e Aparelhos Incorporados.....	102
3.2.1.3	Descrição do Funcionamento da Estação de Monitoramento.....	103
3.2.1.4	Estação Receptora dos Dados por Telemetria.....	104
3.2.2	Monitoramento Periódico.....	105
3.2.2.1	Seleção dos Pontos de Monitoramento Periódico.....	105
3.2.2.2	Identificação dos Pontos Monitorados.....	108
3.2.2.2.1	Mina 1.....	108
3.2.2.2.2	Mina 2.....	110
3.2.2.2.3	Rio Mãe Luzia.....	112
3.2.2.2.4	Rio Sangão.....	112
4	TRABALHOS EXECUTADOS.....	113
4.1	Levantamento dos Dados.....	113
4.1.1	Trabalhos Pontuais.....	113
4.1.1.1	1ª Fase – Reconhecimento.....	113
4.1.1.2	2ª Fase - Amostragens e Análises Químicas em Laboratório.....	116
4.1.1.3	3ª Fase.....	116
4.1.2	Dados Levantados através de Monitoramento.....	125
4.1.2.3	Monitoramento Contínuo Automático.....	125
4.1.2.4	Monitoramento Periódico.....	125

4.2 Discussão dos Resultados.....	135
4.2.1 Resultados Obtidos nos Trabalhos Pontuais.....	135
4.2.1.1 1ª Fase – Reconhecimento.....	135
4.2.1.2 2ª Fase - Amostragens e Análises Químicas em Laboratório.....	138
4.2.1.3 3ª Fase.....	139
4.2.2 Discussão dos Resultados Obtidos pelo Monitoramento.....	140
4.2.2.1 Monitoramento Contínuo Automático.....	140
4.2.2.2 Monitoramento Periódico.....	140
4.2.2.2.1 Rio Mãe Luzia.....	140
4.2.2.2.2 Rio Sangão.....	141
4.2.2.2.3 Pontos Monitorados nas Minas.....	142
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES.....	143
5.1 Considerações Finais.....	143
5.2 Conclusões.....	144
5.3 Sugestão de trabalhos adicionais.....	146
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	147

ANEXOS

Índice de Figuras

Figura		Pg.
1	Mapa de localização da área de estudo	2
2	Mapa de Localização da Bacia Carbonífera do Estado de Santa Catarina. Modificado DNPM (1994)	3
3	Mapa de localização da Bacia do Paraná. Extraído de Northfleet et al. (1969)	19
4	Carta estratigráfica da Bacia do Paraná. Segundo Milani et al. (1994)	20
5	Mapa de localização dos depósitos de carvão no Estado de Santa Catarina. Modificado de Lenz e Ramos (1985)	21
6	Coluna estratigráfica da Bacia do Paraná. Extraída de Schneider et al. (1974)	22
7	Camadas de carvão da Formação Rio Bonito no sul do Estado de Santa Catarina. Segundo Lenz e Ramos (1985)	38
8	Perfil esquemático da camada Barro Branco na Bacia Carbonífera de Santa Catarina. Segundo Fabrício (1973)	40
9	Perfil esquemático da Formação Rio Bonito no sul do Estado de Santa Catarina. Modificado de Lenz e Ramos (1985)	43
10	Desenho esquemático de lavra a céu aberto utilizando o método "Strip Mine". Extraído de Müller et al. (1987)	48
11	Fluxograma do beneficiamento do carvão. Adaptado de JICA (1998)	53
12	Fluxograma mostrando as fases de produção, beneficiamento e destino final do carvão mineral no Estado de Santa Catarina	54
13	Desenho esquemático das operações de lavra, beneficiamento, circuito das águas e disposição de rejeitos antes das exigências oficiais de recirculação da água.	55
14	Desenho esquemático mostrando a lavra, o beneficiamento, a deposição de rejeito e o circuito das águas nas minas de carvão de Santa Catarina, após as exigências oficiais de recirculação d'água.	55

15	Foto aérea escala 1:7.500, ano 1.956, mostrando a área antes de ser iniciado o processo de mineração.	65
16	Foto aérea escala 1:7.000, ano 1.978, mostrando a mesma área da figura anterior no início das atividades de mineração.	66
17	Foto aérea escala 1:8.000, ano 1.996, mostrando a mesma área das figuras anteriores com o processo de lavra em estágio avançado e avanço da ocupação urbana.	67
18	Foto mostrando rachaduras no piso de uma construção provocada por subsidência associada a mineração de carvão abandonada.	68
19	Foto mostrando o prédio onde está instalada a estação de monitoramento contínuo automático	99
20	Foto mostrando parte dos equipamentos da estação de monitoramento contínuo automático (área interna)	100
21	Mapa de localização das minas 1 e 2.	107
22	Desenho esquemático da localização dos pontos monitorados na Mina 1. Modificado de Usui e Maeyama (1993).	109
23	Desenho esquemático da localização dos pontos monitorados na mina 2. Modificado de Usui e Mayema (1993).	111
24	Desenho esquemático mostrando a localização dos pontos amostrados na fase de reconhecimento e a localização das minas ao longo dos rios Mãe Luzia e Sangão. Modificado de Usui e Maeyama (1993)	114
25	Desenho esquemático mostrando a localização dos pontos medidos na 3ª Fase. Modificado de Usui e Maeyama (1993).	122
26	Média mensal dos parâmetros monitorados no ponto EF-3 (rio Mãe Luzia, a montante da confluência com o rio São Bento)	127
27	Média mensal dos parâmetros monitorados no ponto EF-2 (rio Mãe Luzia, a jusante da confluência com o rio São Bento)	129
28	Média mensal dos parâmetros monitorados no ponto SG-6 (rio Sangão, a jusante da Mina 1)	131
29	Valores por medição dos parâmetros monitorados no ponto SG-1, Mina 1. (Dreno na saída da galeria principal)	132

30	Valores por medição dos parâmetros monitorados no ponto SG-2, Mina 1. (Extravasor da bacia de decantação)	132
31	Valores por medição dos parâmetros monitorados no ponto SG-3, Mina 1. (Vala coletora de efluentes do pátio da mina)	133
32	Valores por medição dos parâmetros monitorados no ponto SG-4, Mina 1. (Dreno na saída da bacia de adução)	133
33	Valores por medição dos parâmetros monitorados no ponto SG-5, Mina 1. (Drenagem de antigas minas abandonadas situadas à montante)	134
34	Valores por medição dos parâmetros monitorados no ponto VR-3, Mina 2. (Saída da barragem de contenção da água excedente do circuito da mina)	134
35	Valores dos parâmetros monitorados no ponto VR-4, Mina 2. (Água do poço 1, antes do lançamento na equalizadora)	135
36	Foto mostrando o rio Sangão cerca de 800 metros a jusante de sua nascente passando por depósitos de rejeitos de uma mina abandonada	137

Índice de Tabelas

Tabela		Pg.
1	Distribuição da população nos municípios da microregião de Criciúma (IBGE, 1991)	4
2	Parâmetros físico-climáticos medidos na Bacia Carbonífera de Santa Catarina	6
3	Método de lavra e camadas lavradas nas minas subterrâneas de carvão em atividade no Estado de Santa Catarina.	46
4	Método de lavra e camadas lavradas nas minas de carvão a céu aberto em atividade no Estado de Santa Catarina.	46
5	Macerais mais importantes do carvão mineral. Extraído de Müller et al. (1987).	57
6	Variação das características do carvão de acordo com o grau de carbonificação. Adaptado de Müller et al. (1987).	58
7	Especificações dos Carvões Energéticos (D.O.U. Portaria CNP nº 100/87).	61
8	Evolução da produção de carvão ROM e Vendável no Estado de Santa Catarina (DNPM(1986,1996 a, 1996b e 11º Distrito do DNPM/SC.))	63
9	Área e volume dos depósitos de rejeitos distribuídos ao longo dos rios da Bacia Hidrográfica do rio Araranguá. Modificado de JICA (1998)	72
10	Área e volume dos depósitos de rejeitos distribuídos por municípios da Bacia Carbonífera de Santa Catarina. Modificado de JICA (1998).	72
11	Resultados das análises de água coletada em poços tubulares. Modificado de SDM (1997)	74
12	Dados de produção da Minas 1 e 2 (DNPM, 1996 a)	106
13	Especificações dos carvões produzidos nas Minas 1 e 2 (DNPM, 1996a)	106
14	Pontos selecionados para monitoramento na Mina 1	108
15	Pontos monitorados na Mina 2	110
16	Pontos monitorados no rio Mãe Luzia	112
17	Ponto monitorado no rio Sangão	112
18	Resultados das medições realizadas na fase de reconhecimento	115

19	Medições e amostragens para análises químicas (1º etapa)	118
20	Resultados das análises químicas realizadas na 1ª etapa	120
21	Medições e amostragens para análises química (2ª etapa)	120
22	Resultados das análises químicas realizadas na 2ª etapa	121
23	Identificação dos pontos e resultados dos parâmetros medidos na 3ª Fase	123
24	Amostragens realizadas pelo DNPM (1989)	124
25	Resultados das análises químicas realizadas pelo DNPM (1989)	124
26	Média mensal dos parâmetros monitorados no ponto EF-3 (Rio Mãe Luzia à montante da confluência com rio São Bento).	126
27	Média mensal dos parâmetros monitorados no ponto EF-2 (Rio Mãe Luzia à jusante da confluência com rio São Bento)	128
28	Média mensal dos parâmetros monitorados no ponto SG-6 (Rio Sangão à jusante da confluência com rio São Bento)	130

RESUMO

O início das atividades de mineração de carvão na Bacia Carbonífera de Santa Catarina data de 1.885 e, desde então, estas têm sido responsáveis por sérios danos causados ao meio ambiente, em especial aos recursos hídricos, causando o comprometimento da qualidade das águas dos mananciais de abastecimento da região pelo assoreamento e acidificação das drenagens, prejuízo às atividades agropecuárias e pesqueiras, doenças profissionais aos mineiros e aumento das doenças de vias respiratórias à população residente no entorno das minas, sendo considerada através do Decreto 80.206 de 25 de junho de 1.980 a 14ª Área Crítica para efeitos de Controle da Poluição e Conservação da Qualidade Ambiental.

No início da década de 80, com a publicação da Portaria Interministerial 917 de julho de 1982, foram tomadas as primeiras providências oficiais de implementação de medidas mitigadoras dos impactos ambientais decorrentes da mineração de carvão em suas diversas fases.

A partir deste quadro, o Centro Nacional de Controle da Poluição na Mineração, fruto do convênio entre o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e a Japan International Cooperation Agency (JICA) escolheu a região como uma das áreas de estudo. O presente trabalho está inserido no conjunto de estudos que vêm sendo realizados na região visando avaliar o impacto ambiental decorrente das atividades das empresas de mineração de carvão, com o objetivo de orientar os mineradores e sugerir ações mitigadoras do problema ambiental.

Este trabalho apresenta um histórico da ocupação da região de Criciúma, sua vinculação à indústria do carvão, o progresso da legislação mineral e ambiental, e o acompanhamento periódico de parâmetros ambientais (análises físico-químicas da água dos rios Mãe Luzia e Sangão, e de efluentes de minerações) durante o período de três anos, desde antes da implantação de restrições ambientais até após a implantação de medidas mitigadoras por parte das empresas de mineração.

Os resultados obtidos permitem concluir que, durante o período analisado, não houve melhora nas características das águas dos rios, apesar das

medidas adotadas pelas minerações. Tal comportamento pode ser atribuído aos seguintes fatores:

- existência de grande quantidade de minas abandonadas (principalmente após 1990, ano da desregulamentação do setor), que não completaram seus trabalhos de recuperação ambiental e, por conseguinte, continuam drenando águas ácidas;

- nas sub-bacias dos rios Mãe Luzia e Sangão ocorrem áreas de despejos de rejeitos de forma desordenada, provavelmente vinculados às minerações abandonadas, que se constituem em fontes permanentes de geração de ácido sulfúrico;

- as próprias minerações em funcionamento, e que vêm atendendo às exigências oficiais, drenam, eventualmente, efluentes, sem tratamento prévio, às drenagens da região.

ABSTRACT

The coal mining in the Santa Catarina Coal-Basin started in 1885 and since then it has been causing serious damage to the environment, specially the water resources, causing several problems like sedimentation and acidification of the rivers that supply the region, and compromising the agricultural-industry and fishery. The mining is also responsible for several professional diseases. The region was considered, in 1980, the "14th Critical Area " to the Pollution Control and Environmental Quality Conservation".

Only in the beginning of the 80's, after the publication of the 917 Interministerial Resolution (July, 1982), the first official actions were taken, in order to minimize the environmental impact due to the coal mining industry.

With that scenario, the region was chosen as one of the study areas of the "National Center of Control of Mining Pollution", derived from an agreement between the Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM and the Japan International Cooperation Agency (JICA). The present study is part of the set of studies that have been realized in the region, with the aim of evaluating the environmental impact caused by the coal mining industry, and to suggest actions (to the miners) in order to minimize the environmental problems.

This study presents a review of the occupation process of the Criciúma region, its connection to the coal industry, the progress of the mineral and environmental legislation, and the periodic monitoring of environmental parameters (physic-chemical analysis of the Mãe Luzia and Sangão rivers, and the drainage from two coal mines) during the period of three years. This period began before the setting of environmental restrictions, going up to after the adoption of reclamation actions.

The results allow to conclude that, during the period studied, there was no improvement in the river water characteristics, despite the adoption of reclamation actions. This behaviour may be due to the following factors:

- there are several abandoned mines (mainly after 1990, year of the implantation of the free trade for the coal sector), that did not finish their reclamation works. These sites are still producing acid drainage;

- in the sub-basins of the rivers Mãe Luzia and Sangão there are several dumping tailings, probably connected to abandoned mines. These tailings are permanent fonts of sulfuric acid;

- even the mines in operation, in accordance with the official regulations, drain to the rivers, eventually, acid mine drainage, with no previous treatment.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Localização da Área de Estudo

A área de estudo localiza-se na região sudeste do Estado de Santa Catarina, compreendendo parte dos municípios de Treviso, Siderópolis, Nova Veneza, Criciúma, Forquilha e Maracajá, que são banhados pelos rios Sangão, Mãe Luzia e seus afluentes.

A área se estende por aproximadamente 41 km na direção N – S e por 12 km na direção E – W, estando compreendida entre as latitudes 28° 22' 30" a norte e 28° 50' 00" a sul e entre as longitudes 49° 30' 00" a oeste e 49° 22' 30" a leste, perfazendo uma área com extensão aproximada de 492km². A leste e oeste a área é limitada pelos meridianos que cortam as cidades de Criciúma e Nova Veneza, respectivamente. Ao norte a área é limitada pela cabeceira do Rio Mãe Luzia e a sul pela confluência dos rios Mãe Luzia e Sangão (Figura 1).

Esta área está inserida na Bacia Carbonífera de Santa Catarina, que atualmente compreende uma área de cerca de 2.000 km², formada por um polígono aproximadamente retangular com o lado maior orientado na direção N-S com cerca de 100 km de comprimento, indo desde a cidade de Brusque do Sul, ao norte, até o litoral sul catarinense, ao sul, adentrando na plataforma continental submersa, frente ao Balneário de Rincão. O lado menor, de direção aproximada E-W, apresenta cerca de 20 km (Figura 2).

1.2 Aspectos Sócio-Econômicos

A cidade de Criciúma, localizada nas coordenadas geográficas 28°40'48" latitude sul e 49°22'02" longitude oeste, a uma distância de cerca de 146 km em linha reta da capital Florianópolis (Figura 1), é a mais próspera cidade da região, tendo tido como segmento básico de sua economia, até o início da década de 90, a mineração de carvão. A mineração desenvolveu papel tão preponderante para o desenvolvimento da

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo

cidade, que sua história é confundida com a própria história da mineração de carvão no Estado, sendo conhecida por isso como a “Capital Brasileira do Carvão”.

A partir da eclosão da 2ª Guerra Mundial no final dos anos 30 e início dos 40, a indústria carbonífera de Santa Catarina experimentou grande crescimento tornando-se um dos esteios da economia. Este fenômeno levou o deslocamento dos colonos da agricultura para o trabalho na indústria de extração mineral, fazendo com que Criciúma passasse de uma cidade essencialmente agrícola para a “Capital do Carvão” (IBGE, 1959).

Figura 2 – Mapa de Localização da Bacia Carbonífera do Estado de Santa Catarina.
Modificado DNPM (1994).

1.2.1 População

A área estudada está inserida na mesoregião Sul Catarinense, microregião de Criciúma, que além do município de Criciúma abrange os municípios de

Forquilha, Içara, Lauro Müller, Morro da Fumaça, Nova Veneza, Siderópolis e Urussanga. Esta microregião apresenta uma população de 278.301 habitantes, dos quais 69,39% na área urbana, e densidade demográfica de 75,31 habitantes por km². No período de 1.980 – 1.991 o crescimento populacional foi de 25,96%. Criciúma é o município com maior população (148.162 Habitantes) (IBGE, 1991). A Tabela 1 mostra a distribuição da população por município que compõe a microregião de Criciúma.

Tabela 1 - Distribuição da população nos municípios da microregião de Criciúma (IBGE, 1991)

CIDADE	POPULAÇÃO			DENSIDADE DEMOGRÁFICA (habitantes/km ²)
	TOTAL	URBANA	RURAL	
CRICIÚMA	146.162	132.201	13.961	698,67
FORQUILHINHA	14.058	4.397	9.661	76,61
IÇARA	38.212	27.472	10.740	120,92
LAURO MÜLLER	13.941	9.820	4.121	52,19
NOVA VENEZA	10.358	4.566	5.792	31,81
SIDERÓPOLIS	13.373	8.801	4.572	31,95
URUSSANGA	29.835	19.182	10.653	94,5

1.2.2 Atividades Agropecuárias

A região caracteriza-se pelo predomínio de minifúndios com área máxima de 25 ha. O solo apresenta baixa fertilidade e acentuada acidez, exigindo constantes aplicações de corretivos de solo. Dentre as culturas agrícolas destacam-se a fruticultura (laranja, bergamota, banana e uva), o fumo, o arroz irrigado, e a mandioca. A pecuária é pouco desenvolvida destacando-se a criação de gado misto para corte. Nos últimos anos vem crescendo a produção de aves e suínos para abate.

1.2.3 Atividades Industriais

Embora a produção de carvão tenha decaído para cerca de 25% da produção de 10 anos atrás (vide item 2.6), as atividades de mineração de carvão ainda

ocupam papel importante dentre as atividades industriais da região, tendo sido responsável pela geração de 3.407 empregos diretos no ano de 1.995 (DNPM, 1.996a).

Além desta, destacam-se na região indústrias cerâmicas, de vestuários, de plásticos, de móveis, de abate de aves suínos e metalúrgicas.

1.2.4 Vias de Acesso

A região apresenta ótima infraestrutura viária, sendo todos os municípios servidos por rodovias municipais trafegáveis em qualquer época do ano, e as sedes dos municípios interligadas por rodovias estaduais pavimentadas. Os municípios possuem ligação direta ou indireta com a rodovia BR-101, que se constitui em uma das principais vias rodoviárias do sul do país.

A região é ainda servida pela Estrada de Ferro Dona Tereza Cristina utilizada para o escoamento da produção de carvão.

A área pode também ser acessada por via aérea, já que a cidade de Criciúma dispõe de aeroporto com boas condições de operação para aviões de pequeno e médio porte. Duas empresas aéreas regionais mantêm linhas aéreas regulares ligando Criciúma a São Paulo, Florianópolis e Porto Alegre.

1.3 Aspectos Fisiográficos

1.3.1 Temperatura

A região Carbonífera de Criciúma, segundo a classificação climatológica de Koeppen, se enquadra no clima do grupo "C" – mesotérmico, temperaturas médias do mês mais frio estão abaixo de 18°C e acima de 3°C e neste grupo, ao tipo "f" sem estação seca distinta, não havendo índices pluviométricos inferiores a 60 mm. Quanto à altitude da região, o clima se distingue pelo sub-tipo de verão quente "a" com temperaturas nos meses mais quentes de 28°C.

De acordo com os dados obtidos a partir da Estação Pluviométrica de Urussanga (1.924 – 1.996), as temperaturas médias mais elevadas são registradas nos meses de janeiro e fevereiro (23,0°C) e a média mais baixa é observada no mês de julho (14,1°C).

As temperaturas mais elevadas são registradas nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, enquanto as temperaturas mais baixas são verificadas nos meses de junho, julho e agosto. A temperatura média anual é de 19,1°C e a diferença entre a temperatura média de inverno e verão fica em torno de 10,0°C (Tabela 2).

1.3.2 Umidade Relativa do Ar

A umidade relativa do ar apresenta distribuição uniforme durante os meses do ano com valores médios mínimos de 75,9% para o mês de dezembro e valor médio máximo de 83,6% para o mês de junho. A Tabela 2 apresenta os valores obtidos pela estação de Urussanga.

Tabela 2: Parâmetros físico-climáticos medidos na Bacia Carbonífera de Santa Catarina

MESES	ESTAÇÃO DE URUSSANGA (1924 – 1996)*			ESTAÇÃO DE FORQUILHINHA (1950 – 1970)**	
	ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO MÉDIO MENSAL (mm)	TEMPERATURA MÉDIA MENSAL (°c)	UMIDADE REALATIVA DO AR (%)	ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO MÉDIO MENSAL (mm)	DESCARGAS MÉDIAS MENSAIS RIO MÃE LUZIA (m³/s)
JAN	194,53	23,4	78,6	139,1	17,0
FEV	196,96	23,2	81,1	171,3	33,0
MAR	162,01	22,2	82,5	171,7	26,0
ABR	103,56	19,3	81,8	114,3	17,0
MAI	95,11	16,5	82,3	60,6	9,6
JUN	84,05	14,8	83,6	71,5	7,9
JUL	90,87	14,1	81,6	79,7	8,9
AGO	108,69	15,1	80,3	112,7	10,0
SET	125,27	17,0	79,0	163,6	21,0
OUT	126,28	18,7	78,3	132,9	18,0
NOV	120,39	20,6	76,8	104,4	16,0
DEZ	143,12	22,2	75,9	115,5	13,0
MÉDIA ANUAL	1524,57	19,0	80,2	1437,3	16,0

Fonte: (*) Epagri

(**) Machado et al. (1984)

1.3.3 Pluviometria

A região é coberta por duas estações pluviométricas localizadas nos municípios de Urussanga e Forquilha, cujas disposições obedecem às recomendações da Organização Meteorológica Mundial O.M.M., que estabelece a instalação de um pluviômetro a cada 250km², em terreno plano.

De acordo com os dados obtidos por Ávila (1.992), junto à Estação Meteorológica de Forquilha, verifica-se que o índice pluviométrico anual médio (período 1.946 – 1.990) é de 1.452 mm, sendo o valor médio mínimo de 1.234 mm e o máximo de 1.670 mm.

Os índices pluviométricos mínimos estão relacionados aos meses de maio, junho e julho, tendo-se observado na estação de Forquilha a menor média mensal no período, de 60,6 mm para o mês de maio, enquanto na estação de Urussanga a menor média do período foi de 84,05 mm registrada no mês de junho. A estação de Forquilha registrou valor médio máximo de 171,7 mm para o mês de março, enquanto para a estação de Urussanga esse valor médio máximo foi de 196,96 mm verificado no mês de janeiro (Machado et al., 1984).

O regime pluviométrico da região apresenta duas fases distintas: uma compreendida entre os meses de setembro a março onde as médias mensais são maiores, e outra entre os meses de abril a agosto onde as médias mensais são menores (Tabela 2).

1.3.4 Geomorfologia

A área apresenta-se sob a forma de um vale encaixado entre as escarpas da Serra Geral e as porções menos erodidas dos terrenos paleozóicos.

Intrusões de diabásio, pertencentes à Formação Serra Geral, na Formação Irati sustentam a topografia na porção leste da área, dando origem a uma feição geomorfológica de caráter local, denominada de “Montanhão”.

Nas áreas onde afloram as rochas da Formação Rio Bonito os vales são mais largos e as encostas dos morros são mais suaves. Nos locais de ocorrência das rochas do Grupo Itararé e Passa Dois, são observados degraus mais íngremes.

As cotas topográficas variam entre 50 e 500 metros. Na parte norte da área os terrenos são mais elevados e mais encaixados. Na parte sul os vales são mais abertos e o relevo mais suave.

1.3.5 Solos

De acordo com Machado et al. (1984), estudos realizados pelo NIDECO-UFRGS (1.978) mostraram que 9% dos solos tinham pH acima de 6,0, 30% apresentava pH entre 5,1 e 6,0 e 61% mostrou pH abaixo de 5,0 e a totalidade dos solos apresentava deficiências em fósforo e médios teores em potássio.

De uma maneira geral, os solos apresentam-se com baixos teores de matéria orgânica sendo raro encontrar um perfil completo até a interface com a rocha.

As áreas planas que apresentam condições mais favoráveis para a utilização do solo para fins agrícolas, foram, em grande parte, ocupadas para a disposição de depósitos de rejeitos de mineração de carvão, sofrendo os efeitos desastrosos da percolação de efluentes ácidos gerados pela alteração do material piritoso presente nestes depósitos.

1.3.6 Vegetação

A cobertura vegetal primária da Bacia Carbonífera de Santa Catarina é classificada como Mata Tropical Atlântica, representada pela Floresta Perinifolia Hidrófila Costeira, que recobria as planícies costeiras e as encostas orientais da Serra do Mar e Serra Geral, até altitudes que variavam de 600 a 700 metros acima do nível do mar. Esta floresta era formada por árvores de 30 a 35 metros de altura, com troncos

grossos, copas densas e largas. Com o intenso desenvolvimento experimentado pela mineração e pela agropecuária nos últimos 50 anos, o aspecto original da vegetação sofreu profundas modificações, sendo observados apenas alguns remanescentes da vegetação primária nas regiões de relevo mais acentuado.

De acordo com Ávila (1992), o Departamento Estadual de Geografia e Cartografia enquadra a vegetação da região como de transição entre os grupamentos "Ib" e "Ic" da Mata Tropical Atlântica, transcritos a seguir:

"Ib – matinha nebular dos Aparados da Serra Geral, cujos elementos característicos são casca d'anta, canelinha, jaboticaba do campo e cipó arame;

Ic – zonas caracterizadas por matas situadas nas diversas ramificações da Serra do Geral, apresentando árvores cujos troncos são geralmente tortuosos e relativamente baixos. A composição é bastante complexa, devido à grande variedade dos solos e do micro-clima, predominando canela preta-preta, aguai ou caixeta amarela, guamirim-ferro e a biscoíba".

1.3.7 Hidrologia Superficial

A área objeto do presente trabalho situa-se na sub-bacia do rio Mãe Luzia e seu afluente de margem esquerda rio Sangão, pertencentes à Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá.

Os rios Mãe Luzia e Sangão constituem o principal eixo de escoamento das águas superficiais dentro da área estudada.

A sub-bacia do rio Mãe Luzia drena uma área de 523 km². O rio Mãe Luzia na sua nascente toma um curso aproximado oeste – leste, passando a seguir para um curso preferencial norte – sul, até a sua foz na confluência com rio Araranguá.

Os principais afluentes do rio Mãe Luzia pela margem direita são rios Pio, Manim, Jordão, Dandolo ou Vargem e São Bento, pela margem esquerda são os rios Dória, Ferreira, Morozini, Fiorita e Sangão.

O rio Sangão inicia seu percurso com uma orientação nordeste, posteriormente assume uma direção norte-sul e por fim toma uma orientação sudoeste até sua desembocadura no rio Mãe Luzia. O rio Sangão não possui nenhum afluente de destaque.

Dados relacionados à descarga média mensal do rio Mãe Luzia encontram-se apresentados na Tabela 2.

As atividades de mineração concentram-se ao longo dos rios Mãe Luzia, Sangão e Fiorita.

1.4 Histórico da Ocupação

A existência de carvão na região sul de Santa Catarina é conhecida desde 1.827, quando tropeiros, acampados em uma região conhecida como Barro Branco, perceberam que algumas das pedras que haviam utilizado para a montagem de uma fogueira haviam entrado em combustão e transformaram-se em cinzas. Este fato foi então bastante noticiado e, naquele mesmo ano, foi montada uma associação para exploração de carvão. Essa associação dirigiu proposta ao Governo da Província que a encaminhou ao Poder Legislativo do Império. A câmara dos Deputados mandou o memorial à Comissão de Bosques e Minas, e essa, por ofício de 18 de junho de 1832, pedia informações ao Presidente da Província. Porém, só em maio de 1.833 o pedido chegou ao Governo da Província de Santa Catarina. Nesta época a associação já havia se dissolvido (IBGE, 1959).

Leonardos (1.970 e 1.973) apresenta o histórico da exploração de carvão em Santa Catarina, o qual é resumido a seguir:

Em 1.833, Alexandre Davidson, em pesquisa financiada pela Império, concluiu que o carvão da região era de boa qualidade e adequado para exploração. Em 1.835, a assembléia da província remeteu à Câmara dos Deputados no Rio de Janeiro pedido para iniciar a lavra, não tendo recebido resposta.

Augusto Kersting, em 1.837, fez a requisição de lavra na área, porém desistiu ao analisar a distância da área produtora ao possível ponto de embarque. O transporte encareceria demais o produto.

O francês Guilherme Bouliech, em 1.838, por conta própria, realizou estudos na região e apresentou relatório ao Presidente da Província de Santa Catarina. No ano seguinte, Júlio Parigot, a serviço do Império, realizou investigações sobre o carvão da região. Ainda em 1.839, o governo da Província de Santa Catarina apresentou ao governo Imperial um memorial com os dados obtidos por Bouliech e projeto de organização de empresa para a lavra. Ao mesmo tempo, Júlio Parigot fazia um pedido de concessão de lavra por 30 anos.

O Governo da Província de Santa Catarina foi contrário às pretensão de Parigot, julgando mais justo que tal tipo de concessão fosse dada a Bouliech. A solução dada pelo governo imperial foi não conceder o privilégio a nenhum dos dois pretendentes, resolvendo que a exploração das minas ficaria a cargo do governo da província. Determinou então ao governo Catarinense, em 1.842, que construísse acomodações para mineiros que seriam arregimentados na Europa. Porém, por falta de crédito, a iniciativa foi anulada em 1.843.

Em 1.843, Charles Van Lede, geólogo belga descreve as jazidas de carvão catarinense.

Em 1.853, o engenheiro E. J. C. Valeé, às expensas do Bacharel José Rodrigues Ferreira, realiza novas pesquisas, julgando as jazidas de Tubarão como as mais interessantes, mas salienta as dificuldades de transporte entre as minas e o porto de embarque, além das limitações impostas pela barreira de laguna à entrada de embarcações de grande lotação. Neste mesmo ano José Rodrigues Ferreira requereu aquelas áreas junto ao governo Imperial, tendo seu pedido negado.

Em 1.861 o Visconde de Barbacena comprou do governo da província duas léguas de terras devolutas no lugar denominado Passa Dois e obteve permissão através do decreto 2.737, de 06 de fevereiro de 1.861, para organizar, em dois anos, a lavra do carvão que eventualmente descobrisse nas referidas terras. O Visconde havia comprado justamente a área onde encontravam-se os principais afloramentos de carvão. Para as pesquisas preliminares, Barbacena contratou os engenheiros ingleses Borell e Klap, e o mineiro James Johnson. Essas pesquisas prolongaram-se de 1.861 a 1.863.

Em 1.867, Edward Thornton, no "Relato Sobre a Existência de Grande Campo de Carvão na Província de Santa Catarina", descreve que após abertura de galerias, trincheiras e poços de visita na extensão de 20 km, em nove diferentes níveis, sob arenito quase horizontal, foi possível constatar camadas de carvão de boa qualidade, com espessura variando de 45 cm até mais de 3 metros. Entretanto, Thornton salienta a falta de transporte e sugere a construção de uma estrada de ferro ligando as jazidas até um porto no Rio Tubarão, acessível a embarcações de mais de 600 toneladas.

Em 1.878, o engenheiro Vaughan é incumbido de prosseguir os estudos dos depósitos carboníferos e reconhece duas camadas distintas, as quais denomina por Barro Branco e Bonito.

Através do decreto 6.343 de 20 de dezembro de 1.876, a companhia "The Tubarão Coal Mining Company", organizada pelo Visconde de Barbacena na Inglaterra, foi autorizada a funcionar no Brasil. Entretanto a companhia demorou três anos para conseguir um empréstimo de 30.000 libras para iniciar as atividades de mineração e construir a Estrada de Ferro Dona Tereza Cristina ligando as minas ao porto de Laguna. Com este dinheiro foi possível inicializar a lavra, porém logo o primeiro carregamento deu prejuízo, pois rendeu valor muito abaixo do custo de produção. A lavra foi outorgada pelo decreto 7.930, de 04 de dezembro de 1.880.

Em 1.881, novos estudos sobre a estratigrafia e o valor econômico do carvão catarinense foram conduzidos por Charles Morris.

O Governo provisório da República formou, em 1.890, uma comissão para avaliar a exploração do carvão em Santa Catarina. Esta comissão foi formada por Fábio Ostílio de Moraes Rego, Luiz Felipe de Gonzaga de Campos e João Caldeira de Alvarenga Messede e concluiu que havia insuficiências na área portuária e que a The Tubarão Coal Mining Company não teria tido condições de lucro mesmo com novos empréstimos.

Em 1.904, por ordem de Lauro Müller, então ministro da indústria, viação e obras públicas, foi criada a "Comissão de Estudo das Minas de Carvão de Pedra, a qual trabalhou até 1.906, sendo o relatório apresentado em 1.908 (White, 1.908). A comissão foi liderada pelo engenheiro norte-americano Israel C. White. Foram realizados trabalhos de sondagem, levantamentos de campo, análises de laboratórios e testes tecnológicos com os diversos tipos de carvão encontrados, além de estudo de fósseis. Os principais resultados obtidos foram um quadro da exploração do carvão no sul do Brasil e diversas sugestões para seu aproveitamento, além do estabelecimento da primeira coluna estratigráfica da Bacia do Paraná (Coluna White) e os primeiros resultados sobre estudos sistemáticos dos fósseis encontrados em diversos estratos da Bacia.

Com o início da Primeira Guerra Mundial, houve necessidade do uso do carvão catarinense devido ao bloqueio europeu. Em 1.916, o engenheiro Henrique Lage organizou e modernizou a exploração do carvão na região com a Companhia Nacional de Carvão.

De 1.920 a 1.922, o Professor Domingos Fleury da Rocha, às expensas do governo brasileiro, realizou experiências de coqueificação dos carvões brasileiros em usinas siderúrgicas da Suécia e Inglaterra. Para prosseguir com estes estudos, o Presidente Epitácio Pessoa autorizou o Professor Ernesto Lopes da Fonseca Costa a construir a Estação Experimental de Combustíveis e Minérios, a qual se transformou no Instituto Nacional de Tecnologia.

Em 1.920, Paulo Marcus organizou a "Sociedade Carbonífera Próspera" para explorar, pelo método de lavra subterrânea, o carvão de Criciúma. Depois de

passar por outros controladores, a empresa foi incorporada pela Companhia Siderúrgica Nacional.

Em 1.948, a Companhia Siderúrgica Nacional contrata o engenheiro de minas alemão Willi Mentzing para trabalhar nas minas de carvão de Siderópolis.

De 1.952 a 1.955, o geólogo alemão Hannfrit R. G. Putzer, após fixar-se durante alguns anos em Criciúma, publicou vários trabalhos sobre a estratigrafia e tectônica regional, dando enorme contribuição ao conhecimento sobre as jazidas carboníferas sul-catarinense.

Em 1.954 o engenheiro alemão Carl Wenner Hoevels, um dos grandes expoentes técnicos em mina subterrânea na Europa, visita o Brasil a convite do Conselho Nacional de Minas e Metalurgia, examina as minas de carvão do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, prestando prestimosa colaboração à Comissão do Plano do Carvão Mineral, com recomendações sobre as possibilidades de modernização da mineração subterrânea.

Em 1.955, por recomendações do Dr. Hoevels, a Comissão do Carvão contrata a assistência dos Drs. Carl H. Fritzche e Paul Gotting, os quais estudam o problema da mecanização das minerações de Criciúma. Em 1.957, o Dr. Fritzche volta a Santa Catarina para orientar a Companhia Siderúrgica Nacional na introdução do desmonte pelo sistema "longwall" na Mineração Próspera.

A mineração de carvão no Estado de Santa Catarina desde seu primórdio até a 2ª Guerra Mundial passou por dois ciclos: o primeiro entre 1876 e 1914, marcado pela prática da lavra artesanal e o segundo, iniciado a partir de 1916, marcou o início da moderna mineração de carvão no Estado de Santa Catarina, contando inclusive com a construção da estrada de ferro Dona Tereza Cristina (1920 – 1930) para o transporte do carvão (IBGE, 1959).

No período da 2ª Grande Guerra (1940 – 1945) e no pós-guerra, com a implantação do parque siderúrgico nacional, até o final da década de 50 a indústria carbonífera apresentou grande desenvolvimento produtivo. Os anos 60 foram

marcados por período de estabilidade. Entretanto, a partir da crise do petróleo (1974) houve grande incentivo governamental à produção de carvão para fins energéticos. Neste período que vai até a desregulamentação do setor em 1990, a indústria carbonífera experimentou seu maior desenvolvimento.

1.5 Problemas Ambientais

A mineração em suas diversas fases é, necessariamente, uma atividade impactante, envolvendo a remoção, o transporte e o beneficiamento de grandes volumes de massa mineral, necessitando, portanto, o emprego de técnicas adequadas para minimizar os efeitos comprometedores à manutenção do meio ambiente equilibrado.

A mineração de carvão em Santa Catarina vem se desenvolvendo desde o final do século passado e só a partir do início da década de 80 que as primeiras providências oficiais foram tomadas visando diminuir os impactos ambientais que esta atividade causa.

Ao longo de toda a sua existência a mineração de carvão vem causando sérios problemas ambientais à região. Entretanto, nos anos 70 e 80, impulsionado por uma política de incentivos governamentais e pelos altos preços do petróleo, a produção de carvão foi incrementada, com a implantação de minas de grande porte parcialmente ou totalmente mecanizadas. Os esforços e gastos empregados na modernização das minas visando o aumento da produção não foram aplicados na conquista de técnicas e mecanismos para a disposição adequada de rejeitos e estéril, tratamento de efluentes líquidos da mina e das usinas de beneficiamento, que viessem minimizar os impactos ambientais indesejados.

Com o aumento da produção de carvão ocorreu, em consequência, um significativo incremento na geração de estéril, de rejeitos e de efluentes líquidos das usinas de beneficiamento.

Até poucos anos atrás os rejeitos das usinas de beneficiamento eram depositados a céu aberto sem qualquer critério técnico, em áreas próximas às usinas ou em vales nas suas proximidades, enquanto os efluentes líquidos eram lançados diretamente nas drenagens.

Os depósitos de rejeitos, por serem muito ricos em pirita (FeS_2), a qual quando exposta à ação do oxigênio do ar e da água gera, como consequência, uma solução ácida que ao alcançar os rios acabam por provocar a acidificação de suas águas, tornando-as impróprias para utilização em abastecimento público, irrigação de culturas agrícolas, indústria, lazer e pesca. Em condições de pH baixo (abaixo de 3) os metais pesados, alguns deles cancerígenos e teratogênicos, tornam-se solúveis, colocando em risco a saúde da população que se utiliza desta água.

Segundo Usui e Maeyama (1993) cerca de 66% dos recursos hídricos superficiais da região já foram comprometidos, encontrando-se praticamente “mortos” devido aos processos de assoreamento e acidificação de suas águas.

Neste contexto encontram-se os rios Mãe Luzia e Sangão que apresentam índices de pH variando de 2 a 3. O comprometimento da qualidade da água do rio Mãe Luzia levou a cidade de Criciúma a mudar, com limitações, a captação de água para abastecimento público para o rio São Bento.

Embora a acidificação dos rios seja o mais grave problema ambiental decorrente da mineração, outros impactos, também graves, são verificados, como: paisagístico, subsidência, rebaixamento do lençol freático, assoreamento das drenagens, combustão espontânea e doenças profissionais.

A gravidade do problema ambiental causado pela mineração de carvão em suas diversas fases foi reconhecida pelo Governo Federal que, através do Decreto Presidencial 85.206 de 25 de junho de 1.980, enquadrou o sul do Estado de Santa Catarina como a 14ª Área Crítica Nacional, para fins de Controle de Poluição e Conservação da Qualidade Ambiental.

1.6 Objetivos

O presente trabalho objetiva os seguintes aspectos:

-apresentar um histórico da exploração de carvão mineral na região sul de Santa Catarina, particularmente a região de Criciúma;

-efetuar levantamento da legislação pertinente à exploração de carvão mineral;

-efetuar controle multitemporal da qualidade da água de superfície na região;

-avaliar a relação entre o progresso da legislação, a aplicação de medidas mitigadoras pelas minerações e o impacto na qualidade da água de superfície.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Geologia Regional

As camadas de carvão atualmente exploradas na Bacia Carbonífera de Santa Catarina pertencem ao intervalo portador de carvão da Formação Rio Bonito a qual constitui parte do registro sedimentar da Bacia do Paraná.

A Bacia do Paraná é uma das grandes bacias intracratônicas sul-americanas, inserida no contexto das áreas de sedimentação cratônica do antigo continente gondwânico.

A Bacia do Paraná situa-se na porção centro-sul do continente sul-americano (Figura 3), ocupando uma área de 1.700.000 km² estendendo-se pelo Brasil (1.100.000 km²), Argentina (400.000 km²), Paraguai (100.000 km²) e Uruguai (100.000 km²). No território brasileiro a bacia apresenta forma elíptica, com eixo maior NE-SW com 1.250 km de comprimento e eixo menor de 900 km.

As rochas que preenchem a bacia formam um registro de aproximadamente 8.000 m de espessura com idades que variam de Neo-ordovicianas a Neocretáceas. Este intervalo pode ser dividido, segundo Milani et al. (1994), em seis megassequências limitadas por expressivas discordâncias regionais: Ordovício-Siluriana, Devoniana, Carbonífera-Eocretássica, Neocretássica, Jurássica-Eocretácea e Neocretácea (Figura 4).

A sequência gondwânica aflora na borda leste da Bacia do Paraná no Estado de Santa Catarina na forma de uma faixa estreita entre afloramentos do embasamento a leste e a sequência de derrames basálticos que sustentam o planalto no oeste do estado (Figura 5). Nesta região ocorrem registros sedimentar-magmático correspondentes às sequências Carbonífera-Eotriássica (Grupo Itararé, Grupo Guatá, Grupo Passa Dois e Formação Rio do Rasto), Neotriássico (Formação Pirambóia), Jurássica-Eocretácea (Grupo São Bento).

Figura 3 — Mapa de localização da Bacia do Paraná.

Extraído de Northfleet et al., 1969.

Figura 4 – Carta estratigráfica da Bacia do Paraná. Segundo Milani et al. (1994).

Figura 5 – Mapa de localização dos depósitos de carvão no Estado de Santa Catarina. Modificado de Lenz e Ramos (1985).

A seguir descreve-se as unidades litoestratigráficas aflorantes na borda leste da Bacia do Paraná no Estado de Santa Catarina conforme as proposições de Schneider et al. (1974) (Figura 6) e Milani et al. (1994) (Figura 4).

2.1.1 Complexo Metamórfico-Migmatítico

Nesta suite são englobadas rochas migmáticas, graníticas e gnáissicas.

Segundo Machado et al. (1984), as rochas graníticas são equigranulares, de granulação média e grosseira, leucocráticas, de coloração rósea a cinza, constituídas por feldspato alcalino, quartzo e subordinadamente biotita, sendo classificadas ao microscópio como ortoclásio-biotita-granitos, que apresentam como acessório comum a fluorita.

CRONOS.		L I T O E S T R A T I G R A F I A									
TER. QUA.		PARANÁ/S. CATARINA				SÃO PAULO		GO - MT		R.G.DO SUL	
JURO - CRETÁCEO		FM. BAURU				FM. BAURU		FM. BAURU			
TRI.		FM. CAIUÁ				FM. CAIUÁ		FM. CAIUÁ			
		FM. S. GERAL				FM. S.GERAL		FM. S.GERAL		FM. S.GERAL	
		FM. BOTUCATU				FM. BOTUCATU		FM. BOTUCATU		FM. BOTUCATU	
		FM. PIRAMBOIA				FM. PIRAMBOIA		FM. PIRAMBOIA		MB.S.MARIA FM. ROS. DO SUL	
		FM. R.DO RASTO				FM. CORUMBATAÍ		FM. CORUMBATAÍ		FM. RIO DO RASTO	
		FM. TERESINA				FM. CORUMBATAÍ		FM. CORUMBATAÍ		FM. TERESINA	
		FM. SERRA ALTA				FM. IRATI		FM. IRATI		FM. SERRA ALTA	
		FM. IRATI				FM. IRATI		FM. IRATI		FM. IRATI	
		FM. PALERMO				FM. PALERMO		FM. PALERMO		FM. PALERMO	
		FM. RIO BONITO				FM. R. BON.		FM. PARAGUAÇU		FM. R. BONITO	
		FM. RIO DO SUL				GRUPO ITARARE		FM. AQUIDAUANA		FM. RIO DO SUL	
		FM. CAMPO DO TENENTE									
		FM. PONTA GROSSA				FM. PONTA GROSSA		FM. PONTA GROSSA			
		FM. FURNAS				FM. FURNAS		FM. FURNAS			

Figura 6 – Coluna estratigráfica da Bacia do Paraná.

Extraída de Schneider et al. (1974).

2.1.2 Grupo Itararé

Schneider et al. (1974), propuseram a divisão desta unidade em 4 formações: Campo do Tenente, Aquidauana, Mafra e Rio do Sul. França e Potter (1988) propuseram a divisão do Grupo Itararé nas formações Lagoa Azul, Campo Mourão, Taciba e Aquidauana. O termo Formação Lagoa Azul foi proposto para os arenitos acinzentados, siltitos e lamitos seixosos que compõem a seção basal do Grupo Itararé em São Paulo, Paraná e Sul do Mato Grosso do Sul. A Formação Campo Mourão equivale às formações Mafra e Campo do Tenente de Schneider et al. (1974). Milani et al. (1994) adotaram a proposição de França e Potter (1988), mantendo, porém, a denominação Campo do Tenente, na categoria de Membro, para os pelitos vermelhos ocorrentes na base desta unidade.

2.1.2.1 Formação Campo Mourão

Esta unidade é caracterizada por uma seqüência sedimentar constituída predominantemente por arenitos esbranquiçados, amarelos e vermelhos, de granulometria variada, ocorrendo desde arenitos finos, bem selecionados, com estratificação plano-paralela até arenitos médios e grosseiros com estratificação cruzada acanalada e estrutura de corte e preenchimento. Secundariamente, encontram-se diamictitos, conglomerados, ritimitos e argilitos várvidos.

No estado do Rio Grande do Sul e sudeste de Santa Catarina assenta-se discordantemente sobre o Embasamento.

No Estado de Santa Catarina e norte do Paraná a Formação Campo Mourão foi posicionada por França e Potter (1988) no Estephaniano Superior.

2.1.2.1.1 Membro Campo do Tenente

Esta unidade é caracterizada por argilitos castanho-avermelhado, apresentando laminação plano-paralela. Secundariamente, ocorrem ritmitos e diamictitos de matriz arenosa. Localmente, na parte basal ocorrem arenitos amarelados, finos e médios, mal selecionados, com estratificação plano-paralela e cruzada acanalada. Estrias glaciais são observadas nesses arenitos.

O membro Campo do Tenente assenta discordantemente sobre rochas do Grupo Paraná e do embasamento. O contato superior é do tipo discordante erosivo.

Tommasi e Roncarati, 1970¹ (in Schneider et al., 1974) atestaram influência glacial direta nos depósitos desta unidade, baseados na associação de diamictitos, partículas e pavimentos estriados. À porção essencialmente argilosa, atribui-se origem lacustre em ambiente altamente oxidante.

2.1.2.2 Formação Taciba

França e Potter (1988), propuseram este termo para a seqüência superior do Grupo Itararé, subdividindo-a nos membros Rio Segredo, Chapéu do Sol e Rio do Sul.

Esta unidade recobre todas unidades subjacentes do Grupo Itararé e até extrapola as áreas de ocorrências das mesmas, uma vez que em direção ao arco de Rio Grande assenta diretamente sobre as rochas do embasamento cristalino. O contato superior com a Formação Rio Bonito é concordante, exceto no nordeste do Paraná e São Paulo, onde é discordante (Schneider et al., 1974; Gama Jr., 1982; Fulfaro, 1984). Na porção sul da Bacia do Paraná, constitui-se de folhelho com intercalações arenosas (Membro Rio do Sul) e nas porções central e norte, constitui-se de diamictitos (Membro Chapéu do Sol) Milani et al. (1994).

(¹) TOMASI, E. e RONCARATI, H. 1970. Geologia de Semi-detelhe do nordeste de Santa Catarina e sudeste do Paraná. PETROBRÁS/DESUL. Rel. Interno. 41p.

2.1.2.2.1 Membro Chapéu do Sol

França e Potter (1988) usaram a denominação Membro Chapéu do Sol para designar a parte mais superior do Grupo Itararé que ocorre no Estado de São Paulo, na parte oeste dos estados do Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e parte do Estado do Mato Grosso do Sul.

Se afina em direção ao norte da bacia, estando ausente nos estados de Goiás, Mato Grosso e Norte do Mato Grosso do Sul.

É composto essencialmente por lamito seixoso e raros corpos arenosos. O lamito seixoso grada para folhelho cinza-escuro, várvido, contendo seixos de granito. O contato superior com arenitos da Formação Rio Bonito é abrupto indicando uma discordância erosiva.

Com base em estudos palinológicos França e Potter (1988) posicionaram o Membro Chapéu do Sol no Permiano (Artinskiano Superior a Kunguriano)

2.1.2.2 2 Membro Rio Segredo

França e Potter (1988) propuseram o termo Membro do Rio Segredo para o intervalo arenoso que ocorre sotoposto à seqüência maciça de lamito seixoso (diamictitos) na parte superior do Grupo Itararé.

A litologia predominante nesta unidade são arenitos cinza, maciços, de granulometria grosseira a média, localmente intercalados com siltito bioturbado. Arenitos finos e muito finos com laminação cruzada, laminação cavalgante e microfalhas também ocorrem. Apresenta-se distribuído em praticamente toda bacia.

2.1.2.2.3 Membro Rio do Sul

França e Potter (1988) propuseram a mudança de categoria de Formação Rio do Sul para Membro Rio do Sul, por terem observado interdigitação entre as rochas desta unidade com os folhelhos do Membro Chapéu do Sol.

O Membro Rio do Sul na sua parte basal constitui-se de folhelhos e argilitos cinza escuro, localmente com aspecto várvido. Enquanto na sua parte superior é constituída de argilitos, folhelhos várvicoss, ritmitos, arenitos finos e diamictitos.

Nos sedimentos argilosos ocorrem laminação plano-paralela e rítmicas. Nas camadas silto-arenosas são comuns acamamento gradacional, laminação convoluta, plano-paralela e cruzada. Nos arenitos predominam estruturas do tipo laminação cruzada, estruturas de escorregamento e estratificação irregular.

O contato inferior com a Formação Campo Mourão ocorre de forma concordante, enquanto o contato superior com a Formação Rio Bonito, sobretudo em Santa Catarina, é concordante.

Os depósitos sedimentares deste membro são essencialmente marinhos. Datações realizadas a partir de estudos palinológicos indicaram idade Permiano-Kunguriano (Shneider et al., 1974).

2.1.3 Grupo Guatá

Esta unidade constitui-se de arenitos finos cinza esbranquiçado com intercalações de camadas de carvão e folhelhos carbonosos (Formação Rio Bonito) e de siltitos cinza e cinzas esverdeados (Formação Palermo).

2.1.3.1 Formação Rio Bonito

Esta seqüência constitui-se de uma seção arenosa basal; uma média essencialmente argilosa, e uma superior, areno-argilosa, contendo os principais leitos de carvão explorados na Bacia do Paraná.

Schneider et al. (1974) propôs, para o flanco leste da bacia, a subdivisão desta formação em três unidades: Membros Triunfo, Paraguaçu e Siderópolis.

2.1.3.1.1 Membro Triunfo

Consiste de arenitos cinza-esbranquiçado, finos e médios, localmente grosseiros, regularmente selecionados e grãos subarredondados. Subordinadamente ocorrem arenitos muito finos, siltitos, argilitos, folhelhos carbonosos, além de leitos de carvão e conglomerados.

As principais estruturas sedimentares presentes nesta unidade são estratificações cruzada, planar e acanalada.

Os contatos inferior e superior, respectivamente, com a formação Rio do Sul e Membro Paraguaçu, são concordantes.

2.1.3.1.2 Membro Paraguaçu

Este termo designa uma seqüência de siltitos e folhelhos de coloração cinza e cinza-esverdeada, intercalados com arenitos finos e rochas carboníferas.

Nos siltitos e folhelhos a estrutura sedimentar predominante é do tipo laminação paralela, enquanto nos corpos arenosos são encontrados laminação ondeada e cruzada.

Os contatos inferior com o Membro Triunfo, e o superior com o Membro Siderópolis, se dão de forma concordante.

2.1.3.1.3 Membro Siderópolis

Este Membro constitui-se essencialmente de arenitos finos a muito finos, localmente grosseiros, de coloração cinza-esbranquiçada, intercalados com camadas de siltitos de coloração cinza a cinza escuro, siltitos carbonosos de coloração cinza escuro e carvão.

As estruturas sedimentares predominantes são do tipo laminação plano-paralela e ondulada, associadas por vezes com estratificação cruzada de pequeno porte.

Os contatos inferior com o Membro Paraguaçu e superior com a Formação Palermo são concordantes.

2.1.3.2 Formação Palermo

Consiste predominantemente de siltitos e siltitos arenosos de coloração cinza e cinza esverdeada. Localmente ocorrem arenitos finos. Estes sedimentos apresentam-se geralmente bioturbados, resultando na quase completa destruição de suas estruturas sedimentares. As estruturas preservadas são caracterizadas por laminações cruzadas de pequeno porte. O contato superior com a Formação Irati é concordante.

2.1.4 Grupo Passa Dois

Mendes (1967) usou o termo Passa Dois para designar, como grupo, o pacote de rochas sedimentares compreendido pelas formações Irati, Serra Alta, Teresina, Rio do Rasto, Corumbatai, Pirambóia e Rosário do Sul.

2.1.4.1 Formação Irati

A Formação Irati consiste, em folhelhos e argilitos cinza escuro, folhelhos cinza escuro pirobetuminosos e calcáreos associados. O nome Irati foi utilizado pela primeira vez por White(1.908) para designar os folhelhos com restos de réptil *Mesosaurus brasiliensis* que afloram na cidade homônima no Estado do Paraná.

A Formação Irati apresenta distribuição generalizada por toda bacia, sendo seu topo considerado por Gama Jr. et al. (1982), o único horizonte da Bacia do Paraná com significância estrutural, pela sua distribuição e contemporaneidade através de toda bacia.

Esta formação é dividida em dois membros. O Membro Taquaral, constituído por uma seqüência basal de folhelhos e siltitos e o Membro Assistência representado por folhelhos pretos pirobetuminosos e calcários associados.

2.1.4.1.1 Membro Taquaral

Barbosa e Almeida¹ (1948, in Schneider et al., 1974), foi quem primeiramente usou esta designação para a seqüência de argilitos, folhelhos cinza escuro a cinza claro e siltitos cinza situados na base da Formação Irati.

Esta unidade estratigráfica apresenta distribuição generalizada por toda a bacia, sendo que a única estrutura sedimentar observada é a estratificação laminar paralela. A litologia e a estratificação sedimentar laminar paralela indicam ambiente deposicional marinho de águas calmas (Schneider et al., 1974).

Os contatos inferior com a Formação Palermo e o superior com o Membro Assistência são concordantes.

(¹)BARBOSA, O. e ALMEIDA, F.F.M. 1948. Nota sobre a estratigrafia da Série Tubarão no Estado de São Paulo. Anais da Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro, 21(1) : 65-8.

Daemon e Quadros (1970) a partir de estudos palinológicos, situaram esta unidade no Permiano Superior (Kazaniano).

2.1.4.1.2 Membro Assistência

Esta unidade foi denominada por Barbosa e Gomes (1958), para designar a seqüência de folhelhos cinza escuro, folhelhos pretos pirobetuminosos associados a calcários, por vezes dolomíticos, situada na parte superior da Formação Irati.

Nos leitos pirobetuminosos a estrutura predominante é a laminação paralela, enquanto nos leitos carbonáticos ocorrem marcas ondulares, laminação cruzada e convoluta, oolitos, brechas intraformacionais e laminação algálica.

Esta unidade apresenta-se amplamente distribuída por toda bacia. Os contatos inferior com o Membro Taquaral e o superior com as formações Serra Alta e Corumbataí são concordantes.

As características litológicas e sedimentares sugerem deposição em ambiente marinho de águas rasas (Schneider et al., 1974).

Mesosaurus brasiliensis e *Stereosternum tumidum* são os fósseis mais característicos.

2.1.4.2 Formação Serra Alta

Gordon Jr. (1947), usou o termo Serra Alta para designar uma seqüência de argilitos, folhelhos e siltitos cinza escuro a pretos, lentes e concreções calcíferas, sobrejacentes à Formação Irati, indicando como seção tipo as exposições que ocorrem entre os km 45,3 e 52,8 da Rodovia Rio Sul - Ponte Alta (SC).

Localmente, é observada laminação paralela, sendo esta a única estrutura presente.

Esta unidade distribui-se desde o Rio Grande do Sul até o Paraná, formando contatos com as formações Irati, subjacente e Teresina, sobrejacente, do tipo concordante.

A litologia sugere um ambiente deposicional marinho de águas calmas, situado abaixo das ações das ondas (Schneider et al., 1974).

O conteúdo fossilífero resume-se a restos de peixes, pelecípodos, conchostráceos e palinomorfos.

2.1.4.3 Formação Teresina

Esta unidade caracteriza-se pelas alternâncias de argilitos e folhelhos com siltitos e arenitos muito finos cinza claros. Na parte basal, ocorre camada de folhelhos cinza escuro intercalado. Na parte superior calcários e leitos de coquina. Camadas de arenitos finos e muito finos aparecem localmente.

Esta formação apresenta como estrutura característica a lamina flaser, e secundariamente ocorrem estruturas como: laminação ondeada, microlaminação cruzada, fendas de ressecamento, marcas ondulares e diques de arenitos.

A distribuição vai desde o Rio Grande do Sul até o Paraná, formando contatos concordantes com as Formações Serra Alta, subjacente, e Rio do Rasto, sobrejacente.

A litologia indica a transição de um ambiente marinho mais profundo, para um ambiente mais raso e agitado, dominado por marés.

Segundo Daemon e Quadros (1970) o conteúdo fossilífero desta unidade constitui-se de lamelibrânquios, restos de peixes e palinomorfos. Estudos palinológicos indicaram idade Permiano Superior (Kazaniano).

2.1.4.4 Formação Rio do Rasto

A Formação Rio do Rasto constitui-se essencialmente de sedimentos clásticos de cores variegadas.

Conforme proposição de Gordon Jr. (1947), esta unidade é subdividida nos membros Serrinha (inferior) e Morro Pelado (superior).

2.1.4.4.1 Membro Serrinha

Esta unidade compreende os siltitos esverdeados a arroxeados com intercalações de argilitos, arenitos finos e níveis carbonáticos, por vezes oolíticos.

Os siltitos e argilitos apresentam como estruturas características esfoliações esferoidais, laminações paralelas e onduladas. As camadas silto-argilosas apresentam laminação paralela, ondeada e flaser. Nos níveis carbonáticos ocorrem oólitos e estruturas estromatolíticas.

Os contatos sobrejacente e subjacente são transicionais.

2.1.4.4.2 Membro Morro Pelado

Esta unidade constitui-se de uma seqüência de argilitos e siltitos vermelhos com intercalações de corpos lenticulares de arenitos finos.

As estruturas sedimentares mais comumente observadas são estratificação cruzada acanalada e plano-paralela.

O contato superior deste membro com a Formação Botucatu é feito por discordância erosiva.

2.1.5 Formação Pirambóia

Esta unidade constitui-se de arenitos esbranquiçados, amarelados, avermelhados médios e muito finos, siltoargilosos, grãos polidos, subangulares e subarredondados, com intercalações de finas camadas de argilitos e siltitos. Localmente, ocorrem arenitos conglomeráticos com seixos de argila e, na porção basal de formação, uma camada areno-argilosa, fina, com seixos angulares de sílex.

As estruturas sedimentares mais comuns são a estratificação cruzada, planar e acanalada, e estratificação plano-paralela nas porções siltico-argilosa.

O contato inferior com as formações Corumbataí e Rio do Rasto é discordante, enquanto o contato superior com a Formação Botucatu é concordante.

As características litológicas e sedimentares indicam origem continental fluvial.

A Formação Pirambóia apresenta como conteúdo fossilífero ostracodes, conchostráceos e restos vegetais.

2.1.6 Grupo São Bento

2.1.6.1 Formação Botucatu

A Formação Botucatu constitui-se de arenitos de coloração rósea a avermelhados, finos a médios, friáveis, com grãos foscos e normalmente bem arredondados. Na parte basal ocorrem níveis localizados de arenitos argilosos mal selecionados.

As estruturas sedimentares mais comumente observadas nesta formação são do tipo estratificação cruzada tangencial em grandes cunhas, estratificação plano-paralela e cruzada acanalada.

O contato superior com a Formação Serra Geral é discordante.

A litologia, morfologia dos grãos e estruturas sedimentares características desta formação indicam deposição eólica em ambiente desértico.

2.1.6.2 Formação Serra Geral

A formação Serra Geral é constituída por basaltos toleíticos, de textura afanítica e coloração cinza e negra. No topo da seqüência as lavas apresentam-se amigdaloidais, enquanto na parte intermediária ocorre grande desenvolvimento de juntas verticais e horizontais.

Na parte basal da seqüência ocorrem intercalações de arenitos finos, a médios, associados à formação Botucatu.

As rochas que compõem esta Formação resultaram de um intenso vulcanismo de fissuras.

2.1.7 Sedimentos Quaternários

Sedimentos quaternários do tipo aluvionares estão presentes nos leitos e faixas marginais das principais drenagens da região, onde se destacam os rios Mãe Luzia, Sangão e São Bento.

As planícies aluvionares da região caracterizam-se por uma sedimentação areno-argilosa depositada pelos rios nas planícies de inundação e por bancos de areias e cascalhos presentes nos leitos ativos.

2.2 Geologia Local

A geologia da área foi baseada no mapa geológico, escala 1:50.000, elaborado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) em 1.986, para a execução do Projeto Borda Leste da Bacia do Paraná (DNPM, 1986), em resultados de furos de sondagem executados pela CPRM e empresas mineradoras, além de trabalhos executados pelo convênio DNPM/CPRM, como o de Fabricio et al. (1981).

2.2.1 Grupo Itararé

2.2.1.1 Formação Taciba

2.2.1.1.1 Membro Rio do Sul

As litologias do Membro Rio do Sul apresentam ocorrência restrita a dois locais da área. A leste da cidade de Siderópolis ocorre como sedimentos grosseiros, constituídos por grãos angulares e subangulares de feldspato e quartzo, envoltos por uma matriz siltico-arenosa de coloração cinza esverdeada. No centro leste da área, esta unidade é constituída por folhelhos e argilitos de coloração amarelada.

Na área de pesquisa os sedimentos do Membro Rio do Sul assentam diretamente sobre as rochas do embasamento.

2.2.2 Grupo Guatá

2.2.2.1 Formação Rio Bonito

As rochas pertencentes a esta unidade apresentam-se amplamente distribuídas pela área estudada. A elas encontram-se associados os principais intervalos portadores de carvão nos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Segundo Lenz e Ramos (1985), na região estudada, esta unidade ocorre sob a forma de um pacote com 150 metros de espessura.

Schneider et al. (1974) propôs, para o flanco leste da Bacia do Paraná, a divisão formal da Formação Rio Bonito em três membros: Triunfo (inferior), Paraguaçu (médio) e Siderópolis (superior).

2.2.2.1.1 Membro Triunfo

Este membro apresenta espessura entre 14 e 54 m. Alcançando espessura máxima nas proximidades de Siderópolis, enquanto em direção a NE e NW da área é observado um progressivo adelgaçamento. Esta unidade, segundo Lenz e Ramos (1985), representa o 1º Ciclo progradacional da Formação Rio Bonito, composto de vários ciclos fluviais.

As litologias predominantes são arenitos de granulometria média a fina e coloração cinza esbranquiçados e esbranquiçados. Subordinadamente ocorrem siltitos e arenitos grosseiros. Os arenitos apresentam-se sob a forma de camadas maciças ou estratificações paralelas e cruzadas evidenciadas por lâminas de siltito preto e muito micáceo. Os arenitos finos são essencialmente quartzosos, enquanto os arenitos mais grosseiros são quartzo-feldspáticos a arcoseanos.

O Membro Triunfo apresenta, com grande regularidade, até 03 níveis carbonosos, preferencialmente associados às partes superiores dos ciclos fluviais, com espessuras variando de 0,4 a 0,5 metro de carvão, localmente, em calhas estreitas, alcançando espessuras maiores, entre 1 e 2 metros. Embora apresentem grande distribuição por todo flanco leste da Bacia do Paraná, sua importância econômica está restrita aos estados do Paraná e São Paulo, onde a seqüência principal não ocorre (Lenz e Ramos, 1985).

O Membro Triunfo assenta-se de forma concordante sobre o membro Rio do Sul ou diretamente sobre as rochas do embasamento.

2.2.2.1.2 Membro Paraguaçu

O Membro Paraguaçu consiste predominantemente por siltitos cinza a cinza escuro, intercalados com arenitos finos a muito finos. Os siltitos apresentam-se de forma maciça ou com laminações paralelas ou subparalelas. Os arenitos são quartzo-feldspáticos. Secundariamente ocorrem camadas de argilas, folhelhos e calcários. Camadas de carvão ocorrem no topo desta unidade.

O Membro Paraguaçu recobre de forma concordante o Membro Triunfo.

2.2.2.1.3 Membro Siderópolis

O Membro Siderópolis é composto por camadas de arenitos finos a muito finos de coloração cinza escuro, intercalados com estratos de argilitos e folhelhos argilosos, e localmente com camadas de carvão. Segundo Lenz e Ramos (1985) o Membro Siderópolis representa o 2º ciclo progradacional da Formação Rio Bonito, depositado num ambiente de planície costeira calma, resultando numa elevada continuidade lateral dos estratos. Este membro apresenta espessura em torno de 60 a 70 metros, maior que os membros que constituem os inferior e médio da Formação Rio Bonito.

Na Bacia Carbonífera de Santa Catarina ocorrem 12 camadas de carvão, das quais duas, denominadas C e D, ocorrem no limite entre os membros Triunfo e Paraguaçu, enquanto as dez restantes ocorrem no Membro Siderópolis e topo do Membro Paraguaçu. Apenas as camadas Barro Branco, Irapuá e Bonito, apresentam valor econômico (Figura 7).

Lenz e Ramos (1985) agruparam essas camadas em três ciclos deposicionais (Figura 7):

-1º Ciclo, Camadas Pré-Bonito e Bonito, representam o avanço do ambiente deltaico, no decorrer da regressão marinha;

Figura 7 – Camadas de carvão da Formação Rio Bonito no sul do Estado de Santa Catarina. Segundo Lenz e Ramos (1985)

-2º Ciclo, Camadas Ponte Alta, A e B, no auge da regressão marinha, apresentam pouca espessura e extensão limitada ao litoral sul-catarinense;

-3º Ciclo, no final da fase regressiva e início da transgressão Palermo, é constituído pelas Camadas Irapuá, Barro Branco e Treviso.

Dentre as camadas apresentadas na Figura 7, merecem destaque, por apresentarem maior viabilidade de lavra, as camadas denominadas informalmente de Barro Branco, Irapuá e Bonito.

Camada Barro Branco

Esta camada vem sendo lavrada quase que exclusivamente no estado de Santa Catarina. Ocorre numa área de cerca de 1.000 km², estendendo-se por praticamente toda bacia carbonífera, com grande continuidade. A camada total contém em média entre 0,5 e 1 m de carvão, localmente superando 1,5 metro. A espessura média dessa camada nas minas é de 1,54 m (camada total) e 0,76 m (camada de carvão) (Lenz e Ramos, 1985).

A Camada Barro Branco distingui-se por uma separação nítida em dois leitos de carvão, o Banco, na base e o Forro, no topo, separados pelo siltito Barro Branco, por um fino leito de carvão chamado Coringa, e por um pacote de folhelhos argilosos com isoladas lentes de carvão denominado de Quadração (Figura 8).

Camada Bonito

A Camada Bonito embora apresente maior possança que a Camada Barro Branco, devido à sua baixa qualidade (menor poder calorífico), não apresenta o mesmo interesse econômico que a camada do topo.

Figura 8 – Perfil esquemático da camada Barro Branco na Bacia Carbonífera de Santa Catarina. Segundo Fabrício (1973).

Esta camada é composta por dois níveis carbonosos (inferior e superior), constituídos por uma intercalação de inúmeras lâminas de carvão com folhelhos carbonosos, separados pelo arenito Bonito que em algumas calhas atinge espessura de até 15 metros. A Camada Bonito Inferior constitui o estrato principal de carvão.

A Camada Bonito apresenta-se amplamente distribuída, ocorrendo desde o rio Oratório, ao norte da cidade de Lauro Müller, até o litoral sul catarinense, estendendo-se até a plataforma submarina.

A distância vertical que separa a Camada Bonito da Barro Branco é de 23 a 46 metros no litoral sul e 51 a 74 metros no norte da bacia. A distribuição regional e a composição como camada são bem irregulares quando comparada com a Camada Barro Branco.

De acordo com Lenz e Ramos (1985) a Camada Bonito ocorre em 4 calhas principais, de direção NE/SW, de norte a sul da bacia:

- calha Lauro Müller - Treviso, com até 3 m de carvão;
- calha Rio América, com até 1,2 m de carvão;
- calha Içara, com até 1,2 m de carvão;
- calha Rio dos Portos - Litoral, com até 2,2 metros de carvão.

A espessura elevada na calha Rio dos Portos - Litoral, deve-se ao fato do arenito Bonito naquele local apresentar-se de forma muito reduzida, enquanto que a camada Bonito Superior, que normalmente ocorre com espessura reduzida, nesta apresenta espessura de até 1,1 metro de carvão.

Camada Irapuá

Esta camada constitui-se normalmente, por carvão preto com algumas lâminas brilhantes, intercaladas por siltitos e folhelhos pretos. Situa-se em média 9 metros abaixo da camada Barro Branco, apresentando, por isso, comportamento estrutural parecido com aquela. Apresenta área de ocorrência bastante restrita, passando lateralmente da camada de carvão para siltitos e folhelhos escuros, ricos em fósseis, com níveis finos de carvão. Seus depósitos ocorrem de forma alongados e curvos em forma de ferradura, sugerindo deposição em paleocanais. Sua espessura média é de 1,90 metro, com cerca de 1,3 metro de carvão na camada (soma dos diversos leitos de carvão existentes na camada total) (Fabrício et al., 1981).

A Fig. 9 mostra uma comparação entre as principais camadas de carvão da Formação Rio Bonito.

2.2.2.2 Formação Palermo

As litologias da Formação Palermo constituem-se de siltitos arenosos, siltitos e folhelhos de coloração cinza a cinza escuro, moderadamente consistentes, com intercalações e interlaminações de arenitos muito finos de coloração esbranquiçada.

As estruturas observadas com mais frequência são as laminações plano-paralelas, onduladas, cruzadas-acanaladas de pequeno porte e localmente convolutas, além de estruturas de bioturbação.

O contato inferior com a Formação Rio Bonito e o superior com a Formação Irati é do tipo transicional.

Figura 9 – Perfil esquemático da Formação Rio Bonito no sul do Estado de Santa Catarina. Modificado de Lenz e Ramos (1985).

2.2.3 Grupo Passa Dois

2.2.3.1 Formação Irati

Esta formação aflora nos contatos com os sills de diabásio, bordejando os mesmos. Na porção NW da área ocorre em contato com as formações Rio Bonito e Palermo através de uma falha de direção NE.

A litologia é constituída por folhelhos e argilitos de cor cinza escura, por vezes amarelada devido ao processo de alteração. A presença de pirita é comum em todas as camadas.

2.2.3.2 Formação Serra Alta

Esta unidade apresenta ocorrência restrita na área, sendo observada apenas em pequenos afloramentos nos topos dos sills de diabásio.

A litologia da Formação Serra Alta consiste de argilitos, folhelhos e siltitos de coloração cinza escura, com fratura conchoidal e estruturas sedimentares do tipo laminação paralela.

2.2.4 Grupo São Bento

2.2.4.1 Formação Serra Geral

As rochas da Formação Serra Geral apresentam-se distribuídas por diversos locais na área de estudo, consistindo de intrusões de diabásios, na forma de sills, formando feições topográficas denominadas localmente de "Montanhão".

O diabásio apresenta textura afanítica, estrutura maciça e coloração variando de cinza escura a negra. Apresenta-se freqüentemente fraturado, às vezes com preenchimento carbonático.

Os sills de maior possança são os de Boa Vista (Montanhão) e de Nova Veneza (Morro da Miséria), ambos foram intrusionados no contato das formações Palermo e Irati.

2.2.5 Sedimentos Quaternários

Constituem-se de sedimentos detríticos inconsolidados, areno-argilosos, localmente com a presença de seixos, presentes ao longo dos principais cursos de drenagens.

2.3 Mineração e Beneficiamento do Carvão

2.3.1. Evolução dos Métodos de Mineração

A mineração de carvão no Estado de Santa Catarina, quer por questões técnico-econômica, quer pelas condições geológicas das jazidas (jazidas subaflorantes, baixas profundidades) iniciaram-se pelo método de lavra a céu aberto, entretanto, com a exaustão destes jazimentos e a conquista de novas tecnologias, além dos problemas ambientais gerados por esse tipo de lavra e a alta relação estéril/minério, fez com que se adotasse o método de lavra subterrânea, sendo este empregado atualmente na maioria das minas carboníferas de Santa Catarina.

Um projeto de mineração constitui-se de três etapas básicas: lavra, beneficiamento, manuseio e recuperação ambiental. Aqui far-se-á uma abordagem acerca das atividades de lavra e beneficiamento que envolvem a mineração de carvão em Santa Catarina.

2.3.2 Métodos de Lavra

A lavra consiste em um conjunto de operações cujo objetivo é o desmonte e extração das camadas de carvão para posterior processamento na usina de beneficiamento.

De acordo com o tipo de jazimento as atividades de lavra podem ser desenvolvidas em subsolo ou a céu aberto (Lenz e Ramos, 1985).

Na bacia carbonífera sul-catarinense encontram-se em atividade 15 minas, das quais 09 subterrâneas e 06 a céu aberto (Tabelas 3 e 4 respectivamente).

Tabela 3 - Método de lavra e camadas lavradas nas minas subterrâneas de carvão em atividade no Estado de Santa Catarina.

MINA	MÉTODO DE LAVRA	CAMADA LAVRADA
Verdinho – Unidade Mineira II	Câmara e Pilares (sem desmonte de pilares)	Barro Branco
Verdinho – Mina 3	Câmara e Pilares (sem desmonte de pilares)	Barro Branco
Mina Poço 3 – Setor F	Câmara e Pilares (sem desmonte de pilares)	Irapuá
Mina Irapuá – Santa Augusta	Câmara e Pilares (sem desmonte de pilares)	Irapuá
Mina São Geraldo	Câmara e Pilares (sem desmonte de pilares)	Barro Branco
Mina do Trevo	Câmara e Pilares (sem desmonte de pilares)	Barro Branco
Mina Encosta Malha II	Câmara e Pilares (sem desmonte de pilares)	Irapuá
Mina Esperança	Câmara e Pilares (sem desmonte de pilares)	Barro Branco
Mina Fontanela	Câmara e Pilares (sem desmonte de pilares)	Camada Bonito
Itanema I	Auger Mine (experimental)	Barro Branco

Tabela 4 - Método de lavra e camadas lavradas nas minas de carvão a céu aberto em atividade no Estado de Santa Catarina.

MINA	MÉTODO DE LAVRA	CAMADA LAVRADA
Malha II	Stripping Mine	Barro Branco
Comin	Stripping Mine	Irapuá
Portão	Stripping Mine	Bonito
Apertado	Stripping Mine	Barro Branco
Da Torre	Stripping Mine	Barro Branco
Itanema I	Auger Mine (experimental)	Barro Branco

2.3.2.1 - Lavra a Céu Aberto

A lavra a céu aberto é empregada em jazimentos aflorantes ou sub-aflorantes, onde fatores como topografia de superfície, relação estéril - minério, a espessura das camadas de carvão, presença de água, recuperação ambiental, entre outros, determinam a viabilidade do método.

A atividade de mineração através da lavra a céu aberto inicia-se com a remoção da cobertura vegetal (desmatamento) e o decapeamento do material de cobertura (solo e estéril).

O desmatamento é feito através do corte das árvores com moto-serras, seguido do destocamento utilizando-se de trator de esteira.

O decapeamento inicia-se com a remoção do solo, que é estocado para posteriormente ser utilizado no recobrimento final de cortes ou de depósitos de estéril (bota fora). Em seguida é realizado o desmonte e remoção da camada de estéril, que dependendo de sua consistência (resistência mecânica) pode ser mecânico, através de escavadora, ou por explosivo. O material estéril é depositado em área descartada para lavra (bota fora) ou em cortes anteriores onde os trabalhos de mineração já foram concluídos.

Uma vez concluídas as atividades de decapeamento, é iniciado o desmonte e remoção da camada de carvão descoberto através de retroescavadeira ou por escarificação. Após o desmonte, o minério é transportado até a usina de beneficiamento, onde é armazenado em pilhas a céu aberto ou em silos.

O método de lavra a céu aberto empregado nas minas catarinenses pode ser classificado como do tipo "strip mining" com variação de uma mina para outra em função dos equipamentos utilizados. O capeamento estéril e o carvão são lavrados em uma sequência de cortes, sendo que o estéril decapeado de um corte é depositado no espaço do corte anterior já minerado (Figura 10).

Figura 10 – Desenho esquemático de lavra a céu aberto utilizando o método “Strip Mine”. Extraído de Müller et al. (1987).

2.3.2.2 Lavra Subterrânea

A lavra subterrânea é empregada sobretudo quando o minério jaz em profundidade, implicando, entre outros fatos, na abertura de poços, planos inclinados ou galerias de encosta, para extração do minério, transporte de materiais e de pessoal, e para ventilação (Müller et al., 1987).

A seleção do método de lavra subterrânea depende das condições geológicas do jazimento, como: profundidade, espessura e inclinação da camada, número e posição dos estratos mineralizados, presença de gás, estruturas geológicas existentes, condições geomecânicas do teto e do próprio carvão, etc..

Na lavra subterrânea de carvão são empregados principalmente dois métodos: Câmaras e Pilares e "longwall". Na bacia carbonífera sul-catarinense é utilizado em escala industrial apenas o primeiro. Em uma mina está sendo usado, em caráter experimental o método "Auger Mine".

O método câmaras e pilares consiste, basicamente, na abertura de duas ou mais galerias paralelas, utilizadas para transporte e ventilação, e perpendicularmente são traçados painéis de produção (câmaras). Na fase de produção são deixados, entre as câmaras, pilares de sustentação os quais são retirados total ou parcialmente na fase de recuo (final de exploração de um corpo).

O método Câmaras e Pilares pode ser implementado das seguintes formas:

- lavra Manual: caracterizado pelo carregamento e desmonte do carvão nas frentes de serviço com auxílio de instrumentos rudimentares. Este sistema não é mais utilizado no Estado de Santa Catarina;

- lavra Semi-mecanizada com Carregadeiras tipo "Bobcat": o carvão desmontado é carregado e transportado por carregadeiras "Bobcat", equipadas com motor elétrico. O carvão transportado é descarregado em calhas de arrasto ligadas a um transportador de correia, sendo o minério transportado até a superfície. Esta forma de lavra é largamente empregada em Santa Catarina;

- lavra Mecanizada com Conjuntos Mecanizados: consiste na abertura de um eixo principal de transporte, a partir do qual traça-se, perpendicularmente, painéis com 7 a 9 galerias paralelas, deixando, entre as mesmas pilares quadrados, minerados na fase de recuo. A lavra inicia-se com um corte na camada de carvão utilizando-se de uma cortadeira, posteriormente é feita uma furação com uma furadeira móvel, seguida

pelo carregamento dos furos com explosivos, e finalmente ocorre o desmonte do minério através da detonação por espoleta comum e estopim. O carvão desmontado é carregado pelo carregador de esteira ("Loader") que alimenta um "shuttle car" que o transporta até um britador primário, que alimenta o transportador de correia. O escoramento é feito por parafuso de teto (tirantes). Em Santa Catarina apenas uma mina está utilizando este sistema.

-minerador contínuo: este sistema de lavra consiste na execução de um conjunto de operações (desmonte e carregamento) por uma só máquina. Este sistema de lavra tem a vantagem de não necessitar operar em várias frentes simultaneamente. Por concentrar as operações em uma única máquina, provoca menos problemas de manutenção, além de requerer menos mão de obra. Existem vários tipos de mineração contínua, dependendo dos tipos de máquinas utilizadas. Segundo Stefanko (1983) os tipos de máquinas empregados neste tipo de lavra são: "Joy Ripper Miner", "Boring Miner", "Milling-Head Miner", "Auger Miner", "Jeffrey 101 MC Helimatic" e "Boom Type Miner". Em Santa Catarina está sendo usado em uma mina, em caráter experimental, o tipo "Auger Miner". Embora este sistema de lavra seja mais comumente empregado a partir do método Câmaras e Pilares, em Santa Catarina está sendo utilizado a céu aberto, a partir de um corte de aproximadamente 20 metros de largura e profundidade até atingir a camada de carvão. A lavra consiste nas operações simultâneas de corte (perfuração) e retirada da camada mineralizada por brocas e espirais. As perfurações horizontais apresentam cerca de 1,60 metro de diâmetro.

2.3.3 Mecanização das Minas de Carvão

O início da mecanização das minas de carvão em Santa Catarina se deu com o desenvolvimento do parque siderúrgico nacional, sobretudo a partir da aquisição da Mina Próspera por parte da Companhia Siderúrgica Nacional em 1.945. A instalação de usinas termelétricas e a crise do petróleo em 1.974, que levou à busca de fontes energéticas alternativas, contribuíram para a expansão da indústria carbonífera e o seu desenvolvimento tecnológico.

A década de 70 marcou o grande desenvolvimento tecnológico do processo de mineração de carvão em Santa Catarina, com a introdução dos conjuntos mecanizados, aumentando, em consequência, a produção.

A mineração a céu aberto foi incrementada com a utilização de equipamentos de grande porte como as escavadeiras Dragline-Marion com caçamba para 24m³, e a escavadeira tipo "shovel", Marion 5323, com caçamba para 15m³. Estes equipamentos são utilizados sobretudo no decapeamento do material estéril.

As lavras subterrâneas também tiveram grande incremento de produção com o desenvolvimento do método de câmaras e pilares, utilizando-se de carregadeiras "Bobcat", para carregamento e transporte nas frentes de serviço.

2.3.4 Beneficiamento

O objetivo do beneficiamento do carvão é a redução dos teores de cinzas, aumento do teor da matéria carbonosa, redução do teor de enxofre e a obtenção de granulometrias adequadas às especificações de uso. O beneficiamento visa, sobretudo, adequar o carvão às exigências do mercado consumidor.

Para a realização dos ensaios de beneficiamento do carvão são consideradas as seguintes propriedades: moabilidade, fragilidade e composição granulométrica; densidade; teor de cinzas; teor de matérias voláteis; teor de carbono fixo; FSI (índice de inchamento); plasticidade; reatividade; poder calorífico e temperatura de fusão das cinzas.

O conhecimento da especificação do produto desejado é fundamental para se verificar a viabilidade técnica e econômica do beneficiamento.

A grande maioria dos processos de beneficiamento está baseada na diferença de densidade entre a matéria mineral e a matéria carbonosa.

Os equipamentos utilizados no beneficiamento por separação gravimétrica são: jiges tipo Bauem e Batac, mesas vibratórias tipo Deister, separadores de meio denso, "Dynawhirpool" (tipo especial de ciclone de meio denso) e ciclone autógeno ou hidrociclone.

Para beneficiamento de frações de carvão ultra-finos é empregado, com mais frequência, o processo de flotação.

O carvão produzido em Santa Catarina, pelas suas características físico-químicas, pode ser dividido em duas categorias: metalúrgico (consumido pelas indústrias siderúrgicas) e vapor ou energético (empregado principalmente em termoelétricas).

A abertura de mercado para o carvão mais nobre com entrada em operação das usinas siderúrgicas, a evolução das técnicas de mineração (mecanização) e beneficiamento, processou alterações significativas no setor, levando o minerador a pré-beneficiar o carvão bruto na própria mina, obtendo-se como produto o chamado Carvão Pré-Lavado (CPL), que posteriormente era transportado para Capivari onde ocorria o beneficiamento final. Contudo, a partir de 1.990, com a publicação da Portaria nº 801, que desregulamentou o setor carbonífero, retirando a intervenção do Estado nos sistemas de produção, preços e comercialização do carvão, estabelecendo o fim da compulsoriedade da compra do carvão nacional pela siderurgia e liberando as importações de carvão de menor preço com alíquota zero, ocorreu o fim do mercado do carvão metalúrgico nacional, e a conseqüente desativação do Lavador Capivari, passando as minas a produzirem nos seus sistemas os carvões energéticos CE-4.500 e CE-5.200 (com conteúdo energético de 4.500 e 5.200 kcal/kg respectivamente).

O carvão ROM (Run Of Mine), com teor de cinzas em torno de 60%, é beneficiado nas minas, a partir da britagem a 2,54cm (1") e processamento em jigs, obtendo-se como fluviado o CPL, com teor de cinzas em torno de 32%. A fração fina com granulometria inferior a 0,5mm, é beneficiada em circuito de finos onde são utilizados ciclones espessadores, células de flotação e mesas concentradoras, sendo os produtos finos empregados na fabricação de coque de fundição e a fração menos

beneficiamento e comercialização do carvão mineral catarinense, após a desregulamentação do setor carbonífero.

O beneficiamento do carvão antracitoso (carvão com menor teor de voláteis e cinzas, e maior poder calorífico), produzido por apenas uma empresa catarinense, emprega jigs tipo “baum”, peneiras classificadoras, ciclones e mesas concentradoras.

Figura 12 – Fluxograma mostrando as fases de produção, beneficiamento e destino final do carvão mineral no Estado de Santa Catarina

As figuras 13 e 14 ilustram as fases de produção, beneficiamento e deposição de rejeitos antes e depois das exigências de conservação da qualidade ambiental, respectivamente.

Figura 13 – Desenho esquemático das operações de lavra, beneficiamento, circuito das águas e disposição de rejeitos antes das exigências oficiais de recirculação da água.

Figura 14 – Desenho esquemático mostrando a lavra, o beneficiamento, a deposição de rejeito e o circuito das águas nas minas de carvão de Santa Catarina, após as exigências oficiais de recirculação d'água.

2.4 Caracterização do Carvão e seus Usos

2.4.1 Definição

O carvão é definido genericamente como uma rocha sedimentar combustível, formada a partir do soterramento e compactação de uma massa vegetal em ambiente anaeróbico, em bacias originalmente pouco profundas. O processo diagenético, onde atuam fatores como a pressão, a temperatura, a tectônica e o seu tempo de atuação determina o grau de carbonificação, ou seja, a concentração de carbono fixo da matéria vegetal original.

O carvão é denominado de húmico quando formado a partir de vegetais superiores de origem continental ou paludal e, sapropélico ou saprotéticos, quando originados a partir de algas marinhas.

Os depósitos de carvão do sul do Brasil são do tipo húmico, originados a partir de tecidos lenhosos, celulose, esporos, ceras, resinas, géis, betumes e hidrocarbonetos, derivados, principalmente, das seguintes espécies vegetais: lycopodiópsis, ottokarita, calamites, glossopteris, gangnopteris, spheropteris, sphenophyllum, schizoneura, vertebraria, pecopteris e phillotheca (Müller et al., 1987).

2.4.2 Constituição

O carvão é constituído por uma associação de macerais, designadas de microlitotipos, que são seus constituintes individuais microscópicos elementares. Estes constituintes conferem ao carvão aparência lamelar.

De acordo com Müller et al. 1987, os macerais são classificados em três grupos: Vitrinita e Exinita, reativos e, Enertinita, inertes (Tabela 5). Os macerais diferem-se uns dos outros pelas características físicas como: aparência, cor, relevo e grau de refletância e, pela composição química. Os macerais reativos apresentam relação carbono/hidrogênio mais baixa que os inertes e tendem a tornarem-se plásticos

quando aquecidos em retortas fechadas, sendo os constituintes essenciais dos coques de carvão.

O carvão, com base em seus constituintes macroscópicos e em aspectos como a cor e aparência física, pode ser dividido em quatro litotipos principais: vitrênio, clarênio, durênio e fusênio (Stopes¹, 1919, in Suguio 1980).

O vitrênio constitui camadas finas, lisas, de alto brilho e muito quebradiça, formando fratura conchoidal. Ocorre principalmente de forma lenticular mas pode ocorrer como camadas horizontais.

Tabela 5 - Macerais mais importantes do carvão mineral. Extraído de Müller et al. (1987).

GRUPO	MACERAL	
VITRINITA	COLONITA	MACERAIS REATIVOS
	TELENITA	
EXINITA	ESPORINITA	
	CUTINITA	
	RESINITA	
	ALGINITA	
ENERTITA	SEMI-FUSINITA	MACERAIS INERTES
	FUSINITA	
	MACRINITA	
	MICRINITA	
	ESCLEROTINA	

O clarênio é semibrilhante, de aparência acetinada, consistindo em lâminas alternadas muito finas, brilhantes e foscas.

O durênio tem aspecto opaco e superfície rugosa. Consiste de fragmentos menores e mais resistentes das plantas.

(¹) STOPES, M.C. 1919. On the four visible ingredients in banded bituminous coal. Proc. Roy. Soc. B. 90: 68-97p.

O fusênio constitui camadas foscas, fibrosas e extremamente fibrosas, sendo o único litotipo que suja ao contato dos dedos. Apresenta grande similaridade ao carvão vegetal.

O carvão é constituído ainda por matéria mineral, sendo as mais comuns os minerais de argila, carbonatos, sulfetos e quartzo. A presença de minerais é de grande significado tecnológico, pois podem causar abaixamento na temperatura de fusão das cinzas, corrosão e abrasão nos tubos das caldeiras.

O teor de cinzas (matéria mineral presente na rocha carbonosa) é expresso pelo "Grade", que corresponde aos rendimentos percentuais em peso com seu correspondente teor de cinzas e enxofre.

A medida do grau de maturidade ou metamorfismo a que o carvão foi submetido durante sua evolução é denominado de "Rank". A medição do "rank" de um carvão envolve os seguintes parâmetros: umidade de equilíbrio, poder calorífico, matéria volátil, carbono fixo total, teor de hidrogênio e refletância da vitrinita.

A existência na natureza de diferentes tipos de carvão é o resultado do grau de carbonificação ou "rank". A Tabela 6 mostra, de forma resumida, as variações ocorridas em suas características.

Tabela 6 - Variação das características do carvão de acordo com o grau de carbonificação. Adaptado de Müller et al. (1987).

PARÂMETROS	TURFA	LINHITO	CARVÃO	ANTRACITO
Densidade (kg/m³)	1.000	1.000 a 1.300	1.200 a 1.500	1.300 a 1.700
Umidade(%)	65 a 90	15 a 45	1 a 3	-
Carbono * (%)	± 55	65 a 75	75 a 90	90 a 96
Hidrogênio (%)	± 6	5	4,5 a 5,5	2 a 5
Oxigênio* (%)	± 33	25	3 a 11	4 a 11
Matérias Voláteis * (%)	± 60	± 40	10 a 45	3 a 10
Carbono Fixo (%)	± 25	± 35	25 a 80	± 90
Cinzas (%)	± 10	± 9	0,5 a 40	3 a 30
Poder Calorífico cal/g	4000 a 5700	Até 5700	5700 a 9600	8200 a 9200
Poder Refletor (vitrinita)	-	0,5	0,5 a 1,5	± 2,2

(*) medidas sobre o carvão isento de umidade e cinza

2.4.3 Especificações e Usos do Carvão Mineral

De acordo com a Portaria CNP-DIPLAN nº 100 de 1º de abril de 1.987, as definições e especificações dos tipos comerciais e industriais dos carvões produzidos no Brasil, estão regulamentadas nos seguintes termos:

2.4.3.1 Carvão Pré-Lavado

É o carvão obtido pela lavagem do carvão mineral bruto e que atenda as seguintes especificações de granulometria:

- retido em.....100,00mm = zero
- retido em..... 75,00mm = 10% no máximo
- passante em..... 0,60mm = 10% no máximo
- umidade total..... = 10% no máximo

2.4.3.2 Carvão Metalúrgico

É o carvão coqueificável resultante da lavagem ou relavagem do carvão mineral bruto ou pré-lavado e que atenda às seguintes especificações:

- umidade total..... = 10% no máximo
- teor de cinzas(base seca)....= 17% no máximo (*)
- enxofre total (base seca).....= 1,75% no máximo (**)
- matéria volátil(base seca)...= 30 a 35%
- álcalis ($K_2O + Na_2O$) (base seca)... = 0,02% no máximo
- índice de inchamento (FSI).....= 2,50 no máximo (***)
- fluidez máxima (Plastômetro de Geseler)..=20.000ddpm no mínimo
- ponto de fusão das cinzas....= 1.300°C no mínimo
- refletância média máxima da vitrinita.....= 0,80
- intemperização...: após 60 dias o carvão deve continuar atendendo as especificações para o índice de inchamento (FSI) e fluidez máxima.

Granulometria:

- retido em 50 mm....= zero
- retido em 25 mm....= 5% no máximo
- passante em 0,15mm....= 5% no máximo

Notas:* refere-se à média ponderada mensal de carvão metalúrgico produzido na unidade central de beneficiamento instalado na cidade de Capivari (lavador Capivari);

** refere-se à média ponderada dos teores de enxofre nas frações flutuadas em líquido de densidade de 1,50, obtida da quantidade total de carvão pré-lavado entregue no Lavador Capivari;

***refere-se à média ponderada quinzenal dos carvões pré-lavados, determinados na fração flutuada em líquido de densidade 1,50. Por produtor a média não deve ser inferior a 2,0.

2.4.3.3 Carvão Energético

É o carvão não coqueificável que atenda às especificações constantes na Tabela 7.

As formas de uso mais importantes do carvão mineral são: combustão direta, siderurgia, gaseificação, liquefação e carboquímica.

A partir da década de 90, com o fim dos subsídios para o carvão nacional e a abertura do mercado, a produção de carvão em Santa Catarina sofreu grande queda, com o conseqüente fechamento das minas menos produtivas e lucrativas, pois as companhias siderúrgicas optaram pelo uso de carvão importado, de qualidade mais adequada às especificações tecnológicas destas indústrias, e de menor custo.

Tabela 7 - Especificações dos Carvões Energéticos (D.O.U. Portaria CNP nº 100/87).

CARACTERÍSTICAS	TIPOS DE CARVÃO								
	CE 6000	CE 5900	CE 5200	CE 4700	CE 4500	CE 4200	CE 3700	CE 3300	CE 3100
Poder Calorífico Superior, base seca (kcal/kg)	5700	5900	5200	4700	4500	4200	3700	3150	2950
Granulometria (mm)	35 a 0	50 a 0	25 a 0,6-60%min 0,60 a 0,00-40%máx	50 a 0	25 a 0,6-60%min 0,60 a 0,0-40%máx	50 a 0	50 a 0	50 a 0	75 x 0
Umidade – total máximo (%)	15	20	10	19	10	19	15	17	15
Teor de Cinzas Máximo (%)	25	22	35	35	43	40	47	54	57
Teor de Enxofre Máximo (%)	6,5	1,5	2,5	1,5	3,5	1,5	1,5	1,5	1,0
Índice de Inchamento (FSI)	-	-	2	-	2	-	-	-	-

2.5 Recursos e Reservas de Carvão Mineral no Estado de Santa Catarina

Segundo Müller et al. (1987), os recursos de carvão mineral no Brasil em 1.985, totalizavam 30,99 bilhões de toneladas, estando 92,2% no Rio Grande do Sul, 7,2% em Santa Catarina, 0,4% no Paraná e 0,2% em São Paulo.

Do total dos recursos acima mencionados apenas uma parcela de 10,5% estavam computados como reservas medidas, 22,5% como reservas indicadas, 21,8% como reservas inferidas e os 45,2% restantes como recursos potenciais, quantificados com base em presunções sobre o comportamento de determinados jazimentos.

De acordo com Müller et al. (1987), as reservas brasileiras de carvão avançaram de 2 milhões de toneladas em 1970, para 14 bilhões de toneladas em 1.978, alcançando 30,99 bilhões de toneladas em 1.985. Este incremento das reservas deveu-se a um extenso programa de pesquisa, coordenado pelo DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral e executado pela CPRM – Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais, com recursos do Programa de Mobilização Energética – PME. Em 1.995, os recursos brasileiros de carvão somavam 32,6 bilhões de toneladas (DNPM, 1.996b).

De acordo com o Anuário Mineral Brasileiro (1.996) as reservas totais de carvão no Estado de Santa Catarina somavam, em 1.995, 3,096 bilhões de toneladas, sendo que deste total 1,899 bilhões de toneladas correspondem a reservas medidas, 1,006 bilhão a reservas indicadas e 191 milhões a reservas inferidas.

2.6 Evolução da Produção de Carvão em Santa Catarina

A Tabela 8 mostra a evolução da produção de carvão em Santa Catarina nos últimos 20 anos, ficando demonstrado o grande acréscimo da produção de 1.979 a 1.986, período coincidente com a criação da CAEEB – Companhia Auxiliar de Energia Elétrica Brasileira, com o objetivo de realizar a comercialização do carvão energético, gerindo, como consequência, a aplicação do subsídio para operacionalizar o sistema de comercialização.

O Governo Federal, através de uma política de incentivo, por meio de subsídios, estimulou o consumo de carvão mineral no setor industrial, sobretudo pelo parque cimenteiro, passando a exercer um papel preponderante no desenvolvimento do setor. O programa previa além dos subsídios de preços, que chegou a 90%, a viabilização de linhas de financiamentos para implantação de novas fábricas ou a adaptação das existentes para uso do carvão mineral. A partir de 1.980 o subsídio ao preço foi diminuindo até que, em abril de 1.983, foi retirado restando somente o subsídio ao frete. Em julho de 1.988 foi suspenso qualquer subsídio ao carvão (DNPM, 1.994).

Com fim dos subsídios em 1.988 e a desregulamentação do setor e abertura total às importações de carvão mineral em setembro de 1.990, a produção caiu para menos da metade, instalando-se uma grande crise no setor carbonífero.

A mudança radical na estrutura produtiva e comercial do setor, levou a uma queda de postos de trabalho nas empresas carboníferas de 9.129 em 1.987 (DNPM, 1.988) para 4.293 em 1.993 (DNPM, 1.994). Em 1.995, de acordo com dados

do Anuário Mineral Brasileiro (1.996), o número de empregados na Indústria Carbonífera Catarinense era de 3.201 empregados.

Tabela 8 - Evolução da produção de carvão ROM e Vendável no Estado de Santa Catarina (DNPM(1986, 1996 a, 1996b e 11º Distrito do DNPM/SC.))

ANO	ROM	CARVÃO VENDÁVEL			
		ENERGÉTICO	METALÚRGICO	FINOS	ANTRACITOSO
1978	9.591.223	1.412.512	*	*	*
1979	11.637.616	1.769.140	*	*	*
1980	13.167.950	1.839.826	*	*	*
1981	14.266.134	2.513.613	924.892	207.892	15.304
1982	15.601.417	2.990.465	960.787	235.932	14.139
1983	16.314.156	2.900.197	1.028.523	266.795	15.115
1984	17.820.068	3.301.681	1.009.573	292.645	25.092
1985	19.781.089	3.289.563	1.095.428	312.240	47.525
1986	17.436.795	2.906.158	1.007.523	322.789	33.173
1987	13.425.603	2.744.622	695.528	294.780	33.683
1988	16.437.114	2.992.868	834.968	394.442	26.444
1989	13.924.819	2.293.021	680.227	372.287	20.051
1990	7.484.098	786.898	348.457	64.106	-
1991	6.684.243	1.886.834	-	78.532	-
1992	5.531.404	1.684.450	-	142.821	28.540
1993	6.044.484	1.843.764	-	133.766	15.792
1994	5.699.942	1.976.451	-	99.968	18.759
1995	6.751.758	1.798.341	-	79.590	-
1996	3.803.235	*	-	*	*
1997	4.203.131	*	-	*	*
1998	4.190.522	*	-	*	*

(*) dados não divulgados.

2.7 Estudos Ambientais

2.7.1 Impactos Ambientais ao Meio Físico

A mineração de carvão caracteriza-se por uma alta relação estéril/minério, gerando grandes volumes de materiais, o que por si só constitui-se em um sério problema ambiental, pois extensas áreas são ocupadas para a disposição destes materiais.

Dentre os problemas ambientais ocasionados ao meio físico podemos destacar os seguintes:

-paisagísticos: este problema é verificado, principalmente, em áreas mineradas a céu aberto e em áreas de disposição de rejeitos e estéreis. Nas áreas lavradas a céu aberto, onde grandes extensões foram desmatadas, decapeadas e profundas e extensas cavas abertas com grande remoção de material, modificando por completo a paisagem original, além de deixar grandes áreas de solo estéril, inadequados à prática da agropecuária. No entorno das áreas mineradas tanto a céu aberto como através de lavra subterrânea ocorrem extensas áreas de depósitos de rejeitos compostas por morros de forma cônica formando o que convencionalmente é chamado de "paisagem lunar". Em algumas minas são observados reflorestamentos de áreas mineradas com espécies exóticas, como eucaliptos, compondo uma paisagem distoante com a mata tropical atlântica original e remanescente. As Figuras 15, 16 e 17, ilustram as alterações paisagísticas ocorridas em 4 décadas em uma área minerada;

-subsidência: este fenômeno é verificado comumente em áreas mineradas por lavra subterrânea, já exauridas e abandonadas, onde os pilares de segurança foram desmontados na fase de recuo da lavra, provocando o desmoronamento das galerias e a conseqüente subsidência do solo sobrejacente. Este processo provoca, entre outros problemas, rachaduras nas paredes das construções, que em função da expansão urbana acabaram localizando-se sobre as antigas minas. Isto é verificado especialmente na zona urbana de Criciúma (Figura 18);

-rebaixamento do lençol freático: verificado no entorno das minas, especialmente as subterrâneas, provocando grandes problemas aos sitiantes locais que se abastecem de águas provenientes de poços e cacimbas, que, afetados pelo rebaixamento do lençol freático, acabam secando. O rebaixamento do lençol freático pode também contribuir para a subsidência;

Figura 15 – Foto aérea escala 1:7.500, ano 1.956, mostrando a área antes de ser iniciado o processo de mineração.

Figura 16 – Foto aérea escala 1:7.000, ano 1.978, mostrando a mesma área da figura anterior no início das atividades de mineração.

Figura 17 – Foto aérea escala 1:8.000, ano 1.996, mostrando a mesma área das figuras anteriores com o processo de lavra em estágio avançado e avanço da ocupação urbana.

Figura 18 – Foto mostrando rachaduras no piso de uma construção provocada por subsidência associada a mineração de carvão abandonada.

-assoreamento das drenagens: este problema ambiental é verificado em praticamente todas as drenagens que circundam as áreas mineradas, em decorrência da erosão dos depósitos de estéril e de rejeitos que durante décadas foram depositados de forma inadequada em encostas e leitos de drenagens, e do conteúdo de finos em suspensão presente nos efluentes das usinas de beneficiamento que eram lançados diretamente nas drenagens;

-combustão “espontânea”: verificada nos depósitos de rejeitos piritosos que, submetidos à ação da umidade e de bactérias, sofrem reações químicas, entrando em combustão e liberando gases como: gás sulfídrico (H_2S), monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO_2), que são tóxicos, corrosivos e cancerígenos, causando doenças ao aparelho respiratório como: asma, bronquite crônica e efizema pulmonar (Ferreira, 1.989).

2.7.2 Contaminação dos Recursos Hídricos Superficiais

O minério de carvão “Run of Mine” (ROM) produzido no Estado de Santa Catarina constitui-se, em média, de 32,5% de produto vendável (concentrado de carvão) e 67,5% de rejeitos piritosos, originados do beneficiamento do carvão, independente do método de lavra.

No período de 1.972 a 1.982 a produção catarinense de carvão deu origem a cerca de 46 milhões de metros cúbicos de rejeitos piritosos que foram lançados indiscriminadamente no ambiente, comprometendo o solo e, principalmente, os corpos de água, formando verdadeiros rios e lagos de águas ácidas sem vida aquática (Araujo, 1.984).

De acordo com Valiati (1993), o beneficiamento mensal de 1,75 milhões de toneladas de carvão ROM consome em média cerca de 4,362 milhões de metros cúbicos de água, ou seja, um consumo médio de 2,48 metros cúbicos de água por tonelada de ROM, além de gerar 238.389 m³ de rejeito nº 1 (material mais denso

primeiramente concentrado na mesa de jigagem) altamente piritoso, 330.705 m³/mês de rejeito nº 2, 83.929 m³/mês de rejeito nº 3 e 144.236 t/mês de finos.

O carvão mineral ROM, após o processo de pré-lavagem, gera como produto cerca de 25% de carvão pré-lavado, 25% de rejeito piritoso (R1), 35% de rejeito xistoso (R2) e 15% de rejeito R3. O rejeito piritoso (R1) ou primário, o mais poluente do beneficiamento, apresenta cerca de 10% de enxofre e uma concentração de carvão em torno de 8% (Valiati, 1993).

Ao longo de décadas os rejeitos foram depositados a céu aberto, ficando expostos à ação do oxigênio do ar e da água, levando à oxidação da pirita, e à conseqüente geração de uma solução de ácido sulfúrico e sulfato ferroso, formado, de acordo com Machado et al. (1984), pela seguinte reação de oxidação:

O Fe^{2+} sofre nova oxidação, passando para a forma insolúvel:

O sulfato férrico pode também hidrolizar-se resultando ácido sulfúrico e hidróxido férrico ou sulfato férrico básico:

O sulfeto em contato com o Fe^{3+} , oxida-se facilmente para sulfato:

Outros minerais sulfetados, associados com pirita, oxidam-se formando também ácido sulfúrico:

As bactérias sulfo-oxidantes do gênero *Thiobacillus* desempenham papel importante no processo de oxidação das piritas, e na conseqüente formação de ácido sulfúrico. De acordo com Germain et al. (1994), a oxidação das piritas ocorre através de muitas reações, algumas das quais catalisadas por bactérias, do gênero *Thiobacillus*, que oxidam os sulfetos, são descritas tipicamente pelas seguintes reações:

As bactérias do gênero *Thiobacillus ferrooxidans* e *thiooxidans* retiram sua energia de compostos de enxofre reduzidos, da oxidação do ferro inorgânico, e se nutrem do carbono presente no CO_2 do ar. São relativamente comuns no solo e se multiplicam enormemente em condições de pH ao redor de 2,8 a 3,2 (Kleinmann e Erickson¹, 1983, in Machado et al., 1984).

Este fenômeno constitui-se na principal causa da poluição dos recursos hídricos superficiais da região, pois as drenagens ácidas lixiviadas dos depósitos de rejeitos e das minas alcançam os cursos d'água, acidificando as águas, rebaixando o pH, aumentando o teor de sulfato, desencadeando uma série de reações químicas, como por exemplo, a solubilização de metais pesados, ferro, manganês, cálcio, sódio e outros. As tabelas 9 e 10, apresentam as áreas ocupadas e os volumes dos depósitos de rejeito dispostos ao longo dos rios e por municípios, respectivamente.

KLEINMANN, R.; ERICKSON, P. 1983. Control of Acid Drainage from Coal Refuse using Anionic Sulfactants. Bureau of Mines Report of Investigations. U. S. Department of Interior. 19p.

Tabela 9 – Área e volume dos depósitos de rejeitos distribuídos ao longo dos rios da Bacia Hidrográfica do rio Araranguá. Modificado de JICA (1998)

Rio	Depósito de Rejeito		Bacia de Rejeito	Depósito de Estéril		Total	
	Área (ha)	Volume (10 ³ m ³)	Área (ha)	Área (ha)	Volume (10 ³ m ³)	Área (ha)	Volume (10 ³ m ³)
Albino				61,0	5.673	61,0	5.673
Criciúma	80,0	3.680				80,0	3.680
dos Porcos	44,8	2.061				44,8	2.061
Fiorita			68,0	492,6	67.604	560,6	67.604
Kuntz	151,0	6.946	16,0	103,0	16.830	270,0	23.776
Mãe Luzia	149,6	6.882	22,0	231,8	19.666	403,4	26.548
Maina	208,5	9.591		43,5	6.438	252,0	16.029
Morosini			19,0	181,8	29.270	200,8	29.270
Sangão	1.026,8	47.233	28,0	10,0	1.480	1.064,8	48.713
Total	1.660,7	76.392,2	153,0	1.123,7	146.961	2.937,4	223.353

Tabela 10 – Área e volume dos depósitos de rejeitos distribuídos por municípios da Bacia Carbonífera de Santa Catarina. Modificado de JICA (1998).

Município	Estradas pavimentadas com rejeito			Depósito de Rejeito		Bacia de Rejeito	Depósito de Estéril		Total	
	Comp. (m)	área (ha)	vol. (10 ³ m ³)	área (ha)	Volume (10 ³ m ³)	área (ha)	área (ha)	volume (10 ³ m ³)	área (ha)	volume (10 ³ m ³)
Criciúma				996,1	45.821		68,5	10.138	1.064,6	55.959
Forquilha				356,7	16.408	28,0			384,7	16.408
Içara				44,8	2.061				44,8	2.061
Lauro Müller	29.000	20,0	65	203,7	9.774	4,8	419,6	41.694	648,1	51.532
Siderópolis	7.500	4,4	18	217,5	10.005	103,0	751,4	104.876	1.076,3	114.899
Treviso	17.300	9,3	35	149,6	6.882	22,0	309,8	33.405	490,7	40.322
Urussanga	28.500	21,2	59	246,2	11.349	10,0	633,1	75.589	910,5	86.996
Total	82.300	54,8	177	2.214,6	102.298	167,8	2.182,4	265.702	4.619,6	368.177

2.7.2.1 Drenagem Ácida de Mina

São águas drenadas diretamente das minas ativas e abandonadas, que sofrem acidificação pelo processo de oxidação da pirita a partir da percolação de águas subterrâneas pelo minério "in situ". Deve ser ressaltado que a simples abertura de uma mina altera drasticamente as condições de circulação da água subterrânea, tornando as minas caminhos preferenciais e de alta velocidade de percolação.

2.7.2.2 Efluentes da Usina de Beneficiamento

São descargas originadas a partir do processo de separação por gravidade em meio líquido dos rejeitos existentes na camada de carvão. Estes efluentes não apresentam valores de pH excessivamente ácidos devido ao menor tempo de contato entre a água utilizada no processo de beneficiamento e material piritoso (rejeito). Entretanto, contém grande quantidade de finos, ultrafinos e material argiloso em suspensão, que apresentam quantidades de enxofre orgânico e pirítico, com elevada acidez em potencial (Machado et al., 1984).

2.7.3 Água Subterrânea

Estudos realizados pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento e Meio Ambiente, SDM (1997), a partir do cadastramento de 70 poços tubulares profundos, na Bacia Hidrográfica do rio Araranguá, revelaram que do total dos poços cadastrados (vazão de 879,2 m³/h), 9,2% do volume em vazão, ou seja, cerca de 80,4 m³/h, apresentava-se impróprio para o consumo, por problemas de contaminação. Os estudos revelaram ainda, que cerca 31,8 % da capacidade tem sido utilizada, sendo que 2,4% (21,1 m³/h) é consumido na agricultura, 24,1% (211,9 m³/h) é destinado ao consumo doméstico, enquanto 73,5% (646,2 m³/h) é consumido na indústria.

Resultados de análises químicas realizadas por este mesmo estudo a partir de amostras em 18 poços, demonstraram, pelos valores de pH, e concentrações de SO₄²⁻ e FeT, que nas áreas de influência dos poços estudados a atividade de

mineração de carvão não exerceu influência significativa na qualidade d'água. Os maiores problemas de contaminação estão relacionados a presença de coliformes fecais. A Tabela 11 mostra os resultados das análises realizadas em poços nos municípios de Criciúma, Forquilha, Nova Veneza e Maracajá.

Tabela 11 – Resultados das análises de água coletada em poços tubulares.
Modificado de SDM (1997)

MUNICÍ- PIO	AMOSTRA	pH	SO ₄ ²⁻	Dureza Total (mg/l)	FeT (mg/l)	Conduti- vidade (μS/cm)	Sólidos T. dis. (mg/l)	Coliformes Fecais NMP/100
-	padrões	6,5 – 8,5	400,0	500	0,3	-	1.000	ausente
Criciúma	CP-12(2)	6,15	72,0	124	4,1	652	526	39,0
	CP-17(2)	7,2	160,0	308	1,1	652	617	78,0
	CP-16(2)	7,2	38,0	52	0,3	34	498	ausente
	CP-61(2)	5,7	12,5	28	1,8	99	159	ausente
	CP-62(2)	6,6	119,2	212	17,7	817	673	ausente
Forquilha	CP-25(2)	7,5	44,9	80	4,3	92	1113	4,5
	CP-26(2)	7,1	4,5	96	0,1	173	243	26,0
	CP-28*	7,3	22,7	64	1,2	233	281	49,0
	CP-69(2)	6,5	140,2	364	4,0	1460	1149	2,0
Nova Veneza	CP-52**	7,37	314,5	84	0,5	90	800	2,0
	CP-53(1)	5,6	169,5	68	17,7	127	144	2,0
Maracajá	CP-51**	7,5	13,4	72	n.d.	352	94	1,8

Obs: Padrões de potabilidade de água destinada ao consumo humano, Portaria Nº 36/GM, Ministério da Saúde.

- (1) uso agrícola
- (2) uso industrial
- (3) consumo doméstico

- * uso agrícola e industrial
- ** uso industrial e doméstico

2.8 Aspectos Legais da Mineração no Meio Ambiente

2.8.1 Histórico da Legislação Mineral e Ambiental

- Constituição da República Federativa do Brasil, 1.981, institui o Regime Jurídico das Minas, alterado pela reforma constitucional de 1.926;

- Decreto nº 24.642 de 10 de julho de 1.934 – Código de Minas;

- Decreto-Lei nº 1.985, de 29 de janeiro de 1.940 – Código de Minas;
- Decreto-Lei 7.841, de 08 de agosto de 1.945 – Código das Águas;
- Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1.965 – Código Florestal, alterado pela Lei nº 7.803 de 18 de julho de 1.989;
- Decreto-Lei 227, de 28 de fevereiro de 1.967 – Código de Mineração, da nova redação ao Decreto-Lei nº 1.985, de 29 de janeiro de 1.940;
- Decreto nº 62.934, de 02 de julho de 1.968 – Aprova o Regulamento do Código de Mineração;
- Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1.981
Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental e dá outras providências;
- Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1.981
Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências;
- Lei nº 7.804, de 18 de julho de 1.989
Altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1.989, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, a Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1.989, a Lei nº 6.803, de 02 de julho de 1.980, a Lei nº 6.902, de 21 de abril de 1.981 e dá outras providências;
- Decreto nº 89.336, de 31 de janeiro de 1.984
Dispõe sobre as Reservas Ecológicas e Áreas de Relevante interesse Ecológico, e dá outras providências;
- Decreto nº 97.507, de 13 de fevereiro de 1.989
Dispõe sobre o licenciamento de atividade mineral, o uso do mercúrio metálico e do cianeto em áreas de extração de ouro e dá outras providências;

- Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1.989

Estabelece instruções sobre o EIA e o RIMA, no caso de empreendimentos que se destinem à exploração de recursos minerais;

- Decreto nº 99.274, de 06 de junho de 1.990

Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1.981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1.981, que dispõem, respectivamente, sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências;

- Decreto nº 99.556, de 01 de outubro de 1.990

Dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no Território Nacional, e dá outras providências;

- Resolução 001 do CONAMA, de 23 de janeiro de 1.986

Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente;

- Resolução 20 do CONAMA, de 18 de junho de 1.986

Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional;

- Resolução 005 do CONAMA, de 06 de agosto de 1.987

Estabelece instruções sobre o patrimônio espeleológico nacional;

- Resolução 009 do CONAMA, de 06 de dezembro de 1.990

Estabelece instruções sobre a necessidade de Licença Ambiental para extração de substâncias minerais através de Guia de Utilização;

- Resolução 010 do CONAMA, de 06 de dezembro de 1.990

Estabelece instruções sobre a necessidade de Licença Ambiental para extração de substâncias minerais através do Regime de Licenciamento;

- Resolução 13 do CONAMA, de 06 de dezembro de 1.990

Estabelece instruções sobre a necessidade de Licença Ambiental que possam afetar a biota da Unidade de Conservação;

- Resolução 03 do CONAMA, de 22 de agosto de 1.991

Cria a Câmara Técnica Permanente para Assessorar o Plenário do CONAMA referente à Mineração e Garimpo;

- Portaria 887, de 15 de junho de 1.990

Estabelece as instruções sobre a realização de diagnóstico da situação do patrimônio espeleológico nacional, através de levantamento e análise de dados, identificando áreas críticas e definindo ações e instrumentos necessários para a sua devida proteção e uso adequado;

- Portaria Interministerial nº917, de 06 de julho de 1.982

Estabelece obrigações para as empresas mineradoras de carvão;

- Lei nº 9.314, de 14 de novembro de 1.996

Altera dispositivos do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1.967 (Código de Mineração), e dá outras providências;

2.8.2 Legislação Federal

2.8.2.1 Constituição Federal

Art. 20 – São bens da União:

IX – os recursos minerais, inclusive os do subsolo.

Art. 22 – Compete privativamente à União legislar sobre:

XII – jazidas, minas, outros recursos minerais e metalurgia;

XVII – sistema estatístico, sistema cartográfico e de geologia nacionais;

Art. 23 – É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:

III – proteger os documentos, as obras e outros bens de valor histórico, artístico e cultural, os monumentos, as paisagens naturais notáveis e os sítios arqueológicos;

VI – proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas;

IX – registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direito de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seus territórios.

Art. 24 – Compete à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar concorrentemente sobre:

VI – floresta, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição;

VIII – responsabilidade por dano ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico.

Art. 26 – Incluem-se entre os bens dos Estados:

I – as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes ou em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei as decorrentes de obras da União;

Art. 49 – É competência exclusiva do Congresso Nacional:

XVI – autorizar, em terras indígenas, a exploração e o aproveitamento de recursos hídricos e a pesquisa e lavra de recursos minerais.

Art. 91 – O Conselho de Defesa Nacional é o órgão de consulta do Presidente da República nos assuntos relacionados com a soberania nacional e a defesa do Estado democrático, dele participam como membros natos:

§ 1º Compete ao Conselho de Defesa Nacional:

III – propor os critérios e condições de utilização de áreas indispensáveis à segurança do território nacional e opinar sobre seu efetivo uso, especialmente na faixa de fronteira e nas relacionadas com a preservação e a exploração de recursos naturais de qualquer tipo:

Art. 170 – A ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos existência digna, conforme os ditames da justiça social, observados os seguintes princípios:

VI – defesa do meio ambiente;

Art. 174 – Como agente normativo e regulador da atividade econômica, o Estado exercerá, na forma da lei, as funções de fiscalização, incentivo e planejamento, sendo este determinante para o setor público e indicativo para o setor privado.

§ 3º - O Estado favorecerá a organização de atividades garimpeiras em cooperativas, levando em conta a proteção do meio ambiente e a promoção econômico-social dos garimpeiros.

Art. 176 – As jazidas em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra.

Art. 225 – Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º - Para assegurar a efetividade deste direito, incumbe ao poder público:

I – preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;

III – definir em todas as unidades da Federação espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitida somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção;

IV – exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade;

V – controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, método e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e meio ambiente;

§ 2º - Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei.

§ 3º - As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.

2.8.2.2 Código de Mineração

Art. 47 – Ficarà obrigado o titular da concessão, além das condições gerais que constam deste Código, ainda, às seguintes, sob pena de sanções previstas no Capítulo V:

II – Lavrar a jazida de acordo com o plano de lavra aprovado pelo DNPM, e cuja Segunda via, devidamente autenticada, deverá ser mantida no local da mina;

V – Executar os trabalhos de mineração com observância das normas regulares;

VII – Não dificultar ou impossibilitar, por lavra ambiciosa, o aproveitamento ulterior da jazida;

VIII – Responder pelos danos e prejuízos a terceiros, que resultarem, direta ou indiretamente, da lavra;

X – Evitar o extravio das águas e drenar as que possam ocasionar danos e prejuízos aos vizinhos;

XI – Evitar poluição do ar, ou da água, que possam resultar dos trabalhos de mineração;

XII – Proteger e conservar as Fontes, bem como utilizar as águas segundo os preceitos técnicos quando se tratar de lavra de jazida da classe VIII;

XIII – Tomar as providências indicadas pela fiscalização dos órgãos Federais;

Art. 48 – Considera-se ambiciosa, a lavra conduzida sem observância do plano preestabelecido, ou efetuada de modo a impossibilitar o ulterior aproveitamento econômico da jazida.

2.8.2.3 Outras Leis, Decretos e Portarias

- Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1.981, alterada pela Lei nº 7.804, de 18 de julho de 1.989.

Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

Art. 2 – A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, a melhora e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade humana, atendidos os seguintes princípios:

I – ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;

II – racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;

III – planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;

IV – proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;

V – controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;

VI – incentivo ao estudo e pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;

VII – acompanhamento do estado da qualidade ambiental;

VIII – recuperação de áreas degradadas;

IX – proteção de áreas ameaçadas de degradação;

X – educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente.

- Decreto nº 99.274, de 06 de junho de 1.990

Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1.981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1.981, que dispõem, respectivamente, sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências;

Art. 1º - Na execução da Política Nacional do Meio Ambiente, cumpre ao Poder Público nos seus diferentes níveis de governo:

I – manter a fiscalização permanente dos recursos ambientais, visando a compatibilização do desenvolvimento econômico com a proteção do meio ambiente e o equilíbrio ecológico;

III – manter através de órgãos especializados da Administração Pública, o controle permanente das atividades potencial ou efetivamente poluidoras, de modo a compatibilizá-las com os critérios vigentes de proteção ambiental;

V – implantar, nas áreas críticas de poluição, um sistema permanente de acompanhamento dos índices locais de qualidade ambiental;

Art. 17 – A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimento de atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, bem assim os empreendimentos capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento do órgão estadual competente integrante do SISNAMA, sem prejuízo de outras licenças legalmente exigíveis.

§ 1º - Caberá ao CONAMA fixar os critérios básicos, segundo os quais serão exigidos estudos de impacto ambiental para fins de licenciamento, contendo, entre outros, os seguintes itens:

- a) – diagnóstico ambiental da área;
- b) – descrição das ações propostas e suas alternativas; e
- c) – identificação, análise e previsão dos impactos significativos, positivos e negativos.

§ 2º - O estudo de impacto ambiental será realizado por técnicos habilitados e constituirá o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, correndo as despesas à conta do proponente do projeto.

Art. 19 – O Poder Público no exercício de sua competência de controle expedirá as seguintes licenças:

I – Licença Prévia – LP, na fase preliminar do planejamento da atividade, contendo requisitos básicos a serem atendidos na fase de localização, instalação e operação, observados os planos municipais, estaduais ou federais de uso do solo;

II – Licença de Instalação – LI, autorizando o início da implantação, de acordo com as especificações constantes do Projeto Executivo aprovado; e

III – Licença de Operação – LO, autorizando após as verificações necessárias, o início da atividade licenciada e o funcionamento de seus equipamentos de controle de poluição, de acordo com os previsto nas Licenças Prévia e de Instalação.

- Portaria Interministerial nº 917, de 06 de julho de 1.982

Estabelece obrigações para as empresas mineradoras de carvão.

I – As empresas mineradoras de carvão, estabelecidas em todo o território nacional, deverão apresentar ao Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM e Secretaria Especial de Meio Ambiente – SEMA, no prazo de 180 (cento e oitenta) dias, a partir da publicação desta Portaria, os seguintes projetos acompanhados dos respectivos cronogramas de execução:

a) – de tratamento de efluentes líquidos originados da drenagem da mina e do beneficiamento do carvão, de modo a atender a Portaria/GM/MINTER/Nº0013, de 15 de janeiro de 1.976, que regulamenta a qualidade do efluente a ser lançado em qualquer fluxo d'água;

b) – de transporte, manuseio, disposição final e/ou parcial de subprodutos, produtos ou resíduos sólidos, originados da lavra ou beneficiamento de carvão;

c) – de recuperação de área minerada.

II – Para a fiel observância do disposto nos artigos 22, 27 e 47, com respectivos incisos, do Decreto-Lei nº 227/67, a concessão de lavra de carvão mineral ficará condicionada ao cumprimento das exigências contidas nas alíneas a, b e c do item I, desta Portaria, devidamente apreciadas pela Secretaria Especial de Meio Ambiente – SEMA, e aprovadas pelo Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, nos prazos e nas formas que se dispuser em instrução normativa, a ser baixada por esses órgãos.

III – A concessão de incentivos fiscais e/ou financeiros de mineração e beneficiamento de carvão ficará condicionada ao parecer favorável da Secretaria Especial de Meio Ambiente – SEMA, no que se refere ao aspecto ambiental.

IV – O transporte, manuseio e estocagem de carvão mineral e subprodutos, da mina ao consumidor, deverão ser efetuados utilizando medidas que evitem a poluição do ar e das águas, de modo a atender as exigências dos diplomas legais vigentes.

V – As empresas que utilizam carvão mineral deverão apresentar projetos de controle da poluição ao órgão estadual do meio ambiente, no prazo de 180 (cento e oitenta) dias, a partir da data da publicação desta Portaria.

VI – As empresas que vierem a utilizar carvão mineral deverão obter, do órgão estadual do meio ambiente, aprovação dos projetos de controle de poluição, inclusive para fins de compatibilização do uso com a fiscalização.

VII – O atendimento dos pedidos de fornecimento de carvão mineral dependerá do cumprimento das exigências contidas nos itens 5 e 6 desta Portaria.

VIII – O não cumprimento dos prazos e normas estabelecidos nesta Portaria sujeitará os transgressores às penalidades previstas na legislação vigente.

IX – Fica criada junto ao Ministério das Minas e Energia, Comissão Técnica constituída por representantes do Ministério das Minas e Energia, do Ministério do Interior, do Ministério da Indústria e do Comércio, do Ministério dos Transportes e da Secretaria do Planejamento da Presidência da República – SEPLAN, com o objetivo de acompanhar e avaliar os resultados destas medidas e sugerir aos órgãos competentes novas providências.

- Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1.989

Dispõe sobre a regulamentação do Art. 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1.981, e dá outras providências.

Art. 1º - Os empreendimentos que se destinam à exploração de recursos minerais deverão, quando da apresentação do Estudo de Impacto Ambiental – EIA e do Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, submeter à aprovação do órgão ambiental competente plano de recuperação de área degradada.

Parágrafo Único – Para os empreendimentos já existentes, deverá ser apresentado ao órgão ambiental competente, no prazo máximo de 180 (cento e oitenta) dias, a partir da data de publicação deste Decreto, um plano de recuperação de área degradada.

Art. 2º - Para efeito deste Decreto são considerados como degradação os processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como, a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais.

2.8.2.4 Resoluções do Conama

- Resolução 009 do CONAMA, de 06 de dezembro de 1.990

Estabelece instruções sobre a necessidade de Licença Ambiental para extração de substâncias minerais através de Guia de Utilização.

Art. 1º - A realização da pesquisa mineral quando envolver o emprego de guia de utilização, fica sujeita ao licenciamento ambiental pelo órgão competente.

Parágrafo Único – O empreendedor deverá requerer ao órgão ambiental competente, a Licença de Operação para pesquisa mineral, nos casos previstos no “Caput” deste artigo, apresentando o plano de pesquisa mineral, com a avaliação do impacto ambiental e as medidas mitigadoras a serem adotadas.

Art. 6º - A concessão da Portaria de Lavra ficará condicionada à apresentação ao DNPM, por parte do empreendedor, da Licença de Instalação.

- Resolução nº 010 do CONAMA, de 06 de dezembro de 1.990

Estabelece instruções sobre a necessidade de Licença Ambiental para extração de substâncias minerais através do Regime de Licenciamento.

Art. 1º - A exploração de bens minerais de classe II deverá ser precedido de licenciamento ambiental do órgão estadual de meio ambiente ou do IBAMA, quando couber, nos termos da legislação vigente e desta resolução.

Art. 3º - A critério do órgão ambiental competente, o empreendimento, em função de sua natureza, localização, porte e demais peculiaridades, poderá ser dispensado da apresentação do Estudo de Impacto Ambiental – EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA.

Parágrafo Único – Na hipótese da dispensa de apresentação do EIA/RIMA, o empreendedor deverá apresentar um Relatório de Controle Ambiental –RCA, elaborado de acordo com as diretrizes a serem estabelecidas pelo órgão ambiental competente.

Art. 6º - O empreendedor deverá apresentar ao DNPM a Licença de Instalação, para obtenção do Registro de Licença.

2.8.3 Legislação Ambiental do Estado de Santa Catarina

- Lei nº 5.793, de 15 de outubro de 1.980

Dispõe sobre a proteção e melhoria da qualidade ambiental e dá outras providências;

- Decreto nº 14.250, de 05 de junho de 1.981

Regulamenta dispositivos da Lei nº 5.793, de 15 de outubro de 1.980, referentes à proteção e a melhoria da qualidade ambiental;

- Portaria Intersetorial nº 01/81

Aprova listagem das atividades consideradas potencialmente causadoras de degradação ambiental;

- Portaria nº 0024, de 19 de setembro de 1.977

Enquadra os cursos d'água dos Estado de Santa Catarina na classificação estabelecida pela Portaria GM nº 0013, de 15 de janeiro de 1.976;

2.9 Medidas Adotadas para a Mitigação dos Impactos Ambientais

A partir da publicação do Portaria Interministerial 917 de 06/07/1982 e, principalmente a partir da implantação do "Projeto Fiscalização e Controle da Mineração de Carvão em Santa Catarina, pelo DNPM, passou-se a exercer uma fiscalização preventiva e punitiva efetiva com a presença física permanente de técnicos do DNPM na região com a instalação de um escritório em Criciúma. Desde então as empresas passaram a adotar medidas mitigadoras com o objetivo de conter o aumento da degradação e poluição do meio ambiente na região produtora de carvão no Estado de Santa Catarina.

Dentre as medidas exigidas pelo DNPM e adotadas pelas empresas de mineradoras, pode-se destacar:

- utilização de circuito fechado para as águas drenadas das minas e da lavagem nas usinas de beneficiamento;
- implantação de bacias de sedimentação e decantação dos efluentes originados do beneficiamento do minério;
- construção de barragens de rejeito e estéril, impermeabilizadas por uma fina camada de argila;
- cobertura da barragens de rejeito e estéril com uma camada selante de argila e posteriormente por solo rico em matéria orgânica recuperadas durante a fase de decapeamento;
- revegetação das áreas mineradas com espécies gramíneas e arbóreas;

-manutenção dos pilares das lavras subterrâneas durante a fase de fechamento da mina com fator de segurança de 1,8, com o objetivo de se evitar os processos de subsidência.

3 METODOLOGIA

3.1 Análise de Água

3.1.1 Detecção da Poluição dos Recursos Hídricos Superficiais

O diagnóstico da contaminação de recursos hídricos por atividades de mineração exige o desenvolvimento de um planejamento detalhado que vai do levantamento da bibliografia existente sobre a geologia da jazida, método de lavra e beneficiamento, aspectos sócio-econômicos da região, à escolha dos métodos de amostragem e analíticos a serem empregados no campo e laboratório. Esta fase é extremamente importante, pois do seu sucesso depende o acerto na escolha do sistema de monitoramento e a eficiência das técnicas empregadas na preservação e tratamento dos efluentes.

A metodologia adotada seguiu os seguintes itens:

- pesquisa de campo preliminar: objetivando confirmar os dados levantados na pesquisa bibliográfica e realizar as primeiras análises e medições "in loco";
- análise dos resultados obtidos: nesta etapa foram analisados os resultados obtidos nas etapas anteriores visando o planejamento das etapas subseqüentes. Foram redefinidos os objetivos do trabalho, a equipe executora, cronograma, equipamentos a serem utilizados, locais de medições e coletas de amostras, tipos de amostras e tratamentos, etc.;
- pesquisa de campo: nesta etapa foram realizadas as medições de parâmetros físico-químicos e coleta de amostras para análise em laboratório.;
- análises químicas em laboratório: para cada elemento selecionado para análise as amostras foram preparadas e analisadas através de técnicas específicas, conforme determinam as normas vigentes (ABNT);

-ordenação e análises dos resultados das medições: nesta etapa os resultados obtidos através das medições realizadas em campo e das análises feitas em laboratório, foram ordenados e analisados minuciosamente, levando-se em consideração os objetivos da pesquisa;

3.1.2 Amostragem

As diversas etapas de trabalhos realizados compreendidas desde o planejamento de amostragem até a realização de análises químicas em laboratório, foram executadas obedecendo as normas reguladoras fixadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, onde destacamos a NBR 9897 – Planejamento de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores, NBR 9898 – Preservação e Técnicas de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores. Na execução das análises químicas em laboratório foram utilizadas, além das normas da ABNT, o JIS – Japan Industrial Standard e o Standard Methods (1989).

3.1.2.1 Planejamento da Amostragem

A amostragem, em primeiro estágio, teve como objetivo conhecer as reais condições da qualidade das águas superficiais da bacia carbonífera de Santa Catarina, mais especificamente a sub-bacia do Rio Mãe Luzia, objetivando a instalação de uma estação de monitoramento contínuo da qualidade de água, além de propor medidas para prevenção e controle da poluição dos cursos superficiais por atividades mineiras.

O planejamento dos pontos de amostragem foi facilitado por se tratar de uma região com boa infraestrutura viária, pelo farto material bibliográfico existente sobre a geologia, mineração e meio ambiente e, principalmente, pelo apoio logístico e suporte técnico do escritório do DNPM instalado na cidade de Criciúma, responsável pela fiscalização das minerações de carvão desde 1.983.

Nesta etapa foi realizado um cadastro das minas ativas e inativas com base em dados obtidos através do escritório do DNPM em Criciúma. As minas

cadastradas foram plotadas em mapas base da Carta do Brasil (IBGE, 1.976 e 1.985), na escala 1:50.000, folhas: Orleães, Criciúma e Araranguá.

Após revisão bibliográfica e de posse da base cartográfica, foi possível locar em planta as possíveis fontes poluidoras e planejar o local e número de pontos a serem amostrados e medidos e definir o cronograma dos trabalhos de campo.

3.1.2.2 Trabalhos de Campo

A partir dos dados levantados na fase de planejamento foi realizada a primeira etapa de campo, com o objetivo de checar os dados levantados no escritório e realizar as primeiras medições e coletas de amostras.

Esta etapa permitiu que fossem realizados alguns ajustes na programação, tornando possível as seguintes definições:

- quantificar e localizar os pontos de amostragem;
- estabelecer o cronograma físico-financeiro para a execução dos trabalhos;
- determinar o número e tipo de amostras necessárias para atingir os objetivos;
- estabelecer o método de coleta, manuseio e preservação das amostras;
- avaliar as condições de trabalho.

3.1.2.3 Seleção dos Pontos de Amostragem e Medição

Como o objetivo era definir as fontes de cargas poluidoras e a qualidade das águas destas fontes, assim como a influência destas cargas sobre a qualidade das águas dos corpos receptores, foram selecionados os seguintes pontos de amostragem:

- saída de efluentes na “boca da mina”;
- efluentes originários das usinas de beneficiamento do minério de carvão;
- drenos das bacias de decantação;
- nos corpos receptores, imediatamente a montante dos pontos de lançamento e a jusante destes após a zona de mistura;
- ao longo das drenagens.

Sempre que possível, foi evitada a coleta de amostras em pontos onde havia a contribuição de outras fontes poluidoras tais como esgotos domésticos e agro-industriais.

3.1.2.4 Coleta de Amostras

Ao longo dos corpos receptores as amostras foram coletadas, quando possível, no centro do rio, utilizando-se de pontes ou botes. Quando da impossibilidade de se coletar a amostra no centro do rio, foram coletadas amostras a partir das margens, tomando-se o cuidado para que as mesmas fossem coletadas o mais distante possível da margem, evitando a interferência de agentes externos como sedimentos provenientes das margens, matéria orgânica e etc., garantindo-se assim a representatividade da amostragem. As amostragens de águas foram realizadas com auxílio de um balde plástico com capacidade para 10 litros amarrado por uma corda de nylon e provido de um peso. A amostragem tanto a partir da margem quanto de ponte foram feitas arremessando o balde contra a corrente mantendo a superfície livre da corda firmemente presa à mão ou em um ponto fixo. Inicialmente procedeu-se a lavagem do balde com a própria água amostrada, coletando-se em seguida a água de superfície.

Os efluentes de mina, usina de beneficiamento e de drenos da bacia de decantação, quando possível, foram coletados diretamente no recipiente de

armazenamento da amostra. Quando este procedimento demonstrava-se inviável era utilizado o balde plástico.

Quando da escolha dos pontos de amostragem procurou-se evitar a coleta em locais de estagnação de água, próximo à margem interna de curvas e em áreas de refluxo de curso de água, vistos que estes pontos podem não ser representativos.

3.1.2.5 Estocagem de Amostra

As amostras foram acondicionadas em vasilhames de polietileno de 1 litro. Estes recipientes antes de serem utilizados foram lavados e escovados com detergentes neutros, posteriormente enxaguados com água de torneira por três vezes e em seguida novamente enxaguados com água destilada ou deionizada por mais três vezes. Quando necessário, os frascos foram lavados com HCl 1:1 e posteriormente enxaguados com água destilada por várias vezes. Ao serem utilizados, os frascos foram lavados com a própria amostra.

3.1.2.6 Preservação das Amostras

Na maioria dos pontos amostrados foram coletadas duas amostras de 1 litro cada, sendo 1 armazenada sem nenhum tipo de preservação, enquanto a outra, destinada à análise química de metais, foi, imediatamente após a coleta, filtrada em membrana filtrante de porosidade 0,45µm, e então acidificadas com 5 ml de HCl (1:4), através de uma pipeta ou cálice graduado de 10 ml, tornando o pH da amostra menor que 2.

Após a coleta, os fracos foram bem fechados e etiquetados com o código de identificação da amostra, data da coleta e a indicação se a mesma foi submetida a algum tipo de tratamento de preservação ou não. Posteriormente, as mesmas foram acondicionadas em caixas de papelão para o transporte até o escritório e em seguida

ao laboratório. O armazenamento e transporte das amostras foi cercado do cuidado necessário para evitar possível danificação dos frascos e contaminação das amostras.

3.1.2.7 Formulário de Registro da Amostras

Para cada ponto amostrado foi preenchido um formulário de registro com um código de identificação próprio para cada amostra. Os formulários de registro continham as seguintes informações:

- código de identificação;
- identificação do ponto de amostragem e sua localização;
- procedência da amostra;
- data e hora da coleta;
- nome do técnico responsável pela coleta da amostra;
- condições climáticas no momento da coleta e no período imediatamente anterior;
- características físicas da água;
- indicação dos parâmetros analisados e medidos em campo e dos resultados;
- temperatura do ar e da água;
- espaço para anotar observações sobre quaisquer ocorrências anormais relacionadas à amostragem, bem como quaisquer condições especiais que pudessem fornecer dados de importância para a interpretação dos resultados.

3.1.2.8 Transporte das Amostras

Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em caixas de papelão e, uma vez terminada a programação de medição e coleta diária, as amostras foram transportadas, via rodoviária, até o escritório de Criciúma, onde novamente foram embaladas e encaixotadas para o transporte até o laboratório do Cecopomin em São Paulo. As amostras foram transportadas para São Paulo por via rodoviária, condução própria do DNPM, ou por via aérea, linhas comerciais, partindo de Criciúma ou Florianópolis.

As amostras transportadas por via aérea foram acondicionadas em caixas com setas indicando a posição para cima e a indicação de frágil. No interior de cada caixa foi encaminhada, dentro de um envelope, uma listagem com a relação das amostras. Do aeroporto ao laboratório as amostras foram transportadas por veículo do DNPM. Quanto às amostras transportadas por via rodoviária estes procedimentos foram dispensados uma vez que o técnico amostrador acompanhou o transporte.

3.1.3 Medições e Análises Realizadas em Campo

Em cada ponto selecionado foram realizadas medições “in loco” de parâmetros físico-químicos, utilizando-se de aparelhos portáteis, previamente calibrados, e testes semi-quantitativos com kits colorimétricos. Foram analisados e medidos os seguintes parâmetros:

-vazão – a avaliação da vazão dos rios foi feita com base na expressão:

$$Q = V.S$$

Onde:

Q = vazão (m³/min);

V = velocidade do fluxo de água (m/min);

S = área da seção transversal (m²).

A seção da área transversal foi obtida pela medição da largura e profundidade do rio. A medição da velocidade do fluxo de água feita com medidor da marca Tamaya, modelo Hiroi.

-pH – utilizou-se o medidor de pH da marca Toa Electronics Ltd., modelo HM-11P, eletrodo de vidro, com limites de detecção de 0 a 14 e precisão de 0,01pH;

-condutividade – utilizou-se o medidor de condutividade da marca Toa Electronics Ltd., modelo CM-11P, método eletrodo de corrente alternada, com limites de medição de 0 a 20mS/cm e precisão de aproximadamente 2% do FS (desvio total na escala);

-turbidez – foi medida com aparelho de fabricação Toa Electronics Ltd., modelo TB-1 A, método da superfície de dispersão e luminosidade intermitente, com limites de detecção de 0 a 250mg/l e precisão de aproximadamente 5% FS;

-oxigênio dissolvido (OD) – utilizou-se o medidor de OD da marca Toa Electronics Ltd., modelo DO-11P, célula de membrana galvânica, com limite de detecção de 0 a 19,99 mg/l e precisão de 0,01mg/l;

-temperaturas – adotou-se como temperatura da amostra aquela obtida no medidor de pH, enquanto para a medição da temperatura do ar utilizou-se um termômetro de mercúrio graduado de 0 a 100°C.

As medições foram realizadas introduzindo-se os eletrodos diretamente nos corpos d'água. Quando este procedimento não foi possível, as medições foram realizadas introduzindo-se os eletrodos na água coletada em balde plástico. A leitura e anotação correspondente a cada ponto amostrado foram feitas após a estabilização dos valores no visor digital.

Após cada medição os eletrodos foram lavados com água destilada e secos com papel toalha, evitando-se qualquer tipo de interferência entre amostragens.

3.1.4 Análises Químicas em Laboratório

O Cecopomin dispõe de laboratório, instalado na sede do 2º Distrito do DNPM em São Paulo, equipado com Absorção Atômica, Ion e Gás Cromatógrafo, Adsorção Ultra Violeta, instrumentações de laboratório, vidraria e instalações físicas para a preparação de amostras e a realização de análises químicas de água.

As amostras coletadas em Santa Catarina foram analisadas no laboratório de São Paulo, pelos técnicos do Cecopomin, supervisionados por técnicos japoneses da Jica.

Após análise dos resultados das medições dos parâmetros físico-químicos e análises expeditas semi-quantitativas através de kits colorimétricos, "Yoshi test" e "Pack test" realizadas no campo, optou-se por realizar análises químicas em laboratório, pelo método da absorção atômica, para os seguintes elementos: Cd, Cu, Zn, Pb, Fe, Mn, Al, Ca e Mg. Para SO_4 , foi adotado o método gravimétrico. Nas amostras com teores de Fe muito elevado adotou-se o método volumétrico por titulometria.

3.2 Monitoramento da Qualidade da Água

Com o objetivo de monitorar a poluição ocasionada pela mineração de carvão à água do rio Mãe Luzia, o Cecopomin, via DNPM, através de convênio firmado com a Prefeitura Municipal de Forquilha, instalou uma estação de monitoramento contínuo de controle da qualidade da água no rio Mãe Luzia, junto ao Paço Municipal de Forquilha. Concomitantemente, optou-se por adotar um monitoramento periódico dos efluentes de minas, usinas de beneficiamento, barragem de decantação de duas minas em atividade e em pontos selecionados ao longo dos rios Sangão e Mãe Luzia.

3.2.1 Estação de Monitoramento Contínuo

A partir dos estudos de reconhecimento, onde foi possível correlacionar as áreas contaminadas com as atividades de mineração de carvão e, levando-se em

consideração a necessidade de infra-estrutura básica, energia elétrica, serviço telefônico, água encanada potável, instalação física e segurança, foi escolhido como local adequado para a instalação da estação de monitoramento, a margem esquerda do rio Mãe Luzia, em um ponto situado ao lado do Paço Municipal da Cidade de Forquilha.

A escolha da cidade de Forquilha deveu-se, em parte, ao interesse da Prefeitura que, através de convênio firmado com o DNPM, construiu a instalação física, fornece energia elétrica, água encanada, segurança, além de manter um funcionário em período integral treinado para fazer a manutenção básica dos equipamentos.

Genericamente, o sistema de monitoramento contínuo da qualidade da água, instalado em Forquilha, consiste na obtenção automática dos resultados das medições em corpo d'água (rio Mãe Luzia), a partir de aparelhos instalados em uma estação fixa que, via modem, transmite telemetricamente os resultados para serem processados e arquivados na estação receptora instalada no escritório do DNPM de Criciúma.

A estação está instalada em um prédio de alvenaria de 24,00 m² (6 metros por 4 metros) de área construída, distante aproximadamente 3 metros da margem do rio, obedecendo as recomendações técnicas feitas pelo fabricante do sistema (Figuras 19 e 20).

3.2.1.1 Descrição do Monitor de Qualidade de Água

A estação de monitoramento está aparelhada com um monitor de qualidade de água modelo VS-3.250, de fabricação da Kimoto Electric Co. Ltd., vidraria de laboratório, estufa, ar condicionado, microcomputador, modem e reagentes para a realização da calibração de aparelhos.

Figura 19 – Foto mostrando o prédio onde está instalada a estação de monitoramento contínuo automático

Figura 20 – Foto mostrando parte dos equipamentos da estação de monitoramento contínuo automático (área interna)

O monitor está equipado com medidores de pH, oxigênio dissolvido (OD), potencial de oxi-redução (POR), condutividade, temperatura, turbidez, cianeto, amônia, nível da água do rio e de índice pluviométrico. As medições são realizadas de maneira contínua e sincronizada a um sistema de lavagem cíclica, controlados por um computador, que também arquiva os resultados obtidos.

O monitor é composto principalmente por três unidades: unidade de controle, unidade de medição e unidade de amostragem.

A unidade de controle consiste das seguintes partes:

- sistema controlador: compõe-se de um microcomputador, conversor analógico-digital (A/D) e uma impressora de papel térmico para a impressão dos resultados obtidos. Um software especialmente desenvolvido comanda os sinais para os sensores dos medidores, registra as respectivas respostas, arquiva os dados em meio magnético e transmite, via modem, os dados à estação remota;

- controlador de lavagem: comanda as bombas e válvulas, em conexão com o processador para controlar a seqüência das operações programadas;

- registrador: conectado ao processador, registra de maneira contínua as medições das concentrações de cianeto e amônia. Os medidores de cianeto e amônia, assim como os medidores de nível de água e de índice pluviométrico são equipamentos opcionais que foram incorporados ao monitor;

- nível de água do rio e índice pluviométrico: as medições são realizadas em aparelhos separados do monitor, e os resultados enviados por telemetria para a estação receptora;

- impressora: imprime os resultados das medições de acordo com uma programação previamente estabelecida;

- regulador automático de voltagem: estabiliza o fornecimento de energia elétrica aos aparelhos.

A unidade de medição é composta por um tanque de medição ao qual estão conectados os eletrodos de oxigênio dissolvido (OD), condutividade, temperatura, pH, potencial de oxi-redução (POR) e turbidez. Esses sinais estão interligados com seus respectivos amplificadores, que enviam os sinais para o processador de dados. Cada amplificador é isolado eletricamente em relação aos demais, para se evitar interferências entre os mesmos.

A unidade de amostragem consiste em um reservatório com capacidade de 100 litros, abastecido pela água bombeada do rio através de bomba submersa com vazão de 100 litros por minuto, controlada por um sistema de comando, permitindo funcionamento manual e automático.

3.2.1.2 Especificações dos Medidores e Aparelhos Incorporados

oxigênio dissolvido (OD)

-método de medição:	célula membrana galvânica
-faixa de medição:	0 a 20 mg/l
-precisão:	$\pm 2\%$ FS

condutividade

-método de medição:	eletrodo de corrente alternada
-faixa de medição:	0 a 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$
-precisão:	$\pm 2\%$ FS

temperatura

-método de medição:	resistência de platina
-faixa de medição:	-10 a 40°C
-precisão:	$\pm 0,5^\circ\text{C}$

pH

-método de medição:	eletrodo de vidro
---------------------	-------------------

-faixa de medição:	2 a 12 pH
-precisão:	$\pm 0,2$ pH

potencial de óxido redução (POR)

-método de medição:	eletrodo de platina
-faixa de medição:	± 1.000 mV
-precisão:	$\pm 2\%$ FS

turbidez

-método de medição:	camadas superficiais, impulsos luminosos
-faixa de medição:	0 a 250 mg/l
-precisão:	$\pm 5\%$ FS

amônia

-método de medição:	concentração em membrana e condutividade
-faixa de medição:	0 a 10 ppm N
-precisão:	< 5%

Cianeto

-método de medição:	irradiação UV, separação de gás e eletrodo tipo MS
-faixa de medição:	0,03 a 10 ppm CN
-precisão:	$\pm 0,1$ ppm CN

nível da água do rio

-método de medição:	conversão da pressão da água em sinais luminosos
-faixa de medição:	0 a 10 m
-precisão:	$\pm 0,15$ m

3.2.1.3 Descrição do Funcionamento da Estação de Monitoramento

A amostragem da água do rio é feita por uma bomba de rotor, do tipo submersa, sustentada por um cabo de aço preso a uma torre horizontal móvel de ferro,

com 8 metros de comprimento. A amostra bombeada é conduzida por meio de tubulação para o tanque de amostragem com capacidade para 100 litros de amostra. No tanque, os materiais grosseiros são retidos por meio de uma tela de aço inoxidável. Por gravidade a amostra é transferida, por meio de condutos próprios, para o tanque de medição. Deste tanque, alíquotas de amostras são distribuídas para os monitores de amônia e cianeto. Após o término das medições, a amostra de água é drenada para o rio, sendo lançada à jusante do ponto de coleta.

Obedecendo uma sequência e intervalos previamente programados, inicia-se o processo de lavagem automática do tanque de medição e dos sensores, com o desligamento da bomba de amostragem. No processo de lavagem utiliza-se água encanada de distribuição pública.

Uma vez realizadas as medições pelos respectivos aparelhos e métodos, os resultados são registrados na unidade de controle e transmitidos para a estação receptora de Criciúma, em intervalos de hora em hora, conforme programação estabelecida.

3.2.1.4 Estação Receptora dos Dados por Telemetria

A estação receptora está instalada no escritório do "Projeto de Fiscalização e Controle da Mineração de Carvão" do DNPM, localizado na cidade de Criciúma a cerca de 25 km de distância da Estação de Monitoramento de Forquilha.

Os resultados das medições realizadas e registradas pelo monitor de qualidade da água, são transmitidos telemetricamente para a estação receptora por meio de modem (Elebra modelo EC-3.250) e duas linhas telefônicas, instaladas uma em cada estação.

Na estação receptora, os dados são armazenados automaticamente por um microcomputador. O sistema está programado para a transmissão e recepção dos dados a cada 1 hora.

Por medida de segurança, o sistema está programado para emitir um sinal sonoro de alarme sempre que ocorrer alguma anormalidade na operação dos equipamentos do monitor de qualidade de água.

3.2.2 Monitoramento Periódico

O monitoramento periódico consistiu de medições periódicas (semanais, excepcionalmente quinzenais ou mensais), em pontos selecionados previamente, a partir de medições "in loco" de parâmetros físicos e físico-químicos (pH, condutividade, oxigênio dissolvido (OD) e temperatura da água), através de equipamentos portáteis. Este monitoramento foi realizado de 1994 a 1996, por técnicos do escritório do DNPM em Criciúma, que foram especialmente treinados.

Em um primeiro momento, esta atividade teve um caráter meramente de treinamento, entretanto, mostrou-se sido um importante instrumento na rotina de trabalho da equipe do Projeto de Fiscalização da Mineração de Carvão em Santa Catarina.

3.2.2.1 Seleção dos Pontos de Monitoramento Periódico

A seleção dos pontos monitorados levou em consideração os objetivos do estudo que era avaliar qualitativamente o comportamento da qualidade das águas dos rios Mãe Luzia e Sangão, e a influência das minas em operação nas proximidades de suas margens sobre a qualidade da água dos mesmos.

Dentro destes objetivos foram selecionados pontos na área de influência de duas minas julgadas como sendo representativas das atividades de mineração em curso na região, e pontos ao longo dos rios Sangão e Mãe Luzia. As tabelas 12 e 13, apresentam os dados de produção, beneficiamento e especificações dos carvões das minas 1 e 2. A Figura 21 mostra a localização das minas.

Tabela 12 – Dados de produção da Minas 1 e 2 (DNPM, 1996 a)

MINA	PROD. MINA (t)	PRODUÇÃO DA USINA DE BENEFICIAMENTO (t)						RECUPE RAÇÃO (%)
		TOTAL	CE-4.500	FINOS METALUG.	CE-5.400	CE-6.000	FINOS	
1	873.587	313.454	223.095	27.071	42.253	3.057	17.978	35,97
2	747.680	323.191	230.376	9.330	33.113	-	24.904	42,23

Tabela 13 – Especificações do carvões produzidos nas Minas 1 e 2 (DNPM, 1996a).

PARÂMETROS	MINA	ROM	CE-4.500	FINOS MET.	CE- 5.200	CE-5.400
Cinzas (%)	1	68,36	41,18	14,80	-	32,45
	2	64,15	42,30	-	34,80	-
Volateis (%)	1	15,56	23,46	31,34	-	27,65
	2	14,05	22,10	-	23,20	-
Carbono fixo (%)	1	16,68	35,36	53,86	-	39,90
	2	21,30	36,50	-	3,75	-
Enxofre (%)	1	4,06	2,08	1,10	-	2,35
	2	4,15	1,80	-	1,65	-
Índice de Inchamento (FSI)	1	0	1,5	4,00	-	2,00
	2	2,00	-	-	-	-
Poder calorífico (kcal/kg)	1	-	4.550	7.000	-	5.500
	2	2.520	4.536	-	5.225	-

Figura 21 – Mapa de localização das minas 1 e 2.

3.2.2.2 Identificação dos Pontos Monitorados

3.2.2.2.1 Mina 1

Localizada no alto curso do rio Sangão, no divisor de águas entre este e o rio Cocal, entre as cidades de Forquilha e Criciúma, distando cerca de 9 km desta.

Trata-se de uma lavra subterrânea, método de câmaras e pilares, semi-mecanizada, com acesso por galerias de encosta. A usina de beneficiamento com capacidade de 250t ROM/hora, dista cerca de 630 m da mina.

Na área de influência desta mina foram selecionados 05 pontos de monitoramento (Tabela 14).

Tabela 14 - Pontos selecionados para monitoramento na Mina 1.

PONTO	TIPO DE EFLUENTE	LOCALIZAÇÃO
SG-1	Água drenada da mina.	Dreno na saída da galeria principal.
SG-2	Efluente decantado da bacia de decantação.	Extravasor da bacia de decantação.
SG-3	Água drenada do pátio da mina.	Vala coletora de efluentes do pátio da mina.
SG-4	Efluentes da bacia de adução.	Dreno na saída da bacia de adução.
SG-5	Efluente de minas abandonadas a montante.	Drenagem de antigas minas situadas à montante.

Os efluentes líquidos desta mina, por exigência do órgão ambiental do Estado de Santa Catarina, FATMA – Fundação de Amparo à Tecnologia e ao Meio Ambiente, é direcionado para a sub-bacia do rio Sangão, uma vez que o rio Cocal (Bacia do rio Urussanga) é preservado para o abastecimento público das cidades. A Figura 22 mostra o circuito das águas e a localização dos pontos monitorados e amostrados para análises químicas.

Figura 22 – Desenho esquemático da localização dos pontos monitorados na Mina 1.
Modificado de Usui e Maeyama (1993).

3.2.2.2.2 Mina 2

Esta mina está localizada ao sul da área de estudo, no município de Forquilha, no divisor de água dos rios Mãe Luzia e Sangão.

Nesta mina foram selecionados inicialmente 6 pontos de monitoramento, no entanto, no decorrer dos anos, várias alterações foram promovidas no circuito de águas, levando à alteração dos pontos monitorados. A Tabela 15 mostra os pontos monitorados no início dos trabalhos.

Tabela 15 – Pontos monitorados na Mina 2

PONTO	TIPO DE EFLUENTE	LOCALIZAÇÃO
VR-1	Água de infiltração de antigas bacia de decantação	Dreno de captação de antigas bacias de rejeito
VR-2	Água excedente do circuito da mina	Drenagem da água excedente do circuito da mina, antes do lançamento no rio Sangão
VR-3	Água excedente do circuito da mina	Saída da barragem de contenção da água excedente do circuito da mina.
VR-4	Água do subsolo bombeada do poço 1	Água do poço 1, antes do lançamento na bacia equalizadora
VR-5	Água do subsolo bombeada do poço 2	Água bombeada do poço 2, no ponto de lançamento para bacia equalizadora
VR-6	Água decantada da bacia de decantação	Dreno da bacia de decantação

Atualmente apenas os pontos VR-3 e VR-4 estão sendo monitorados. A usina de beneficiamento é praticamente alimentada somente pela água do Poço 1 e pela água recirculada do circuito fechado. Nos períodos de estiagem é captada água do rio Mãe Luzia para atender à demanda da usina de beneficiamento.

A Figura 23 mostra o circuito das águas e a localização dos pontos monitorados.

Observação:
X : Ponto de Monitoramento

Figura 23 – Desenho esquemático da localização dos pontos monitorados na mina 2.
Modificado de Usui e Mayema (1993).

3.2.2.2.3 Rio Mãe Luzia

No rio Mãe Luzia foram selecionados dois pontos de monitoramento periódico, conforme discriminado na Tabela 16.

Tabela 16 – Pontos monitorados no rio Mãe Luzia

PONTO	TIPO DE EFLUENTE	LOCALIZAÇÃO
EF-2	Água do rio	Margem esquerda do rio Mãe Luzia a jusante da confluência com o rio São Bento (afluente de margem direita)
EF-3	Água do rio	Margem esquerda do rio Mãe Luzia a jusante da confluência com o rio São Bento (afluente de margem direita)

Com a seleção dos pontos EF-2 e EF-3, pretendeu-se analisar a qualidade da água do rio Mãe Luzia antes e depois da confluência do rio São Bento.

3.2.2.2.4 Rio Sangão

Apenas um ponto foi monitorado no rio Sangão. A Tabela 17 apresenta a descrição deste ponto, enquanto a Figura 18 mostra a sua localização.

Tabela 17 – Ponto monitorado no rio Sangão

PONTO	TIPO DE EFLUENTE	LOCALIZAÇÃO
SG-6	Água do rio Sangão	Rio Sangão a jusante da Mina 1

4 TRABALHOS EXECUTADOS

4.1 Levantamento de Dados

4.1.1 Trabalhos pontuais

Os trabalhos foram realizados em três fases, a 1ª fase, de reconhecimento, consistiu de medições "in loco" de parâmetros físicos e químicos, ao longo dos rios Mãe Luzia, Sangão e seus tributários; a 2ª constituiu-se de medições de parâmetros físicos e químicos "in loco", coletas de amostras e análises químicas em laboratório, divididas em duas etapas, a primeira realizada em 1993 e a segunda realizada em 1996 e a 3ª fase de medições de parâmetros físicos e físico-químicos ao longo dos rios Sangão e Mãe Luzia e de seus principais tributários.

4.1.1.1 1ª Fase - Reconhecimento

Dentro dos critérios estabelecidos no planejamento dos trabalhos e a partir das condições de trabalho observadas em campo, foram selecionados 24 pontos de medições locados ao longo de 143 km de rede de drenagem, constituída principalmente pelos rios Mãe Luzia com cerca de 93 km de extensão, e Sangão com cerca de 50 km de extensão. A Figura 24, mostra, de forma esquemática, a localização dos pontos medidos.

Os trabalhos constaram da medição "in loco" dos parâmetros pH, condutividade, temperatura da água e análises expeditas de Cu e FeT a partir de testes colorimétricos. A Tabela 18, apresenta os resultados obtidos.

Estes trabalhos foram executados no mês de julho de 1.992, tendo como objetivo o reconhecimento das condições reais da qualidade das águas dos rios estudados e da influência das atividades de mineração sobre estas águas. A partir dos resultados obtidos foi possível selecionar os pontos para o monitoramento contínuo e periódico.

Figura 24 – Desenho esquemático mostrando a localização dos pontos amostrados na fase de reconhecimento e a localização das minas ao longo dos rios Mãe Luzia e Sangão. Modificado de Usui e Maeyama (1993).

Tabela 18 – Resultados das medições realizadas na fase de reconhecimento

PONTOS MEDIDOS	LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO	VAZÃO estimada (m³/min)	PARÂMETROS MEDIDOS				
			pH	cond. (µS/cm)	t. água (°C)	concentração (ppm)	
						Cu	FeT
01	Nascente do rio Mãe Luzia (Brasília)	40	7,53	53	19,2	0,2	0,4
02	Rio Mãe Luzia Alto	50	7,72	63	0,5	0,2	0,5
03	Rio Mãe Luzia, Morro do Capitão	60	3,89	670	20,7	0,5	10,0
04	Treviso, córrego do Ferreira	10	7,4	56	19,8	0,2	0,2
05	Rio Morozini	12	6,8	166	21,4	0,2	0,7
06	Efluente da mina Morozini	3	2,66	2.690	24,8	20	40,0
07	Rio Mãe Luzia, Volta Redonda	100	3,32	728	22,0	0,2	10,0
08	Rio Fiorita a jusante de Siderópolis)	60	2,96	1.108	24,2	0,6	20
09	Rio Mãe Luzia à jusante da confluência c/ o rio Fiorita	400	3,10	1.047	23,5	0,7	10,0
10	Rio Mãe Luzia à montante da confluência c/ o rio Fiorita	300	3,99	321	24,0	0,2	5,0
11	Rio Fiorita a montante de Siderópolis	30	2,95	972	22,8	0,5	20
12	Rio Kuntz (Siderópolis)	25	3,74	419	20,6	0,5	10
13	Rio Sangão à montante da confluência c/ o rio Criciúma	50	2,66	2.270	23,0	20,0	40,0
14	Rio Sangão à montante da confluência c/ o rio Mãe Luzia	200	2,64	2.510	25,0	20,0	40,0
15	Rio São Bento à montante da confluência c/ o rio Mãe Luzia	300	7,45	80	26,5	0,2	0,5
16	Rio Mãe Luzia à jusante da confluência c/ o rio São Bento	1.200	3,35	591	23,8	0,2	3,0
17	Rio Mãe Luzia à montante da confluência c/ o rio São Bento	800	3,04	884	24,0	0,2	8,0
18	Ponte sobre o rio Mãe Luzia (Maracajá)	800	3,34	679	23,5	-	-
19	Rio Mãe Luzia (Chapéu de São Pedro-Maracajá)	800	3,21	610	23,0	-	-
20	Rio Manoel Alves (Meleiro)	300	6,26	150	22,9	-	-
21	Rio Itoupava, divisa Meleiro/Araranguá	500	6,74	450	25,0	-	-
22	Ponte sobre o rio Araranguá	2.000	4,42	950	22,7	-	-
23	Rio Araranguá, Araranguá	2.200	3,83	8.440	24,9	-	-
24	Água do mar, foz do rio Araranguá (Morro dos Conventos)	-	8,2	>20.000	23,0	-	-

Obs.: medidas efetuadas em julho/92.

4.1.1.2 2ª Fase - Amostragens e Análises Químicas em Laboratório

Estes trabalhos foram realizados em duas etapas, tendo, cada etapa, constado de uma fase de campo, onde foram realizadas medições de parâmetros físicos e químicos como pH, condutividade, vazão, temperatura do ar e da água, e coleta de amostras para análises em laboratório, e da fase de laboratório, onde foram preparadas e analisadas as amostras.

-1ª etapa – realizada no mês de setembro de 1.993, constou da coleta de 13 amostras obedecendo os critérios de amostragem apresentados no item 3.1.2 e seus sub-itens. Os pontos selecionados foram os mesmos do monitoramento periódico (item 3.2.2). As Tabelas 19 e 20, mostram os resultados das análises realizadas nesta fase.

2ª etapa – realizada no mês de novembro de 1.996, constou da coleta de nove amostras, sendo duas correspondentes a pontos monitorados na mina 1 (item 3.2.2.2.1), duas correspondentes à mina 2 (item 3.2.2.2.2), três no rio Sangão e duas no rio Mãe Luzia. A amostragem obedeceu os mesmos critérios da etapa anterior. As Tabelas 21 e 22, mostram os resultados das medições e análises realizadas nesta fase.

4.1.1.3 3ª Fase

Estes trabalhos consistiram de medições de parâmetros físicos e físico-químicos, como vazão, pH, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido (OD), temperatura do ar e da água, ao longo dos rios Mãe Luzia e seus tributários (rios Ferreira, Pio, Morozini e Fiorita e Manim), além dos rios Sangão e seu tributário de margem direita, Criciúma. A Figura 25 mostra, de forma esquemática, a localização dos pontos de medição, enquanto a Tabela 23 apresenta a identificação dos pontos e os valores obtidos.

Cabe ressaltar os trabalhos realizados pelo DNPM em 1.989, ao longo dos rios Sangão e Mãe Luzia, que constaram da medição “in loco” de parâmetros como o pH, condutividade e outros, e da análise química para Cd, Cu, Zn, Pb, FeT, Co e Cr. As Tabelas 24 e 25, mostram os resultados de quatro pontos coincidentes com aqueles amostrados e analisados na etapa 2.

Tabela 19 – Medições e amostragens para análises químicas (1ª etapa)

AMOS- TRA	VAZÃO (m³/h)	PH	COND. (µS/cm)	DATA/ HORA	MÉT. DE AMOSTRA	CONDI- ÇÕES DO CLIMA	COR DA ÁGUA	ODOR/ SS	TEMP.(°C)		OBSERVAÇÕES
									AR	ÁGUA	
SG-1	0,25	2,76	2.010	23/9/93 09:00	balde	Chuva torrencial	Amarela, turva	s/cheiro pouco SS	20,5	19,0	Água bombeada da mina (excesso)
SG-2	1,67	3,38	3.410	23/9/93 09:20	balde	Chuva torrencial	clara	s/cheiro sem SS	20,5	18,5	Água da saída da bacia de decantação
SG-3	1,67	2,48	5.390	23/9/93 09:27	balde	Chuva torrencial	Preta, turva	s/cheiro com SS	21,0	19,2	Água do pátio da mina que para a bacia de adução
SG-4	-	2,83	2.960	23/9/93 09:35	balde	Chuva torrencial	Amarela	s/cheiro c/pouco SS	20,3	16,4	Água da saída da bacia de adução.
SG-5	1,00	2,81	3.230	23/9/93 09:50	balde	Chuva torrencial	Amarela	s/cheiro c/pouco SS	20,5	16,4	Água de drenagem de antigas minas, que desagua no rio Sangão.
SG-6	81,15	2,97	1.316	23/9/93 10:01	balde, centro do rio	Chuva torrencial	Amarela	s/cheiro c/muito SS	20,6	16,1	Água do rio Sangão coletada a juzante da mina 1.
VE-1	5,00	2,97	2.110	23/9/93 15:00	balde	Chuva torrencial	Cinza clara, turva	s/cheiro c/pouco SS	21,0	17,8	Água coletada do dreno de antigas de rejeito.
VE-2	29,70	2,90	2.010	23/9/93 15:06	balde	Chuva torrencial	Cinza escura, turva	s/cheiro c/muito SS	21,2	17,3	Água excedente do circuito da mina 2.
VE-3	34,70	2,88	2.120	23/9/93 15:15	balde	Chuva torrencial	Cinza escura, turva	s/cheiro c/muito SS	21,5	17,4	água drenada da barragem de retenção do exce- dente do circuito.
VE-4	-	3,84	2.010	23/9/93 15:35	balde	Chuva torrencial	Amarela, turva	s/cheiro c/ SS	21,5	19,8	Água do poço 1 (subsolo).
EF-1	-	4,88	1.147	23/9/93 16:25	balde, margem do rio	Chuva torrencial	Amarela, turva	s/cheiro c/muito SS	21,6	15,3	Água do rio Mãe Luzia, coletada na estação de monitoramento.
EF-2	-	4,86	1.145	23/9/93 16:40	balde, margem do rio	Chuva torrencial	Amarela, turva	s/cheiro c/muito SS	21,5	14,0	Água do rio Mãe Luzia, margem esquerda, a montante da desembocadura do rio São Bento
EF-3	-	4,87	1.146	23/9/93 09:00	balde, margem do rio	Chuva torrencial	Amarela, turva	s/cheiro c/muito SS	21,5	14,0	Água do rio Mãe Luzia, margem esquerda, a montante da desembocadura do rio São Bento

Tabela 20 – Resultados das análises químicas realizadas na 1ª etapa

AMOSTRAS		ELEMENTOS ANALISADOS (mg/l)											
		Cd	Cu	Zn	Pb	Mn	FeT	As	Ca	Mg	Al	SO ₄ ²⁻	Hg
SG-1		0,12	<0,10	1,84	<0,3	6,6	68	<0,04	317	48	-	988	<0,005
SG-2		0,13	<0,10	6,30	<0,3	21,6	13	<0,04	1.559	144	-	2.299	<0,005
SG-3		0,75	<0,10	10,67	<0,3	20,0	878	0,16	367	168	-	4.486	<0,005
SG-4		<0,03	0,25	4,74	<0,3	13,05	81	<0,04	424	53	-	2.023	<0,005
SG-5		<0,03	0,37	5,32	<0,3	12,2	165	<0,04	347	47	-	2.394	<0,005
SG-6		<0,03	<0,10	1,30	<0,3	3,1	280	<0,04	43	12	-	637	<0,005
VE-1		<0,03	<0,10	1,72	<0,3	4,8	118	<0,04	176	18	-	1.104	<0,005
VE-2		<0,03	<0,10	3,33	<0,3	3,8	176	0,05	164	14	-	1.161	<0,005
VE-3		<0,03	<0,10	3,07	<0,3	4,0	165	<0,04	165	14	-	1.163	<0,005
VE-4		<0,03	0,10	0,63	<0,3	6,3	8	<0,04	242	2	-	918	<0,005
EF-1		<0,03	<0,10	0,04	<0,3	0,3	4	<0,04	7	37	-	74	<0,005
EF-2		<0,03	<0,10	0,02	<0,3	0,4	8	<0,04	7	2	-	40	<0,005
EF-3		<0,03	<0,10	0,17	<0,3	0,7	11	<0,04	11	3	-	76	<0,005
PADRÃO AMBIENTAL (CLASSES)*	II	≤0,001	≤0,02	≤0,18	≤0,03	0,1	≤0,3	≤0,05	-	-	-0,1	≤250	≤0,0002
	III	≤0,01	≤0,5	≤5,0	≤0,05	0,5	≤5,0	≤0,05	-	-	-0,1	≤250	≤0,002
PADRÃO DE EMISSÃO*	BR	≤0,2	≤1,0	≤5,0	≤0,5	≤1,0	≤15	≤0,5	-	-	-	-	≤0,01
	SC	≤0,1	≤0,5	≤1,0	≤0,5	-	≤15	-	-	-	-	-	≤0,005

Obs.: data da coleta: 23/09/93 – data da análise: 28/09 a 05/10/93 – tipo de amostra: simples
 Análises realizadas pelo método espectrofotometria de absorção atômica no laboratório do CECOPOMIN/DNPM/SP. As análises para FeT com teores superiores a 50 mg/l foram analisadas pelo método volumétrico (titulometria).

(*) Resolução nº 20/86 do CONAMA.

Tabela 21 – Medições e amostragens para análises química (2ª etapa)

AMOS- TRA	VAZÃO (m³/h)	PH	COND. (µS/cm)	DATA/ HORA	MÉT. DE AMOSTRA	CONDI- ÇÕES DO CLIMA	COR DA ÁGUA	ODOR/ SS	TEMP.(°C)		OBSERVAÇÕES
									AR	ÁGUA	
SG-4	-	2,33	10.100	28/11/96	direta no frasco	Bom	clara	s/cheiro s/SS	28,0	26,7	Dreno da bacia de rejeito.
SG-5	-	2,99	936	28/11/96	balde	Bom	crista- lina	s/cheiro s/SS	28,4	23,3	Água da drenagem de minas abando- nadas à montante da mina 1.
SG-6	-	2,80	2.100	28/11/96	balde	Bom	amare- lada, turva	s/cheiro s/SS	28,2	23,9	Água do rio Sangão à jusante da mina 1 (ponte).
VE-3	-	3,44		28/11/96	balde	Bom	amare- lada, turva	s/cheiro s/SS	28,0	25,3	Água da saída da barragem de com- tenção do exceden- te da mina.
VE-4	-	6,26		28/11/96	balde	Bom		s/cheiro s/SS	28,1	25,3	Água do poço 1 da mina 2, dreno a céu aberto.
RS-1	-	2,83	2.180	28/11/96	balde	Bom	clara	s/cheiro s/SS	28,0	24,3	Água do rio Sangão à montante da mina 1 (ponte).
RS-2	-	2,82	2.220	28/11/96	balde	bom	marrom	s/cheiro c/muito SS	28,2	26,1	Água do rio Sangão à montante da con- fluência c/ o rio Mãe Luzia
ML-1	-	3,39	699	28/11/96	balde	bom	clara	s/cheiro s/SS	27,8	24,5	Água do rio Mãe Luzia à montante da confluência c/ rio Sangão.
ML-2	-	2,96	1.410	28/11/96	balde	bom	turva	s/cheiro c/SS	27,5	25,3	Água do rio Mãe Luzia à juzante da confluência c/ rio Sangão

Obs.: SS – sólidos em suspensão.

Tabela 22 – Resultados das análises químicas realizadas na 2ª etapa

AMOSTRAS	ELEMENTOS ANALISADOS (mg/l)											
	Cd	Cu	Zn	Pb	Mn	Fe	As	Ca	Mg	Al	SO ₄ ²⁻	Hg
SG-4	0,079	1,81	5,15	<0,3	23,4	2.922	<0,04	138	61,1	667	4.037	<0,005
SG-5	<0,03	<0,10	0,23	<0,3	1,76	9,1	<0,04	23,6	5,72	19,8	1.216	<0,005
SG-6	<0,03	0,12	2,67	<0,3	4,89	177,0	<0,04	97,8	18,4	59,6	2.212	<0,005
VE-3	<0,03	<0,10	1,55	<0,3	5,97	58,2	<0,04	323	34,6	9,25	2.496	<0,005
VE-4	<0,03	0,10	0,16	<0,3	3,72	37,2	<0,04	290	34,6	0,42	2.246	<0,005
RS-1	<0,03	<0,10	1,18	<0,3	3,61	112,0	<0,04	58,1	13,5	36,4	1.695	<0,005
RS-2	<0,03	<0,10	2,27	<0,3	4,5	127,0	<0,04	140	22,3	37,2	2.514	<0,005
ML-1	<0,03	<0,10	0,31	<0,3	2,58	3,1	<0,04	41,8	10,04	8,2	1.346	<0,005
ML-2	<0,03	<0,10	1,02	<0,3	3,37	49,7	<0,04	80,1	14,9	23,7	1.638	<0,005
PADRÃO AMBIENTAL (CLASSES)*	II	≤0,001	≤0,02	≤0,18	≤0,03	0,1	≤0,3	≤0,05	-	-	0,1	≤250
	III	≤0,01	≤0,5	≤5,0	≤0,05	0,5	≤5,0	≤0,05	-	-	0,1	≤250
PADRÃO DE EMISSÃO*	BR	≤0,2	≤1,0	≤5,0	≤0,5	≤1,0	≤15,0	≤0,5	-	-	-	≤0,01
	SC	≤0,1	≤0,5	≤1,0	≤0,5	-	≤15	-	-	-	-	≤0,005

Obs.: data da coleta: 28/11/96 – data da análise: 01/12 a 05/12/93 – tipo de amostra: simples
 Análises realizadas pelo método espectrofotometria de absorção atômica no laboratório do CECOPOMIN/DNPM/SP. As análises para Fe com teores superior a 50 mg/l foram analisadas pelo método volumétrico (titulometria).

(*) Resolução nº 20/86 do CONAMA.

Figura 25 – Desenho esquemático mostrando a localização dos pontos medidos na 3ª Fase. Modificado de Usui e Maeyama (1993).

Tabela 23 – Identificação dos pontos e resultados dos parâmetros medidos na 3ª Fase

PONTO	LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO	VAZÃO (m³/min)	PARÂMETROS MEDIDOS						Condições do Clima
			pH	cond. (µS/cm)	Turbidez (mg/l)	OD (mg/l)	t. ar (°C)	t. água (°C)	
01(02)	Alto curso do rio Mãe Luzia, fora da área de influência da atividade de mineração.	67,97	6,82	39	2,0	10,76	18,0	17,3	nublado
02	Rio Mãe Luzia a jusante das primeiras cargas de mineração.	69,46	5,81	53	8,5	9,00	18,6	17,5	nublado
03	Rio Mãe Luzia, à montante de Treviso	105,98	4,23	314	10,0	8,20	21,9	18,3	nublado
04(04)	Rio Ferreira, na cidade de Treviso	17,32	6,84	51	4,0	8,90	21,2	18,4	nublado
05	Rio Mãe Luzia, à jusante de Treviso	151,29	4,32	217	8,0	8,80	23,5	19,1	nublado
06	Rio Pio, à montante da confluência c/ o rio Mãe Luzia.	62,65	6,13	57	2,0	9,05	24,5	20,0	nublado
07(05)	Rio Morozini, a montante da confluência c/ rio Mãe Luzia.	9,69	6,29	131	2,0	9,15	27,3	20,3	com sol
08	Rio Mãe Luzia à montante de Volta Redonda	254,9	3,75	361	46,0	7,95	27,5	21,6	com sol
09(07)	Rio Mãe Luzia à jusante de Volta Redonda	-	3,55	370	44,0	8,0	28,0	21,6	com sol
10	Rio Manim	57,4	6,70	42	2,0	8,64	25,0	22,6	nublado
11	Rio Fiorita, à montante de Siderópolis	16,15	3,15	750	10,0	7,50	21,7	20,6	nublado
12(08)	Rio Fiorita, a montante da confluência c/ o Rio Mãe Luzia.	174,18	3,20	820	18,0	8,25	22,0	19,6	nublado
13	Rio Jordão, a montante da confluência c/ o Rio Mãe Luzia.	44,41	6,3	48	6,0	7,05	21,5	20,5	chuvoso
14	Rio Mãe Luzia à jusante da confluência c/ o rio Jordão	298,97	3,58	349	8,0	7,50	21,0	20,6	chuvoso
15(09)	Rio Mãe Luzia à jusante da confluência c/ o rio Fiorita	375,53	3,25	674	16,0	9,00	23,0	21,1	chuvoso
16	Alto curso do Rio Sangão	7,29	3,09	987	8,0	8,25	25,2	19,8	nublado
17 (SG-6)	Rio Sangão, à jusante da mina 1.	38,75	2,88	1784	12,0	6,60	29,4	23,5	nublado
18	Rio Criciúma, à montante da confluência c/ o Sangão.	42,87	4,79	808	40,0	3,14	31,0	27,8	com sol
19	Rio Sangão à jusante da confluência c/ o rio Criciúma	137,73	2,96	1336	8,0	5,0	26,0	22,0	com sol
20	Rio Sangão, a montante da confluência c/ o Rio Mãe Luzia.	294,92	3,38	1939	34	3,76	40,0	36,1	com sol
PADRÃO AMBIENTAL		Classe II*	6 a 9	-	≤100	≥5	-	-	-
		Classe III**	6 a 9	-	≤100	≥4	-	-	-

Observações: Padrão Ambiental: Resolução nº20/86 do CONAMA

* Rio Sangão

** Rio Mãe Luzia

() Pontos medidos na fase 1 (Tabela 17)
medidas efetuadas em outubro/98.

Tabela 24 – Amostragens realizadas pelo DNPM (1989).

AMOSTRA	VAZÃO (m³/h)	PH	COND. (µS/cm)	DATA/HORA	MÉT. DE AMOSTRA	CONDIÇÕES DO CLIMA	COR DA ÁGUA	ODOR/SS	TEMP.(°C)		OBSERVAÇÕES
									AR	ÁGUA	
10 (SG-6)	-	2,60	2.700	7/3/89	-	Bom	amarela, avermelhada	s/cheiro s/SS	26,0	23,0	Água do rio Sangão à montante da confluência com o rio Maina.
46 (RS-2)	-	2,90	3.200	14/3/89	-	Bom	amarela, avermelhada	s/cheiro c/muito SS	20,0	21,0	rio Sangão 50m à montante da confluência c/ o rio Mãe Luzia
51 (ML-1)	-	3,80	2.800	14/3/89	-	bom	cristalina	s/cheiro s/SS	20,0	20,0	rio Mãe Luzia 50m à montante da confluência c/ rio Sangão.
53 (ML-2)	-	3,20	1.200	14/3/89	-	bom	semi-cristalina	s/cheiro c/SS	19,0	20,0	rio Mãe Luzia a 1000m à jusante da confluência c/ o rio Sangão

Obs.: SS – sólidos em suspensão.

Tabela 25 – Resultados das análises químicas realizadas pelo DNPM (1989)

AMOSTRAS	ELEMENTOS ANALISADOS (mg/l)						
	Cd	Cu	Zn	Pb	Fe	Co	Cr
10 (SG-6)	ND	0,13	3,72	0,06	266	0,41	0,02
46 (RS-2)	0,36	ND	3,76	0,02	269	0,06	0,09
51 (ML-1)	9,00	ND	0,30	ND	2,6	0,01	0,01
53 (ML-2)	0,01	ND	0,88	ND	33,5	0,01	0,03
PADRÃO AMBIENTAL (CLASSES)*	II	≤0,001	≤0,02	≤0,18	≤0,03	≤0,3	≤0,2
	III	≤0,01	≤0,5	≤5,0	≤0,05	≤5,0	≤0,03

Obs.: análises realizadas pelo método de espectrofotometria de absorção atômica pelo laboratório da METAGO-GO.

(*) Resolução nº 20/86 do CONAMA.

4.1.2 Dados Levantados através de Monitoramento

4.1.2.3 Monitoramento Contínuo Automático

No período de 93 a 96 o monitoramento contínuo automático forneceu 1228 dados (média diária) relativos a cada parâmetro monitorado. Esses dados são apresentados no Anexo 1

Deve ser observado que, devido a problemas de manutenção, houveram muitas paralisações, ocasionando lacunas sem informações na planilha de dados. Paralelamente, em muitas ocasiões, foram registrados valores excepcionalmente anormais, em função de problemas eletrônicos em um ou outro equipamento.

4.1.2.4 Monitoramento Periódico

No período de 94 a 96 foram monitorados, de forma ininterrupta, 5 pontos na mina 1 e 2 pontos na mina 2. Os pontos VR-1, VR-2 e VR-5, foram monitorados até abril de 1994, deixando de ser a partir de então, devido alterações promovidas pela empresa no circuito dos efluentes. No rio Sangão foi monitorado 1 ponto (SG-6) localizado à jusante da mina 1 e no rio Mãe Luzia 2 pontos (EF-2 e EF-3) à jusante e à montante da confluência com o rio São Bento.

As Tabelas 26, 27 e 28, apresentam as médias mensais dos resultados dos parâmetros medidos nos rios Mãe Luzia e Sangão (EF-3, EF-2 e SG-6). As Figuras 26, 27 e 28, apresentam o comportamento dos parâmetros medidos no decorrer do período estudado.

As Figuras de 29 a 35, mostram o comportamento dos parâmetros medidos no decorrer do período estudado nas minas 1 e 2. As Tabelas com os valores obtidos no monitoramento das minas encontram-se no Anexo 2.

Tabela 26 – Média mensal dos parâmetros monitorados no ponto EF-3 (Rio Mãe Luzia à montante da confluência com rio São Bento).

MÊS/ANO	CONDUTIVIDADE (mS/cm)	pH	OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/l)	PRECIPITAÇÃO (mm)	TEMPERATURA (°C)
Jan-94	0,89	3,41	7,32	94,5	23,4
Fev-94	0,75	3,59	7,13	335,6	24,3
Mar-94	0,478	3,83	6,95	201,2	22,2
Abr-94	1,126	3,34	7,47	57,8	20
Mai-94	1,684	2,98	7,39	411,6	19,5
Jun-94	0,876	3,79	6,245	79,2	14,9
Jul-94	0,829	4,1	6,73	116,7	15,4
Ago-94	0,96	4,01	6,24	24,9	15,3
Set-94	1,328	3,46	6,87	27,2	18,5
Out-94	0,479	4,13	5,91	130,3	20,1
Nov-94	0,675	3,31	5,3	152,8	21,4
Dez-94	0,342	3,09	4,83	128,2	25
Jan-95	0,532	3,47	5,19	337,9	24,5
Fev-95	0,725	3,27	6,18	265,7	23,2
Mar-95	1,026	3,07	5,73	118,6	22,9
Abr-95	1,169	3,06	6,59	47,7	20
Mai-95	1,684	2,98	7,39	29,9	16,4
Jun-95	1,091	3,19	6,9	118,2	14,9
Jul-97	0,733	3,29	7,36	154,3	16,9
Ago-95	0,776	3,26	7,28	73,2	16,5
Set-95	1,14	3,17	6,87	110,4	17,2
Out-95	0,998	3,2	7,75	135,3	18
Nov-95	0,756	3,27	6,94	101,8	22,1
Dez-95	1,245	2,98	6,35	457	23,7
Jan-96	0,49	3,65	4,96	418,3	24
Fev-96	0,542	3,43	6,65	227,5	23,2
Mar-96	0,63	3,43	6,28	158,8	22,1
Abr-96	0,694	3,38	7,49	103,7	21,3
Mai-96	1,072	3,05	7,84	78,3	17,4
Jun-96	0,86	3,09	8,38	123,9	13,2
Jul-96	0,64	3,29	8,11	63,7	11,2
Ago-96	0,769	3,27	7,95	171,3	15,6
Set-96	0,695	3,36	7,68	193,6	16,8
Out-96	0,64	3,26	7,32	128	19,9
Nov-98	0,848	3,14	6,58	60,1	22,2
Dez-96	0,564	3,21	6,59	225,6	23,8

Figura 26 – Média mensal dos parâmetros monitorados no ponto EF-3 (rio Mãe Luzia, a montante da confluência com o rio São Bento)

Tabela 27 – Média mensal dos parâmetros monitorados no ponto EF-2 (Rio Mãe Luzia à jusante da confluência com rio São Bento).

MÊS/ANO	CONDUTIVIDADE (mS/cm)	pH	OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/l)	PRECIPITAÇÃO (mm)	TEMPERATURA (°C)
Jan-94	0,68	3,55	7,39	94,5	23,4
Fev-94	0,585	3,75	6,97	335,6	24,3
Mar-94	0,533	3,71	7,2	201,2	22,2
Abr-94	1,01	3,43	6,99	57,8	20
Mai-94	1,449	3,03	6,38	411,6	19,5
Jun-94	0,687	4,01	6,89	79,2	14,9
Jul-94	0,665	4,25	6,88	116,7	15,4
Ago-94	0,834	4,15	6,34	24,9	15,3
Set-94	1,204	3,48	6,55	27,2	18,5
Out-94	0,502	4,29	5,56	130,3	20,1
Nov-94	0,584	3,4	5,09	152,8	21,4
Dez-94	0,911	3,3	4,41	128,2	25
Jan-95	0,374	3,69	5,39	337,9	24,5
Fev-95	0,66	3,34	6,36	265,7	23,2
Mar-95	0,811	3,36	5,5	118,6	22,9
Abr-95	0,906	3,21	6,16	47,7	20
Mai-95	1,499	3,03	6,38	29,9	16,4
Jun-95	1,012	3,24	7,01	118,2	14,9
Jul-95	0,521	3,53	7,77	154,3	16,9
Ago-95	0,656	3,36	7,02	73,2	16,5
Set-95	1,16	3,2	6,49	110,4	17,2
Out-95	0,898	3,26	6,54	135,3	18
Nov-95	0,73	3,34	6,73	101,8	22,1
Dez-95	1,253	3,02	4,82	457	23,7
Jan-96	0,383	3,82	5,43	418,3	24
Fev-96	0,169	3,71	6,54	227,5	23,2
Mar-96	0,406	3,81	6,9	158,8	22,1
Abr-96	0,485	3,81	7,51	103,7	21,3
Mai-96	0,786	3,23	7,01	78,3	17,4
Jun-96	0,557	3,37	7,2	123,9	13,2
Jul-96	0,575	3,42	7,92	63,7	11,2
Ago-96	0,682	3,38	7,62	171,3	15,6
Set-96	0,477	3,44	7,81	193,6	16,8
Out-96	0,553	3,43	7,07	128	19,9
Nov-96	0,693	3,26	6,83	60,1	22,2
Dez-96	0,479	3,31	6,62	225,6	23,8

Figura 27 – Média mensal dos parâmetros monitorados no ponto EF-2 (rio Mãe Luzia, a jusante da confluência com o rio São Bento)

Tabela 28 – Média mensal dos parâmetros monitorados no ponto SG-6 (Rio Sangão à jusante da confluência com rio São Bento).

MÊS/ANO	CONDUTIVIDADE (mS/cm)	pH	OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/l)	PRECIPITAÇÃO (mm)	TEMPERATURA (°C)
Jan-94	1,95	3,12	5,66	94,5	23,4
Fev-94	1,44	3,22	6,37	335,6	24,3
Mar-94	1,579	3,35	6,39	201,2	22,2
Abr-94	1,636	3,21	5,31	57,8	20
Mai-94	1,9	2,84	4,25	411,6	19,5
Jun-94	1,47	3,55	5,59	79,2	14,9
Jul-94	1,539	3,86	6,06	116,7	15,4
Ago-94	1,799	3,8	6,6	24,9	15,3
Set-94	2,094	3,67	6,36	27,2	18,5
Out-94	2,61	3,447	3,27	130,3	20,1
Nov-94	2,194	2,77	4,41	152,8	21,4
Dez-94	2,39	2,73	3,01	128,2	25
Jan-95	1,59	2,92	3,8	337,9	24,5
Fev-95	1,36	3,04	6,18	265,7	23,2
Mar-95	1,545	2,92	4,29	118,6	22,9
Abr-95	1,902	2,84	3,95	47,7	20
Mai-95	1,9	2,84	4,25	29,9	16,4
Jun-95	2,077	2,87	5,24	118,2	14,9
Jul-95	1,934	2,89	6,43	154,3	16,9
Ago-95	1,666	2,9	6,17	73,2	16,5
Set-95	1,861	2,9	5,48	110,4	17,2
Out-95	1,796	2,88	4,82	135,3	18
Nov-95	1,79	2,93	5,29	101,8	22,1
Dez-95	2,355	2,72	4,28	457	23,7
Jan-96	1,664	2,9	4,41	418,3	24
Fev-96	1,575	2,89	4,98	227,5	23,2
Mar-96	1,504	3,01	5,18	158,8	22,1
Abr-96	1,979	2,87	5,53	103,7	21,3
Mai-96	1,738	2,85	5	78,3	17,4
Jun-96	1,445	2,92	5,68	123,9	13,2
Jul-96	1,405	2,92	6,61	63,7	11,2
Ago-96	1,825	2,89	5,32	171,3	15,6
Set-96	1,623	2,87	5,37	193,6	16,8
Out-96	1,477	2,93	5,62	128	19,9
Nov-96	1,697	2,83	4,68	60,1	22,2
Dez-96	1,327	2,88	5,46	225,6	23,8

Figura 28 – Média mensal dos parâmetros monitorados no ponto SG-6 (rio Sangão, a jusante da Mina 1).

Figura 29 – Valores por medição dos parâmetros monitorados no ponto SG-1, Mina 1.
(Dreno na saída da galeria principal)

Figura 30 – Valores por medição dos parâmetros monitorados no ponto SG-2, Mina 1.
(Extravasador da bacia de decantação)

Figura 31 – Valores por medição dos parâmetros monitorados no ponto SG-3, Mina 1.
(Vala coletora de efluentes do pátio da mina)

Figura 32 – Valores por medição dos parâmetros monitorados no ponto SG-4, Mina 1.
(Dreno na saída da bacia de adução)

Figura 33 – Valores por medição dos parâmetros monitorados no ponto SG-5, Mina 1.
(Drenagem de antigas minas abandonadas situadas à montante)

Figura 34 – Valores por medição dos parâmetros monitorados no ponto VR-3, Mina 2.
(Saída da barragem de contenção da água excedente do circuito da mina)

Figura 35 – Valores dos parâmetros monitorados no ponto VR-4, Mina 2.
(Água do poço 1, antes do lançamento na equalizadora)

4.2 Discussão dos Resultados

4.2.1 Resultados Obtidos nos Trabalhos Pontuais

4.2.1.1 1ª Fase - Reconhecimento

A análise dos resultados obtidos a partir das medições de campo, cujos resultados encontram-se expressos na Tabela 18, permite as seguintes considerações:

-o rio Mãe Luzia, de sua nascente até entrar na área de influência de atividades mineiras (ponto2), apresenta valores de pH compatíveis com os valores estabelecidos para os rios de classe III (Resolução nº 20/86 do CONAMA);

-após cruzar os primeiros empreendimentos mineiros (ativos e abandonados) dispostos nas proximidades de suas margens, ao sul da cidade de Treviso, observa-se o decréscimo do pH de 7,72 (ponto 2) para 3,89 (ponto 3) e o acréscimo da

condutividade de 63 para 670 $\mu\text{S/cm}$, respectivamente, denotando o forte impacto das atividades de mineração sobre a qualidade da água do rio;

-ao sul da cidade de Treviso, mesmo após receber a contribuição dos rios Pio, Morosini e Manim, sem empreendimentos mineiros nas áreas de influência de suas micro-bacias, o rio Mãe Luzia apresentou pH 3,32 e condutividade de 728 $\mu\text{S/cm}$ (ponto 7), mostrando um crescente índice de contaminação;

-o rio Mãe Luzia, a montante da confluência com o rio Fiorita, após receber a contribuição do rio Jordão, sem empreendimento mineiro em sua área de influência, apresentou uma pequena melhora na qualidade da água, com pH subindo para 3,99 e a condutividade abaixando para 321 $\mu\text{S/cm}$ (ponto 10), entretanto, a jusante da confluência com o rio Fiorita, observou-se a queda do pH para 3,10 e a subida da condutividade para 1.047 $\mu\text{S/cm}$ (ponto 9), mostrando a influência do rio Fiorita sobre a qualidade da água do rio Mãe Luzia. Em dois pontos medidos no rio Fiorita (pontos 8 e 11), observou-se que a qualidade de suas águas encontravam-se bastante comprometidas, em decorrência de atividades mineiras implantadas em suas áreas de influência;

-o rio Sangão, principal afluente do rio Mãe Luzia, desde a sua nascente, já apresenta a qualidade de suas águas comprometidas, uma vez que no início do seu curso, passa por depósitos de rejeitos abandonados (Figura 36). Ao longo de todo o seu curso ocorrem empreendimentos mineiros ativos ou abandonados. O rio Sangão, já próximo de sua foz, apresentou valores de pH de 2,64 e condutividade de 2.510 $\mu\text{S/cm}$, valores incompatíveis com os padrões ambientais estabelecidos para os rios de classe II (resolução nº 20 do CONAMA);

-o rio Mãe Luzia, desde a confluência com o rio Fiorita no município de Siderópolis, até a confluência com o rio Sangão no município de Maracajá, não apresenta empreendimentos mineiros em sua área de influência direta, entretanto os valores medidos na cidade de Forquilha não demonstraram melhora significativa na qualidade de suas águas, apresentando valor de pH de 3,35 e condutividade de 591 $\mu\text{S/cm}$ (ponto 16), mostrando a falta de capacidade do rio de auto purificar-se. A

jusante da confluência com o rio Sangão, próximo à cidade de Maracajá, apresentou valor de pH de 3,34 e condutividade de 884 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Figura 36 – Foto mostrando o rio Sangão cerca de 800 metros a jusante de sua nascente passando por depósitos de rejeitos de uma mina abandonada.

4.2.1.2 2ª Fase - Amostragens e Análises Químicas em Laboratório

A análise dos resultados de medições de parâmetros físicos e químicos efetuadas no campo e das análises químicas realizadas em laboratório, sugere as seguintes considerações:

-1ª etapa (Tabelas 19 e 20):

-todos os pontos medidos apresentaram valores de pH fora da faixa estabelecida pelos padrões ambiental e de emissão;

-os valores de pH observados nos pontos EF-1, EF-2 e EF-3 (rio Mãe Luzia), em torno de 4,85, muito superior aos valores observados na fase de reconhecimento, cerca de 3,3, deveu-se, provavelmente, ao fato da ocorrência de chuvas na véspera da amostragem, com a conseqüente diluição da água contaminada;

-a amostra SG-6 (rio Sangão) registrou concentrações fora do padrão ambiental para os rios de classe II, para Mn, FeT e SO_4^{2-} (Tabela 20);

-todos os efluentes medidos nos circuitos das minas 1 e 2, apresentaram concentrações de Mn superiores ao limite máximo estabelecido pelo padrão de emissão (Tabela 20)

-2ª etapa (Tabelas 21 e 22):

-todos os pontos medidos, à exceção do ponto VE-4, apresentaram valores de pH fora das faixas estabelecidas pelos padrões vigentes;

-os pontos medidos próximos à nascente (RS-1) e à foz (RS-2) do rio Sangão, que apresentaram valores de pH de 2,83 e 2,82, respectivamente, complementam a amostragem deste rio, mostrando que a qualidade da água do rio apresenta-se comprometida em toda sua extensão (Tabela 21);

-todas as amostras dos rios Mãe Luzia e Sangão, exceto a ML-1, que apresentou concentração de FeT inferior a 5mg/l, apresentaram concentrações de Mn,

FeT e SO_4^{2-} , superiores aos limites máximos estabelecidos pelo padrão ambiental para os rios de classes II e III, demonstrando o alto grau de contaminação de suas águas. Com relação aos demais elementos analisados, os resultados obtidos indicam que as concentrações encontram-se abaixo dos limites máximos estabelecidos pelo mesmo padrão ambiental.

4.2.1.3 3ª Fase

A análise dos resultados obtidos na 3ª Fase (Tabela 23), permite as seguintes considerações:

- de todos os tributários do rio Mãe Luzia, à exceção do rio Sangão, apenas o rio Fiorita apresenta evidências claras de contaminação pelas atividades de mineração, fato este que já havia sido constatado na fase de reconhecimento;

- todos os rios medidos, à exceção do rio Criciúma, apresentaram valores de OD (oxigênio dissolvido) dentro dos valores estabelecidos pelo padrão ambiental. O valor de 3,14 mg/l, apresentado pelo rio Criciúma (ponto 18), abaixo do valor mínimo estabelecido pelo padrão ambiental para os rios de classe II, deve-se ao fato deste rio receber a carga de efluentes domésticos, não tratados, ao passar por áreas urbanas (Valiati, 1998);

- os valores registrados de turbidez, abaixo de 50 mg/l, reflete a utilização de bacias de decantação para os efluentes das usinas de beneficiamento, além da recirculação da água, evitando o lançamento de efluentes com sólidos finos em suspensão, prática obrigatória pela legislação em vigor;

- o rio Mãe Luzia, da mesma forma que havia sido constatado na fase de reconhecimento, antes de passar pela área de influência das primeiras minerações, abandonadas ou ativas (ponto 1), não apresenta qualquer anormalidade em relação aos parâmetros medidos. Entretanto, à jusante da confluência com o rio Fiorita (ponto 15), mesmo após ter aumentado sua vazão em mais de 5 vezes, registrou valores de

pH de 3,25, demonstrando os efeitos danosos da mineração de carvão, em suas várias etapas, sobre a qualidade de suas águas;

-o rio Sangão, da mesma forma como já havia sido constatado nas fases anteriores, apresentou valores de pH e condutividade que demonstram que esse rio está com a qualidade de sua água totalmente comprometida pelos efeitos da atividade mineira desde a sua nascente até a sua foz. Cabe ressaltar, ainda, que os valores de OD observados após a desembocadura do rio Criciúma (ponto 19), e após sua passagem pela localidade de Verdinho (ponto 20), demonstram que este rio está ameaçado também pelos contaminantes orgânicos de origem doméstica.

4.2.2 Discussão dos Resultados Obtidos pelo Monitoramento

4.2.2.1 Monitoramento Contínuo Automático

A análise dos dados obtidos pela estação de monitoramento contínuo foi prejudicada pela falta de dados durante diversos períodos, e pela evidente descalibração do sistema em outros períodos, não permitindo a obtenção de uma série histórica confiável que permitisse a análise e tratamento das séries temporais e suas correlações.

4.2.2.2 Monitoramento Periódico

4.2.2.2.1 Rio Mãe Luzia

Os dados obtidos a partir do monitoramento nos pontos EF-3 e EF-2 (Tabelas 26 e 27, Figuras 26 e 27), permite-nos as seguintes observações:

-os parâmetros medidos nos dois pontos do rio apresentaram comportamento muito parecidos, demonstrando que o rio São Bento exerce pouca influência sobre a qualidade do rio Mãe Luzia. Por ser um rio que não recebe a influência direta de nenhum empreendimento mineiro sendo sua água inclusive captada para o

abastecimento da cidade de Criciúma, observa-se que após a mistura de suas águas com as do rio Mãe Luzia (ponto EF-2) os valores de pH são ligeiramente superiores aos observados no ponto a montante (EF-3);

-ao longo dos 3 anos de monitoramento não se observou nenhuma melhora na qualidade da água do rio Mãe Luzia, apresentando pequenas variações de pH, para mais e para menos, em relação ao valor médio;

-as Figuras 26 e 27, mostram uma correlação entre os valores medidos de pH e condutividade, observando-se o decréscimo da condutividade com o aumento do pH;

-os valores de oxigênio dissolvido nos dois pontos monitorados apresentaram valores compatíveis com o padrão ambiental;

-não se observou uma boa correlação entre os valores de pH e precipitação. Isso se deve provavelmente ao fato de que as precipitações mensais foram obtidas na estação de Urussanga, não correspondendo exatamente às precipitações que ocorreram nos pontos medidos ou a montante dos mesmos que pudessem levar a um aumento da carga do rio e um conseqüente diluição das águas contaminadas que viessem a refletir na melhora momentânea da qualidade da água. Cabe que em medições isoladas, com o nível do rio bem acima do normal, foi verificado por diversas vezes um aumento significativo nos valores de pH.

4.2.2.2.2 Rio Sangão

-de uma forma geral o comportamento dos parâmetros medidos no rio Sangão, ao longo desses 3 anos repete os observados no rio Mãe Luzia;

-ao longo dos 3 anos verifica-se que o pH apresentou uma pequena melhora no período de junho a outubro de 94, atingindo valores de até 3,86, no entanto, voltando a cair em seguida, para valores inferiores a 3,00;

-os dados de oxigênio dissolvido mostra que a média obtida em vários meses no período apresenta valores inferiores ao estabelecido pelo padrão ambiental (≥ 5 mg/l), indicando que o rio está com sua qualidade da água também comprometida em relação aos contaminantes orgânicos.

4.2.2.2.3 Pontos Monitorados nas Minas

Os pontos monitorados nas minas demonstraram, de uma forma geral, um comportamento errático com variações significativas nos valores registrados para alguns parâmetros (condutividade, por exemplo).

Tal comportamento pode ser devido a vários fatores atuantes individualmente ou associados, podendo ser citados:

- variação fisiológica do carvão em produção;
- alterações no volume de produção do minério;
- alimentação da usina por efluente proveniente do circuito fechado, acrescido de água bombeada do rio;
- alterações no próprio processo do beneficiamento.

A ocorrência de qualquer um destes fatores, infelizmente, não é comunicada, não permitindo saber qual deles tem uma maior influência na variação observada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

5.1 Considerações Finais

A preocupação com a preservação da qualidade ambiental no Brasil é relativamente recente e, até a década de 80, praticamente inexistia qualquer mecanismo legal de proteção ao meio ambiente, como pode ser comprovado pelo sumário da Legislação Mineral e Ambiental apresentado no item 2.8.

A partir da Assembléia Geral das Nações Unidas, reunida em Estocolmo em junho de 1.972, que aprovou a DECLARAÇÃO SOBRE O AMBIENTE HUMANO, e com a repercussão internacional da mesma, é que a elite política e intelectual brasileira passou a perceber o risco que estava sendo cometido ao se voltar para o desenvolvimento indiscriminado dos meios produtivos na área de insumos básicos e manufaturados (agricultura, mineração, indústria e etc.), sem se preocupar com desenvolvimento de tecnologias que visassem a compatibilização do desenvolvimento econômico social com preservação da qualidade do meio ambiente.

A partir de 1.975 foram decretadas e sancionadas as primeiras leis dispondo sobre o controle da poluição provocada por atividades industriais. Desde então, a legislação foi aprimorada, tendo culminado com a promulgação da Constituição da Republica Federativa do Brasil em 05 de outubro de 1.988 que, em vários artigos, prevê a obrigatoriedade da preservação do meio ambiente.

A Constituição Federal no § 2º do art. 225 do capítulo referente ao Meio Ambiente cita explicitamente a mineração como atividade degradante ao meio ambiente, obrigando a recuperação conforme solução técnica aprovada pelo órgão público competente. No item IV do mesmo artigo exige a apresentação do estudo prévio de impacto ambiental. A Constituição Federal contemplou com raro oportunismo a preservação da qualidade ambiental em áreas sujeitas à atividade de mineração, constituindo em um instrumento legal suficiente para conciliar a exploração mineral com a preservação da qualidade ambiental.

Embora o Código de Mineração trate de forma genérica a questão ambiental relacionada à mineração, fica evidente que o mesmo dispõe de mecanismo suficiente para um efetivo controle da qualidade ambiental nas áreas mineradas, pois as medidas mitigadoras da degradação ambiental pela atividade mineira são itens necessários e essenciais do Plano de Aproveitamento Econômico da jazida, podendo, inclusive, por questões técnico-econômicas, inviabilizar a mesma.

A legislação ambiental vigente é bastante abrangente e eficaz. No entanto, para a sua efetiva aplicação e a consecussão dos resultados práticos desejados, deve haver sensibilidade social e política, e preparo técnico (órgãos bem aparelhados com corpo técnico bem treinado e motivado) por parte dos órgãos fiscalizadores, pois a mineração, embora impactante e às vezes poluidora quando não conduzida de forma adequada, é uma atividade de cujos resultados (produto mineral) a sociedade necessita, fundamentalmente, para o seu desenvolvimento social e econômico.

Para a região de Criciúma, especificamente, com as medidas adotadas para mitigação (item 2.9), dispõe-se de mecanismos suficientes para que a legislação seja cumprida a custos aceitáveis.

5.2 Conclusões

O trabalho executado permitiu constatar que a região de Criciúma vem produzindo carvão desde o início do século. Passaram-se várias décadas sem que houvesse qualquer controle das características ambientais. Paralelamente, não havia qualquer controle ambiental por parte das mineradoras e a legislação em vigor não tratava especificamente do assunto. A partir da 2ª Guerra Mundial e, principalmente, a partir da década de 70 até meados da década de 80, houve um grande incremento da produção de carvão na região devido primeiro à falta de suprimento externo durante a fase de guerra e, posteriormente, à crise do petróleo de 1973. Durante todo esse período, apesar da grande atividade de mineração na região, não havia qualquer política de controle de disposição de rejeitos e efluentes das minerações, o que ocasionou a ocupação de extensas áreas com rejeitos e o lançamento dos efluentes diretamente nos rios. Mesmo no final da década de 80, era possível verificar na região

pilhas de rejeitos expostos às condições atmosféricas, o que causava forte mau cheiro (devido ao gás sulfídrico) e auto-combustão dessas pilhas. Nesta última década, com a aplicação da legislação ambiental, a situação é bastante diversa. No entanto, com a desregulamentação do setor em 1990, diversas empresas fecharam suas operações e as áreas degradadas durante décadas não foram totalmente recuperadas. Portanto, existem ainda extensas áreas em que o rejeito da mineração encontra-se exposto ou parcialmente recoberto. Estas áreas, devido às próprias características das pilhas de rejeito, apresentam grande permeabilidade, fazendo com que a água da chuva percole tais materiais, sendo aciduladas e indo às drenagens da região. Sem que seja adotado algum tipo de remediação, tais áreas continuarão contribuindo para a acidificação das drenagens até que a própria natureza depure os resíduos.

As medidas adotadas pelas empresas em atividades contribuíram para evitar uma maior contaminação dos cursos d'água e degradação do meio físico. Entretanto estas medidas precisam ser aperfeiçoadas, uma vez que se constata infiltrações nas barragens de sedimentação e a ocorrência de drenagens ácidas em surgências a jusante das barragens de rejeitos o que demonstra falha na impermeabilização das barragens. ✓

Os resultados obtidos do monitoramento efetuado ao longo dos rios Mãe Luzia e Sangão, durante mais de três anos, permite concluir que, embora as medidas mitigadoras tenham sido adotadas, a qualidade das águas dos rios não apresentou melhora significativa. Isto se deve aos seguintes fatores:

- as minas abandonadas continuam drenando águas ácidas originárias da percolação das águas subterrâneas pelas galerias;
- nas sub-bacias dos rios Mãe Luzia e Sangão ocorrem áreas de despejos de rejeitos de forma desordenada, inclusive ao longo de drenagens, que se constituem em fontes permanentes de geração de ácido sulfúrico que poluem os rios;
- excedentes das águas ácidas drenadas das minas e das barragens de sedimentação são lançadas nos corpos receptores sem tratamento,

principalmente nos períodos de alta precipitação, quando ocorre um excesso de efluentes no circuito fechado.

5.3 Sugestão de Trabalhos Adicionais

Sugere-se que a pesquisa iniciada com este trabalho seja continuada nos próximos anos, a fim de que seja possível dispor de séries de dados mais completas. Para isso, será necessária a completa revisão da Estação de Monitoramento Contínuo de Forquilha, e que as manutenções periódicas sejam executadas de forma mais ágil, evitando-se a interrupção na aquisição de dados durante várias semanas consecutivas.

Da mesma forma, deve ser dada continuidade ao monitoramento periódico, para um número maior de pontos, possibilitando o estudo do comportamento da qualidade da água do rio em várias partes e em relação às atividades de mineração desenvolvidas nos locais de suas áreas de influência, assim como o comportamento da qualidade em pontos diferentes de seu curso em relação às variações climáticas sazonais.

Um estudo deste tipo, de longo prazo, deverá possibilitar, inclusive, o acompanhamento do tempo necessário para que a própria natureza depure os resíduos expostos, caso ações concretas de recuperação ambiental regional não sejam adotadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT. 1987. NBR 9897/1987 Planejamento de Amostragem de Efluentes Líquidos. 23p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT. 1987. NBR 9898/1987 Preservação e Técnicas de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores. 34p.
- ARAUJO, J.E.V. 1985. Carvão Mineral: Aspectos Ambientais. In: COLETÂNEA DE TRABALHOS TÉCNICOS SOBRE CONTROLE AMBIENTAL NA MINERAÇÃO. Departamento Nacional de Produção Mineral. Brasília, 1985, p.39-42.
- ÁVILA, E.L. 1992. Caracterização Hidrogeológica e Hidroquímica da Formação Rio Bonito na Região de Siderópolis e Adjacências, Florianópolis, 235p. Dissertação de Mestrado, Departamento de Geociências, UFSC.
- BARBOSA, O.; ALMEIDA, F.F.M. 1948. Nota sobre a estratigrafia da Série Tubarão no Estado de São Paulo. Anais da Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro, 1948, n. 21, p.65-68.
- BARBOSA, O.; GOMES, F.A. 1958. Pesquisa de petróleo na bacia do rio Corumbataí, Estado de São Paulo. Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Rio de Janeiro, 1958, n. 171, p.1-40.
- DAEMON, R.F.; QUADROS, L.P. 1970. Bioestratigrafia do Neopaleozóico da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 24, Brasília, Anais. Brasília, SBG, p.355-412.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL, DNPM 1986. Projeto Borda Leste da Bacia do Paraná – Integração Geológica e Avaliação Econômica. Porto Alegre, 1986.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL, DNPM 1988. Informativo Anual da Indústria Carbonífera 1987 – ano base 1987. Brasília. DNPM, p.250.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL, DNPM 1989. Investigação e Estudos dos Efluentes de Mineração na Sub-bacia do rio Sangão-SC. Brasília, 1989. relatório interno.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL, DNPM 1994. Informativo Anual da Indústria Carbonífera 1994 – ano base 1993. Brasília. DNPM, p.254.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL, DNPM 1996a. Informativo Anual da Indústria Carbonífera 1996 – ano base 1995. Brasília. DNPM, p.211.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL, DNPM 1996b. Anuário Mineral Brasileiro. Brasília, ano XXV, DNPM, p.457.

FABRÍCIO, J.A.C. 1973. Projeto Carvão de Santa Catarina. Convênio DNPM/CPRM. Relatório Integrado até outubro de 1973. Porto Alegre, 1973, v. 1, 182p.

FABRÍCIO, J.A.C.; ABOARRAGE, A.M.; VALIATI, D.; POZZA, E.V.; FERREIRA, J.A.F.; SÜFFERT, T. 1981. Projeto Santa Catarina – Relatório Integrado. In: CARVÃO NO ESTADO DE SANTA CATARINA. Série Geologia, nº15. Brasília, convênio DNPM/CPRM, p.7-47.

FERREIRA, G.C. 1989. Avaliação dos Impactos Ambientais na Mineração de Combustíveis Fósseis Sólidos, São Paulo, 289p. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica, USP.

FRANÇA, A.B.; POTTER, P.E. 1988. Estratigrafia, ambiente deposicional e análise de reservatório do Grupo Itararé (Permo-Carbonífero), Bacia do Paraná. Boletim de Geociências da Petrobrás, v.2, nº.2/4, p.147-191.

- FULFARO, V.J.; SAAD, A.R.; SANTOS, M.V.; VIANNA, R.B. 1982. Compartimento e Evolução Tectônica da Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, 12, p.590-661.
- GAMA JR., A.N.; FRANÇA, A.B. 1982. Distribuição Espacial e Temporal das Unidades Litoestratigráficas Paleozóicas na parte Central da Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, 12, p.578-89.
- GERMAIN, M.D.; TASSÉ, N.; BERGERON, M. 1994. Limit to Self-Neutralization in Acid Mine tailings. In: *ENVIRONMENTAL GEOCHEMISTRY OF SULFIDE OXIDATION*. (chapter 24). American Chemical Society, Washington, D.C.. A. C. S. Symposiun, series 550. p.365-379.
- GORDON JR., M. 1947. Classificação das formações gondwânicas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. DNPM. Divisão de Geologia e Mineralogia do DNPM. *Notas Preliminares e Estudos*, Rio de Janeiro, n.38, p.1-20.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE 1959. *Enciclopédia dos Municípios Brasileiros*. Rio de Janeiro. IBGE,p.421.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE 1991. *Sinopse Preliminar do Censo Demográfico 1991*. v.6. Rio de Janeiro. IBGE, p.91.
- JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY, JICA. 1998. *The Feasibility Study on Recuperation of Mined-Out Areas in South Region of Santa Catarina State, The Federative Republic of Brazil*. Main Report. Japan, 1998, nº15, 397p.
- JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD, JIS. *Métodos para a análise de água de efluente industrial (tradução)*.
- LENZ, G.R.; RAMOS, B.W. 1985 Combustíveis fósseis sólidos no Brasil: carvão, linhito, turfa e rochas oleígenas. In: *PRINCIPAIS DEPÓSITOS MINERAIS DO BRASIL*. Brasília, DNPM/CVRD. v.1,p.3-40.

- LEONARDOS, O.H. 1970. Geociências no Brasil A Contribuição Britânica. Editora Forum. Rio de Janeiro, 343p.
- LEONARDOS, O.H. 1973. Geociências no Brasil A Contribuição Germânica. Editora Forum. Rio de Janeiro, 345p.
- MACHADO, J.L.F.; PERUFFO, N.; LIMA, J.E.L.S. 1984. Projeto Estudo da Vulnerabilidade à Contaminação dos Mananciais Subterrâneos Decorrente da Extração de Carvão Mineral, Relatório Final da Fase I, Porto Alegre, Convênio DNPM/CPRM, 310p.
- MENDES, J.C. 1967. The Passa Dois Group (The Brazilian portion of the Paraná Basin) In:BIGARELLA, J.J.; BECKER, G.D.; PINTO, I.D. ed.–Problems in Brazilian Gondwana Geology. First International Symposium on the Gondwana Stratigraphy and Paleontology. Curitiba,1967. p.119-166.
- MILANI, E.J.; FRANÇA, A.B.; SCHNEIDER, R.L. 1994 Bacia do Paraná. Boletim de Geociências da Petrobrás. 8(1):p.69-82.
- MÜLLER, A.A.; SANTOS, H.M.; SCHMITT, J.C.C.; MACIEL, L.A.C.; BERTOL, M.A.; CÉSAR, S.B. 1.985. Perfil Analítico do Carvão 2ª ed. ver. e atual. boletim nº6. Porto Alegre, DNPM,140p.
- NORTHFLEET, A.; MEDEIROS, A.A.; MUHLMANN, H. 1969. Reavaliação dos dados geológicos da Bacia do Paraná. Boletim Técnico da PETROBRÁS, Rio de Janeiro, 12(3), p.291-346.
- SCHNEIDER, R.L.; MUHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R.A.; DAEMON, R.F.; NOGUEIRA, A.A. 1974. Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA,28,Porto Alegre,1974. Anais,v.1,SBG,p.41-65.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO URBANO E MEIO AMBIENTE, SDM. 1997. Plano de Gestão e Gerenciamento da Bacia do Rio Araranguá – Zoneamento da Disponibilidade e da Qualidade Hídrica. Florianópolis, 1997. 99p.

STANDARD METHODS. 1.989. For Examination of Water and Wastewater. 17^a Edition. Editado por Leonore S. Clesceri, Arnald E. Greenberg e R. Rhodes Trussell, 1989.

STEFANKO, R. 1983. Coal Mining Tecnology –Theory and Practice. Editor: Christopher J. Bise. Society of Mining Engineers. A.I.M.E.. New York, New York, 1983, 410p.

SUGUIO, K. 1980. Rochas Sedimentares: propriedades, gênese, importância econômica. Editora Edgard Blücher: Editora da Universidade de São Paulo, 1980, 500p.

USUI, Y.; MAEYAMA, 1993. Estudo da Poluição na Região Carbonífera de Criciúma Uma Consideração sobre Medidas para Controle da Poluição. DNPM/JICA (relatório interno).

VALIATI, D. 1993. Projeto Fiscalização e Controle da Mineração de Carvão em Santa Catarina. II Seminário do Controle da Poluição na Mineração. Ciclo de Palestras. São Paulo, s.ed.DNPM.

VALIATI, D. 1998. Comunicação pessoal. Criciúma-Santa Catarina.

WHITE, I.C. 1908. Final Report. Rio de Janeiro. Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil. (Edição fac-similar, 1.988). p.680.

ANEXO 1

AAMMDD	NÍVEL D'ÁGUA (m)	COND. (uS/cm)	TEMP. (°C)	pH	TURB. (ppm)	DO (ppm)	ORP (ppm)	CN (ppm)	NH4 (ppm)	PPT (mm)
--------	---------------------	------------------	---------------	----	-------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------

930423	1,0	610	20,2	3,22	49,2	6,50	488	0,16	0,23	40,0
930424	1,2	315	15,9	3,59	34,1	7,33	397	0,05	0,02	1,0
930425	0,8	384	16,2	3,44	13,7	8,61	444	0,02	0,00	0,0
930426	0,7	412	15,6	3,66	7,0	11,51	508	0,01	0,02	0,0
930427	0,6	426	13,7	3,73	6,4	10,25	510	0,01	0,12	6,0
930428	0,6	501	12,8	3,62	7,3	9,74	521	0,01	0,29	3,5
930429	0,9	298	16,2	3,78	26,0	7,76	465	0,01	0,19	8,5
930430	0,8	233	14,8	4,15	10,6	10,72	453	0,01	0,11	0,0
930501	0,7	313	13,4	3,95	4,5	10,37	516	0,01	0,06	0,0
930502	0,6	313	13,4	3,95	4,5	10,37	516	0,01	0,06	0,0
930503	0,6	454	11,5	3,57	4,0	10,81	520	0,01	0,19	8,0
930504	0,6	356	17,7	3,49	7,2	7,14	471	0,01	0,35	3,0
930505	0,8	292	33,3	3,94	53,6	4,06	536	0,01	0,43	20,0
930506	0,8	258	26,5	3,86	103,3	6,72	524	0,01	0,16	0,5
930507	0,7	334	18,7	3,80	9,2	7,83	498	0,02	0,18	0,0
930508	0,6	438	17,7	3,66	2,3	5,30	519	0,03	0,30	0,0
930509	0,6	526	16,0	3,50	0,3	4,82	542	0,03	0,07	0,0
930510	0,6	540	22,9	3,59	1,8	3,50	529	0,03	0,19	0,0
930511	0,6	358	37,9	3,86	1,5	1,55	528	0,03	0,41	0,0
930512	0,5	376	38,0	3,88	2,7	1,20	515	0,03	0,43	5,0
930513	0,5	343	33,3	3,61	2,1	0,89	441	0,03	0,35	2,5
930514	0,5	375	35,3	3,69	1,1	1,44	503	0,03	0,52	1,0
930515	0,5	306	37,6	3,53	0,3	1,55	513	0,03	0,32	0,0
930516	0,5	295	38,7	3,48	0,1	1,42	533	0,03	0,12	0,0
930517	0,5	242	31,6	3,21	0,1	1,13	431	0,03	0,20	0,0
930518	0,5	502	17,3	3,07	4,1	5,46	463	0,81	0,20	0,0
930519	0,4	525	17,5	3,07	8,6	4,58	497	0,03	0,84	0,0
930520	0,4	501	17,1	2,98	0,6	3,49	483	0,01	0,88	0,0
930521	0,4	501	17,1	2,98	0,6	3,49	483	0,01	0,88	0,0
930522	0,4	593	17,0	2,96	0,9	6,72	485	0,65	0,88	0,0
930523	0,4	593	17,0	2,96	0,9	6,72	485	0,65	0,88	0,0
930524	0,4	889	14,8	3,35	2,4	7,53	491	0,67	0,88	0,0
930525	0,4	928	18,1	3,58	3,2	5,64	545	0,03	1,08	0,0
930526	0,4	956	15,5	3,57	4,6	5,45	544	0,02	1,08	8,5
930527	0,4	945	20,9	3,47	2,5	4,35	515	0,02	0,80	1,0
930528	0,5	876	16,9	3,02	2,2	4,46	460	0,02	0,06	0,0
930529	0,4	953	9,4	3,04	0,1	6,38	515	0,02	0,02	0,0
930530	0,4	892	8,0	2,94	1,3	5,65	475	0,02	0,02	11,5
930531	0,5	895	10,4	3,02	1,3	4,73	491	0,02	0,04	1,0
930601	0,5	829	11,7	3,02	1,2	3,92	491	0,02	0,01	0,0
930602	0,4	720	9,8	3,17	1,1	4,15	479	0,01	0,01	0,0
930603	0,4	716	11,0	3,03	1,9	4,39	459	0,01	0,02	3,0
930604	0,4	849	7,5	3,11	1,6	5,17	471	0,02	0,03	4,5
930605	0,5	941	6,0	3,06	0,2	5,61	525	0,02	0,02	0,0
930606	0,5	941	6,0	3,06	0,2	5,61	525	0,02	0,02	0,0
930607	0,5	941	6,0	3,06	0,2	5,61	525	0,02	0,02	0,0
930608	0,5	719	14,7	3,23	1,0	3,45	489	0,02	0,03	0,0
930609	0,4	657	16,6	3,19	1,2	3,13	481	0,02	0,03	0,0
930610	0,4	763	15,4	3,15	0,3	3,61	531	0,02	0,02	0,0
930611	0,4	763	15,4	3,15	0,3	3,61	531	0,02	0,02	0,0
930612	0,4	821	17,3	3,12	0,1	3,37	544	0,02	0,03	0,0
930613	0,4	881	17,8	3,05	0,0	3,40	555	0,02	0,04	0,0
930614	0,4	974	15,9	3,01	0,4	3,51	535	0,03	0,06	0,0
930615	0,4	997	11,7	2,96	1,2	3,48	496	0,02	0,05	0,0
930616	0,4	997	11,7	2,96	1,2	3,48	496	0,02	0,05	0,0
930617	0,4	711	20,0	3,21	5,1	2,63	464	0,02	0,03	6,5
930618	0,7	527	18,8	3,37	24,0	2,81	461	0,03	0,02	27,0
930619	0,7	711	20,0	2,00	0,0	0,00	464	0,03	0,02	27,0
930620	0,6	527	18,8	2,00	0,0	0,01	461	0,03	0,02	27,0
930621	0,5	388	7,4	3,49	3,1	4,16	420	0,03	0,02	27,0
930622	0,5	400	14,9	3,48	2,1	3,22	468	0,02	0,03	0,0
930623	0,4	472	16,7	3,38	0,5	3,24	465	0,03	0,03	0,0
930624	0,5	493	16,6	3,28	4,4	2,88	447	0,02	0,73	13,0
930625	0,5	645	14,3	3,32	0,9	3,22	503	0,02	1,09	0,0
930626	0,5	710	12,0	3,17	0,5	3,24	486	0,02	0,72	0,0
930627	0,4	710	12,0	3,17	0,5	3,24	486	0,02	0,72	0,0

AAMMDD	NÍVEL D'ÁGUA (m)	COND. (uS/cm)	TEMP. (°C)	pH	TURB. (ppm)	DO (ppm)	ORP (ppm)	CN (ppm)	NH4 (ppm)	PPT (mm)
--------	---------------------	------------------	---------------	----	-------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------

930628	0,4	715	12,5	3,23	0,2	2,80	522	0,03	0,64	0,0
930629	0,4	521	11,8	3,13	0,7	1,68	406	0,02	0,96	0,0
930630	0,4	594	15,9	3,17	1,1	2,30	484	0,03	1,26	0,0
930701	0,4	646	15,2	3,22	1,7	2,60	494	0,03	1,18	2,5
930702	0,7	586	15,1	3,31	26,6	2,49	466	0,03	0,96	22,5
930703	3,2	236	15,7	3,79	71,3	2,51	370	0,01	0,14	88,0
930704	3,2	236	15,7	3,79	71,3	2,51	370	0,01	0,14	88,0
930705	2,1	176	15,7	3,98	18,8	3,20	438	0,00	0,14	88,0
930706	1,2	243	15,0	3,91	18,7	3,49	470	0,46	0,02	0,5
930707	0,9	325	15,7	3,67	20,8	3,42	485	0,03	0,04	0,0
930708	0,8	381	12,1	3,59	14,8	3,70	486	0,03	0,03	0,0
930709	0,7	429	12,1	3,59	14,8	3,70	486	0,03	0,03	0,0
930710	0,7	402	8,3	3,21	8,6	3,15	428	0,02	0,06	2,5
930711	1,1	352	13,1	3,63	50,0	3,54	521	0,03	0,08	13,0
930712	1,1	352	13,1	3,63	50,0	3,54	521	0,03	0,08	13,0
930713	1,4	227	14,2	3,83	34,2	3,45	490	0,03	0,01	6,0
930714	1,1	233	12,2	3,81	23,7	3,87	492	0,03	0,01	0,0
930715	0,9	299	11,8	3,74	19,0	4,01	504	0,03	0,06	0,0
930716	0,8	336	10,9	3,54	16,1	3,77	511	0,03	0,06	0,0
930717	0,7	404	12,9	3,48	13,5	3,79	593	0,03	0,03	4,5
930718	0,7	449	12,4	3,44	12,3	3,73	610	0,03	0,04	0,5
930719	0,6	415	11,7	3,32	6,5	3,21	535	0,03	0,08	0,0
930720	0,6	415	11,7	3,32	6,5	3,21	535	0,03	0,08	0,0
930721	0,6	415	11,7	3,32	6,5	3,21	535	0,03	0,08	0,0
930722	0,6	646	13,0	3,26	5,5	3,22	538	0,03	0,16	0,0
930723	0,5	645	14,3	3,26	5,4	2,63	537	0,03	0,19	0,0
930724	0,5	645	14,3	3,26	5,4	2,63	537	0,03	0,19	0,0
930725	0,5	612	11,6	3,17	2,8	2,87	550	0,03	0,05	0,0
930726	0,5	669	12,7	3,24	7,2	3,30	544	0,03	0,08	0,0
930727	0,5	705	12,9	3,22	7,1	3,38	522	0,03	0,05	0,0
930728	0,5	762	12,3	3,20	10,8	3,31	512	0,03	0,00	0,0
930729	0,5	695	11,8	3,11	10,9	2,86	471	0,03	0,00	5,0
930730	0,5	713	14,5	3,23	14,7	2,98	519	0,03	0,00	4,5
930731	0,5	730	13,0	3,16	11,3	3,32	580	0,03	0,00	0,0
930801	0,5	656	13,7	3,20	5,7	3,37	624	0,03	0,00	0,0
930802	0,5	722	13,7	3,20	5,7	3,37	624	0,03	0,00	0,0
930803	0,4	766	12,2	3,23	2,7	3,45	532	0,04	0,00	0,0
930804	0,4	761	14,3	3,24	3,1	3,16	520	0,04	0,00	0,0
930805	0,4	801	16,4	3,21	3,1	2,88	509	0,04	0,00	0,0
930806	0,4	821	18,6	3,20	3,0	2,66	514	0,03	0,00	0,0
930807	0,4	821	18,6	3,20	3,0	2,66	514	0,03	0,00	0,0
930808	0,4	853	16,0	3,06	0,1	2,84	526	0,03	0,00	0,0
930809	0,4	853	16,0	3,06	0,1	2,84	526	0,03	0,00	1,0
930810	0,5	890	14,0	3,10	6,4	3,05	514	0,03	0,10	0,5
930811	0,5	836	10,4	3,15	3,4	3,59	506	0,02	0,08	0,0
930812	0,5	622	10,4	3,15	3,4	3,59	506	0,02	0,08	0,0
930813	0,4	622	9,6	3,40	1,9	3,33	496	0,02	0,08	0,0
930814	0,4	622	9,6	3,40	1,9	3,33	496	0,02	0,08	0,0
930815	0,4	882	9,6	3,40	1,9	3,33	496	0,02	0,08	0,0
930816	0,4	929	9,1	3,09	1,3	3,39	494	0,03	0,02	0,0
930817	0,4	907	13,2	3,19	1,4	2,91	506	0,03	0,00	1,5
930818	0,4	970	8,0	3,12	1,9	3,26	497	0,03	0,00	2,0
930819	0,4	990	5,0	3,11	1,3	3,17	484	0,03	0,81	0,0
930820	0,4	997	4,2	3,09	0,8	3,34	507	0,03	0,24	0,0
930821	0,4	997	3,4	3,08	0,0	3,59	529	0,03	0,50	0,0
930822	0,4	954	4,5	3,01	0,0	3,74	517	0,03	0,50	0,0
930823	0,4	998	6,4	3,06	0,6	3,30	527	0,03	0,02	0,0
930825	0,4	998	7,3	3,09	0,1	5,17	495	0,03	0,00	0,0
930826	0,4	968	18,7	3,22	0,0	6,64	485	0,03	0,00	0,0
930827	0,4	882	26,9	3,48	3,5	2,41	495	0,03	0,00	0,0
930828	0,4	840	31,1	3,60	0,0	1,58	513	0,03	0,00	0,0
930829	0,4	682	30,6	3,41	0,0	1,82	522	0,03	0,00	0,0
930830	0,4	908	27,1	3,33	3,4	2,65	467	0,02	4,50	0,0
930831	0,4	952	26,7	3,25	5,7	2,34	453	0,02	15,50	0,0
930901	0,5	952	26,7	3,25	5,7	2,34	453	0,02	15,50	0,0
930902	0,6	952	26,7	3,25	5,7	2,34	453	0,02	15,50	0,0

AAMMDD	NÍVEL D'ÁGUA (m)	COND. (uS/cm)	TEMP. (°C)	pH	TURB. (ppm)	DO (ppm)	ORP (ppm)	CN (ppm)	NH4 (ppm)	PPT (mm)
--------	---------------------	------------------	---------------	----	-------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------

930903	0,5	686	24,6	3,48	2,6	3,21	494	0,03	0,00	0,0
930904	0,4	628	24,7	3,59	0,8	3,23	521	0,04	0,00	0,0
930905	0,4	690	25,0	3,53	0,2	3,36	533	0,04	0,00	0,0
930906	0,4	747	25,3	3,50	2,0	3,33	516	0,04	0,00	0,0
930907	0,4	760	25,6	3,43	1,8	3,03	511	0,04	0,00	0,0
930908	0,4	777	24,3	3,31	3,1	2,78	490	0,03	0,00	0,0
930909	0,4	847	24,8	3,36	4,9	2,74	451	0,02	0,00	0,0
930910	0,4	882	24,6	3,32	4,2	2,47	407	0,02	0,00	0,0
930911	0,4	983	25,1	3,31	0,2	2,93	487	0,02	0,00	0,0
930912	0,4	998	25,0	3,23	0,0	2,96	498	0,02	0,00	0,0
930913	0,4	998	25,9	3,25	0,6	2,76	483	0,03	0,00	0,0
930914	0,5	998	26,6	3,28	0,8	2,54	475	0,03	0,00	0,0
930915	0,8	945	25,0	3,23	2,0	2,27	466	0,03	0,00	0,0
930916	0,6	998	28,0	3,28	1,6	2,23	472	0,04	0,00	0,0
930917	0,3	998	28,5	3,30	1,9	2,09	470	0,04	0,00	0,0
930918	0,3	998	28,2	3,29	1,6	1,95	500	0,04	1,00	0,0
930919	0,3	998	28,5	3,22	0,0	1,81	521	0,04	2,00	0,0
930920	1,1	643	24,4	3,59	66,0	1,72	436	0,03	72,50	0,0
930921	1,0	317	23,7	4,29	35,3	2,34	496	0,03	0,00	0,0
930922	0,8	442	19,7	4,03	14,1	3,37	513	0,03	0,32	0,0
930923	2,1	346	11,0	4,49	52,2	4,85	454	0,03	0,04	32,5
930924	2,8	304	11,2	4,46	37,5	4,12	422	0,02	0,01	21,5
930925	3,8	304	11,2	4,00	37,5	4,12	422	0,02	0,01	21,5
930926	3,1	250	24,2	4,11	37,5	4,12	422	0,02	0,01	21,5
930927	2,3	180	35,5	4,00	37,5	4,12	422	0,02	0,01	21,5
930928	1,3	250	24,2	4,11	17,0	2,59	488	0,06	0,01	1,5
930929	1,0	314	20,1	3,80	17,9	2,78	486	0,05	0,03	0,5
930930	0,8	393	19,9	3,68	16,5	3,14	536	0,04	0,09	0,0
931001	0,7	554	16,0	3,54	11,1	3,83	513	0,04	0,18	0,0
931002	0,7	629	19,1	3,47	3,9	3,70	531	0,04	0,13	0,0
931003	0,6	680	18,3	3,30	2,7	3,42	527	0,04	0,08	1,5
931004	0,7	716	17,3	3,34	7,0	3,14	540	0,04	0,19	12,0
931005	1,7	228	21,2	4,15	42,6	2,86	471	0,04	0,01	9,5
931006	1,8	214	22,6	4,40	37,1	3,13	503	0,04	0,01	0,5
931007	1,0	250	19,2	4,17	15,8	2,94	486	0,03	0,03	0,0
931008	0,8	318	18,0	3,88	12,4	2,66	495	0,04	0,09	0,0
931009	0,7	406	22,6	3,66	9,2	2,47	530	0,29	0,17	0,0
931010	0,6	494	25,1	3,50	5,2	2,31	547	0,26	0,12	0,0
931011	0,6	571	26,4	3,40	3,1	2,02	552	0,06	0,13	0,5
931012	0,6	662	26,3	3,30	0,7	1,82	561	0,06	0,21	0,0
931013	0,5	638	24,6	3,11	1,0	1,60	486	0,04	0,40	0,0
931014	0,5	736	27,5	3,23	0,7	1,82	548	0,05	0,58	0,0
931015	0,5	785	27,5	3,20	0,8	1,77	547	0,05	0,58	0,0
931016	0,5	816	27,9	3,17	0,0	1,76	551	0,05	0,45	0,0
931017	0,5	745	23,6	2,92	2,2	1,47	469	0,04	0,17	0,0
931018	0,5	751	25,9	3,11	0,9	1,85	523	0,03	0,52	6,5
931019	0,6	649	22,7	3,25	12,2	1,95	513	0,03	0,78	15,0
931020	0,8	395	21,5	3,59	29,3	2,20	524	0,03	0,35	4,5
931021	0,8	357	21,4	3,55	14,8	2,09	486	0,03	0,31	0,0
931022	0,9	433	23,9	3,66	18,2	2,41	489	0,03	0,74	33,0
931023	1,6	246	25,9	4,15	69,5	2,55	517	0,03	0,27	0,5
931024	1,4	246	25,8	4,11	24,5	2,58	532	0,03	0,25	1,5
931025	1,5	221	24,1	4,27	15,4	2,56	526	0,03	0,19	7,5
931026	1,7	206	23,6	4,44	13,8	2,57	520	0,02	0,14	4,0
931027	1,5	193	16,3	4,24	14,4	3,60	524	0,02	0,14	0,0
931028	1,1	182	17,9	4,16	12,8	3,17	524	0,02	0,15	0,0
931029	0,9	239	20,5	3,89	22,4	1,85	501	0,02	0,26	0,0
931030	0,7	320	22,0	3,61	8,1	1,51	520	0,02	0,15	0,0
931031	0,7	380	20,5	3,31	3,0	1,27	483	0,02	0,10	1,0
931101	0,7	457	21,7	3,38	4,7	1,41	535	0,02	0,19	2,0
931102	0,6	504	20,9	3,29	1,3	1,50	549	0,02	0,23	0,0
931103	0,6	633	20,1	3,18	1,2	1,53	527	0,02	0,28	0,0
931104	0,5	738	20,8	3,11	1,6	1,35	539	0,02	0,49	0,5
931105	0,5	796	20,6	3,06	0,9	1,52	509	0,02	0,55	0,0
931106	0,5	804	21,3	3,07	0,4	1,68	506	0,02	0,49	1,0
931107	0,5	834	21,8	3,04	0,0	1,69	541	0,02	0,16	0,0

AAMMDD	NÍVEL D'ÁGUA (m)	COND. (uS/cm)	TEMP. (°C)	pH	TURB. (ppm)	DO (ppm)	ORP (ppm)	CN (ppm)	NH4 (ppm)	PPT (mm)
--------	---------------------	------------------	---------------	----	-------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------

931108	0,5	834	21,8	3,04	0,0	1,69	541	0,02	0,16	0,0
931109	0,4	822	22,5	3,07	2,8	1,52	543	0,02	0,65	0,0
931110	0,4	883	24,1	3,07	0,9	1,31	535	0,02	0,76	0,0
931111	0,4	936	25,1	3,18	4,6	1,88	542	0,02	0,78	0,0
931112	0,4	955	24,1	3,11	0,8	3,13	507	0,02	0,84	0,0
931113	0,4	998	24,2	3,23	0,3	2,11	539	0,02	0,86	0,5
931114	0,4	998	23,5	3,19	0,8	1,81	553	0,02	0,64	10,5
931115	0,4	998	22,1	3,14	0,0	1,81	565	0,02	0,31	1,5
931116	0,5	998	21,5	3,22	2,9	1,50	556	0,02	0,62	22,5
931117	0,5	915	19,7	3,18	1,0	3,36	498	0,02	0,70	7,5
931118	0,5	935	22,1	3,32	0,1	4,73	523	0,02	0,78	0,0
931119	0,4	998	22,5	3,33	0,1	5,39	517	0,02	0,85	0,0
931120	0,4	998	22,4	3,32	0,0	5,11	526	0,02	0,89	0,0
931121	0,4	998	22,8	3,25	0,0	4,85	551	0,02	0,49	0,0
931122	0,4	998	23,7	3,18	0,0	5,62	542	0,02	0,58	0,0
931123	0,4	956	23,9	3,13	0,5	3,60	512	0,02	1,63	0,5
931124	0,4	998	24,7	3,20	3,3	3,22	533	0,02	1,57	34,0
931125	0,6	899	21,8	3,33	11,2	2,67	537	0,02	0,58	3,5
931126	0,9	244	26,4	4,06	45,2	4,82	478	0,02	0,16	17,5
931127	0,6	439	26,8	3,83	5,6	4,38	508	0,02	0,18	2,0
931128	0,5	734	24,3	3,41	0,0	4,66	507	0,02	0,10	0,0
931129	0,5	923	24,1	3,34	0,0	5,16	529	0,02	0,38	0,0
931130	0,4	997	23,6	3,33	0,7	4,73	524	0,02	0,97	16,0
931201	0,5	998	22,1	3,24	1,0	4,84	528	0,02	0,79	0,0
931202	0,5	998	21,6	3,20	0,0	4,52	536	0,02	0,86	0,0
931203	0,4	994	23,9	3,33	0,0	4,22	519	0,02	1,00	0,5
931204	0,4	832	22,4	2,99	0,0	3,12	445	0,02	0,70	6,0
931205	0,7	945	24,6	3,31	3,6	3,98	541	0,02	0,38	11,5
931206	0,7	703	19,8	3,34	1,1	4,59	492	0,02	0,17	0,0
931207	0,6	628	20,1	3,43	0,5	4,34	489	0,02	0,38	8,0
931208	1,4	583	22,2	3,75	32,0	4,68	517	0,02	0,27	21,0
931209	2,2	583	22,2	3,75	32,0	4,68	517	0,02	0,27	0,0
931210										
931211										
931212										
931213										
931214	0,6	754	27,7	3,50	1,0	3,05	499	0,05	0,42	0,0
931215	0,5	891	25,4	3,37	1,1	2,61	511	0,06	0,49	2,0
931216	0,9	702	24,1	3,47	48,1	2,00	529	0,02	0,19	18,5
931217	0,8	419	25,1	3,77	13,4	2,29	506	0,01	0,09	0,0
931218	0,7	469	25,3	3,59	1,2	1,83	505	0,01	0,07	0,0
931219	0,6	646	25,8	3,51	0,0	1,56	540	0,01	0,05	0,0
931220	0,6	823	26,0	3,39	0,0	1,43	545	0,01	0,21	0,0
931221	0,5	918	19,7	3,22	0,0	0,56	512	0,01	0,50	0,0
931222	0,5	998	19,9	3,22	0,0	0,58	537	0,01	0,55	0,0
931223	0,5	956	20,5	3,17	0,0	3,67	516	0,01	0,58	0,0
931224	0,5	975	24,6	3,29	0,1	7,38	539	0,01	0,28	0,0
931225	0,4	997	24,5	3,26	0,0	6,18	544	0,01	0,16	0,0
931226	0,4	998	24,8	3,21	1,4	5,34	539	0,02	0,16	54,0
931227	0,5	936	23,5	3,09	0,1	4,03	514	0,01	0,39	5,0
931228	0,9	936	23,5	3,09	0,1	4,03	514	0,01	0,39	5,0
931229	1,1	476	21,5	3,77	28,3	1,23	487	0,01	0,15	29,0
931230	2,4	197	21,8	4,49	27,7	1,77	404	0,01	0,15	29,0
931231	1,0	324	23,2	4,09	17,0	1,54	459	0,01	0,09	0,0
940101	0,8	484	19,8	3,76	10,7	0,09	516	0,01	0,13	3,0
940102	0,7	407	15,9	3,17	9,1	0,36	396	0,01	0,18	11,5
940103	0,8	565	17,1	3,51	9,4	0,14	464	0,01	0,18	11,5
940104	0,7	529	22,5	3,67	4,9	0,95	501	0,03	0,21	0,0
940105	0,6	690	23,2	3,54	1,1	0,91	515	0,02	0,32	0,0
940106	0,6	838	24,3	3,43	0,1	0,96	519	0,02	0,36	0,0
940107	0,5	934	25,7	3,36	0,0	0,66	532	0,02	0,46	0,0
940108	0,5	995	25,3	3,30	0,7	0,62	540	0,01	0,51	20,5
940109	0,7	790	22,6	3,18	8,5	0,94	485	0,01	0,28	7,5
940110	0,8	457	24,1	3,65	11,1	1,20	502	0,01	0,09	2,5
940111	0,6	530	25,4	3,57	1,1	1,01	498	0,01	0,28	0,0
940112	0,6	741	26,1	3,49	0,0	1,23	533	0,01	0,47	0,0

AAMMDD	N/VEL D'ÁGUA (m)	COND. (uS/cm)	TEMP. (°C)	pH	TURB. (ppm)	DO (ppm)	ORP (ppm)	CN (ppm)	NH4 (ppm)	PPT (mm)
--------	---------------------	------------------	---------------	----	-------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------

940113	0,5	909	28,2	3,39	0,0	3,95	531	0,01	0,55	0,0
940114	0,5	976	30,6	3,36	3,8	4,21	538	0,01	0,64	0,0
940115	0,5	954	29,3	3,24	0,1	2,85	526	0,01	0,36	0,0
940116	0,5	998	31,2	3,26	0,0	2,42	556	0,01	0,15	2,0
940117	0,5	998	25,3	3,19	0,1	2,41	539	0,01	0,41	2,0
940118	0,5	954	21,6	3,12	0,4	1,59	513	0,01	0,69	7,0
940119	0,6	980	26,4	3,25	4,2	2,30	548	0,01	0,49	0,0
941220	0,5	912	28,6	3,38	1,0	2,12	545	0,01	0,49	0,0
940121	0,4	959	28,2	3,32	0,1	1,27	554	0,01	0,73	0,5
940122	0,6	998	27,4	3,24	1,1	1,19	533	0,01	0,78	6,0
940123	1,1	998	27,4	3,24	1,1	1,19	533	0,01	0,78	6,0
940124	0,7	304	29,4	3,90	6,3	2,30	478	0,01	0,78	6,0
940125	0,6	304	29,4	3,90	6,3	2,30	478	0,01	0,78	6,0
940126	0,5	554	20,2	3,60	0,0	1,25	523	0,01	0,41	0,0
940127	0,5	803	29,3	3,48	0,0	1,33	551	0,01	0,56	0,0
940128	0,5	774	25,9	3,49	0,3	1,42	512	0,01	0,58	0,5
940129	0,5	917	25,6	3,38	0,0	1,14	563	0,01	0,44	0,0
940130	0,4	998	22,6	3,27	0,0	0,01	566	0,01	0,15	0,0
940131	0,4	956	27,2	3,22	0,1	0,57	538	0,01	0,39	8,0
940201	0,5	956	27,2	3,22	0,1	0,57	538	0,01	0,39	8,0
940202	0,5	894	24,0	3,18	0,6	0,28	474	0,01	0,69	10,5
940203	0,7	648	28,5	3,67	4,3	1,13	504	0,01	0,23	0,0
940204	0,8	430	24,6	3,82	14,7	1,27	412	0,01	0,29	68,0
940205	0,9	466	29,7	4,01	19,6	2,47	517	0,01	0,07	0,0
940206	0,7	463	28,8	4,05	0,4	2,66	527	0,01	0,04	0,0
940207	0,6	575	25,3	3,81	0,0	2,52	500	0,01	0,17	0,0
940208	0,6	670	27,2	3,81	0,3	2,80	533	0,01	0,35	9,5
940209	0,6	688	24,7	3,71	0,0	2,36	493	0,01	0,20	8,5
940210	1,3	695	26,6	3,68	7,6	2,28	487	0,01	0,30	62,0
940211	2,5	312	26,9	4,20	22,5	2,81	427	0,06	0,30	8,0
940212	1,9	355	29,9	4,30	17,5	3,09	503	0,02	0,09	26,5
940213	2,8	312	30,1	4,46	27,6	3,06	505	0,01	0,18	4,0
940214	2,7	312	30,1	4,46	0,0	3,06	505	0,01	0,18	4,0
940215	1,9	312	30,1	4,46	0,0	3,06	505	0,01	0,18	4,0
940216	1,2	414	29,7	3,97	10,8	2,62	489	0,01	0,18	4,0
940217	1,0	486	29,2	3,81	15,1	2,70	510	0,01	0,10	9,5
940218	1,3	468	25,4	4,03	21,4	3,15	501	0,01	0,11	16,5
940219	1,3	334	23,0	3,78	16,5	3,05	413	0,01	0,05	9,0
940220	1,8	356	29,3	4,27	25,2	3,66	502	0,01	0,15	5,0
940221	1,5	296	25,6	4,10	13,0	3,08	425	0,01	0,15	14,0
940222	2,2	332	30,0	4,38	50,3	3,31	486	0,01	0,09	3,5
949223	1,6	359	29,5	4,27	25,2	3,21	510	0,01	0,13	2,0
940224	1,4	405	23,3	4,04	30,2	4,09	499	0,01	0,11	3,5
940225	1,3	455	18,5	4,15	28,9	4,31	490	0,01	0,11	3,0
940226	1,2	473	22,0	4,05	28,6	3,90	498	0,01	0,10	0,0
940227	0,9	561	22,7	3,72	17,4	3,70	519	0,01	0,10	14,5
940228	1,2	523	16,3	3,60	23,8	2,74	446	0,01	0,13	3,0
940301	2,1	393	12,1	4,19	66,6	2,52	438	0,01	0,14	12,0
940302	1,7	307	18,6	4,36	24,4	2,24	409	0,01	0,13	0,0
940303	1,2	300	22,6	4,00	21,9	0,65	444	0,01	0,13	0,0
940304	1,0	371	23,0	3,78	24,1	0,72	489	0,01	0,13	0,0
940305	0,9	479	25,4	3,73	18,7	1,64	543	0,01	0,11	0,0
940306	0,8	517	25,4	3,56	13,1	1,94	535	0,01	0,10	1,0
940307	1,8	244	26,5	4,23	0,1	2,63	454	0,03	0,11	21,5
940308	1,2	236	29,1	4,36	18,0	2,69	421	0,03	0,11	21,5
940309	1,5	272	26,2	4,25	38,7	2,03	470	0,02	0,10	19,0
940310	1,8	156	21,4	4,58	24,8	1,42	371	0,02	0,10	3,5
940311	1,4	189	25,9	4,57	18,1	1,38	438	0,09	0,10	3,5
940312	1,1	277	25,9	4,18	15,5	1,11	513	0,03	0,14	1,0
940313	0,9	334	26,8	4,02	14,2	1,08	529	0,02	0,14	0,5
940314	0,8	384	28,7	3,91	9,1	1,13	538	0,02	0,18	0,5
940315	0,8	377	27,6	3,69	3,6	1,38	478	0,01	0,23	0,5
940316	0,7	465	29,0	3,69	0,5	1,38	478	0,01	0,23	0,5
940317	0,7	560	28,8	3,67	5,0	1,26	525	0,01	0,26	0,5
940318	1,0	404	26,2	3,85	41,4	1,45	490	0,02	0,14	0,5
940319	1,5	278	24,9	4,04	44,7	1,77	471	0,00	0,10	0,5

AAMMDD	NÍVEL D'ÁGUA (m)	COND. (uS/cm)	TEMP. (°C)	pH	TURB. (ppm)	DO (ppm)	ORP (ppm)	CN (ppm)	NH4 (ppm)	PPT (mm)
--------	---------------------	------------------	---------------	----	-------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------

940320	1,1	295	28,0	4,06	23,1	2,08	499	0,02	0,12	0,0
940321	0,9	360	29,2	3,91	21,2	2,48	544	0,02	0,12	0,5
940322	0,8	411	31,4	3,81	11,8	2,59	528	0,01	0,18	0,0
940323	0,7	487	33,0	3,72	4,9	2,35	528	0,01	0,21	0,5
940324	0,7	560	33,3	3,65	2,1	2,28	550	0,01	0,20	0,0
940325	0,7	535	29,7	3,50	11,0	2,05	500	0,01	0,22	0,0
940326	0,7	497	34,9	3,72	5,1	2,38	551	0,01	0,08	0,5
940327	0,7	537	30,6	3,56	0,2	2,05	535	0,01	0,04	0,0
940328	0,6	675	25,0	3,56	0,0	3,25	547	0,01	0,15	0,5
940329	0,6	716	24,8	3,50	1,2	6,76	542	0,04	0,32	0,0
940330	0,6	840	23,6	3,35	3,2	7,13	471	0,04	0,32	0,0
940331	0,6	765	19,9	3,19	5,2	6,44	424	0,04	0,32	0,0
940401	0,7	716	22,0	3,44	8,8	7,82	514	0,03	0,12	0,5
940402	0,7	610	21,2	3,44	4,3	7,63	503	0,01	0,03	0,0
940403	0,7	632	23,2	3,48	2,7	7,88	533	0,01	0,02	0,0
940404	0,6	617	24,1	3,53	0,9	7,19	498	0,01	0,15	0,0
940405	0,6	728	23,7	3,44	0,5	6,44	493	0,01	0,45	0,0
940406	0,6	819	23,4	3,36	2,9	6,00	528	0,01	0,57	14,0
940407	0,6	844	21,3	3,32	1,3	6,71	478	0,01	0,54	0,0
940408	0,5	943	20,5	3,28	1,0	6,49	488	0,01	0,44	0,0
940409	0,5	894	19,0	3,21	0,0	6,03	482	0,01	0,45	1,5
940410	0,5	855	19,1	3,01	4,2	6,45	466	0,02	0,27	0,0
940411	0,5	915	20,3	3,07	0,0	6,46	486	0,01	0,28	0,0
940412	0,5	998	21,7	3,19	0,1	5,70	517	0,01	0,74	0,0
940413	0,5	996	21,8	3,24	1,5	5,70	430	0,01	0,56	0,0
940414	0,5	998	21,5	3,21	0,3	5,37	470	0,01	0,00	0,0
940415	0,5	998	21,7	3,20	0,2	4,51	498	0,01	0,01	0,0
940416	0,5	997	21,9	3,15	0,3	3,75	509	0,01	0,41	0,0
940417	0,5	998	22,1	3,08	0,2	4,68	542	0,01	0,37	2,5
940418	0,5	998	21,5	3,10	0,0	4,39	511	0,01	0,35	0,0
940419	0,5	998	20,8	3,10	1,0	4,80	480	0,01	0,41	0,0
940420	0,5	998	21,0	3,10	3,2	5,47	492	0,01	0,63	0,0
940421	0,6	963	21,3	3,53	17,7	4,42	466	0,01	0,49	19,0
940422	0,7	546	20,6	4,12	23,2	4,49	366	0,01	0,19	2,5
940423	0,6	597	20,4	3,45	9,4	5,47	441	0,01	0,44	0,0
940424	0,6	413	19,3	3,31	7,6	2,86	428	0,01	0,11	0,0
940425	0,5	728	19,8	3,27	3,9	6,21	518	0,01	0,39	7,0
940426	0,6	850	18,7	3,36	4,7	7,14	502	0,02	0,57	1,0
940427	0,6	913	18,1	3,36	4,7	7,15	525	0,00	0,45	0,0
940428	0,5	901	19,5	3,35	2,9	7,19	526	0,00	0,60	0,5
940429	0,7	818	19,8	3,39	0,8	6,57	503	0,01	0,70	1,0
940430	0,5	867	22,7	3,34	0,8	6,16	490	0,01	0,49	0,0
940501										
940502										
940503										
940504	0,5	905	23,2	3,35	0,0	3,78	507	0,01	1,06	0,0
940505	0,5	960	23,3	3,29	0,0	3,57	515	0,01	0,98	0,0
940506	0,5	998	23,2	3,23	0,0	4,09	477	0,01	0,18	0,0
940507	0,5	998	23,2	3,19	0,0	4,75	495	0,01	0,04	0,0
940508	0,4	998	23,5	3,15	0,0	5,79	532	0,01	0,01	0,0
940509	0,4	998	22,8	3,14	4,4	4,98	509	0,01	0,02	20,5
940510	0,8	805	20,8	3,44	27,2	4,95	503	0,01	0,02	28,5
940511	3,0	443	19,9	4,05	50,6	6,48	486	0,00	0,03	146,0
940512	4,8	0	0,0	0,00	0,0	0,00	0	0,00	0,00	25,0
940513	2,7	0	0,0	0,00	0,0	0,00	0	0,00	0,00	30,0
940514	2,5	0	0,0	0,00	0,0	0,00	0	0,00	0,00	13,5
940515	4,5	0	0,0	0,00	0,0	0,00	0	0,00	0,00	129,5
940516	3,0	0	0,0	0,00	0,0	0,00	0	0,00	0,00	0,0
940517	1,6	0	0,0	0,00	0,0	0,00	0	0,00	0,00	0,5
940518	1,2	413	20,1	3,87	30,4	7,69	434	0,01	0,02	0,0
940519	1,1	483	19,9	3,72	25,8	7,51	456	0,01	0,04	0,0
940520	0,9	548	19,7	3,63	21,2	7,05	480	0,01	0,03	0,0
940521	0,9	565	19,0	3,51	16,6	5,52	482	0,01	0,02	0,0
940522	0,8	653	20,1	3,49	13,9	4,66	522	0,01	0,03	0,0
940523	0,8	666	20,5	3,48	12,2	3,38	516	0,01	0,03	1,0
940524	0,7	664	20,8	3,48	12,3	3,79	472	0,01	0,02	10,0

AAMMDD	NIVEL D'ÁGUA (m)	COND. (uS/cm)	TEMP. (°C)	pH	TURB. (ppm)	DO (ppm)	ORP (ppm)	CN (ppm)	NH4 (ppm)	PPT (mm)
--------	---------------------	------------------	---------------	----	-------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------

940525	1,5	608	20,3	3,55	36,1	4,84	450	0,01	0,02	27,5
940526	1,4	290	18,8	4,22	26,2	5,76	411	0,01	0,01	9,5
940527	2,6	252	18,6	4,42	68,4	5,57	412	0,00	0,03	45,0
940528	2,1	182	17,5	4,84	25,6	6,04	437	0,01	0,02	11,0
940529	1,6	248	16,9	4,45	27,3	6,12	459	0,01	0,01	0,5
940530	1,2	275	15,8	4,16	20,7	5,84	439	0,01	0,02	0,0
940531	1,1	331	15,6	4,10	24,7	5,87	457	0,01	0,04	10,5
940601	1,1	354	16,3	4,00	25,5	6,22	440	0,01	0,03	0,0
940602	0,9	413	17,7	3,81	21,6	6,55	470	0,01	0,02	0,0
940603	0,9	470	18,0	3,71	17,2	6,42	476	0,01	0,02	1,0
940604	0,8	536	18,3	3,61	13,1	6,43	475	0,01	0,04	0,5
940605	0,8	581	18,1	3,52	12,0	6,71	506	0,01	0,02	0,0
940606	0,7	587	17,7	3,66	12,2	6,86	513	0,01	0,07	3,5
940607	0,8	590	17,3	3,72	15,5	6,74	507	0,01	0,16	1,0
940608	0,8	623	17,1	3,67	13,5	7,14	510	0,01	0,10	0,0
940609	0,7	591	16,0	3,72	11,1	7,03	493	0,01	0,13	0,0
940610	0,7	615	15,2	3,67	10,8	7,05	490	0,01	0,12	0,0
940611	0,7	662	15,3	3,62	10,0	7,35	497	0,01	0,09	0,0
940612	0,7	730	15,4	3,53	8,6	7,55	518	0,01	0,04	0,0
940613	0,6	744	15,3	3,62	10,3	7,64	518	0,01	0,13	0,0
940614	0,6	763	15,4	3,58	11,0	7,31	510	0,01	0,28	0,5
940615	0,6	778	15,7	3,54	10,6	7,22	509	0,01	0,20	0,0
940616	0,6	830	16,2	3,50	8,5	6,94	511	0,01	0,24	0,0
940617	0,6	746	15,8	3,38	6,7	5,81	461	0,01	0,32	0,0
940618	0,6	850	18,3	3,43	8,4	6,68	516	0,01	0,21	10,5
940619	1,8	654	16,9	3,48	36,1	6,46	468	0,01	0,11	33,5
940620	1,4	385	18,1	4,31	25,2	7,81	451	0,01	0,02	0,5
940621	1,0	428	18,4	4,13	16,6	7,48	460	0,01	0,02	3,5
940622	0,8	480	18,1	3,92	11,4	7,47	486	0,01	0,03	0,0
940623	0,7	557	17,1	3,78	7,9	7,62	501	0,01	0,06	0,0
940624	0,8	588	15,8	3,72	15,8	8,01	515	0,01	0,06	16,0
940625	0,9	560	14,8	3,73	17,0	8,82	521	0,01	0,04	0,5
940626	0,7	587	12,5	3,55	5,7	8,97	497	0,01	0,03	0,0
940627	0,7	644	12,8	3,69	6,3	8,84	492	0,01	0,05	0,0
940628	0,6	707	13,5	3,60	9,3	8,65	495	0,01	0,09	0,0
940629	0,6	733	13,8	3,58	7,5	8,43	491	0,01	0,20	0,0
940630	0,6	756	14,4	3,57	6,6	7,73	465	0,01	0,28	0,0
940701	0,6	700	14,3	3,56	8,2	6,61	459	0,01	0,15	15,5
940702	1,0	589	15,7	3,69	28,9	7,31	517	0,01	0,04	1,5
940703	1,0	470	16,0	3,92	12,7	7,88	495	0,01	0,07	5,0
940704	1,4	294	14,9	4,36	31,3	7,86	437	0,01	0,04	11,5
940705	1,8	183	14,1	4,79	47,9	8,45	395	0,01	0,05	1,0
940706	1,2	244	15,1	4,66	21,2	8,00	395	0,01	0,02	0,0
940707	1,0	323	15,9	4,30	22,5	7,72	433	0,01	0,06	1,0
940708	0,9	392	14,4	4,12	22,1	8,22	455	0,01	0,08	0,0
940709	0,8	390	11,4	4,01	17,5	8,75	452	0,00	0,08	0,0
940710	0,7	480	10,8	3,87	15,0	9,10	450	0,01	0,05	0,0
940711	0,7	545	11,1	3,78	15,0	9,05	452	0,01	0,09	0,0
940712	0,7	564	11,7	3,88	12,2	8,48	456	0,01	0,16	0,0
940713	0,7	597	12,9	3,87	8,7	7,27	467	0,01	0,18	0,0
940714	0,6	635	14,0	3,77	7,8	7,08	480	0,01	0,15	0,0
940715	0,6	673	15,3	3,71	6,8	6,96	486	0,01	0,18	0,0
940716	0,6	721	16,5	3,60	9,4	7,09	509	0,01	0,11	0,0
940717	0,6	770	16,8	3,53	4,9	7,35	528	0,01	0,03	0,1
940718	0,6	783	17,7	3,54	6,5	6,88	522	0,01	0,10	0,1
940719	0,6	791	18,4	3,54	7,3	6,23	496	0,01	0,08	0,0
940720	0,6	813	19,0	3,52	6,6	6,04	484	0,01	0,02	0,0
940721	0,6	816	19,3	3,51	3,4	6,16	471	0,01	0,03	0,0
940722	0,6	857	18,6	3,49	3,4	5,60	473	0,01	0,03	9,0
940723	0,6	888	16,6	3,41	5,9	5,58	507	0,01	0,06	1,0
940724	0,6	868	14,6	3,27	1,8	5,84	527	0,01	0,05	0,0
940725	0,6	793	14,4	3,54	6,5	5,77	502	0,01	0,05	25,5
940726	0,9	621	14,2	3,78	29,4	5,77	462	0,02	0,05	4,0
940727	0,7	512	16,0	3,94	6,7	4,82	473	0,02	0,04	0,5
940728	0,6	551	18,2	3,85	3,8	3,52	460	0,02	0,04	0,0
940729	0,6	606	19,0	3,73	3,3	3,09	458	0,02	0,03	3,0

AAMMDD	NÍVEL D'ÁGUA (m)	COND. (uS/cm)	TEMP. (°C)	pH	TURB. (ppm)	DO (ppm)	ORP (ppm)	CN (ppm)	NH4 (ppm)	PPT (mm)
--------	---------------------	------------------	---------------	----	-------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------

940730	0,6	666	18,9	3,62	2,6	2,72	491	0,02	0,04	2,0
940731	0,6	788	18,9	3,43	2,9	2,77	528	0,02	0,02	0,0
940801	0,6	720	20,1	3,49	2,8	2,87	503	0,01	0,02	0,0
940802	0,6	651	19,4	3,60	4,0	3,00	510	0,01	0,02	8,0
940803	0,7	677	16,9	3,60	6,0	1,96	485	0,01	0,02	0,0
940804	0,6	716	15,3	3,59	4,9	5,01	462	0,01	0,21	0,0
940805	0,6	693	15,0	3,64	4,8	7,54	456	0,01	0,32	0,0
940806	0,6	758	15,4	3,55	7,6	7,28	479	0,01	0,14	0,0
940807	0,5	753	14,7	3,33	2,0	7,37	467	0,02	0,03	0,0
940808	0,5	842	16,2	3,45	2,4	7,36	486	0,02	0,14	0,0
940809	0,4	874	16,3	3,46	2,8	5,93	449	0,01	0,27	0,0
940810	0,2	929	15,8	3,96	4,0	7,31	486	0,00	0,39	0,5
940811	0,2	889	15,6	3,83	2,7	6,44	455	0,01	0,35	0,0
940812	0,2	876	15,1	3,83	1,5	5,86	439	0,01	0,33	0,0
940813	0,2	957	15,4	3,71	0,7	5,84	451	0,01	0,27	0,0
940814	0,2	998	16,2	3,56	0,1	6,43	491	0,01	0,03	5,0
940815	0,2	998	16,3	3,53	2,3	5,48	477	0,01	0,13	8,5
940816	0,4	911	15,8	3,64	17,8	4,59	454	0,02	0,22	6,5
940817	0,4	661	15,5	3,84	4,2	5,80	453	0,01	0,11	0,0
940818	0,3	578	15,9	3,99	2,9	5,75	423	0,01	0,15	0,0
940819	0,2	570	16,9	4,02	1,7	4,99	411	0,01	0,15	0,0
940820	0,2	637	18,2	3,88	1,0	5,36	437	0,01	0,11	0,0
940821	0,2	723	19,5	3,69	0,0	6,07	497	0,01	0,02	0,0
940822	0,2	798	20,1	3,62	0,3	5,74	491	0,01	0,04	0,0
940823	0,2	835	19,1	3,63	0,5	5,09	446	0,01	0,22	0,0
940824	0,2	872	18,2	3,57	0,5	5,34	453	0,01	0,16	0,0
940825	0,2	916	17,8	3,55	0,2	5,13	444	0,01	0,16	0,0
940826	0,2	922	17,1	3,54	1,2	5,19	469	0,01	0,15	0,0
940827	0,2	946	16,5	3,57	2,7	4,43	493	0,01	0,13	0,0
940828	0,2	971	16,7	3,46	1,5	5,56	523	0,01	0,05	0,0
940829	0,2	998	17,7	3,38	1,1	6,00	520	0,01	0,07	0,0
940830	0,2	678	19,6	3,37	1,7	5,35	506	0,01	0,11	0,0
940831	0,2	701	20,5	3,33	0,6	5,60	510	0,01	0,14	0,0
940901	0,2	855	21,6	3,29	0,3	4,45	512	0,01	0,13	0,0
940902	0,2	998	21,7	3,29	0,4	3,67	513	0,02	0,13	1,0
940903	0,1	998	20,2	3,37	1,4	4,90	515	0,02	0,46	0,0
940904	0,1	998	19,3	3,22	0,0	5,91	540	0,02	0,08	0,0
940905	0,1	998	19,6	3,28	0,1	5,45	524	0,02	0,05	0,0
940906	0,1	998	20,3	3,31	0,1	4,55	513	0,02	0,12	0,0
940907	0,1	998	20,3	3,26	0,2	4,37	524	0,01	0,09	6,0
940908	0,2	998	19,5	3,23	0,1	5,16	531	0,02	0,05	0,0
940909	0,2	956	16,2	4,01	0,2	6,45	487	0,02	0,08	0,0
940910	0,2	998	17,0	4,20	0,1	6,55	501	0,02	0,11	0,0
940911	0,2	956	16,6	3,92	0,0	6,31	496	0,01	0,07	0,0
940912	0,2	998	18,6	3,93	0,0	5,90	515	0,01	0,09	0,0
940913	0,2	998	19,3	3,91	0,1	3,68	496	0,01	0,17	5,0
940914	0,2	998	19,1	3,86	0,0	3,60	496	0,01	0,13	1,0
940915	0,2	998	19,1	3,86	1,2	3,52	491	0,01	0,16	10,0
940916	0,2	998	19,0	3,86	0,0	3,76	491	0,01	0,14	0,0
940917	0,2	998	19,3	3,78	0,0	4,58	503	0,01	0,06	0,0
940918	0,2	998	20,8	3,68	0,0	5,73	519	0,01	0,03	0,0
940919	0,1	915	20,6	3,55	0,3	4,08	461	0,01	0,02	0,0
940920	0,1	998	23,4	4,18	0,5	3,87	473	0,01	0,09	17,0
940921	0,1	998	24,5	4,25	0,4	3,16	481	0,01	0,15	0,0
940922	0,1	998	25,1	4,09	0,3	2,04	466	0,01	0,37	0,0
940923	0,1	956	24,2	3,90	0,2	0,66	446	0,01	0,37	0,0
940924	0,0	998	25,9	3,83	0,0	1,16	489	0,01	0,19	0,0
940925	0,0	998	24,9	3,67	0,0	2,18	509	0,01	0,02	0,0
940926	0,1	998	22,7	3,61	0,0	1,91	505	0,01	0,01	4,0
940927	0,1	998	21,8	3,61	0,1	1,42	503	0,01	0,02	0,0
940928	0,1	998	22,0	3,54	0,0	1,01	506	0,01	0,24	0,0
940929	0,1	998	22,7	3,52	0,2	0,13	492	0,01	0,34	0,0
940930	0,1	998	23,3	3,51	0,6	0,31	498	0,01	0,22	8,5
941001	0,1	998	23,7	3,37	2,7	1,14	532	0,02	0,12	8,0
941002	0,2	998	21,8	3,37	0,0	1,20	533	0,01	0,15	11,0
941003	0,3	998	21,1	3,36	0,0	2,01	555	0,01	0,02	13,5

AAMMDD	NÍVEL D'ÁGUA (m)	COND. (uS/cm)	TEMP. (°C)	pH	TURB. (ppm)	DO (ppm)	ORP (ppm)	CN (ppm)	NH4 (ppm)	PPT (mm)
--------	---------------------	------------------	---------------	----	-------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------

941004	0,5	532	20,6	4,06	1,2	5,80	449	0,01	0,02	4,0
941005	0,3	481	21,2	4,09	0,0	4,33	465	0,01	0,06	0,0
941006	0,2	564	22,6	3,98	0,0	2,29	498	0,01	0,12	0,0
941007	0,2	605	22,9	3,92	0,0	1,08	453	0,01	0,21	0,0
941008	0,2	617	22,5	3,79	0,0	1,05	447	0,02	0,17	0,0
941009	0,2	711	24,5	3,70	0,0	2,48	513	0,02	0,05	2,5
941010	0,2	786	24,4	3,68	0,1	2,09	500	0,01	0,19	9,5
941011	0,2	831	22,9	3,66	1,1	1,14	429	0,01	0,34	2,0
941012	0,3	868	21,4	3,58	1,3	2,34	504	0,01	0,06	0,0
941013	0,2	702	20,8	3,68	0,5	2,97	490	0,01	0,04	8,5
941014	0,2	438	21,4	3,86	0,4	2,80	466	0,01	0,11	0,0
941015	0,2	450	23,2	3,84	0,8	2,44	497	0,01	0,10	0,0
941016	0,2	488	24,8	3,69	0,1	3,15	511	0,01	0,02	0,0
941017	0,2	483	24,6	3,72	2,1	2,60	501	0,01	0,15	14,0
941018	0,4	511	22,7	3,66	1,7	3,02	466	0,01	0,16	8,0
941019	0,5	372	21,9	3,94	2,8	4,10	482	0,01	0,02	0,0
941020	0,8	301	22,0	4,69	26,9	3,55	445	0,01	0,03	13,0
941021	0,6	272	20,6	4,82	11,3	3,45	461	0,01	0,02	0,0
941022	0,4	302	20,4	4,50	4,9	3,37	491	0,01	0,01	8,0
941023	1,8	285	19,8	4,68	19,2	3,50	474	0,01	0,01	16,5
941024	1,4	160	19,7	5,55	24,3	4,86	400	0,01	0,03	12,0
941025	1,0	174	20,4	5,28	21,2	4,91	422	0,01	0,03	2,5
941026	0,9	240	19,6	5,48	18,2	5,67	449	0,01	0,01	0,5
941027	0,7	208	20,1	5,22	11,4	5,63	429	0,05	0,01	0,0
941028	0,5	273	20,6	4,62	6,8	5,51	431	0,04	0,01	0,0
941029	0,4	330	20,0	4,42	3,1	5,57	470	0,04	0,01	0,0
941030	0,3	371	18,4	3,95	1,2	5,19	459	0,03	0,00	0,0
941031	0,3	480	20,7	3,97	0,4	5,16	501	0,02	0,00	1,5
941101	0,3	526	22,8	3,91	0,3	4,27	488	0,01	0,00	4,0
941102	0,2	594	23,3	3,77	0,0	4,37	502	0,01	0,00	0,0
941103	0,2	627	23,9	3,73	0,1	4,08	502	0,01	0,11	0,0
941104	0,2	654	23,1	3,77	0,6	2,71	504	0,01	0,38	2,5
941105	0,2	697	22,7	3,71	0,1	2,57	520	0,01	0,10	0,5
941106	0,2	828	20,9	3,44	0,0	4,11	538	0,01	0,01	8,0
941107	0,2	737	20,7	3,55	0,0	3,71	520	0,02	0,08	1,5
941108	0,3	735	22,1	3,67	10,8	4,01	484	0,01	0,23	21,5
941109	0,6	392	23,2	4,25	41,5	4,44	460	0,01	0,04	0,5
941110	0,3	544	24,0	3,79	7,4	3,80	490	0,01	0,11	0,0
941111	0,2	700	24,9	3,63	4,2	2,93	492	0,01	0,18	0,0
941112	0,2	998	24,4	3,43	0,3	2,53	507	0,01	0,14	0,0
941113	0,2	0	0,0	0,00	0,0	0,00	0	0,00	0,10	0,0
941114	0,1	910	25,3	3,47	0,0	4,51	500	0,01	0,20	1,0
941115	0,2	948	25,9	3,36	0,0	4,33	517	0,01	0,04	0,0
941116	0,2	965	27,4	3,36	1,1	3,51	522	0,01	0,27	8,5
941117	0,9	454	23,2	3,99	76,5	4,07	446	0,06	0,06	12,5
941118	1,1	334	20,0	4,28	33,9	5,14	440	0,05	0,04	8,0
941119	1,5	265	18,3	4,75	32,4	5,47	472	0,02	0,02	0,0
941120	0,8	330	19,1	4,42	13,6	5,06	503	0,01	0,01	0,0
941121	0,6	326	20,5	4,26	10,1	5,17	482	0,01	0,02	0,0
941122	0,4	337	21,7	4,11	3,8	5,03	456	0,01	0,09	0,0
941123	0,3	401	22,5	4,33	4,6	3,68	421	0,00	0,09	0,0
941124	0,2	499	23,5	3,99	2,2	3,09	451	0,01	0,17	0,0
941125	0,2	618	24,7	3,60	0,3	2,91	498	0,01	0,25	0,0
941126	0,2	686	25,8	3,52	0,0	2,77	506	0,01	0,24	0,0
941127	0,2	753	22,6	3,42	0,0	3,26	517	0,01	0,04	15,0
941128	0,3	769	23,5	3,41	0,7	2,84	511	0,01	0,08	6,0
941129	0,5	574	23,4	3,60	2,2	3,96	498	0,01	0,05	0,5
941130	0,2	451	24,1	3,83	0,1	3,78	501	0,01	0,13	0,0
941201	0,2	552	26,5	3,65	0,2	4,23	500	0,01	0,28	0,0
941202	0,2	566	24,5	3,43	0,0	3,06	477	0,01	0,30	0,0
941203	0,2	739	28,3	3,55	0,4	2,8	530	0,01	0,49	0,5
941204	0,1	820	27,5	3,33	0,0	2,81	546	0,01	0,15	8,0
941205	0,1	896	25,4	3,26	0,0	2,55	534	0,01	0,18	0,0
941206	0,1	668	25,8	3,28	0,0	2,31	531	0,01	0,52	0,0
941207	0,1	688	26,5	3,31	0,0	2,45	516	0,01	0,78	0,0
941208	0,1	687	26,9	3,31	0,0	2,20	514	0,01	0,62	0,0

AAMMDD	NÍVEL D'ÁGUA (m)	COND. (uS/cm)	TEMP. (°C)	pH	TURB. (ppm)	DO (ppm)	ORP (ppm)	CN (ppm)	NH4 (ppm)	PPT (mm)
--------	---------------------	------------------	---------------	----	-------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------

941209	0,0	613	27,1	3,31	0,0	1,97	506	0,01	0,01	0,0
941210	0,0	520	28,2	3,27	0,2	1,97	515	0,01	0,01	0,0
941211	0,0	556	29,2	3,12	0,2	2,25	538	0,01	0,00	0,0
941212	0,0	577	30,0	3,14	0,0	1,87	511	0,01	0,42	0,0
941213	0,0	533	28,9	3,32	0,0	1,38	425	0,01	1,47	2,0
941214	0,1	490	30,1	3,67	4,7	1,35	424	0,01	1,35	25,0
941215	0,2	612	27,5	3,20	0,9	4,04	480	0,01	0,51	2,0
941216	0,1	711	25,3	2,89	0,2	4,63	479	0,01	0,32	1,0
941217	0,2	657	26,0	2,96	0,3	4,84	539	0,01	0,17	1,0
941218	0,1	670	26,5	2,91	0,0	4,85	540	0,01	0,03	0,0
941219	0,2	609	25,6	3,00	1,9	4,82	518	0,01	0,32	17,5
941220	0,4	384	25,4	3,32	0,1	6,35	486	0,01	0,25	0,0
941221	0,4	357	26,1	3,41	6,6	4,90	496	0,01	0,15	46,0
941222	1,5	165	23,8	3,99	13,4	6,78	489	0,00	0,03	1,5
941223	0,6	220	23,6	3,69	2,9	6,32	517	0,01	0,02	0,0
941224	0,4	383	24,7	3,41	0,0	5,95	547	0,01	0,02	0,0
941225	0,2	521	27,7	3,23	0,0	5,91	553	0,02	0,01	0,0
941226	0,2	679	29,0	3,12	0,0	5,56	541	0,03	0,07	0,0
941227	0,2	732	29,2	3,15	0,0	5,72	511	0,01	0,26	0,0
941228	0,3	547	28,3	3,41	0,4	5,75	497	0,01	0,12	1,5
941229	0,6	314	25,1	3,79	12,1	6,01	521	0,01	0,06	38,0
941230	1,0	160	23,1	3,93	11,7	6,80	526	0,00	0,02	14,0
941231	1,6	85	23,4	5,33	79,5	6,98	486	0,01	0,07	0,0
950101	1,1	287	25,7	4,10	89,5	6,22	528	0,01	0,04	7,0
950102	1,2	262	25,3	3,64	46,5	6,17	521	0,01	0,01	0,5
950103	0,9	248	25,3	3,81	32,9	6,67	512	0,01	0,02	0,0
950104	0,8	280	25,9	3,71	18,9	6,57	517	0,01	0,01	0,0
950105	0,8	199	24,8	3,86	16,6	6,21	462	0,01	0,01	0,0
950106	1,6	188	24,8	3,79	54,4	6,55	480	0,01	0,01	2,0
950107	1,0	225	24,4	3,67	22,2	6,70	513	0,01	0,01	0,0
950108	0,6	323	26,0	3,50	9,2	6,47	519	0,01	0,01	0,0
950109	0,6	446	26,5	3,34	10,6	6,29	509	0,01	0,01	28,0
950110	2,6	159	21,6	4,23	39,4	7,23	474	0,01	0,02	5,5
950111	1,4	187	21,0	4,07	19,7	7,37	494	0,01	0,03	0,0
950112	1,3	247	21,0	3,86	25,1	6,99	515	0,01	0,02	0,0
950113	1,2	261	21,4	3,89	27,3	7,03	495	0,01	0,02	10,5
950114	1,2	329	22,9	3,72	31,9	6,70	515	0,01	0,02	3,0
950115	1,6	301	23,5	3,78	45,0	6,51	521	0,01	0,01	5,0
950116	1,8	200	21,7	3,91	34,6	6,43	478	0,01	0,02	0,0
950117	1,1	311	23,9	3,70	25,5	6,04	493	0,01	0,03	0,0
950118	1,0	382	23,5	3,59	22,0	5,86	527	0,01	0,01	3,5
950119	1,4	246	22,4	3,93	32,6	6,04	531	0,01	0,02	7,0
950120	1,7	199	20,1	3,92	38,6	5,39	471	0,01	0,02	0,5
950121	1,9	0	0,0	0,00	0,0	0,00	0	0,01	0,07	0,5
950122	2,4	224	17,9	3,68	33,1	5,02	434	0,01	0,02	39,5
950123	2,4	248	22,5	4,39	22,3	6,21	505	0,00	0,01	0,5
950124	1,4	332	23,3	3,91	26,7	5,85	536	0,01	0,01	0,0
950125	1,1	38	24,6	3,61	40,6	5,26	551	0,01	0,01	18,0
950126	1,0	364	24,1	3,66	32,2	5,17	555	0,01	0,01	0,0
950127	0,8	367	20,3	3,27	17,8	4,38	443	0,01	0,02	1,0
950128	0,7	485	24,7	3,43	16,9	5,21	543	0,01	0,02	0,0
950129	0,6	562	24,6	3,33	9,8	5,23	548	0,01	0,02	0,0
950130	0,5	659	23,7	3,24	15,3	5,17	550	0,00	0,02	2,0
950131	0,4	719	23,8	3,34	16,5	5,53	533	0,01	0,02	0,0
950201	0,4	753	25,0	3,23	16,0	5,21	526	0,01	0,04	23,0
950202	0,7	711	24,0	3,22	20,8	5,17	537	0,01	0,02	5,5
950203	0,9	464	21,6	3,51	37,3	5,55	518	0,01	0,03	0,0
950204	0,6	484	21,1	3,36	13,8	4,98	494	0,01	0,02	0,0
950205	0,9	573	22,3	3,36	21,0	5,05	525	0,01	0,02	28,0
950206	1,2	334	21,6	3,87	27,8	5,32	433	0,02	0,02	0,5
950207	0,7	399	21,9	3,62	22,9	4,77	478	0,01	0,02	0,0
950208	0,6	486	22,0	3,41	14,3	4,32	521	0,01	0,03	0,0
950209	0,5	586	20,8	3,30	13,2	4,63	524	0,00	0,02	0,5
950210	0,7	568	20,1	3,29	24,0	4,79	523	0,00	0,03	15,0
950211	0,9	410	21,7	3,59	25,9	4,88	504	0,00	0,01	14,0
950212	1,2	251	18,1	3,46	16,1	3,72	390	0,00	0,02	0,0

AAMMDD	NÍVEL D'ÁGUA (m)	COND. (uS/cm)	TEMP. (°C)	pH	TURB. (ppm)	DO (ppm)	ORP (ppm)	CN (ppm)	NH4 (ppm)	PPT (mm)
--------	---------------------	------------------	---------------	----	-------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------

950213	0,8	349	21,7	3,59	15,1	4,63	486	0,00	0,02	0,0
950214	0,7	341	21,0	3,46	17,0	4,28	451	0,01	0,03	11,0
950215	1,7	211	21,4	4,05	59,0	1,73	454	0,01	0,02	8,0
950216	1,2	201	22,6	4,20	25,3	0,57	464	0,01	0,01	0,0
950217	1,0	307	23,4	3,74	20,2	0,97	508	0,01	0,02	2,0
950218	1,7	323	22,9	3,77	54,0	1,44	512	0,01	0,01	30,5
950219	1,9	272	21,0	4,19	23,0	5,60	466	0,01	0,02	0,5
950220	1,1	313	22,3	3,81	13,4	8,08	457	0,01	0,01	0,5
950221	0,8	409	24,3	3,53	9,8	6,98	494	0,01	0,01	0,0
950222	0,8	457	24,0	3,32	9,5	5,55	496	0,01	0,02	0,0
950223	0,9	456	24,0	3,40	14,6	5,80	525	0,01	0,00	0,5
950224	0,7	525	23,7	3,37	1,6	6,51	535	0,01	0,00	4,0
950225	0,8	491	24,1	3,62	1,5	6,73	532	0,01	0,01	0,5
950226	0,7	494	23,0	3,49	0,0	6,43	521	0,01	0,01	1,0
950227	0,7	529	23,7	3,39	7,3	6,73	540	0,03	0,01	0,0
950228	0,7	417	25,1	3,51	24,5	6,33	527	0,05	0,01	12,0
950301	0,7	447	25,0	3,44	18,7	5,47	531	0,02	0,01	6,0
950302	0,7	459	24,8	3,39	15,8	4,75	540	0,00	0,01	0,0
950303	0,6	508	24,5	3,37	6,9	4,77	542	0,01	0,01	0,5
950304	0,5	586	24,8	3,21	8,1	4,90	547	0,01	0,01	0,5
950305	0,5	537	22,2	3,11	3,3	4,81	499	0,01	0,01	0,0
950306	0,5	659	23,3	3,17	6,4	5,35	560	0,01	0,00	0,0
950307	0,6	582	23,1	3,27	7,6	5,19	550	0,01	0,04	0,0
950308	0,5	555	25,2	3,31	9,2	6,84	486	0,00	0,03	2,0
950309	0,4	594	24,2	3,29	6,1	6,69	512	0,01	0,02	0,0
950310	0,4	678	23,2	3,21	4,9	6,59	525	0,01	0,03	0,0
950311	0,3	745	23,6	3,12	3,3	6,79	523	0,01	0,03	0,0
950312	0,3	794	24,0	3,06	0,6	6,55	535	0,01	0,02	0,0
950313	0,3	840	24,0	3,09	2,3	5,54	535	0,01	0,06	0,0
950314	0,3	877	23,3	3,08	1,9	4,89	545	0,01	0,08	0,0
950315	0,8	363	21,4	4,09	65,7	6,05	463	0,01	0,02	0,0
950316	0,8	410	21,3	3,74	16,3	7,19	474	0,01	0,01	0,0
950317	0,5	408	22,9	3,61	6,5	6,12	479	0,01	0,02	0,0
950318	0,3	498	23,0	3,46	1,1	2,35	492	0,01	0,05	0,0
950319	0,3	651	24,2	3,21	0,4	0,28	526	0,01	0,04	0,0
950320	0,3	761	25,0	3,11	0,4	0,24	524	0,01	0,07	0,0
950321	0,2	817	25,7	3,08	1,0	3,12	525	0,01	0,12	0,0
950322	0,2	874	25,5	3,41	0,2	2,99	527	0,01	0,16	0,0
950323	0,2	901	25,2	4,16	0,8	5,40	513	0,01	0,16	11,0
950324	0,3	958	24,7	3,73	0,6	4,84	521	0,01	0,14	0,0
950325	0,2	884	21,8	3,40	0,0	4,56	481	0,01	0,04	0,0
950326	0,2	962	23,2	3,41	0,0	5,07	532	0,01	0,03	0,0
950327	0,2	983	23,1	3,34	0,0	4,48	531	0,01	0,02	0,0
950328	0,2	998	23,0	3,31	0,0	4,25	532	0,01	0,01	0,0
950329	0,2	998	23,0	3,24	1,0	5,20	513	0,01	0,01	15,0
950330	2,3	725	22,0	3,54	38,5	6,07	510	0,00	0,01	9,5
950331	2,0	134	21,8	4,90	17,3	7,96	370	0,00	0,00	10,5
950401	1,0	206	21,7	4,45	12,8	7,39	462	0,00	0,00	1,0
950402	0,7	308	21,0	3,98	4,7	7,02	505	0,00	0,01	0,0
950403	0,5	405	21,6	3,75	1,5	6,25	512	0,00	0,01	0,0
950404	0,4	469	22,2	3,64	5,1	5,73	515	0,00	0,01	0,0
950405	0,4	520	22,5	3,57	2,4	7,17	501	0,00	0,01	0,0
950406	0,3	599	23,2	3,47	1,7	5,81	514	0,01	0,01	0,0
950407	0,3	650	24,0	3,43	5,8	6,67	512	0,01	0,05	0,0
950408	0,3	720	24,7	3,43	0,3	6,70	524	0,01	0,03	0,0
950409	0,3	802	25,1	3,41	0,0	6,81	536	0,01	0,02	0,0
950410	0,3	863	25,8	3,38	0,0	5,48	527	0,01	0,04	9,0
950411	0,4	821	24,1	3,42	3,9	5,03	520	0,01	0,06	12,5
950412	0,5	735	20,3	3,43	5,3	6,82	521	0,01	0,03	0,0
950413	0,3	649	20,0	3,49	0,8	6,81	511	0,01	0,03	0,0
950414	0,3	740	20,1	3,39	0,5	6,71	525	0,01	0,04	2,5
950415	0,3	840	20,6	3,25	0,0	6,92	528	0,01	0,02	0,0
950416	0,3	893	20,3	3,20	0,0	6,70	526	0,00	0,02	0,0
950417	0,2	918	20,3	3,20	0,0	5,95	523	0,00	0,04	0,0
950418	0,2	943	20,7	3,40	0,0	5,75	500	0,01	0,05	0,0
950419	0,2	956	20,2	3,41	0,0	4,24	492	0,01	0,04	2,0

AAMMDD	NÍVEL D'ÁGUA (m)	COND. (uS/cm)	TEMP. (°C)	pH	TURB. (ppm)	DO (ppm)	ORP (ppm)	CN (ppm)	NH4 (ppm)	PPT (mm)
--------	---------------------	------------------	---------------	----	-------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------

950420	0,3	997	20,9	3,51	0,0	4,67	535	0,01	0,03	5,5
950421	0,4	988	19,6	3,66	1,2	6,20	537	0,01	0,08	0,0
950422	0,3	815	18,7	3,42	0,0	6,15	530	0,01	0,06	0,0
950423	0,2	763	17,3	3,40	0,0	6,41	547	0,01	0,05	0,0
950424	0,2	533	12,9	3,01	0,0	4,75	327	0,01	0,15	0,0
950425	0,2	866	18,9	3,36	0,0	6,80	465	0,01	0,23	0,0
950426	0,2	962	19,0	3,22	0,0	6,71	481	0,01	0,08	0,0
950427	0,2	998	19,5	3,12	0,0	6,14	500	0,01	0,06	0,0
950428	0,2	998	18,8	3,08	0,8	4,45	473	0,01	0,12	0,0
950429	0,2	998	19,6	3,00	0,0	2,38	500	0,01	0,07	0,0
950430	0,2	956	19,8	2,93	0,0	3,80	519	0,01	0,03	0,0
950501	0,2	998	21,5	2,94	0,0	6,52	537	0,01	0,03	0,0
950502	0,2	998	21,5	2,95	0,7	5,17	530	0,01	0,02	0,0
950503	0,2	998	20,1	2,97	0,0	3,23	501	0,02	0,03	0,0
950504	0,2	998	18,7	2,96	0,0	3,08	490	0,01	0,02	0,0
950505	0,2	811	15,2	2,79	0,1	1,20	402	0,01	0,05	0,0
950506	0,2	864	16,6	2,81	1,8	3,83	426	0,00	0,02	1,0
950507	0,2	998	17,7	2,86	10,1	5,64	520	0,00	0,03	2,0
950508	0,2	998	16,6	2,87	12,5	5,84	524	0,00	0,03	0,0
950509	0,2	998	16,8	2,93	6,5	3,65	511	0,00	0,03	0,0
950510	0,2	998	17,4	2,94	14,8	4,05	488	0,00	0,03	0,0
950511	0,2	998	17,6	2,95	16,0	2,86	483	0,01	0,03	0,0
950512	0,2	997	18,0	3,52	10,5	2,39	483	0,00	0,30	0,0
950513	0,2	997	16,8	3,61	0,0	4,63	497	0,00	0,39	0,0
950514	0,2	997	15,3	3,28	0,0	5,64	519	0,00	0,06	0,0
950515	0,2	997	18,1	3,21	0,8	4,52	521	0,03	0,16	0,0
950516	0,2	997	20,2	3,24	0,0	3,01	506	0,02	0,59	1,0
950517	0,2	997	19,1	3,18	0,0	3,51	513	0,01	0,52	1,5
950518	0,2	998	17,7	3,17	0,0	4,27	498	0,01	0,42	0,0
950519	0,2	997	16,1	3,17	0,2	5,30	495	0,01	0,37	0,0
950520	0,2	998	15,0	3,16	0,0	5,65	489	0,01	0,40	0,0
950521	0,2	998	14,6	3,10	0,0	6,74	505	0,01	0,06	0,0
950522	0,2	997	15,0	3,14	0,0	6,42	507	0,01	0,13	0,0
950523	0,2	997	16,0	3,23	0,0	4,51	487	0,00	0,52	0,0
950524	0,2	847	16,3	4,54	4,9	2,72	339	0,00	0,52	0,0
950525	0,2	832	17,0	4,75	7,9	2,96	324	0,00	0,46	0,0
950526	0,2	853	17,5	4,33	4,1	3,87	327	0,01	0,45	0,0
950527	0,2	885	18,0	4,30	1,3	4,25	337	0,01	0,29	0,0
950528	0,2	900	18,5	4,25	0,5	4,69	354	0,01	0,05	0,0
950529	0,2	847	17,7	4,21	1,2	4,17	334	0,01	0,14	15,0
950530	0,3	743	20,3	4,26	4,3	4,12	359	0,01	0,20	0,5
950531	0,2	747	18,1	4,39	3,1	4,67	347	0,00	0,11	0,0
950601	0,2	770	18,9	4,35	0,0	3,62	347	0,01	0,20	0,0
950602	0,2	668	18,3	4,45	1,1	3,41	329	0,01	0,84	0,0
950603	0,2	685	17,3	4,47	0,0	4,05	331	0,01	1,30	0,0
950604	0,2	674	16,6	4,29	0,3	4,45	335	0,01	0,32	0,0
950605	0,2	748	17,0	4,42	0,0	4,41	345	0,01	0,89	0,0
950606	0,2	757	19,4	4,38	0,6	3,79	348	0,01	2,60	0,0
950607	0,2	725	17,5	4,17	4,5	3,36	310	1,00	2,12	12,5
950608	0,4	729	18,3	4,42	5,1	4,70	334	0,01	1,10	4,5
950609	0,3	648	19,4	4,34	4,5	5,13	356	0,01	0,58	1,5
950610	0,4	470	20,3	4,20	8,4	4,69	344	0,01	0,30	14,0
950611	0,4	429	21,3	4,47	3,8	5,13	362	0,01	0,06	0,0
950612	0,3	460	20,3	4,06	0,8	5,32	393	0,02	0,39	0,0
950613	0,2	562	18,2	3,38	0,0	5,49	447	0,01	0,86	8,5
950614	0,2	567	17,0	3,47	0,0	5,62	463	0,01	0,76	3,0
950615	0,3	589	16,2	3,61	0,0	5,84	479	0,01	0,53	3,5
950616	0,3	545	18,0	4,57	0,6	4,96	363	0,01	0,16	0,5
950617	0,3	450	17,6	4,51	4,1	4,72	343	0,01	0,23	9,0
950618	0,8	353	18,1	4,78	21,6	5,00	337	0,01	0,10	13,0
950619	1,1	244	15,6	4,29	16,7	8,14	419	0,01	0,04	17,0
950620	0,6	224	14,5	4,22	0,1	8,76	455	0,01	0,07	0,0
950621	0,5	274	14,3	4,14	0,1	8,48	430	0,01	0,19	0,0
950622	0,4	336	14,4	3,95	0,0	8,31	428	0,01	0,27	0,0
950623	0,3	402	14,7	3,78	0,0	7,75	445	0,01	0,46	0,0
950624	0,3	470	15,4	3,68	0,2	7,28	461	0,01	0,54	4,0

AAMMDD	NÍVEL D'ÁGUA (m)	COND. (uS/cm)	TEMP. (°C)	pH	TURB. (ppm)	DO (ppm)	ORP (ppm)	CN (ppm)	NH4 (ppm)	PPT (mm)
--------	---------------------	------------------	---------------	----	-------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------

164

950625	0,7	403	15,2	3,72	13,4	7,38	505	0,01	0,16	22,0
950626	0,6	391	13,0	3,67	1,4	8,43	498	0,01	0,11	0,0
950627	0,4	381	12,8	3,78	0,1	8,02	461	0,01	0,26	0,0
950628	0,5	337	17,3	4,66	12,1	5,30	360	0,01	0,32	17,5
950629	0,6	319	16,5	4,45	14,8	4,94	332	0,01	0,07	0,5
950630	0,4	424	14,1	4,75	9,6	6,68	340	0,01	0,21	0,0
950701	0,4	603	11,4	4,16	2,4	8,94	388	0,01	0,10	0,0
950702	0,3	900	8,3	3,55	0,0	12,20	509	0,01	0,04	0,0
950703	0,3	767	17,3	3,73	9,5	8,04	495	0,01	0,22	0,0
950704	0,4	500	24,0	4,66	30,8	4,13	372	0,01	0,30	0,0
950705	0,3	532	23,1	4,38	16,9	4,09	406	0,01	0,31	0,0
950706	0,5	574	20,9	3,98	65,9	4,21	474	0,01	0,29	35,5
950707	1,1	391	19,6	4,15	164,0	5,67	468	0,01	0,01	0,0
950708	0,7	297	20,0	4,37	26,2	5,70	412	0,01	0,02	0,5
950709	0,5	364	20,0	4,06	2,8	5,08	411	0,01	0,02	0,0
950710	0,4	451	21,0	4,05	0,0	4,80	438	0,01	0,06	0,0
950711	0,4	531	21,1	3,94	0,4	4,43	449	0,01	0,15	0,0
950712	0,3	579	20,4	3,78	1,9	3,74	444	0,01	0,18	0,0
950713	0,3	687	22,1	3,77	5,4	3,31	474	0,01	0,31	0,0
950714	0,3	753	21,3	3,63	5,7	3,45	479	0,01	0,45	0,0
950715	0,3	857	17,9	3,27	13,4	5,05	475	0,01	0,26	0,0
950716	0,3	837	16,9	3,18	0,0	4,50	479	0,01	0,16	5,0
950717	0,3	936	17,5	3,29	5,8	4,86	508	0,01	0,36	19,5
950718	0,4	831	16,7	3,39	15,4	4,39	498	0,01	0,18	0,0
950719	0,4	790	16,8	3,40	1,6	3,60	504	0,01	0,16	1,0
950720	0,6	616	17,6	3,52	30,7	4,84	490	0,01	0,11	2,5
950721	0,5	534	17,3	3,63	22,0	6,13	476	0,01	0,08	14,5
950722	1,7	352	16,0	3,84	193,3	6,38	422	0,01	0,03	7,0
950723	1,3	247	14,6	4,01	86,5	8,04	422	0,01	0,02	0,0
950724	0,8	317	15,4	3,92	29,1	8,14	432	0,01	0,02	0,0
950725	0,6	403	15,8	3,78	23,1	7,25	435	0,01	0,04	0,0
950726	0,5	528	16,8	3,53	10,3	6,28	479	0,01	0,04	0,0
950727	0,4	601	17,4	3,45	3,1	5,91	486	0,01	0,11	0,0
950728	0,4	669	18,3	3,35	0,0	5,89	482	0,01	0,15	0,0
950729	0,4	554	19,9	4,29	9,9	4,39	380	0,01	0,11	0,0
950730	0,6	469	20,1	4,46	50,2	4,29	375	0,01	0,05	10,0
950731	0,7	396	19,7	4,55	50,0	4,20	355	0,01	0,05	10,5
950801	0,6	395	20,1	4,55	30,0	3,99	350	0,01	0,05	0,5
950802	0,5	424	20,8	4,52	17,8	3,48	346	0,01	0,08	0,0
950803	0,5	420	20,4	4,56	43,1	3,10	340	0,01	0,13	2,5
950804	1,8	297	19,4	4,43	165,7	5,22	403	0,01	0,02	0,0
950805	0,9	338	18,8	4,07	56,2	6,48	465	0,01	0,02	0,0
950806	0,7	395	17,3	3,86	22,9	6,66	470	0,01	0,02	0,0
950807	0,6	460	16,6	3,79	19,7	6,45	444	0,01	0,04	5,5
950808	0,5	415	17,4	4,56	31,3	4,50	330	0,01	0,06	0,0
950809	0,5	533	17,5	3,88	19,1	4,81	406	0,01	0,10	0,0
950810	0,5	587	18,0	3,47	41,5	4,26	471	0,01	0,10	4,5
950811	0,8	459	16,9	3,67	54,5	4,95	476	0,01	0,02	0,5
950812	0,6	400	16,9	3,77	11,5	5,19	465	0,01	0,02	0,0
950813	0,5	0	0,0	2,00	0,0	0,01	-2	0,01	0,01	0,0
950814	0,5	638	20,0	3,42	5,7	4,67	466	0,01	0,22	0,0
950815	0,4	697	19,4	3,36	3,5	3,75	472	0,01	0,31	0,0
950816	0,4	726	17,4	3,29	5,3	3,71	459	0,00	0,21	7,0
950817	0,7	674	17,2	3,51	61,3	4,80	492	0,01	0,05	0,0
950818	0,7	361	15,5	4,70	30,8	3,98	318	0,01	0,03	0,0
950819	0,6	426	16,8	4,25	12,0	4,13	372	0,01	0,02	0,0
950820	0,6	526	17,4	3,56	1,0	4,53	469	0,01	0,03	0,0
950821	0,5	597	17,9	3,47	2,6	4,33	455	0,01	0,05	0,0
950822	0,4	651	18,1	3,40	0,8	3,62	465	0,01	0,07	0,0
950823	0,4	734	19,1	3,29	1,1	2,96	485	0,01	0,08	0,0
950824	0,4	822	20,3	3,22	0,5	2,02	497	0,01	0,13	0,0
950825	0,3	918	20,7	3,88	6,4	4,08	493	0,01	0,20	0,0
950826	0,3	952	20,2	3,94	1,2	6,55	494	0,01	0,16	0,0
950827	0,3	998	21,1	3,71	0,0	8,00	543	0,01	0,01	0,0
950828	0,3	988	20,4	3,63	0,0	6,94	533	0,01	0,19	0,0
950829	0,3	998	20,2	3,56	0,0	3,52	520	0,01	0,30	0,0

AAMMDD	NÍVEL D'ÁGUA (m)	COND. (uS/cm)	TEMP. (°C)	pH	TURB. (ppm)	DO (ppm)	ORP (ppm)	CN (ppm)	NH4 (ppm)	PPT (mm)
--------	---------------------	------------------	---------------	----	-------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------

950830	0,3	998	20,4	3,50	0,0	2,95	517	0,01	0,21	0,0
950831	0,2	998	20,3	3,46	0,0	4,27	516	0,01	0,21	0,0
950901	0,2	998	20,3	3,50	0,0	2,95	517	0,01	0,21	0,0
950902	0,2	998	20,3	3,33	0,0	2,64	549	0,01	0,14	0,0
950903	0,2	998	20,3	3,33	0,0	2,64	549	0,01	0,14	0,0
950904	0,2	998	18,1	3,32	0,0	4,82	539	0,01	0,13	0,0
950905	0,2	998	18,6	3,31	0,0	4,05	539	0,01	0,13	0,0
950906	0,2	998	18,6	3,31	0,0	4,05	539	0,01	0,13	0,0
950907	0,2	998	19,8	3,29	0,0	3,61	539	0,01	0,13	0,0
950908	0,2	998	19,8	3,29	0,0	3,61	539	0,01	0,13	0,0
950909	0,2	998	19,8	3,29	0,0	3,61	539	0,01	0,13	0,0
950910	0,2	998	19,9	3,16	0,0	7,92	543	0,01	0,02	0,0
950911	0,2	998	19,7	3,37	0,0	5,71	510	0,01	0,07	0,0
950912	0,2	998	19,0	4,49	3,3	3,77	349	0,01	0,14	0,0
950913	0,2	998	19,0	4,49	3,3	3,77	349	0,01	0,14	0,0
950914	0,2	989	19,0	4,49	3,3	3,77	349	0,01	0,14	0,0
950915	0,2	998	18,9	2,80	5,9	4,56	350	0,01	0,03	0,0
950916	0,2	998	18,9	2,80	5,9	4,56	350	0,01	0,03	0,0
950917	0,2	998	20,0	2,64	0,0	5,72	388	0,01	0,06	0,0
950918	0,2	998	21,0	2,73	0,0	5,36	419	0,01	0,12	0,0
950919	0,3	998	21,0	2,73	0,0	5,36	419	0,01	0,12	0,0
950920	0,5	978	16,5	3,40	34,0	10,12	478	0,01	0,03	0,0
950921	0,3	978	16,5	3,40	34,0	10,12	478	0,01	0,03	0,0
950922	0,2	972	16,3	3,47	1,0	4,12	481	0,00	0,03	5,5
950923	0,4	923	15,0	3,41	6,5	5,33	490	0,01	0,03	1,0
950924	0,3	923	15,0	3,41	6,5	5,33	490	0,01	0,03	1,0
950925	0,3	997	17,0	3,33	0,0	5,57	521	0,01	0,02	0,5
950926	0,3	984	17,8	3,49	2,8	4,93	502	0,01	0,03	2,0
950927	0,6	675	16,4	4,20	7,5	6,59	424	0,00	0,02	0,0
950928	0,5	274	14,6	5,37	11,7	5,55	307	0,00	0,04	0,0
950929	1,1	187	15,0	4,36	35,0	4,87	252	0,00	0,03	20,5
950930	1,2	187	15,0	4,36	35,0	4,87	252	0,00	0,03	20,5
951001	0,7	257	23,2	2,47	1,2	9,13	444	0,00	0,01	0,0
951002	0,6	390	21,8	2,82	3,2	8,23	456	0,00	0,01	0,0
951003	0,5	412	16,8	3,53	12,6	7,38	464	0,00	0,01	0,0
951004	0,4	510	16,7	3,41	1,3	6,43	478	0,00	0,02	0,0
951005	0,4	502	19,8	3,55	10,3	4,98	364	0,00	0,01	57,0
951006	0,3	597	23,8	3,30	1,4	6,07	296	0,00	0,01	0,0
951007	0,3	681	27,0	3,07	0,0	10,07	333	0,00	0,01	0,0
951008	0,3	727	28,4	2,93	0,0	6,66	360	0,01	0,01	0,0
951009	0,3	789	27,9	2,92	0,0	6,42	345	0,01	0,02	0,0
951010	0,2	853	27,5	2,94	1,7	4,10	327	0,01	0,03	0,0
951011	0,2	865	25,1	3,19	0,0	3,54	319	0,01	0,04	0,0
951012	0,2	953	21,7	3,17	0,0	5,48	336	0,01	0,03	0,0
951013	0,2	771	17,6	2,82	0,0	5,55	319	0,01	0,03	5,5
951014	0,3	956	20,8	3,05	0,0	5,15	479	0,01	0,03	0,0
951015	0,2	981	20,0	2,99	0,0	5,96	524	0,01	0,02	0,0
951016	0,2	898	21,2	3,11	0,0	5,35	480	0,01	0,04	0,0
951017	0,2	912	22,6	3,11	0,0	3,33	444	0,01	0,04	0,5
951018	0,3	942	21,3	3,12	0,0	3,31	422	0,01	0,05	7,0
951019	0,3	990	19,3	2,99	0,0	5,25	462	0,01	0,03	0,0
951020	0,6	783	19,3	3,55	3,8	4,05	337	0,01	0,04	45,5
951021	1,4	224	17,7	3,55	23,9	7,57	340	0,92	0,02	3,0
951022	0,8	314	18,9	3,78	3,7	10,29	315	0,01	0,02	0,0
951023	0,5	401	20,9	3,57	0,2	8,37	315	0,01	0,02	0,0
951024	0,4	521	22,4	3,41	0,0	5,80	317	0,01	0,02	0,0
951025	0,3	717	24,8	2,94	0,0	5,46	357	0,00	0,02	0,0
951026	0,3	871	24,8	2,89	0,0	4,54	429	0,01	0,02	0,0
951027	0,3	798	23,3	3,48	0,0	1,80	423	0,01	0,02	0,0
951028	0,5	540	24,9	4,23	6,2	0,33	383	0,01	0,03	0,0
951029	0,8	267	20,9	3,74	5,3	0,74	317	0,02	0,02	0,0
951030	0,5	453	18,3	4,02	0,4	5,11	359	0,01	0,08	40,0
951031	0,3	618	15,9	3,65	0,0	7,65	323	0,01	0,26	0,0
951101	0,3	766	20,2	3,39	0,1	5,98	332	0,01	0,02	0,0
951102	0,3	854	20,1	3,29	0,2	6,47	333	0,01	0,01	0,0
951103	0,3	895	21,8	3,28	0,6	6,03	308	0,01	0,02	0,0

AAMMDD	N/VEL D'ÁGUA (m)	COND. (uS/cm)	TEMP. (°C)	pH	TURB. (ppm)	DO (ppm)	ORP (ppm)	CN (ppm)	NH4 (ppm)	PPT (mm)
--------	---------------------	------------------	---------------	----	-------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------

951104	0,2	946	26,0	3,21	0,4	5,52	341	0,01	0,02	0,0
951105	0,2	956	27,2	3,20	0,0	6,33	362	0,01	0,01	0,0
951106	0,2	995	30,1	3,05	0,0	4,51	357	0,01	0,01	0,0
951107	0,2	998	30,1	3,08	0,0	2,56	334	0,01	0,01	11,5
951108	0,3	921	25,1	3,02	0,0	3,95	312	0,01	0,01	1,0
951109	0,4	635	17,1	2,76	7,7	3,99	212	0,00	0,01	0,0
951110	0,3	808	27,2	2,85	1,5	2,52	296	0,01	0,05	8,0
951111	0,4	946	23,0	3,26	0,0	5,08	340	0,01	0,18	1,0
951112	0,4	875	21,7	3,23	1,0	7,53	361	0,01	0,03	0,0
951113	0,4	785	22,3	3,27	0,0	6,23	347	0,01	0,02	0,0
951114	0,4	784	20,6	3,30	0,0	5,45	324	0,01	0,03	23,5
951115	0,6	768	21,3	2,43	0,0	7,32	412	0,01	0,02	0,0
951116	1,2	279	19,4	3,69	0,3	6,24	389	0,00	0,02	1,5
951117	1,1	303	21,9	4,24	14,1	5,73	417	0,01	0,01	0,0
951118	0,8	417	23,5	3,75	0,0	5,49	511	0,01	0,00	4,0
951119	0,7	439	24,3	3,75	0,0	5,18	515	0,00	0,03	4,5
951120	0,7	376	25,3	3,95	0,0	5,47	474	0,00	0,03	0,0
951121	0,5	444	24,9	4,14	2,0	4,58	414	0,00	0,02	0,0
951122	0,4	631	25,8	3,49	0,0	4,85	463	0,01	0,03	0,0
951123	0,4	787	27,9	3,33	0,0	3,25	494	0,01	0,02	9,0
951124	0,8	492	21,8	3,44	0,0	4,70	454	0,01	0,01	0,5
951125	0,5	487	24,1	3,53	0,0	4,96	502	0,00	0,01	0,0
951126	0,5	631	25,9	3,46	0,0	4,76	548	0,01	0,01	11,5
951127	0,6	597	26,4	3,51	0,0	4,23	510	0,01	0,02	26,0
951128	1,0	443	24,5	3,72	17,9	5,53	500	0,00	0,01	0,5
951129	0,6	462	25,6	3,70	0,0	5,38	495	0,01	0,01	0,0
951130	0,4	633	27,4	3,49	0,0	4,04	510	0,01	0,01	0,0
951201	0,4	755	31,1	3,34	0,0	2,01	497	0,01	0,02	0,0
951202	0,3	872	32,1	3,19	0,0	2,54	523	0,00	0,01	8,5
951203	0,4	997	30,1	3,08	0,0	5,58	551	0,01	0,00	0,0
951204	0,3	913	27,0	2,95	0,0	5,55	504	0,00	0,00	0,0
951205	0,3	988	30,9	3,05	2,9	5,06	523	0,01	0,03	0,0
951206	0,3	934	31,4	3,03	0,0	3,18	478	0,01	0,02	0,0
951207	0,3	908	34,8	3,15	2,6	2,58	463	2,09	0,02	0,0
951208	0,2	604	35,4	3,13	0,2	1,25	388	8,73	0,06	0,0
951209	0,2	933	26,6	2,92	5,6	2,47	435	1,69	0,06	0,0
951210	0,2	919	23,8	2,97	0,0	2,67	438	0,01	0,04	0,0
951211	0,2	791	21,2	2,85	0,0	2,45	378	0,07	0,03	3,5
951212	0,6	711	23,3	4,41	2,1	1,91	346	0,01	0,02	1,0
951213	0,4	620	23,2	3,99	12,3	2,83	336	0,01	0,02	0,0
951214	0,3	882	22,4	2,97	0,0	2,96	309	0,00	0,03	5,0
951215	0,2	991	32,8	2,13	0,0	3,44	369	0,00	0,04	0,0
951216	0,2	998	29,3	2,79	0,0	4,15	422	0,01	0,03	0,0
951217	0,2	998	28,0	2,98	0,7	5,35	497	0,01	0,03	0,5
951218	0,2	998	27,6	3,05	3,6	5,10	451	0,01	0,06	8,0
951219	0,2	998	28,6	2,88	1,7	3,45	428	0,01	0,04	0,0
951220	0,2	998	28,7	2,70	0,0	2,08	394	0,00	0,05	0,0
951221	0,2	998	28,4	2,86	0,0	2,00	357	0,00	0,07	0,0
951222	0,2	956	28,8	2,83	0,0	2,09	332	0,01	0,07	0,0
951223	0,2	998	29,2	2,81	0,0	2,55	403	0,01	0,05	18,0
951224	3,2	998	25,5	3,13	0,0	6,67	471	0,00	0,08	146,0
951225	6,7	907	28,3	3,05	1,3	3,33	429	0,51	0,04	195,0
951226	0,6	907	28,3	3,05	1,3	3,33	429	0,51	0,04	195,0
951227	0,6	907	28,3	3,05	1,3	3,33	429	0,51	0,04	195,0
951228	0,6	907	28,3	3,05	1,3	3,33	429	0,51	0,04	195,0
951229	0,6	907	28,3	3,05	1,3	3,33	429	0,51	0,04	195,0
951230	0,6	907	28,3	3,05	1,3	3,33	429	0,51	0,04	195,0
951231	0,6	907	28,3	3,05	1,3	3,33	429	0,51	0,04	195,0
960101	1,8	433	25,4	4,12	88,7	7,55	445	1,78	0,02	257,0
960102	1,8	433	25,4	4,12	88,7	7,55	445	1,78	0,02	257,0
960103	1,8	433	25,4	4,12	88,7	7,55	445	1,78	0,02	257,0
960104	1,8	433	25,4	4,12	88,7	7,55	445	1,78	0,02	257,0
960105	1,8	433	25,4	4,12	88,7	7,55	445	1,78	0,02	257,0
960106	1,8	433	25,4	4,12	88,7	7,55	445	1,78	0,02	257,0
960107	1,8	433	25,4	4,12	88,7	7,55	445	1,78	0,02	257,0
960108	1,8	433	25,4	4,12	88,7	7,55	445	1,78	0,02	257,0

AAMMDD	NÍVEL D'ÁGUA (m)	COND. (uS/cm)	TEMP. (°C)	pH	TURB. (ppm)	DO (ppm)	ORP (ppm)	CN (ppm)	NH4 (ppm)	PPT (mm)
--------	---------------------	------------------	---------------	----	-------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------

960109	0,9	452	22,6	3,99	54,7	9,59	354	3,35	0,01	0,0
960110	1,4	490	27,4	3,52	74,3	5,33	391	8,32	0,02	4,0
960111	1,6	453	25,8	4,26	70,7	8,62	417	4,99	0,01	0,0
960112	1,0	630	31,0	3,35	81,1	5,81	490	8,15	0,01	13,0
960113	0,9	816	36,9	2,68	32,5	4,09	584	9,86	0,01	0,0
960114	2,1	698	35,8	3,03	75,4	3,81	573	5,82	0,02	8,5
960115	2,0	262	21,1	5,26	90,6	9,41	426	0,01	0,01	10,0
960116	1,6	326	21,8	4,85	88,8	9,70	427	0,07	0,02	28,5
960117	1,7	302	22,7	4,85	154,3	9,47	423	0,15	0,01	3,0
960118	2,4	223	22,2	5,15	85,8	9,47	429	0,15	0,01	52,0
960119	4,9	433	25,4	4,12	88,7	7,55	445	1,78	0,02	54,0
960120	3,1	433	25,4	4,12	88,7	7,55	445	1,78	0,02	5,5
960121	2,7	433	25,4	4,12	88,7	7,55	445	1,78	0,02	19,0
960122	2,4	320	22,1	4,79	133,4	8,20	418	1,78	0,02	5,5
960123	1,8	320	22,1	4,41	120,8	8,43	420	1,78	0,02	6,0
960124	1,4	379	22,9	3,95	87,1	8,25	448	0,01	0,03	0,0
960125	1,2	393	21,7	3,65	92,4	5,46	430	0,04	0,01	8,5
960126	1,6	433	25,4	4,12	88,7	7,55	445	1,78	0,02	257,0
960127	1,5	433	25,4	4,12	88,7	7,55	445	1,78	0,02	2,0
960128	1,3	433	25,4	4,12	88,7	7,55	445	1,78	0,02	18,0
960129	1,4	433	25,4	4,12	88,7	7,55	445	1,78	0,02	257,0
960130	1,1	433	25,4	4,12	88,7	7,55	445	1,78	0,02	257,0
960131	1,1	433	25,4	4,12	88,7	7,55	445	1,78	0,02	19,5
960201	1,2	436	26,3	3,68	64,0	6,10	486	0,07	0,01	13,5
960202	3,5	465	26,2	3,69	72,7	8,60	524	0,02	0,05	4,5
960203	2,0	218	22,2	4,66	65,2	6,00	424	0,38	0,01	90,5
960204	1,5	244	21,2	4,20	77,0	5,36	410	0,14	0,01	8,5
960205	2,0	215	24,1	4,38	121,2	5,48	481	0,13	0,01	6,0
960206	1,3	308	24,1	4,04	47,2	4,93	518	0,06	0,01	0,0
960207	1,1	368	24,0	3,90	72,7	5,20	504	0,01	0,01	90,5
960208	1,0	445	25,3	3,75	72,7	5,78	513	0,06	0,02	1,5
960209	1,3	428	25,2	3,79	42,6	6,16	466	0,04	0,02	3,0
960210	1,2	425	20,8	3,41	8,1	5,38	423	0,09	0,02	2,0
960211	1,0	424	29,7	3,47	78,2	3,00	556	8,00	0,04	90,5
960212	0,9	557	29,8	2,62	140,9	7,69	732	9,98	0,03	90,5
960213	0,7	555	29,1	2,30	189,6	8,55	800	6,53	0,02	90,5
960214	0,7	585	17,7	3,43	65,0	6,06	384	2,06	0,03	90,5
960215	0,6	651	24,3	3,26	67,5	3,72	458	0,07	0,02	90,5
960216	0,8	690	32,7	2,71	114,4	6,05	614	2,19	0,02	14,5
960217	2,5	399	29,3	3,54	206,1	13,43	612	3,75	0,01	4,0
960218	2,0	423	20,6	4,53	89,9	15,43	421	0,02	0,01	90,5
960219	1,3	438	17,2	4,10	70,5	14,88	389	0,04	0,01	90,5
960220	1,4	457	13,3	4,38	91,9	17,71	384	0,02	0,01	6,0
960221	1,1	405	23,0	4,11	62,1	15,16	506	2,15	0,01	90,5
960222	0,9	415	35,8	3,68	158,4	15,51	768	6,25	0,02	90,5
960223	0,7	488	34,8	4,76	15,0	9,31	480	5,00	0,01	90,5
960224	0,7	554	30,6	3,82	13,2	10,24	486	3,89	0,01	90,5
960225	0,6	442	26,9	4,03	18,8	7,64	356	0,03	0,01	90,5
960226	0,6	718	22,8	3,50	72,7	13,28	488	0,09	0,01	10,0
960227	0,7	667	31,2	3,32	2,2	11,17	562	8,28	0,01	3,5
960228	0,8	524	33,3	3,18	55,1	8,77	661	9,56	0,01	0,5
960229	0,8	534	37,0	2,78	170,2	2,92	787	6,64	0,01	13,0
960301	1,8	525	18,5	2,77	125,3	10,85	700	5,43	0,01	19,0
960302	1,8	426	25,8	3,86	27,5	15,66	576	2,54	0,03	0,5
960303	1,2	356	35,9	2,93	87,9	9,36	683	4,27	0,03	8,5
960304	2,4	414	25,9	3,38	78,2	18,67	704	3,76	0,04	38,0
960305	2,0	201	35,0	5,30	95,0	6,75	367	0,01	0,03	29,5
960306	1,6	294	28,8	4,68	51,8	11,65	451	0,02	0,02	0,0
960307	1,3	402	21,7	4,37	54,1	14,33	477	0,02	0,05	0,0
960308	1,5	363	21,5	4,43	105,2	11,70	486	0,01	0,02	0,0
960309	1,6	300	21,9	4,58	82,4	6,35	503	0,02	0,01	0,0
960310	1,3	327	21,9	4,67	61,2	5,48	461	0,01	0,02	0,0
960311	1,0	393	22,6	4,24	75,2	4,56	397	0,02	0,02	0,0
960312	0,8	434	23,1	3,69	83,2	5,09	472	0,01	0,02	0,0
960313	0,7	446	23,7	3,81	65,5	5,35	488	0,01	0,01	0,0
960314	0,8	417	23,7	3,89	95,9	5,45	494	0,02	0,02	4,5

AAMMDD	NÍVEL D'ÁGUA (m)	COND. (uS/cm)	TEMP. (°C)	pH	TURB. (ppm)	DO (ppm)	ORP (ppm)	CN (ppm)	NH4 (ppm)	PPT (mm)
--------	---------------------	------------------	---------------	----	-------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------

960315	0,9	439	22,5	3,82	149,2	5,82	478	0,01	0,03	0,5
960316	0,9	365	22,3	3,94	83,0	6,13	476	0,01	0,01	0,0
960317	1,0	404	21,6	3,80	155,4	6,13	508	0,01	0,01	0,0
960318	0,8	344	19,4	3,75	74,6	5,52	447	0,01	0,01	0,0
960319	0,7	330	21,4	4,06	66,4	4,09	408	1,28	0,02	1,5
960320	1,0	359	19,4	4,29	129,3	4,83	345	0,01	0,01	0,0
960321	1,1	280	20,8	4,27	112,1	4,01	326	0,01	0,03	0,0
960322	0,9	295	20,9	4,11	83,4	4,14	345	0,01	0,02	2,0
960323	0,8	332	20,5	3,68	45,1	3,19	297	0,00	0,01	1,5
960324	0,7	403	22,4	4,12	43,0	3,70	327	0,00	0,01	0,0
960325	0,6	481	23,4	3,85	32,7	3,68	329	0,01	0,02	3,5
960326	0,5	489	17,5	3,60	21,5	3,91	301	0,01	0,02	1,0
960327	0,5	528	18,7	3,72	32,8	5,06	340	0,01	0,03	0,0
960328	0,5	659	22,1	3,57	32,4	9,77	361	0,01	0,03	0,0
960329	0,4	702	20,9	3,53	34,2	2,42	368	0,01	0,03	17,5
960330	0,8	391	24,9	3,99	88,9	3,53	434	1,70	0,02	5,0
960331	0,5	362	39,9	2,00	249,7	0,01	995	9,98	0,02	0,0
960401	0,5	490	28,6	3,14	96,6	2,95	640	3,33	0,02	17,0
960402	0,5	583	24,6	3,69	1,3	4,33	480	0,01	0,02	0,0
960403	0,4	607	25,2	3,66	10,4	4,25	499	0,00	0,02	0,0
960404	0,4	662	25,1	3,60	0,0	3,66	460	0,79	0,02	0,0
960405	0,4	684	24,7	3,43	1,7	2,27	458	1,26	0,03	0,0
960406	0,4	757	24,9	3,51	10,2	1,90	508	0,03	0,03	2,0
960407	0,3	766	25,9	3,44	20,7	1,94	526	3,92	0,02	0,0
960408	0,3	776	23,7	3,49	10,9	1,71	483	0,02	0,03	0,0
960409	0,4	667	20,8	3,36	19,7	2,28	363	0,18	0,05	23,0
960410	0,9	629	15,5	4,00	116,0	3,74	431	0,02	0,03	14,5
960411	1,7	483	10,4	5,24	155,6	1,11	353	0,01	0,02	4,0
960412	1,8	259	19,3	5,54	94,0	5,11	298	0,01	0,01	1,0
960413	1,1	326	29,7	4,88	49,1	8,13	342	0,01	0,02	0,0
960414	0,8	395	36,4	3,81	25,9	8,75	385	0,02	0,01	0,0
960415	0,7	503	31,7	3,63	24,5	5,72	424	0,02	0,02	0,0
960416	0,6	649	27,9	3,47	27,6	2,94	467	0,04	0,03	7,5
960417	0,6	766	21,4	3,17	29,8	3,69	465	0,03	0,03	0,0
960418	0,5	732	21,4	3,22	35,5	4,35	473	0,03	0,03	0,0
960419	0,4	751	22,1	2,66	51,7	5,77	490	0,06	0,03	0,0
960420	0,4	890	21,7	2,74	46,0	5,17	547	0,05	0,03	0,0
960421	0,4	624	22,5	3,73	40,9	3,69	488	0,02	0,05	0,0
960422	0,3	624	22,5	3,73	40,9	3,69	488	0,00	0,03	87,0
960423	0,3	624	22,5	3,73	40,9	3,69	488	0,00	0,03	87,0
960424	0,3	676	24,7	3,36	55,3	2,62	626	0,18	0,03	87,0
960425	0,3	638	28,2	3,30	62,0	3,45	665	1,97	0,10	0,0
960426	0,4	578	17,8	3,40	43,7	2,82	627	0,15	0,04	16,5
960427	0,6	769	10,6	4,21	46,7	0,42	593	3,18	0,02	0,0
960428	0,4	738	2,5	5,11	8,3	0,01	506	4,98	0,03	0,0
960429	0,4	564	17,8	4,23	22,8	4,40	514	1,41	0,04	1,5
960430	0,4	510	24,7	3,50	39,5	6,10	544	0,10	0,04	0,0
960501	0,3	504	24,5	3,39	25,4	4,38	557	0,02	0,03	3,5
960502	0,6	593	23,8	3,98	12,2	5,84	441	0,02	0,03	14,5
960503	0,5	739	23,2	3,35	27,6	4,45	491	0,04	0,03	0,0
960504	0,4	745	17,5	3,43	27,1	4,36	481	0,05	0,02	0,0
960505	0,3	674	24,4	2,74	17,4	5,44	503	0,07	0,02	0,0
960506	0,3	720	27,6	2,98	40,9	4,16	574	0,11	0,05	0,0
960507	0,3	779	23,7	2,87	34,1	4,49	592	0,65	0,08	0,0
960508	0,3	652	21,5	3,20	42,3	4,90	592	0,47	0,06	0,0
960509	0,3	613	20,9	3,65	30,5	4,68	607	0,20	0,08	0,0
960510	0,2	521	16,5	4,26	47,9	7,64	538	0,27	0,07	0,0
960511	0,2	496	19,3	4,15	63,3	10,06	570	0,41	0,08	0,0
960512	0,2	537	17,0	4,32	65,0	8,40	589	0,32	0,03	0,0
960513	0,2	458	22,3	3,41	65,1	10,18	591	0,43	0,04	0,0
960514	0,2	425	23,7	3,01	64,9	8,80	581	0,45	0,14	1,0
960515	0,2	399	26,1	3,28	61,4	6,24	583	0,44	0,13	0,0
960516	0,2	536	20,1	2,96	62,2	2,83	618	0,40	0,14	0,0
960517	0,2	561	17,1	2,85	44,7	2,57	688	0,31	0,14	0,0
960518	0,2	316	22,2	3,24	35,5	8,41	725	0,40	0,06	0,0
960519	0,2	296	22,7	3,14	42,1	12,32	722	0,43	0,03	0,0

AAMMDD	NÍVEL D'ÁGUA (m)	COND. (uS/cm)	TEMP. (°C)	pH	TURB. (ppm)	DO (ppm)	ORP (ppm)	CN (ppm)	NH4 (ppm)	PPT (mm)
--------	---------------------	------------------	---------------	----	-------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------

960520	0,2	282	23,7	3,36	65,8	10,49	669	0,57	0,08	4,0
960521	0,2	306	18,1	3,10	84,8	4,01	591	0,47	0,13	1,0
960522	0,2	336	12,3	3,09	82,6	1,07	575	0,37	0,09	4,5
960523	0,6	452	7,2	3,55	152,6	2,98	512	0,18	0,04	5,5
960524	0,8	136	7,5	5,15	67,1	3,03	339	0,01	0,05	0,0
960525	0,5	180	22,6	4,14	28,2	6,41	385	0,01	0,06	0,0
960526	0,4	229	25,5	3,29	18,5	10,22	442	0,03	0,02	0,0
960527	0,3	323	22,7	3,30	45,9	9,47	496	0,03	0,10	0,0
960528	0,3	362	22,0	3,39	46,8	5,43	507	0,04	0,12	0,0
960529	0,2	361	19,4	3,26	46,2	3,58	489	0,04	0,09	0,0
960530	0,2	395	21,2	3,48	66,4	4,46	531	0,04	0,11	0,5
960531	0,6	495	21,8	3,78	87,4	7,51	475	0,03	0,10	44,0
960601	0,8	682	16,0	3,76	53,1	7,28	406	0,01	0,02	0,0
960602	0,5	634	13,6	4,11	6,3	2,94	391	0,01	0,03	0,0
960603	0,4	672	17,7	3,76	18,5	9,08	401	0,01	0,03	0,0
960604	0,4	768	14,6	3,72	38,9	2,38	380	0,02	0,07	0,0
960605	0,3	774	18,3	3,76	54,3	5,32	435	0,02	0,08	3,0
960606	0,3	572	19,3	3,99	67,9	7,75	425	0,04	0,04	0,0
960607	0,3	632	20,1	3,68	68,9	6,81	448	0,06	0,01	0,0
960608	0,2	730	15,2	3,49	40,1	5,15	449	0,06	0,03	0,0
960609	0,2	687	18,0	3,78	56,4	9,24	425	0,06	0,03	0,0
960610	0,2	720	16,4	3,48	51,0	4,17	448	0,06	0,07	0,0
960611	0,2	743	16,1	3,40	51,4	2,87	443	0,08	0,09	0,0
960612	0,2	750	17,1	3,35	56,9	3,99	451	0,08	0,08	0,0
960613	0,2	749	15,1	3,62	60,5	3,88	441	0,07	0,09	0,0
960614	0,2	639	24,4	3,01	59,3	11,67	539	1,59	0,11	0,0
960615	0,2	658	32,2	2,69	58,4	8,58	681	4,06	0,08	0,0
960616	0,4	566	19,7	4,23	55,6	4,82	593	0,38	0,04	24,0
960617	0,5	428	18,6	4,00	57,1	2,76	470	0,17	0,05	2,0
960618	0,3	225	15,8	3,43	36,3	2,50	299	0,03	0,06	0,0
960619	0,4	505	17,7	3,18	34,6	3,99	416	0,03	0,07	0,0
960620	0,4	997	13,0	4,01	171,4	1,60	400	0,03	0,08	6,0
960621	0,4	997	14,7	4,11	103,8	4,13	401	0,03	0,05	0,0
960622	0,4	872	16,3	3,82	30,3	9,93	358	0,03	0,04	0,0
960623	0,3	997	25,1	3,27	32,4	17,51	461	0,03	0,02	0,0
960624	0,3	997	22,1	3,24	29,9	19,12	514	0,04	0,08	0,0
960625	0,3	997	17,5	3,68	23,5	19,94	496	0,03	0,09	0,0
960626	1,1	997	14,8	3,84	111,9	19,94	461	0,03	0,08	57,0
960627	2,2	370	16,2	5,19	121,9	19,94	279	0,01	0,03	7,5
960628	1,3	358	18,1	4,87	61,2	19,93	263	0,01	0,04	0,0
960629	1,2	435	17,5	4,60	41,4	19,94	278	0,01	0,03	0,0
960630	1,0	455	17,8	4,42	39,3	19,93	291	0,01	0,05	0,0
960701	0,8	635	16,6	3,82	26,9	19,94	326	0,01	0,05	0,0
960702	0,7	661	16,2	3,91	14,5	19,94	352	0,01	0,04	0,0
960703	0,7	539	18,4	4,10	36,8	19,94	370	0,01	0,03	8,5
960704	0,6	664	12,4	3,74	33,2	19,94	392	0,01	0,06	1,0
960705	0,5	814	16,3	3,66	27,0	19,94	425	0,01	0,05	0,0
960706	0,5	885	19,6	3,56	21,8	19,94	461	0,02	0,03	0,0
960707	0,4	878	25,7	3,10	36,8	19,94	494	0,03	0,03	4,0
960708	0,9	662	15,3	3,85	50,0	18,21	358	0,02	0,02	16,0
960709	1,0	472	10,7	4,11	51,9	18,04	293	0,01	0,03	8,5
960710	0,8	514	15,7	3,95	52,0	19,94	321	0,01	0,04	7,0
960711	0,6	555	14,9	4,33	35,0	19,94	322	0,01	0,42	0,0
960712	0,5	656	17,8	4,00	32,3	19,94	347	0,02	0,19	0,0
960713	0,5	949	7,8	4,30	35,1	19,94	377	0,03	0,11	0,0
960714	0,4	952	9,1	4,10	34,2	19,94	394	0,03	0,14	0,0
960715	0,4	816	12,0	3,82	45,7	19,94	404	0,03	0,15	0,0
960716	0,4	834	12,4	3,74	46,5	19,91	440	0,03	0,02	0,0
960717	0,3	747	14,4	3,66	35,0	19,94	461	0,03	0,19	0,0
960718	0,3	772	17,3	3,21	26,8	19,94	485	0,05	0,19	0,0
960719	0,3	846	16,1	3,40	41,6	19,94	514	0,05	0,02	6,0
960720	0,4	762	17,5	3,28	51,8	19,94	523	0,10	0,02	7,5
960721	0,4	848	23,4	2,00	28,7	19,94	596	0,07	0,04	0,0
960722	0,3	838	16,3	3,09	29,8	19,94	556	0,05	0,17	0,0
960723	0,3	718	20,7	3,34	53,7	19,94	562	0,09	0,29	0,0
960724	0,3	702	23,5	3,21	57,5	19,94	572	0,10	0,79	0,0

AAMMDD	NIVEL D'ÁGUA (m)	COND. (uS/cm)	TEMP. (°C)	pH	TURB. (ppm)	DO (ppm)	ORP (ppm)	CN (ppm)	NH4 (ppm)	PPT (mm)
--------	---------------------	------------------	---------------	----	-------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------

170

960725	0,3	639	21,7	3,06	42,8	18,13	524	0,11	1,04	0,0
960726	0,3	607	12,0	3,09	63,5	14,95	428	0,09	1,60	3,0
960727	0,4	521	22,8	2,75	53,9	19,94	497	0,09	1,04	0,0
960728	0,3	516	18,0	3,03	42,2	19,11	462	0,08	1,46	0,0
960729	0,3	593	13,6	3,51	53,2	19,94	462	0,07	1,72	0,0
960730	0,3	578	19,9	3,39	52,2	19,94	458	0,08	2,15	0,0
960731	0,2	447	29,3	3,00	61,3	19,94	473	0,10	2,06	0,0
960801	0,2	574	22,7	3,16	135,9	19,94	507	0,16	1,55	0,0
960802	0,2	727	20,4	3,00	103,9	19,94	562	0,21	2,02	0,0
960803	0,2	603	26,6	2,52	46,7	19,94	684	0,35	1,70	0,0
960804	0,2	428	21,4	2,81	36,8	19,94	711	0,39	1,85	0,0
960805	0,2	454	20,9	2,96	64,9	19,94	732	0,56	2,03	0,0
960806	0,2	515	16,9	3,22	51,8	19,94	738	0,60	2,25	0,0
960807	0,2	472	17,1	3,23	50,0	19,11	691	0,50	2,11	1,0
960808	0,2	438	19,7	3,18	41,0	18,77	694	0,52	1,65	0,0
960809	0,6	694	23,1	3,10	151,2	18,06	573	0,31	0,62	37,5
960810	0,7	718	23,1	4,83	43,0	18,28	393	0,02	1,98	0,0
960811	0,4	320	22,8	3,56	7,3	19,94	435	0,02	1,83	0,0
960812	0,3	389	22,0	3,48	17,0	19,94	477	0,03	2,24	0,0
960813	0,7	464	9,4	4,49	128,2	19,94	425	0,03	2,14	12,0
960814	1,9	232	7,7	4,83	207,4	17,94	272	0,01	1,07	17,5
960815	1,0	171	21,7	4,37	71,7	19,94	313	0,01	1,54	0,0
960816	0,7	216	21,7	3,67	35,0	19,94	348	0,01	1,19	0,0
960817	0,6	255	21,9	3,53	12,4	19,94	393	0,01	1,55	0,0
960818	0,5	239	26,6	3,44	3,0	17,84	389	0,02	1,72	0,0
960819	0,4	348	24,6	3,51	23,3	19,94	463	0,04	0,96	0,0
960820	0,4	407	21,5	3,33	31,8	19,94	481	0,05	0,25	0,0
960821	0,3	428	23,0	3,40	19,7	19,94	502	0,06	0,08	0,5
960822	0,3	426	26,8	3,25	29,2	19,11	514	0,08	0,53	0,0
960823	0,3	384	25,3	3,73	41,3	19,94	484	0,08	0,56	0,0
960824	0,3	400	27,7	3,26	39,7	19,94	513	0,13	0,34	0,0
960825	0,3	385	33,0	2,99	40,6	19,94	547	0,18	0,06	0,0
960826	0,2	432	28,4	3,17	46,5	19,94	551	0,20	0,36	10,0
960827	0,5	463	17,0	3,41	52,7	19,03	487	0,11	0,36	19,0
960828	1,0	429	7,1	4,59	55,8	19,94	353	0,02	0,08	5,0
960829	0,8	237	17,8	4,24	25,6	19,94	320	0,01	0,04	0,0
960830	0,6	272	20,5	3,67	13,4	19,94	373	0,01	0,09	5,0
960831	0,7	300	19,2	3,75	62,0	19,94	403	0,01	0,10	15,0

ANEXO 2

Dados do monitoramento periódico do ponto SG-1
(Mina 1 – dreno na saída da galeria principal) (Figura 29)

171

AAMDD	CONDUTIVIDADE (mS/cm)	pH	OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/l)	TEMPERATURA (°C)
940107	1,86	3,12	6,67	22
940224	2,23	2,98	6,91	21
940302	2,48	2,95	5,32	20,9
940311	2,03	3,03	6,5	20,8
940318	1,941	3,08	7,74	20,9
940323	1,733	3,07	6,37	20,7
940406	1,793	3,11	7,57	20,4
940427	1,737	3,18	7,37	20,8
940510	2,49	2,7	5,91	19,5
940517	2,3	2,7	6,72	19,8
940530	2,23	2,7	6,84	18,6
940607	2,05	3,2	6,82	19,2
940615	1,99	3,24	6,62	19,4
940621	1,941	3,45	6,4	19,5
940628	2,03	3,45	6,92	17,3
940708	2,05	3,62	5,78	18
940715	2,03	3,65	6,41	18,8
940720	1,982	3,68	4,89	19,9
940727	2,06	3,65	6,18	18,6
940804	2,02	3,84	5,86	17,2
940812	1,814	3,71	5,72	17
940818	2,22	3,69	6,97	18,3
940826	1,712	4,15	6,59	17,4
940908	2,22	3,65	6,52	17,7
940915	2,26	3,66	6,58	19,3
941007	2,28	3,59	6,67	19,2
941021	2,31	3,51	6,53	19,8
941026	2,2	3,56	5,61	19,6
941104	2,5	2,69	6,97	19,5
941123	2,12	2,69	7,54	19,3
941130	2,49	2,71	4,88	19,9
941207	2,49	2,74	5,94	20,5
941214	2,33	2,74	5,65	21,4
941220	2,48	2,75	7,21	20,7
941227	2,39	2,74	6,59	20,7
950104	2,66	2,72	6,27	27,3
950108	2,47	2,68	5,85	28,2
950116	2,47	2,7	5,5	28,3
950128	2,47	2,74	5,94	21,3
950209	2,4	2,77	6,33	20,4
950216	2,4	2,81	7,41	21,1
950223	2,33	2,69	7,53	21,1
950309	2,25	2,71	6,3	20,6
950315	2,22	2,71	6	20,4
950322	2,28	2,7	5,9	21
950331	2,28	2,67	7,02	20,8
950407	2,46	2,68	6,3	21,8
950418	2,33	2,69	5,03	20,1
950425	2,33	2,67	7,35	19,6
950510	2,49	2,7	5,91	19,5
950517	2,3	2,7	6,72	19,8
950530	2,23	2,7	6,84	18,6
950616	2,4	2,69	6,53	18,7
950620	2,09	2,75	7,44	17,9
950706	2,43	2,67	7,89	19,4

Dados do monitoramento periódico do ponto SG-1
(Mina 1 – dreno na saída da galeria principal) (Figura 29)

172

950711	2,38	2,7	7,44	19
950721	2,28	2,69	7,49	18
950728	2,19	2,76	6,75	20,1
950803	2,2	2,68	5,57	18,5
950811	2,14	2,69	6,15	18,4
950816	2,17	2,67	7,51	18,6
950822	2,27	2,7	6,4	20,8
950830	2,09	2,66	8,1	18,6
950905	2,19	2,71	7,13	19,3
950912	2,08	2,73	6,96	18,8
950921	2,29	2,73	6,35	17,6
950927	2,06	2,8	7,72	19
951004	2,34	2,74	6,65	19,5
951013	2,37	2,67	5,59	19,4
951019	2,3	2,74	5,68	19
951025	2,38	2,68	6,72	19,7
951103	2,35	3,38	6,91	21,6
951109	2,32	2,62	5,84	22
951117	2,35	2,67	7,63	20,1
951122	2,34	2,66	7,89	19,8
951129	2,38	2,67	7,11	20
951207	2,32	2,62	6,84	20,8
951219	2,43	2,66	6,6	20,7
961201	2,44	2,64	6,63	21,8
960124	2,35	2,61	5,33	21,4
960207	2,24	2,64	6,67	20,8
960227	2,05	2,65	7,21	21
960307	2,15	2,75	6,05	20,9
960313	2,05	2,74	6,4	20,8
960321	2,01	2,74	6,55	20,7
960328	1,924	2,77	6,04	20,6
960404	1,856	2,67	5,8	20,9
960.417	2,09	2,63	6,04	19,8
960425	2,14	2,61	5,96	20,4
960430	2,15	2,65	5,59	20,2
960509	2,14	2,63	5,97	20,6
960516	2,14	2,62	7,19	19,2
960529	2,18	2,62	5,2	18,5
960605	2,08	2,61	7,23	18,4
960621	2,22	2,63	6,27	18,6
960710	2,219	2,68	6,33	18,1
960717	2,2	2,63	7,37	18,1
960723	2,24	2,61	5,6	18
960806	2,88	2,66	6,02	19
960821	2,45	2,6	6,5	20,1
960830	2,9	2,72	5,96	19,4
960905	2,37	2,58	6,44	18,7
960913	2,35	2,6	6,5	18,7
960919	2,36	2,62	7,39	19,8
961011	2,3	2,62	7,18	20,4
961029	2,27	2,58	8,95	20,4
961107	2,24	2,61	7,4	21
961111	2,23	2,56	7,93	21,4
961129	2,54	2,57	6,8	20,3
961223	2,61	2,55	7,5	21,4
961230	2,62	2,55	6,24	21,2

Dados de monitoramento periódico do ponto SG-2
(Mina 1 – extravasor da bacia de decantação) (Figura 30)

173

AAMMDD	CONDUTIVIDADE (mS/cm)	pH	OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/l)	TEMPERATURA (°C)
940105	3,56	3,39	6,53	26,7
940118	3,57	3,44	6,87	29
940125	3,63	3,5	6,77	26,5
940201	3,59	3,63	6,68	24,2
940208	3,6	3,38	5,25	24,7
940224	3,92	3,18	5,55	26,3
940302	3,94	3,15	5,3	26
940311	4,25	3,09	6,46	24,3
940323	4,61	3,09	5,02	27,1
940406	4,49	3,19	6,51	25
940414	3,88	3,36	6,97	22,4
940422	3,37	3,44	6,87	21,7
940427	3,47	3,48	6,63	25,9
940510	3,51	2,73	5,15	22,3
940526	3,46	3,17	5,05	19,2
940530	3,24	3,07	6,75	19,9
940607	4,51	3,26	5,18	18,6
940615	4,56	3,31	4,92	18,9
940621	4,09	3,51	5,89	18,7
940628	4	3,64	7,72	12,1
940708	3,64	3,89	5,55	15,7
940715	3,6	3,99	6,23	17,2
940720	3,66	4,02	5,38	20,7
940727	3,26	4,19	5,07	16,6
940804	3,25	4,2	9,17	18,1
940812	3,25	4,38	5,68	16,5
940818	3,12	4,37	5,69	20,3
940826	3,07	4,44	6,8	17,7
940908	2,94	4,69	6,51	18,5
940915	2,86	4,59	5,98	20,5
941007	2,96	4,7	5,9	22,4
941013	4,5	3,3	5,64	21,8
941021	5,84	3,04	4,5	23,3
941026	5,5	3,08	3,88	23,6
941104	3,37	3,13	6,76	23,5
941123	3,2	3,06	6,49	20,3
941130	3,37	3,34	5,25	28,7
941207	3,51	3,3	4,69	26,2
941214	3,42	3,36	4,2	27,9
941220	3,58	3,35	4,81	27,6
941227	3,42	3,07	4,3	27,8
950104	3,79	2,94	4,7	36,8
950108	3,67	2,79	5,01	28,5
950116	3,86	2,91	5,31	28
950128	3,9	3,01	4,84	28,5
950209	3,38	3,02	5,11	23,3
950216	3,78	2,91	3,85	25,7
950223	3,15	2,89	5,64	26
950309	3,37	2,93	6,1	25
950315	3,22	3,03	5,9	23,2
950322	3,35	2,96	4,53	26,2
950331	1,9	2,81	5,9	22,9
940407	3,33	2,84	4,5	31,1
950418	3,72	3,03	6,8	22
950425	3,74	2,82	4,32	25,7
950510	3,51	2,73	5,15	22,3
950526	3,46	3,17	5,05	19,2

Dados de monitoramento periódico do ponto SG-2
(Mina 1 – extravasor da bacia de decantação) (Figura 30)

174

950530	3,24	3,07	6,75	19,9
950605	3,39	3,03	6,04	18,1
950616	3,26	3,06	5,66	17,6
950620	3,31	3,04	6,83	15,5
950706	3,41	3,03	6,83	18,6
950721	2,91	3,26	8,29	16
950728	3,04	3,11	12,25	20,3
950803	2,96	3,16	4,76	16,8
950811	2,7	3,28	4,43	16,3
950816	2,87	3,17	7,15	16,5
950822	3,05	3,3	5,81	23
950830	3,12	3,25	7,5	20
950905	3	3,2	6,73	24
950912	2,81	3,23	5,74	19
950927	3,36	3,17	5,35	18,7
951004	3,6	3,01	5,3	21,4
951013	3,77	2,85	4,89	21,6
951019	3,64	2,98	2,14	21,9
951025	4,1	2,81	0,91	23
951103	4,05	2,74	5,64	25,9
951109	4	2,79	3,61	32
951117	4,28	2,83	4,71	21,6
951122	4,47	2,75	5,8	23,5
951129	3,68	2,85	5,89	30,2
951207	4,11	2,9	4,8	35,3
951219	4,39	2,75	3,27	26,7
960112	4,15	2,7	4,3	30,8
960124	3,69	2,69	1,56	26,1
960207	4,33	2,84	1,59	25,6
960207	3,47	2,51	5,69	29,3
960307	2,96	2,65	6,68	25,2
960313	3,24	2,5	5,1	26,4
960321	3,42	2,58	5,29	25,4
960328	3,6	2,6	5,42	22,8
960404	3,88	2,89	6,08	27,4
960417	3,18	3,2	4,68	22,7
960430	4,03	3,32	6,6	26,4
960509	4,25	3,12	5,24	26,3
960516	3,87	3,22	7,99	20,3
960529	3,3	3,13	7,7	16,2
960605	3,27	2,91	5,12	18,8
960621	3,07	2,87	4,17	18,2
960710	3,14	2,81	4,36	17,4
960717	3,74	2,89	6,65	20,3
960723	3,58	2,92	6,38	17
960806	3,7	2,95	8,26	19,7
960821	3,63	2,78	6,2	25
960830	3,692	2,8	7,46	19,1
960905	3,22	2,76	6,36	19,7
960913	3,64	2,75	5,35	19,6
960919	4,15	2,73	7,39	26
961011	5,01	2,8	2,02	30,3
961029	4,86	2,63	3,02	30,2
961107	5,24	2,59	5,46	31,5
961111	5,71	2,54	5,56	33,6
961129	4,86	2,62	6,12	23,9
961223	4,81	2,63	5,11	29,8
961230	4,92	2,59	6,36	28,7

Dados de monitoramento periódico do ponto SG-3
(Mina 1 – vala coletora de efluentes do pátio da mina) (Figura 31)

175

AAMMDD	CONDUTIVIDADE (mS/cm)	pH	OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/l)	TEMPERATURA DA ÁGUA (°C)
940105	6,45	3,1	4,82	30,5
940118	5,3	3,13	5,14	30,2
940125	6	3,16	5,55	24,8
940201	7,9	2,77	5,32	27,6
940208	8,58	2,96	5,83	25,9
940224	10,15	2,91	5,93	26,6
940302	12,26	2,77	5,31	26,8
940311	11,25	2,92	5,98	27,4
940318	10,79	3,02	5,47	29
940323	9,24	3,11	4,08	28,7
940406	6,8	3,18	5,11	24,8
940414	6,82	3,23	4,32	24,8
940422	7,25	3,05	6,15	24,6
940427	7,06	3,18	4,37	28,7
940510	3,74	3,02	3,2	22,1
940517	4,54	2,8	3,52	24,7
940526	3,84	2,86	5,16	19,4
940530	5,32	2,68	4,53	24,2
940607	10,77	3,15	2,85	23,2
940615	9,21	3,32	3,08	25,3
940621	8,27	3,33	3,5	23,5
940628	8,79	3,4	4,34	19
940708	8,62	3,51	3,28	20,7
940715	7,91	3,64	3,12	23,5
940720	7,9	3,69	3,77	25,5
940727	7,07	3,57	3,27	23,4
940804	6,31	3,75	4,04	21,2
940812	5,88	3,81	5,25	15,8
940818	5,87	3,77	4,78	22,3
940826	5,65	3,79	7,67	20,4
940908	5,77	3,77	5,89	21,9
940915	5,03	3,73	3,59	23,7
941007	5,38	3,75	4,42	23,6
941013	3,2	3,8	5,48	21,2
941021	3,1	3,29	6,12	22,8
941026	3,01	3,09	6,65	22
941104	6,12	2,8	3,04	23,3
941123	6,63	2,75	3,82	25
941130	6,07	2,83	2,78	32,8
941207	6,36	2,86	3,24	26
941214	5,51	2,85	4,29	26,7
941220	5,91	2,83	3,51	33,5
941227	6,74	2,72	4,05	26,3
950104	7,7	2,57	2,82	31,2
950108	7,7	2,59	3,82	28,8
950116	7,43	2,61	3,82	28,7
950128	8,84	2,61	3,75	26,5
950209	7,54	2,78	3,73	23,6
950216	8,34	2,68	4,83	26,3
950223	8,79	2,57	5,28	26,8
950309	8,02	2,97	3,7	24,6
950315	7,3	2,82	3,8	24,3
950322	6,37	2,83	2,2	26,3
950331	8,25	2,34	5,06	25,5
950407	4,79	2,78	2,7	23,4
950418	4,51	2,8	2,7	22,8
950428	4,87	2,8	4,29	25,6

Dados de monitoramento periódico do ponto SG-3
(Mina 1 – vala coletora de efluentes do pátio da mina) (Figura 31)

176

950510	3,74	3,02	3,2	22,1
950517	4,54	2,8	3,52	24,7
950526	3,84	2,86	5,16	19,4
950530	5,32	2,68	4,53	24,2
950605	6,12	2,79	4,26	26,3
950616	7,4	2,56	4,69	21
950620	9,11	2,36	4,15	23,7
950706	5,44	2,76	3,75	21,6
950711	4,76	2,8	4,79	20,8
950721	5,11	2,68	7,36	16,6
950728	5,58	2,68	4,76	23,6
950803	5,49	2,71	3,34	19,9
950811	5,96	2,63	5,64	19
950816	5,85	2,73	4,84	19
950822	5,81	2,76	3,7	24,7
950830	5,3	2,76	3,74	19,2
950905	6,22	2,72	1,83	28,5
950912	6,41	2,82	3,16	19,8
950921	4,6	2,74	8,61	17,5
950927	5,18	2,7	6,69	20,3
951004	5,55	2,64	3,93	23,6
951013	4,19	2,76	4,04	21
951019	3,81	2,95	2,52	21
951025	5,54	2,7	4,4	24,1
951103	5,001	2,81	4,78	26,2
951109	4,05	2,69	6,08	33,4
951117	5,04	2,71	5,37	21,7
951122	6,38	2,54	4,83	23,2
951129	6,05	2,65	4,9	31,7
951207	5,96	2,72	3,37	36,1
951219	6,38	2,71	5,63	26,1
960112	8,2	2,72	3,63	32,5
960124	10,51	2,41	3,81	26,4
960207	9,42	2,61	3,83	26,9
960227	7,85	2,64	3,37	27,7
960307	8,64	2,56	3,03	26,3
960313	8,4	2,7	3,21	27,3
960321	7,14	2,82	2,6	27,4
960328	6,38	2,86	2,31	24,4
960404	5,93	2,81	3,93	27,1
960417	5,18	2,81	3,95	22,5
960425	5,57	2,78	4,1	23,3
960430	5,36	2,85	2,41	26,8
960509	4,86	2,73	3,15	25,9
960516	4,47	2,77	6,79	21,7
960529	3,89	2,82	9,86	17,6
960605	4,08	2,82	4,75	18,5
960621	4,05	2,8	6,62	18,4
960710	4,95	2,61	3,93	17,2
960717	4,96	2,8	3,55	20,4
960723	4,71	2,78	3,82	20,5
960806	4,02	2,7	4,8	19,5
960821	6,02	2,66	3,8	24,9
960830	6,15	2,55	6,96	19,2
960905	6,03	2,65	4,44	20,2
960913	5,51	2,78	3,46	20,5
960919	6,04	2,71	5,05	26,3
961011	8,74	2,71	2,1	29,2
961029	8,45	2,58	2,46	28
961010	2,41	3,83	6,06	24,7

Dados de monitoramento periódico do ponto SG-3
(Mina 1 – vala coletora de efluentes do pátio da mina) (Figura 31)

177

961024	1,589	3,31	7,2	22,1
961107	8,4	2,61	5,07	30,5
961111	7,57	2,67	3,15	28,6
961129	7,83	2,71	4,6	28,7
961223	7,11	2,47	3,95	31,6
961230	6,33	2,61	6,12	26,7

Dados de monitoramento periódico do ponto SG-4
(Mina 1 – dreno na saída da bacia de adução) (Figura 32).

AAMDD	Condutividade (mS/cm)	pH	Oxigênio Dissolvido (mg/l)	Tempertura da água (°C)
940105	3,01	3,18	5,89	28,5
940118	1,99	3,05	6,15	30,7
940125	3,99	3,28	6,67	25,6
940201	1,12	3,26	6,43	23,2
940208	1,81	3,11	5,93	21,3
940224	1,76	3,16	6,03	26,3
940302	1,794	3,19	5,87	24,3
940311	1,44	3,21	6,88	22,6
940318	1,544	3,18	6,16	23,9
940323	1,69	3,1	6,09	25,6
940406	1,736	3,09	7,47	23,3
940414	1,788	3,13	6,86	19,7
940422	1,258	3,26	5,82	20,8
940427	1,78	3,16	6,73	26,1
940510	4,53	2,7	2,23	22,3
940517	4,49	2,72	3,32	22
940526	4,15	2,75	2,1	19
940530	4,02	2,87	2,47	20,3
940607	2,31	3,24	4,9	17,5
940615	1,91	3,33	6,38	17,6
940621	1,729	3,53	5,94	17,8
940628	1,873	3,54	7	10,2
940708	1,781	3,71	5,84	13,9
940715	3,08	3,8	4,39	17,2
940720	1,781	3,74	7,76	19,3
940727	1,81	3,81	6,2	16,3
940804	1,785	3,72	5,52	15,6
940812	2,51	3,85	5,25	13,2
940818	3,24	4,11	5,96	21,2
940826	2,66	3,86	5,8	17,1
940908	1,975	3,7	5,88	20,1
940915	1,761	3,72	5,94	21,4
941007	2,58	3,84	4,57	21,8
941013	2,21	3,87	4,44	20,7
941021	4,5	3,91	3,86	22,8
941026	2,95	3,39	4,15	23
941104	2,71	2,75	4,36	21,5
941123	2,72	2,76	5,18	22,8
941130	3,53	3,14	3,94	32,7
941207	3,7	3,03	2,88	26,5
941214	3,65	2,97	3,8	27,5
941220	3,62	3,14	4,25	33,2
941227	4,53	2,74	3,43	25,8
940104	4,12	2,84	3,45	33,2
950108	4,54	2,69	2,65	28,6
950116	6,38	2,53	3,51	30,4
950128	5,09	2,73	3,49	27,3

Dados de monitoramento periódico do ponto SG-4
(Mina 1 – dreno na saída da bacia de adução) (Figura 32).

950209	3,76	2,88	3,8	22,8
950216	4,78	2,69	3,14	25,3
950223	3,31	2,81	3,47	26,4
950309	4,27	2,66	4,17	24,1
950315	3,6	2,8	4,2	23,7
950322	3,84	2,84	2,7	25,8
950331	3,94	2,55	2,55	23,6
950407	3,46	2,77	2,6	31,5
950418	4,58	2,57	2,56	23,1
950428	4,37	2,61	1,93	22,8
950510	4,53	2,7	2,23	22,3
950517	4,49	2,72	3,32	22
950526	4,15	2,75	2,1	19
950530	4,02	2,87	2,47	20,3
950605	3,79	2,8	2,86	19,9
950616	3,54	2,97	5,59	18
950620	4,2	2,78	6,66	15,1
950706	3,72	2,93	5,48	18,5
950711	3,54	3,01	5,88	19,5
950721	3,75	2,85	2,79	16,9
950728	3,97	2,71	8,45	19,8
950803	3,23	3,01		19,5
950811	3,6	2,75	3,53	16,5
950816	3,5	2,87	4,57	16,7
950822	3,94	2,85	3,92	23,6
950830	3,35	2,96	4,21	20,5
950905	3,43	2,95	5,54	23,8
950912	3,41	2,99	5,33	19,1
950921	3,95	2,88	5,01	17,6
950927	3,49	3,08	6,1	18,8
951004	4,28	2,78	5,08	22,1
951013	3,97	2,8	4,75	20,5
951019	3,69	2,94	4,54	21,7
951025	5,8	2,61	4,24	23,1
951103	4,87	2,7	4,12	25,8
951109	2,384	2,84	3,01	32,1
951117	5,09	2,69	5,19	21,5
951122	4,8	2,67	5,06	23,5
951129	4,76	2,65	4,07	31
951207	3,96	2,72	3,28	35,4
951219	4,78	2,72	2,84	26
960112	4,43	2,67	4,8	35,2
960124	4,59	2,61	3,93	26,2
960207	3,81	2,57	4,26	25,3
960227	5,97	2,42	4,87	28,5
960307	6,64	2,47	4,21	26
960313	7,43	2,47	3,75	27,1
960321	6,79	2,62	3,26	27,4
960328	6,39	2,63	2,93	23,8
960404	5,28	2,64	8,15	24,3

Dados de monitoramento periódico do ponto SG-4
(Mina 1 – dreno na saída da bacia de adução) (Figura 32).

960417	3,93	2,77	7	22,4
960425	7,4	2,36	7,39	23,7
960430	4,61	2,86	4,39	25,5
960509	4,82	2,8	4,98	26,4
960516	4,69	2,75	4,13	21,4
960529	4,23	2,67	3,18	16,8
960605	4,26	2,69	4,24	16,2
960621	4,08	2,7	4,38	18,3
960710	4,19	2,66	4,9	15,4
960717	8,05	2,25	7,6	18
960723	6,65	2,35	6,3	18,2
960806	4,09	2,8	5,6	20
960821	12,43	2,05	3,69	26,4
960830	3,85	2,55	6,9	17,4
960905	12,33	1,96	4,58	22,8
960913	4,3	2,64	4,04	19,4
960919	12,93	2,1	4,68	27,9
961011	11,14	2,25	2,81	30,5
961029	15,3	2,04	4,6	33,8
961107	6,41	2,5	3,13	29,5
961111	7,18	2,56	4,97	26,9
961129	10,1	2,33	4,32	27,1
961223	6,67	2,4	3,8	31,7
961230	7,35	2,37	3,16	25,7

Dados de monitoramento periódico do ponto SG-5
(Mina 1 – drenagem de antigas minas situadas a montante) (Figura 33)

181

AAMMDD	CONDUTIVIDADE (mS/cm)	pH	OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/l)	TEMPERATURA (°C)
940105	1,49	3,1	6,71	25,8
940118	1,76	3,04	6,09	28,9
940125	1,81	3	6,59	24,8
940201	0,92	3,34	5,97	22,9
940208	1,32	3,18	6,55	21
940224	1,21	3,26	7,1	22,5
940302	0,993	3,34	6,44	22,4
940311	0,936	3,38	7,42	21,6
940318	1,003	3,32	6,49	23,4
940323	1,24	3,23	6,01	24
940406	1,384	3,14	5,65	22,7
940414	1,341	3,17	7,53	18,9
940422	0,953	3,31	5,65	20,1
940427	1,363	3,23	5,17	24,3
940510	1,02	2,96	6,01	18,4
940517	1,15	2,96	6,62	19,2
940526	1,084	2,93	7,06	15,5
940530	0,795	3,08	6,14	16,2
940607	1,232	3,32	6,91	17,4
940615	1,346	3,41	6,69	16,4
940621	1,111	3,62	5,45	17,3
940628	1,308	3,06	6,65	10,3
940708	1,221	3,78	6,09	14,1
940715	2,26	3,81	6,42	16,2
940720	1,504	3,69	5,93	18,5
940727	1,146	3,87	4,33	15,8
940812	1,806	3,77	9,08	11,8
940818	2,68	3,95	6,75	19
940826	2,35	3,81	5,11	15,9
940908	1,528	3,73	5,83	17,6
940915	1,464	3,71	6,4	20,1
941007	1,647	2,73	4,33	21,2
941013	1,56	2,75	5,44	20,3
941021	1,19	3,71	4,81	21,1
941026	3,12	2,68	3,87	21,5
941104	1,903	2,73	5,67	21,4
941123	4,86	2,77	6,09	21,8
941130	3,32	2,97	3,38	30,7
941207	1,954	2,78	4,09	25,2
941214	1,902	2,72	4,41	27,4
941220	2,67	2,79	3,14	33,8
941227	1,558	2,78	3,75	26,3
950104	2,43	2,84	3,73	33,4
950108	1,43	2,91	4,69	28,6
950116	1,199	3,03	4,52	30
950126	1,162	2,98	4,95	26,8
950209	1,133	3,03	5,95	20,5
950216	0,969	3,12	6,32	21,8
950223	1,032	2,99	5,84	22,6
950309	0,93	2,99	4,95	23,7
950315	0,912	2,99	4,9	21,7
950322	0,971	2,98	4,08	23,5
950331	0,74	3,13	5,1	21
950407	1,017	2,97	6,5	24,7
950418	0,975	2,96	5,93	19,7
950428	0,965	2,99	6,23	17,7
950510	1,02	2,96	6,01	18,4
950517	1,15	2,96	6,62	19,2

Dados de monitoramento periódico do ponto SG-5
(Mina 1 – drenagem de antigas minas situadas a montante) (Figura 33)

182

950526	1,084	2,93	7,06	15,5
950530	0,795	3,08	6,14	16,2
950605	8	2,52	3,09	21,6
950616	5,27	2,62	3,83	19
950620	7,28	2,4	6,02	17
950706	4,79	2,63	4,34	18,7
950711	1,041	3,06	7,65	15,2
950721	1,646	2,91	7,56	13,8
950728	1,043	3,03	7,57	18,6
950803	0,987	2,99	7,62	17,5
950811	0,811	3,1	8,16	15
950822	1,013	3	7,69	18,9
950830	1,09	2,91	7,34	18,5
950905	1,176	2,91	6,67	20,5
950912	1,356	2,95	5,74	17,5
950921	1,45	3	6,97	14,3
950927	1,23	3,02	7,15	17
951004	1,187	3	6,22	197
951013	3,67	2,76	4,98	20,8
951019	1,19	3,04	6,83	18,6
951025	1,22	2,98	5,65	20,7
951103	1,263	2,98	6,35	22,1
951109	0,979	3,06	6,03	26,5
951117	1,478	2,91	5,69	20
951122	1,395	2,89	5,73	22
951129	1,23	2,9	6,58	24
951207	1,347	2,87	6,35	28,1
951219	2,07	2,77	5,7	25
960112	1,047	3,02	4,63	28,3
960124	0,902	3,06	5,56	21,4
960207	0,765	3,05	6,43	21,4
960227	0,707	3,07	6,77	24,3
960307	0,659	3,46	7,11	21
960313	0,46	3,18	6,88	22
960321	0,755	3,14	7,17	22,1
960328	0,82	3,11	5,18	21,6
960404	0,87	3,01	6,6	24,5
960417	0,774	2,98	6,58	20,4
960430	1,102	2,98	6,06	22
960509	0,86	2,96	7,1	21,7
960516	0,831	2,98	6,47	17,7
960529	0,811	2,95	7,11	17,1
960605	0,713	3,11	6,8	13,3
960621	0,686	3,04	6,46	14
960710	0,597	3,15	7,46	14,6
960717	0,596	3,19	10,04	11,4
960723	0,67	3,08	9,94	14,6
960806	0,75	3,15	7,3	15,8
960821	0,686	3,16	8,6	17,7
960830	0,578	3,15	7,18	15,1
960905	0,65	3,12	9,45	14,9
960913	0,721	3,06	6,77	17,1
960919	0,722	3,13	8,12	18,6
961011	0,692	3,15	8,56	21
961029	0,764	3,11	9,2	22,3
961107	0,826	3,09	7,72	24,7
961111	0,836	3,05	8,76	23,5
961128	0,936	2,99	6,11	23,3
961223	0,814	3,03	6,88	25,4
961230	0,893	3,02	6,4	24,8

AAMMDD	CONDUTIVIDADE (mS/cm)	pH	OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/l)	TEMPERATURA (°C)
940121	2,99	3,21	6,62	26,7
940126	3,53	3,21	6,31	24
940203	3,26	3,11	5,7	25,5
940209	2,83	3,23	5,87	24,2
940225	1,58	3,26	6,18	24,4
940302	2,1	3,39	6,5	24,9
940310	0,916	3,55	8,68	22,5
940322	1,801	3,39	7,84	25,5
940407	2	3,38	6,89	21
940413	2,19	3,46	6,29	21,1
940419	3,27	3,38	4,78	21,4
940429	2,38	3,34	4,96	23,6
940512	2,81	3,42	6,02	20,7
940519	3,12	3,37	5,7	18,8
940524	3,45	3,23	6,93	20
940531	2,96	3,32	6,44	18,7
940607	2,55	3,58	5,73	19,8
940616	2,65	3,65	4,4	17,4
940629	2,54	3,83	6,26	14,9
940708	2,11	4,13	6,51	16,4
940714	2,27	4	4,52	18,3
940720	3,56	3,97	4,13	23,1
940728	2,42	4,2	6,34	18,9
940803	1,687	4,08	6,33	15,7
940817	1,465	4,14	6,43	15,7
940825	2,9	4,51	7,18	17,9
940916	3,23	4,35	8,32	25,4
940914	3,36	4,1	4,5	21,6
941006	3,26	4	4,36	23,6
941013	5,05	4,3	3,52	21
941021	4,63	4,15	4,12	22,2
941026	2,88	3,65	5,17	19,8
941103	4,16	2,9	4,2	26
941123	3,91	2,97	5,3	26,8
941130	3,09	2,97	5,35	26,9
941208	3,9	3,05	4,54	24,8
941213	4,6	2,92	2,78	27,4
941228	3,47	3,15	5,6	27
950105	3,54	3,08	4,25	34,7
950105	2,45	3,15	4,8	22
950117	2,43	3,01	4,51	30,1
950126	2,83	3	4,3	26,7
950209	3,48	3,11	5,1	24,6
950227	2,47	3,03	7,2	26,7
950309	2,34	3,05	5,1	26
950315	3,44	3,22	5	26,3
950324	3,64	3,02	4,7	27,4
950404	2,58	3,2	5,3	26,2
950418	2,81	3,25	5,15	23,8
950426	2,48	3,24	6,17	20,3
950512	2,81	3,42	6,02	20,7
950519	3,12	3,37	5,7	18,8
950524	3,45	3,23	6,93	20
950531	2,96	3,32	6,44	18,7
950607	3,75	3,25	7,23	19,6

950614	2,6	3,06	6,55	18,1
950622	2,47	3,37	9,53	15,7
950705	2,19	3,53	7,76	18,8
950721	1,846	3,26	7,22	16,8
950726	6,1	3,2	6,46	18,5
950807	1,596	3,2	7,24	14,8
950818	1,672	3,1	6,9	14,3
950822	2,62	3,4	6,02	21,3
950830	3,05	3,11	6,7	23,4
950908	2,97	3,35	4,85	22,7
950914	3,05	3,41	5,86	19,5
950920	3,28	3,12	6,05	17,9
950927	3,16	3,24	6,03	19,9
951005	2,53	3,2	6,3	20,8
951011	3,2	3,33	6,04	24,4
951018	3,5	3,32	4,86	20,6
951026	3,14	3,16	5,85	23,5
951101	3,28	3,38	4,44	21,7
951110	3,3	3,09	6,15	26,6
951116	3,02	3,17	6,33	22,9
951127	3,46	3,19	6	29
951208	3,02	3,3	5,8	25,5
951213	3,38	3,23	4,9	27,5
951220	3,25	3,2	5,43	25,8
960110	3,98	3,11	3,4	28,8
960123	2,12	3,04	4,48	24,9
960207	2,61	3,1	6,42	25,6
960229	2,65	3,02	5,8	25,5
960308	1,413	3,13	4,92	25,4
960313	2,76	3,42	5,66	27,3
960328	2,71	3,81	6,05	24
960412	2,5	3,04	5,47	25,2
960419	2,97	3,22	6,7	22,2
960425	2,87	3,32	5,54	23,3
960429	2,74	3,3	6,2	23,1
960509	3,27	3,02	3,48	23,1
960517	2,72	3,32	6,92	20,4
960529	2,89	3,25	6,1	20,6
960607	2,61	3,36	6,9	20,2
960619	2,11	3,16	7,22	17,2
960702	1,238	3,32	8,58	13,7
960711	1,278	3,55	7,88	15
960719	1,97	4,12	7,85	17,3
960729	1,399	3,65	5,9	16,1
960808	2,25	3,59	6,7	20,5
960821	1,684	3,61	7,94	18,9
960828	1,553	3,2	8,57	18
960905	2,27	3,36	7,86	18,6
960911	1,91	3,29	7,3	19,4
960920	2,33	3,75	7,09	24,9
961010	2,41	3,83	6,06	24,7
961024	1,589	3,31	7,2	22,1
961107	7,9	3,22	6,3	25,3
961111	2,64	3,41	6,03	24,2
961126	6,81	3,28	5,4	24,6
961226	2,5	3,3	5,54	25,8
961230	2,61	3,12	6,8	24,2

AAMMDD	CONDUTIVIDADE (mS/cm)	pH	OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/l)	TEMPERATURA (°C)
940105	3,01	3,18	6,7	28,5
940118	1,99	3,05	6,83	30,7
940125	3,99	3,28	7,01	25,6
940201	1,12	3,26	6,74	23,2
940208	1,81	3,11	5,93	21,3
940224	1,76	3,16	6,18	26,3
940302	1,794	3,19	5,87	24,3
940311	1,44	3,21	6,88	22,6
940318	1,544	3,18	6,16	23,9
940323	1,69	3,1	6,09	25,6
940406	1,736	3,09	7,47	23,3
940414	1,788	3,13	6,86	19,7
940422	1,258	3,26	5,82	20,8
940427	1,788	3,16	6,73	26,1
940510	4,53	2,7	2,23	22,3
940517	4,49	2,72	3,32	22
940526	4,15	2,75	2,1	19
940530	4,02	2,87	2,47	20,3
940607	2,31	3,24	4,9	17,5
940615	1,91	3,33	6,38	17,6
940621	1,729	3,53	5,94	17,8
940628	1,873	3,54	7	10,2
940708	1,781	3,71	5,84	13,9
940715	3,08	3,8	4,39	17,2
940720	1,781	3,74	7,76	19,3
940727	1,81	3,81	6,2	16,3
940804	1,785	3,72	5,52	15,6
940812	2,51	3,85	5,25	13,2
940818	3,24	4,11	5,96	21,2
940826	2,66	3,86	5,8	17,1
941007	2,58	3,8	4,57	21,8
941013	2,1	3,88	4,44	20,7
941021	4,5	4,01	3,86	22,8
941026	2,95	3,87	4,15	23
941104	2,71	2,75	4,36	21,5
941123	2,72	2,76	5,18	22,8
941130	3,53	3,14	3,94	32,7
941207	3,7	3,03	2,88	26,5
941214	3,65	2,97	3,8	27,5
941220	3,62	3,14	4,25	33,2
941227	4,53	2,74	3,43	25,8
950104	4,12	2,84	3,45	33,2
950108	4,54	2,69	2,65	28,6

Dados de monitoramento periódico do ponto VR-4
(Mina 2 – água do poço 1 antes do lançamento na bacia equalizadora) (Figura 35)

950116	6,38	2,53	3,51	30,4
950128	5,09	2,73	3,49	27,3
950209	3,76	2,88	3,8	22,8
950216	4,78	2,69	3,14	25,3
950223	3,31	2,81	3,47	26,4
950309	4,27	2,66	4,17	24,1
950315	3,6	2,8	4,2	23,7
950322	3,84	2,84	2,7	25,8
950331	3,94	2,55	2,55	23,6
950407	3,46	2,77	2,6	31,5
950418	4,48	2,57	2,56	23,1
950428	4,37	2,61	1,93	22,8
950510	4,53	2,7	2,23	22,3
950517	4,49	2,72	3,32	22
950526	4,15	2,75	2,1	19
950530	4,02	2,87	2,47	20,3
950605	3,79	2,8	2,86	19,9
950616	3,54	2,97	5,59	18
950620	4,02	2,78	6,66	15,1
950706	3,72	2,93	5,48	18,5
950711	3,54	3,01	5,88	19,5
950721	3,75	2,85	2,79	16,9
950728	3,97	2,71	8,45	19,8
950803	3,23	3,01		19,5
950811	3,6	2,75	3,53	16,5
950816	3,5	2,87	4,57	16,7
950822	3,94	2,85	3,92	23,6
950830	3,35	2,96	4,21	20,5
950905	3,43	2,95	5,54	23,8
950912	3,41	2,99	5,33	19,1
950921	3,95	2,88	5,01	17,6
950927	3,49	3,08	6,1	18,8
951004	4,28	2,78	5,08	22,1
951013	3,97	2,8	4,75	20,5
951019	3,69	2,94	4,54	21,7
951025	5,08	2,61	4,24	23,1
951103	4,87	2,7	4,12	25,8
951109	2,384	2,84	3,01	32,1
951117	5,09	2,69	5,19	21,5
951122	4,8	2,67	5,06	23,5
951129	4,76	2,65	4,07	31
951207	3,96	2,72	3,28	35,4
951219	4,78	2,72	2,84	26
960110	3,06	3,3	5,43	25,8
960123	2,82	5,23	5,57	25,5

187

Dados de monitoramento periódico do ponto VR-4
(Mina 2 – água do poço 1 antes do lançamento na bacia equalizadora) (Figura 35)

960207	3,81	2,57	4,26	25,3
960227	5,97	2,42	4,87	28,5
960307	6,64	2,47	4,21	26
960313	7,43	2,47	3,75	27,1
960321	6,79	2,62	3,26	27,4
960328	6,39	2,63	2,93	23,8
960404	5,28	2,64	8,15	24,3
960417	3,93	2,77	7	22,4
960425	7,4	2,36	7,39	23,7
960430	4,61	2,86	4,39	25,5
960509	4,82	2,8	4,98	26,4
960516	4,69	2,75	4,13	21,4
960529	4,23	2,67	3,18	16,8
960605	4,26	2,69	4,24	16,2
960621	4,08	2,7	4,38	18,3
960710	4,19	2,66	4,9	15,4
960717	8,05	2,25	7,6	18
960723	6,65	2,35	6,3	18,2
960806	4,09	2,8	5,6	20
960821	12,43	2,05	3,69	26,4
960830	3,85	2,55	6,9	17,4
960905	23,33	1,96	4,58	22,8
960913	4,3	2,64	4,04	19,4
960919	12,93	2,1	4,68	27,9
961011	11,14	2,25	2,81	30,5
961029	15,3	2,04	4,6	33,8
961017	2,8	2,93	8,84	21,4
961024	2,71	6,36	6,54	24,8
961107	2,4	5,45	8,32	25
961111	2,439	5,76	7,92	25,1
961126	2,39	6,08	6,8	25,9
961226	2,78	6,45	7,99	25,2
961230	2,41	6,54	7,6	23,2