

**Universidade Federal de Santa Catarina  
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental**

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL NA ATIVIDADE  
MINERADORA DO CARVÃO E DA QUALIDADE DA ÁGUA NA  
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO URUSSANGA.**

**Lucas Rubbo Gonçalves**

**FLORIANÓPOLIS, (SC)  
NOVEMBRO/2008**

**Universidade Federal de Santa Catarina  
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental**

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL NA ATIVIDADE  
MINERADORA DO CARVÃO E DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO URUSSANGA.**

**Lucas Rubbo Gonçalves**

**Trabalho apresentado à Universidade  
Federal de Santa Catarina para Conclusão  
do Curso de Graduação em Engenharia  
Sanitária e Ambiental**

**Orientadora  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cátia Regina Silva de Carvalho Pinto**

**FLORIANÓPOLIS, (SC)  
NOVEMBRO/2008**

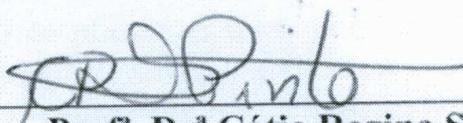
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

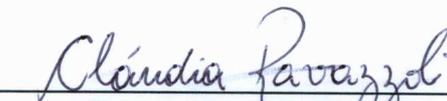
**AVALIAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL NA ATIVIDADE  
MINERADORA DE CARVÃO E DA QUALIDADE DA ÁGUA NA  
BACIA DO RIO URUSSANGA**

**LUCAS RUBBO GONÇALVES**

**Trabalho submetido à Banca Examinadora como parte dos requisitos  
para Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e  
Ambiental - TCC II**

**BANCA EXAMINADORA:**

  
Prof. Dr.ª Cátia Regina Silva  
de Carvalho Pinto  
( Orientadora)

  
Geog. Cláudia Ravazzoli  
( Membro da Banca)

  
Eng. Sanitarista Vanessa  
Guimarães Machado, Msc  
( Membro da Banca)

**FLORIANÓPOLIS (SC),  
NOVEMBRO/2008**

## **RESUMO**

O presente trabalho apresenta uma avaliação dos aspectos ambientais da atividade mineradora de carvão mineral no sul do estado de Santa Catarina e uma avaliação dos recursos hídricos da bacia do Rio Urussanga. A bacia do Urussanga é a região mais afetada pela exploração de carvão na região carbonífera catarinense. Foi feito um levantamento histórico do carvão mineral, sua importância cultural, econômica e social na região, seus principais aspectos ambientais e medidas mitigadoras. Através de análises de indicadores de qualidade foi feito um diagnóstico da evolução desses indicadores e da situação atual da qualidade dos recursos hídricos da bacia do rio Urussanga.

## **PALAVRAS-CHAVE:**

Avaliação Ambiental, Extração Mineral, Carvão Mineral.

## **ABSTRACT**

The present paper presents an evaluation of the environmental aspect of the Coal mining activity in the south of Santa Catarina, Brazil and also an evaluation of the hydrologic resources of the Urussanga River hydrographic basin. The region that around the Urussanga River is the region that is most affected by the mining activity in the coal zone of Santa Catarina. A historical study was conducted about Coal, its social, cultural and economical importance in the region, its environmental aspects and the actions taken in order to avoid or minimize impacts of the Coal mining activity. Based on a thorough analysis of several indicators of the environmental quality of the hydrographical resources, a diagnosis of these indicators and the current environmental situation of the Urussanga river was produced.

## **KEYWORDS**

Environmental Evaluation, Mineral Extraction, Coal.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	4
PALAVRAS-CHAVE: .....	4
ABSTRACT.....	4
KEYWORDS.....	4
LISTA DE FIGURAS.....	7
LISTA DE TABELAS.....	8
LISTA DE SIGLAS.....	9
2. OBJETIVOS GERAIS.....	11
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	11
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	12
4.1. CARVÃO.....	12
4.1.1 HISTÓRIA DO CARVÃO EM SANTA CATARINA .....	12
4.1.2. MEIO AMBIENTE E O CARVÃO MINERAL .....	13
4.1.3 ECONOMIA DO CARVÃO EM SANTA CATARINA .....	15
4.1.3 REJEITOS DO CARVÃO CATARINENSE.....	16
4.1.3.1 DRENAGEM ÁCIDA DE MINA (DAM) .....	16
4.2. MÉTODOS DE LAVRA E BENEFICIAMENTO DE CARVÃO MINERAL..	17
4.2.1 LAVRA.....	17
4.2.1.1 MINERAÇÃO A CÉU ABERTO .....	17
4.2.1.1.2 MÉTODO DE LAVRA EM TIRAS (stripping mining) .....	17
4.2.1.2. MINERAÇÃO EM SUBSOLO .....	18
4.2.1.2.1 MÉTODO DE CÂMARAS E PILARES (ROOM AND PILLAR) .....	18
4.2.2 BENEFICIAMENTO DO CARVÃO.....	19
4.2.2.1 BENEFICIAMENTO DE ULTRAFINOS .....	19
4.2.2.2 BENEFICIAMENTO DE FINOS .....	20
4.2.2.2.1 MESAS CONCENTRADORAS .....	20
4.2.2.2.2 ESPIRAIS CONCENTRADORAS .....	20
4.2.2.2.3 CICLONES AUTÓGENOS .....	21
4.2.2.3 BENEFICIAMENTO DE GROSSOS .....	22
5. METODOLOGIA .....	24
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	26
6.1 ASPECTOS AMBIENTAIS DA EXPLORAÇÃO DE CARVÃO.....	26
6.1.1 CONTAMINAÇÃO DA QUALIDADE DO AR POR POEIRAS, ÓXIDOS E GASES .....	26
6.1.2 AUMENTO DO RUÍDO NAS IMEDIAÇÕES DA ÁREA DA MINA .....	27
6.1.3 ALTERAÇÃO DO RELEVO, TOPOGRAFIA E PAISAGISMO .....	28
6.1.4 VIBRAÇÃO DO SOLO .....	29
6.1.5 INSTABILIDADE DO SOLO PELA OCORRÊNCIA DE SUBSIDÊNCIA...29	
6.1.6 MODIFICAÇÃO DA DENSIDADE DA FAUNA.....	29
6.1.6 MODIFICAÇÃO DA DENSIDADE DA FLORA.....	29
6.1.7 GERAÇÃO DE EMPREGO, RENDA E TRIBUTOS .....	29
6.1.8 PERTURBAÇÃO DOS MORADORES E TRANSEUNTES.....	30
6.1.9 EROÇÃO E SURGÊNCIA DE VOÇOROCAS .....	30
6.1.10 CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS POR SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS E EM SUSPENSÃO.....	31
6.1.11 CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA PELA DRENAGEM ÀCIDA DE MINA...31	

6.1.12 MODIFICAÇÃO DO REGIME DE VAZÃO DAS ÁGUAS PELAS ATIVIDADES DE EXPLORAÇÃO DO CARVÃO .....	32
6.2 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO URUSSANGA ALTERADOS PELA ATIVIDADE CARBONÍFERA .....	33
6.2.1 BACIA DO RIO URUSSANGA.....	33
6.2.2 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS E PLUVIOMÉTRICAS DA BACIA DO RIO URUSSANGA .....	33
6.2.3 GEOLOGIA DA BACIA DO RIO URUSSANGA .....	35
6.2.4 VEGETAÇÃO DA BACIA DO RIO URUSSANGA.....	36
6.2.5 REDE HIDROGRÁFICA.....	36
6.2.5.1 Rio Carvão .....	37
6.2.5.2 Rio América.....	40
6.2.5.3 Rio Caeté.....	42
6.2.5.4 Rio Deserto .....	44
6.2.5.5 Rio Cocal .....	46
6.2.5.6 Rio Ronco d'Água .....	49
6.2.5.7 Rio Linha Anta.....	50
6.2.5.8 Rio Urussanga.....	52
6.2.6 EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA DO RIO URUSSANGA NO TEMPO.....	55
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	57
8. CONCLUSÕES .....	58
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	59

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 4-1: Distribuição de reservas de carvão em SC (Fonte: DNPM, 2007)
- Figura 4-2: *Dragline* utilizada na mineração a céu aberto (Fonte: Empresa Bucyrus)
- Figura 4-3: Mineração em subsolo pelo método *room and Pillar* (Fonte: Sampaio, 2002)
- Figura 4-4: Figura esquemática de uma mesa concentradora (Fonte: Sampaio, 2002)
- Figura 4-5: Espiral concentrador (Fonte: empresa Rochemt)
- Figura 4-6: Figura esquemática de um ciclone autógeno (Fonte: Sampaio, 2002)
- Figura 4-7: Figura esquemática de um jigue (Fonte: Sampaio, 2002)
- Figura 4-8: Figura esquemática da Concentração de meios densos (Fonte: Sampaio, 2002)
- Figura 5-1: Localização da Bacia do Rio Urussanga
- Figura 6-1: Acidente na Mina 3G – Foto do Diário Catarinense 06/05/2008
- Figura 6-2: Depósito de rejeito localizado as margens do Rio Carvão.
- Figura 6-3: Erosão provocada pela água de chuva.
- Figura 6-4: Posto de carregamento da empresa Rio Deserto
- Figura 6-5: Lagoa formada no meio do depósito de rejeito.
- Figura 6-6: Bacia do Rio Urussanga com os pontos de monitoramento.
- Figura 6-7: Rio Carvão (fonte: GoogleEarth)
- Figura 6-8: Rio América (fonte: GoogleEarth)
- Figura 6-9: Rio Caeté (fonte: GoogleEarth)
- Figura 6-10: Rio Deserto (fonte: GoogleEarth)
- Figura 6-11: Rio Cocal (fonte: GoogleEarth)
- Figura 6-12: Rio Linha Anta e um de seus tributários (fonte: GoogleEarth)

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 5-1: Análises realizadas.

Tabela 6-1: Dados com o acumulado mensal dos últimos 37 anos. (fonte: EPAGRI)

Tabela 6-2: Padrões para rios de classe III (Fonte: CONAMA)

Tabela 6-3: Dados dos pontos analisados do Rio Carvão

Tabela 6-4: Dados dos pontos analisados do Rio América

Tabela 6-4: Dados dos pontos analisados do Rio Caeté

Tabela 6-5: Dados dos pontos analisados do Rio Deserto

Tabela 6-5: Dados dos pontos analisados do Rio Cocal

Tabela 6-6: Dados dos pontos analisados do Rio Ronco D'Água

Tabela 6-7: Dados dos pontos analisados do Rio Ronco Linha Anta

Tabela 6-8: Dados dos pontos analisados do Rio Urussanga

Tabela 6-9: Dados de pontos coletados pela FATMA (Fonte: SDM, 1997).

Tabela 6-10: Evolução dos indicadores

## **LISTA DE SIGLAS**

**ANEEL** - Agência Nacional de Energia Elétrica

**CONAMA** - Conselho Nacional do Meio Ambiente

**EIA** - Estudo de Impacto Ambiental

**CSN** - Companhia Siderúrgica Nacional

**DNPM** - Departamento Nacional de Produção Mineral

**SIESESC** - Sindicato das Indústrias de Extração de Carvão de Santa Catarina

**TAC** - Termo de Ajuste de Contuda

**SGA** - Sistema de Gestão Ambiental

**FATMA** - Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina

**LAO** - Licença Ambiental de Operação

**PRAD** - Programa de Recuperação de Áreas Degradadas

**DAM** - Drenagem Ácida de Mina

**RIMA** - Relatório de Impacto Ambiental

**CPRM** - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - Serviço Geológico do Brasil

**IPAT** - Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas

**UNESC** - Universidade do Extremo Sul Catarinense

**LAQUA** - Laboratório de Análises Químicas e Ambientais

**SATC** - Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina

**SDM** - Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente

**CFEM** - Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais

**ETDAM** - Estação de Tratamento de Drenagem Ácida de Mina

**EPAGRI** - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural e Santa Catarina S.A

## **1. INTRODUÇÃO**

A atividade carbonífera no sul do Estado de Santa Catarina tem grande importância social e econômica para as cidades situadas na bacia carbonífera catarinense. O desenvolvimento da exploração desse minério está intimamente ligado com o desenvolvimento e a história da região.

O principal mercado do carvão catarinense é a geração de energia através de termoelétricas, sendo a energia termoelétrica a segunda maior fonte de energia no Brasil e corresponde hoje a 21,16% da capacidade instalada nacional (ANEEL, 2006).

Apesar de a exploração do carvão mineral ter sua importância social e econômica para a região carbonífera e estratégica para o país, é uma atividade modificadora do meio ambiente. Segundo a resolução do CONAMA (01/86), todas as atividades de extração de minério necessitam elaborar um estudo de impacto ambiental (EIA) para obter licenciamento para sua instalação e operação.

O equilíbrio entre o meio-ambiente e a exploração de carvão, é necessário e possível desde que partamos da premissa que ambos são essenciais para a sobrevivência do homem e seu desenvolvimento. No caso de Santa Catarina, a exploração do carvão está, também, ligada com a cultura e economia local, gerando empregos diretos e indiretos na região.

A região de estudo, a bacia hidrográfica do Urussanga, no sul do estado, onde fica a bacia carbonífera do estado de Santa Catarina, possui uma situação ambiental alarmante, sendo considerada a 14ª Área Crítica Nacional pelo decreto federal nº 085206/80, ou seja, umas das áreas mais poluídas do Brasil.

Para a atividade ser ambientalmente sustentável, é necessário um rigoroso acompanhamento e controle de todos os processos, desde a lavra até o beneficiamento. O presente trabalho consiste em avaliar os impactos ambientais causados pela indústria carbonífera catarinense na bacia Hidrográfica do rio Urussanga e analisar as medidas mitigadoras adotadas pelas empresas para minimizar esse grande problema ambiental que é a exploração do carvão mineral.

## **2. OBJETIVOS GERAIS**

O objetivo geral do presente trabalho é apresentar um panorama da atividade mineradora de carvão mineral na região sul do estado de Santa Catarina, descrevendo e avaliando os impactos ambientais e avaliar a qualidade dos recursos hídricos na Bacia do Rio Urussanga.

## **3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Como objetivos específicos, o trabalho terá:

- a) Apresentar a mineração de carvão mineral na região sul do estado de Santa Catarina;
- b) Caracterizar os principais aspectos ambientais;
- c) Verificar as medidas mitigadoras para os impactos ambientais causados pelos processos de lavra e beneficiamento; e
- d) Avaliar a qualidade dos padrões físico-químicos dos recursos hídricos na Bacia do Rio Urussanga.

## **4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **4.1. CARVÃO**

O carvão mineral não é um mineral no sentido estrito da palavra. Ele não tem composição química definida. Trata-se de um recurso energético e, entre eles, luta com o gás natural e o petróleo pela supremacia. (CHAVES 2008)

O carvão é constituído por uma série de compostos orgânicos, originados de uma massa vegetal depositada em ambientes subaquáticos que sofre gradualmente transformações que a levam para os diferentes estágios de evolução do carvão pelo enriquecimento do carbono fixo. Os estágios são: turfa, linhito, carvão (sub-betuminoso e betuminoso) e antracito. (GOTHE, 1993)

O carvão mineral é um das principais fontes de combustível no mundo. Ele é empregado em siderurgias, em usinas termoeletricas e na indústria química. (COSTA, 2002)

No Brasil não temos a cultura do uso do carvão que outros países têm. Não precisamos nos aquecer de invernos rigorosos como países como os Estados Unidos, Rússia, Inglaterra, Polônia, etc. (CHAVES 2008).

#### **4.1.1 HISTÓRIA DO CARVÃO EM SANTA CATARINA**

O carvão mineral tem uma grande importância histórica. Foi ele que impulsionou a revolução industrial na Inglaterra e mais tarde para o resto da Europa, com a criação do barco a vapor e a locomotiva a vapor. O carvão foi decisivo no processo de industrialização, movimentando máquinas produtoras de bem e de transporte.

A primeira tentativa de explorar economicamente o carvão de Santa Catarina foi em 1861, quando o D. Pedro II cede a concessão para explorar carvão no município Lauro Muller (BELONNI *et al*, 2002).

Antes disso, os primeiros a encontrarem carvão mineral na região sul de Santa Catarina, foram os tropeiros, que conduziam as tropas de gado e cavalo do Rio Grande do Sul até Sorocaba, em São Paulo. Antes deles, os índios da região já conheciam a pedra que queima. Mas foram os tropeiros, que conheciam o seu valor econômico, a levarem a notícia da descoberta adiante chegando até a corte, despertando interesse.

As primeiras notícias dessa descoberta datam do fim do século XVIII, quando os tropeiros levaram a novidade à cidade histórica de Laguna, onde as tropas eram embarcadas.

Os primeiros estudos da qualidade do carvão e os afloramentos carboníferos foram conduzidos pelo naturalista alemão Friedrich Sellow, ao estudar a área em 1827. O relatório produzido gerou interesse do império, tanto que em 1833 continuou investindo em pesquisas. O relatório de Alexandre Davidson, que conduziu essa segunda pesquisa, afirmava que as jazidas eram extensas de boa qualidade.

Após muitos anos e insucessos na tentativa de exploração do carvão mineral no sul do estado, em 1861, o diplomata e político baiano Felisberto Caldeira Brandt Pontes, o Visconde de Barbacena, se propôs a realizar a exploração.

Em 1874, o Visconde de Barbacena foi autorizado a construir a Estrada de Ferro Dona Teresa Cristina, ligando Imbituba a Lauro Muller, região da mina. Em 1884 a construção foi concluída e em 1886 aconteceu o primeiro carregamento para

o posto de Imbituba. Mas devido ao grande prejuízo, a empresa paralisou imediatamente as atividades (BELONNI *et al*, 2002).

Um grande passo da exploração do carvão mineral nacional foi dado quando a lei nº 1.617, de 30 de dezembro de 1906, que promovia o uso do produto nacional na Estrada de Ferro Central do Brasil. Antes da Primeira Guerra Mundial de 1914, o carvão importado era preferido em relação à exploração do produto nacional. Esse panorama só mudou quando o produto importado estava em falta.

A escassez do produto durante a Primeira Guerra Mundial (1914-1918) e a Segunda Guerra Mundial (1938-1945) deu origem à indústria carbonífera, de grande importância regional (SCHEIBE, 2002).

Durante a Segunda Guerra Mundial, foi dado um grande passo para o desenvolvimento da indústria carbonífera, com a criação da CSN – Companhia Siderúrgica Nacional, em 11 de dezembro de 1941. No mesmo ano foi dado início a construção do lavador de Capivari, para fornecer matéria prima qualificada para a CSN (MARTINS, 2005).

Outro fator que favoreceu o complexo carbonífero catarinense foi a implantação do Complexo Termoelétrico Jorge Lacerda no final da década de 50. Devido às grandes quantidades de carvão vapor, que era separado do carvão metalúrgico, enviado para CSN, acumulado a céu aberto na comunidade de Capivari, tornou a região “*um pólo natural para implementar um grande complexo termoelétrico para a geração de energia a partir do aproveitamento do carvão como matéria prima*” (Farias, 2004, citado por Martins 2004). Até os dias de hoje o Complexo Termoelétrico Jorge Lacerda, tem grande importância estratégica na política energética brasileira.

Durante as décadas de 50 e 60, o consumo de carvão foi sustentado por leis de incentivo federal que forçavam as siderúrgicas a consumir 20% do carvão nacional, apesar de o produto brasileiro ser de pior qualidade e com preço mais elevado em comparação com o produto importado (VILLELA, 1989).

A partir da metade da década de 70, houve a mecanização dos processos de lavras, que se manteve até 1985, gerando um pico de crescimento. Mas após esse ano, o carvão mineral entra em crise, com o governo federal cortando os subsídios para atividade em 1988, desarticulando o sistema produtivo (COSTA, 2000)

Durante o governo Collor, em 1990, as siderúrgicas ficaram desobrigadas a comprar carvão metalúrgico nacional, liberando assim a compra do carvão importado de melhor qualidade. A produção nacional teve uma considerável queda. Com o fim do mercado para o carvão metalúrgico nacional, o lavador de Capivari foi desativado (DNPM, 1996, citado por COSTA, 2000).

A queda na produção do carvão catarinense deixou mais de 10 mil trabalhadores sem emprego (SANTOS, 1995).

A produção foi pouco a pouco se restabelecendo, de 3 547 697 toneladas, no auge da crise em 1996, para a produção dos atuais 7 228 895 toneladas, em 2007 (SIESESC, 2008).

#### **4.1.2. MEIO AMBIENTE E O CARVÃO MINERAL**

A preocupação ambiental na bacia carbonífera surgiu quando o governo federal por base de decreto federal nº 085206/80 classificou a região carbonífera de Santa Catarina como a 14ª área crítica nacional.

Com o passar dos anos, da constante despreocupação com o meio ambiente, em 1982 o governo federal estabeleceu algumas obrigações para as carboníferas, como a preservação do meio ambiente, e “considerando a necessidade de conciliar a expansão da produção e uso do carvão mineral com a preservação e integridade do meio ambiente” é publicada a portaria nº 917, de 06 de julho de 1982,

Algumas das obrigações estabelecidas foram às seguintes:

- a) tratamento dos efluentes líquidos originados na drenagem da mina e do beneficiamento do carvão;
- b) transporte, manuseio, disposição final e/ou parcial de subprodutos, produtos ou resíduos sólidos, originados da lavra ou do beneficiamento do carvão;
- c) da recuperação ambiental das áreas degradadas pela mineração.

Após a publicação dessa portaria houve alguma mobilização das empresas produtoras com a contratação das Empresas IESA - Internacional de Engenharia S/A e Zeta Engenharia S/A para elaborar o Projeto Preservação do Meio Ambiente, mas nada de concreto foi implementado.

Com isso no dia 15 de abril de 1993 o Ministério Público Federal propõe a ação civil pública nº 93.8000833-4, devido à intensa e descontrolada exploração que resultou na degradação ambiental em toda a região, contra diversas empresas do setor carbonífero, o Estado de Santa Catarina e a União, que ficaram com a responsabilidade de recuperar toda a área degradada.

Na ação proposta foi pedido que os réus projetassem e executassem a recuperação da região da Bacia Carbonífera Catarinense, pagar multas e indenizações a ser paga as populações atingidas pela atividade no decorrer dos anos de exploração de carvão feito pelas mineradoras nos municípios, etc.

A sentença da Ação Civil Pública só saiu em 2000 com a condenação das mineradoras e da União a repararem os danos ambientais decorrentes da mineração de carvão na Bacia Carbonífera Catarinense

Mas isso não ocorreu, as carboníferas não se empenharam para concretizar as mudanças necessárias para recuperar as áreas degradadas e prevenir novas degradações.

Com isso em 2005 foi firmado um Termo de Ajuste de Conduta (TAC), entre a FATMA - Fundação do Meio Ambiente, e as mineradoras de carvão que estavam operando em desacordo com a lei e normas técnicas. Esse TAC além de outras coisas exigia das mineradoras:

- a) Implantar Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) em todas as unidades de operação;
- b) Apresentar Licença de Ambiental de Operação (LAO) num prazo de 12 meses, sob pena de paralisação/interdição das atividades;
- c) Participar de audiências públicas informativas;
- d) Apresentar Plano de Recuperação de Área Degradada, etc.

Assim a Ação Civil Pública controla o passivo ambiental deixado pelas carboníferas, uma área de aproximadamente 6 000 ha e o Termo de Ajuste de Conduta as minerações em atividades

Em 2008 um grupo de técnicos de diversas áreas do governo, como DNPM, FATMA e Ministério Público Federal, através de um grupo multidisciplinar, criaram um documento chamado “Critérios para recuperação ou reabilitação de áreas degradadas pela mineração de carvão” com diretrizes a serem seguidas nas recuperações de áreas, na elaboração de PRADS - Projeto de Recuperação de Áreas

Degradadas. Esse documento deve ser seguido pelas empresas responsáveis pelo passivo ambiental da região carbonífera.

#### 4.1.3 ECONOMIA DO CARVÃO EM SANTA CATARINA

A análise das reservas, produção, parques produtores, investimentos, mercado consumidor, mão de obra, etc, foram feitos através da compilação de dados feita pelo DNPM presentes no Anuário Mineral Brasileiro – 2006, com dados referentes a 2005.

As maiores reservas estão no Rio Grande do Sul (81,52%) seguido por Santa Catarina (18,38%), Paraná, São Paulo e Maranhão somam o resto das reservas nacionais. O maior mercado consumidor nacional é o Rio Grande do Sul (53,89%) seguido por Santa Catarina (42,72%).

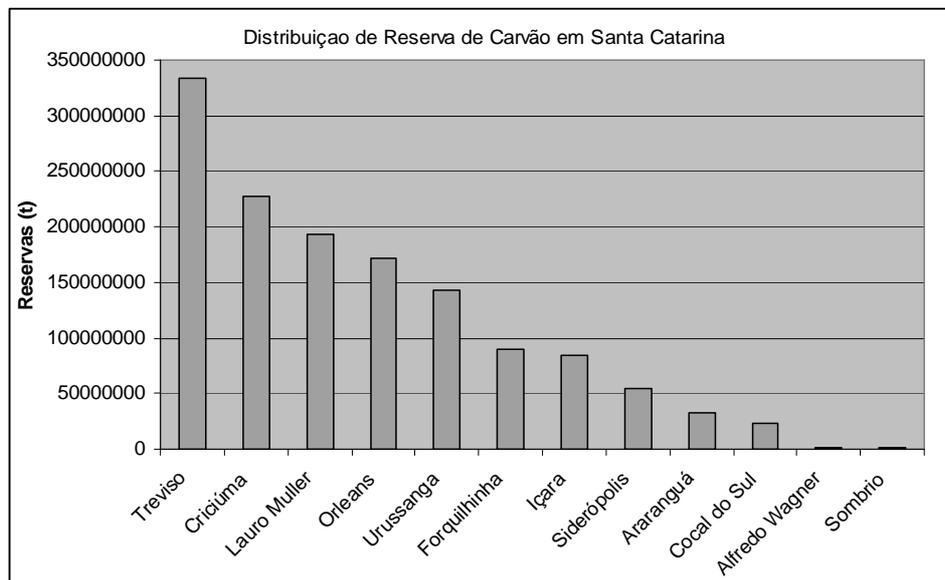


Figura 4-1: Distribuição de reservas de carvão em SC(Fonte: DNPM, 2007)

A produção de minério bruto no Brasil é de 12 829 806 toneladas e beneficiado de 5 860 069 toneladas. Em Santa Catarina essa produção é de, respectivamente, 8 291 866 toneladas (64,63 %) e 2 484 287 toneladas (42,37%)

O valor total da produção comercializada no país foi de R\$ 500 290 446,00, para Santa Catarina coube uma fatia de 67,03%, seguido por Rio Grande do Sul (29,78%) e pro Paraná (3,19%). Em valor de produção comercializada, o carvão mineral corresponde a 51,26% do valor total de minérios comercializados no estado.

No Brasil, considerando apenas as minas com produção maior de 10000 toneladas por ano temos 26 minas de carvão, sendo 4 de grande porte, 19 de médio porte e 3 de pequeno porte. Em Santa Catarina temos 3 de grande porte, 14 de médio porte e 2 de pequeno porte, totalizando 19 minas com a predominância da lavra de subsolo.

As empresas do setor carbonífero de Santa Catarina figuram entre as maiores empresas do setor mineral brasileiro. Estão entre as 100 maiores: Carbonífera Criciúma S.A., Indústria Carbonífera Rio Deserto Ltda, Carbonífera Metropolitana S.A., Carbonífera Catarinense Ltda, Carbonífera Belluno Ltda, Cooperativa De

Extração De Carvão Mineral Dos Trabalhadores De Criciúma. Essas empresas juntas totalizam 1,11% de participação no valor total da produção comercializada. A maior empresa do setor no Brasil é a Companhia Vale do Rio Doce, com participação de 40,24 %. Se considerarmos apenas a produção comercializada estadual, as empresas do setor carbonífero respondem por 57,13% do valor total.

No ano de 2005 o investimento no setor carbonífero estadual foi de R\$ 18 380 458,00, com previsão de R\$ 44 883 500,00 para os próximos 3 anos.

A produção de minério bruto é voltada totalmente para o mercado interno do estado, do produto beneficiado, a grande maioria também fica no estado (97,48%), o restante da produção é destinada aos mercados de São Paulo, Bahia e Rio Grande do Sul. A distribuição de consumo mostra o grande uso do carvão mineral no setor energético, voltado para termelétricas. O carvão catarinense é utilizado, em menor escala, nos setores de cerâmicas vermelhas, metalurgia de não-ferrosos, cerâmica branca, pisos e revestimentos, indústria de açúcar e corretivo de solos.

A mineração de carvão em Santa Catarina emprega diretamente 3 722 trabalhadores, que corresponde a 42,76% dos empregados do setor de mineração no estado, mostrando a grande importância econômica nas regiões onde há mineração do carvão.

#### **4.1.3 REJEITOS DO CARVÃO CATARINENSE**

Cerca de 75% do carvão mineral catarinense é constituído por rejeitos (GOTHE, 1993) que normalmente são depositados de forma irregular na superfície, gerando impactos ambientais.

Um dos principais problemas no rejeito de carvão são os sulfetos. Eles são representados principalmente pela pirita ( $\text{FeS}_2$ ). Que em contato com o ar e a água se oxida e forma sulfato ferroso e ácido sulfúrico, responsáveis pela drenagem ácida (SANTOS, 1992). Quando lançados diretamente nos cursos d'água, causam degradação dos recursos hídricos, como acontece em grande parte das bacias hidrográficas da Região Carbonífera Catarinense (FERREIRA e BACCI, 1991, citados por VARGAS, 1998).

A drenagem das pilhas de rejeito possuem um pH extremamente baixo, com altas concentrações de ferro. Possui ainda um elevado teor de sólidos e alguns metais com concentrações consideráveis, como alumínio, zinco, chumbo, manganês e arsênico (VARGAS, 1998)

Segundo Ferreira e Bacci, 1991, citados por Vargas, 1998, os sólidos dissolvidos, reduzem o pH e favorecem a dissolução de outros materiais, aumentando a turbidez da água, reduzindo a penetração de luz, assim reduzindo a atividade fotossintética, diminuindo a concentração de oxigênio dissolvido.

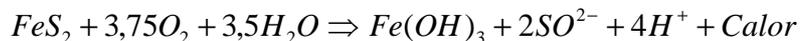
##### **4.1.3.1 DRENAGEM ÁCIDA DE MINA (DAM)**

A Drenagem Ácida de Mina (DAM) é um sério problema de poluição ambiental causando, principalmente, pela oxidação da pirita, e de outros materiais sulfetados presentes. A solução gerada é extremamente acidificada (pH inferior a 2,0) e enriquecida com ferro, alumínio, sulfato e metais pesados, como chumbo, manganês, etc. (Ubaldo e Souza, 2008)

As duas formas predominantes do bissulfeto de ferro ( $\text{FeS}_2$ ) são a pirita e a marcassita, as duas possuem a mesma composição química, mas diferentes

estruturas. Na mineração do carvão normalmente a pirita é que está associada. (Ubaldo e Souza, 2008)

Segundo Ubaldo e Souza, 2008, a reação geral estequiométrica que representa a oxidação da pirita normalmente é:



A oxidação da pirita envolve uma série de reações, o conjunto de reações é mostrado nessa equação. Onde a pirita sólida, o oxigênio e a água são os reagentes e o hidróxido de ferro sólido, sulfato, íons e o calor são os produtos.

A oxidação da pirita pode ser catalisada por várias espécies de bactérias oxidantes de ferro e enxofre. A bactéria mais importante é a bactéria *Thiobacillus Ferrooxidans*. (Ubaldo e Souza, 2008)

## **4.2. MÉTODOS DE LAVRA E BENEFICIAMENTO DE CARVÃO MINERAL**

### **4.2.1 LAVRA**

No Brasil a lavra do carvão é desenvolvida, principalmente, nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, responsáveis pela maior parte da produção e detentores de 99,9 % das reservas do carvão nacional, (DNPM, 2006). O tipo de lavra pode ser a céu aberto ou em subsolo, dependendo da geologia do local. Em Santa Catarina, atualmente, a lavra em subsolo é mais utilizada.

#### **4.2.1.1 MINERAÇÃO A CÉU ABERTO**

Esta alternativa é empregada usualmente quando as camadas de carvão são aproximadamente horizontais e ocorrem em profundidades pequenas e reduzida espessura de cobertura de estéril. (AGUIAR *et al*, 2008)

Nesse método, a lavra começa com o desmatamento e a retirada da camada de solo. O solo é removido e estocado nas áreas adjacentes. A destruição das camadas de solo e subsolo neste tipo de mineração, causa à queda da fertilidade do solo, destruição da fauna e flora, alterações topográficas e inutilização do solo (FERREIRA e BACCI, 1991, citado por VARGAS, 1998).

#### **4.2.1.1.2 MÉTODO DE LAVRA EM TIRAS (*stripping mining*)**

Esse é o principal método em que a lavra de carvão a céu aberto é realizada. A cobertura de solo que recobre as camadas de carvão é removida no estágio inicial da lavra, propiciando a descobertura da camada de carvão que será lavrado. Esse tipo de lavra envolve, genericamente, a remoção de grandes quantidades de estéril, camada de solo que está à cima da camada de carvão, para cada tonelada de carvão produzido, podendo causar um sério impacto ambiental caso a lavra não seja adequadamente planejada e a recuperação da área definida e executada desde seu início (KOPPE, 2002).

A seleção do método específico de lavra de carvão a céu aberto é condicionada ao sistema de remoção da cobertura, tendo em vista que é a fase de exploração com o maior custo. Uma vez decidido o sistema de remoção, os sistemas das outras fases da mineração (desmonte, carregamento e transporte do carvão) são escolhidos. O principal objetivo dessas escolhas é retirar o máximo de carvão a um custo mínimo e ao mesmo tempo reduzir o impacto ambiental promovido pela mineração.

O método de descobertura com *dragline* envolve o emprego de uma escavadeira *dragline* como equipamento fundamental na abertura de um corte inicial, removendo a camada de carvão exposta nesse corte, e colocando o material de cobertura no próximo corte longitudinal dentro desse corte inicial. A operação é repetida corte a corte. As *dragline* são utilizadas devido a sua versatilidade em diversas condições de trabalho, podendo se adaptar a espessuras variáveis e com camadas múltiplas. Também possui um baixo custo unitário de material escavado (KOPPE, 2002)



Figura 4-2: *Dragline* utilizada na mineração a céu aberto (Fonte: Empresa Bucyrus)

#### 4.2.1.2. MINERAÇÃO EM SUBSOLO

Em Santa Catarina, a exploração do carvão em subsolo é feita, principalmente, pela utilização do método de lavra de câmaras e pilares, principal técnica de lavra em subsolo. Além desse método, a lavra em subsolo possui ainda variações como o método de caimento de teto (*Longwall e Shortwall*).

Durante a lavra do carvão em subsolo podem ocorrer alterações topográficas nas áreas sobre as minas subterrâneas, devido ao afundamento da superfície pelo desmoronamento das galerias. As águas drenadas das minas, por serem sulfurosas, provocam elevação das concentrações de Fe e a queda do pH, nas águas dos corpos hídricos receptores (FERREIRA e BACCI, 1991, citado por VARGAS, 1998).

##### 4.2.1.2.1 MÉTODO DE CÂMARAS E PILARES (*room and pillar*)

Essa técnica é utilizada, basicamente onde os depósitos de carvão estão na horizontal ou levemente inclinados. A sustentação é feita, primeiramente, por pilares naturais, o próprio carvão. A extração começa com a abertura de câmaras retangulares, deixando partes do carvão entre as câmaras para servir de suporte para o teto. Os pilares são projetados de forma regular para simplificar o planejamento e a operação de lavra. Um dos problemas a ser enfrentado é extrair o máximo de carvão e garantir a segurança dos trabalhadores. As dimensões das câmaras dependem: da espessura e a profundidade do depósito; da estabilidade de teto; e da resistência do pilar (KOPPE, 2002).

Esses pilares de carvão deixados para trás são considerados irrecuperáveis, mas através de uma lavra em retração com desabamento de teto, podem ser recuperados. A unidade básica desse método é o painel que define a área a ser explorada. Há duas fases principais no painel, nas quais as câmaras são primeiras

desenvolvidas, isolando pilares ao longo da extensão do painel. Assim os pilares podem ser extraídos na direção reversa. Todo o maquinário necessário para a lavra do carvão (correias transportadoras, carregadeiras frontais) e demais serviços de apoio se estendem com o avanço da mina e tudo é recolhido com a retirada dos pilares em retração (KOPPE, 2002).

O sistema de lavra de carvão é cíclico, envolvendo operações de desmonte de carvão, explosivos ou equipamentos mecânicos, transporte do carvão para fora da mina e escoramento.

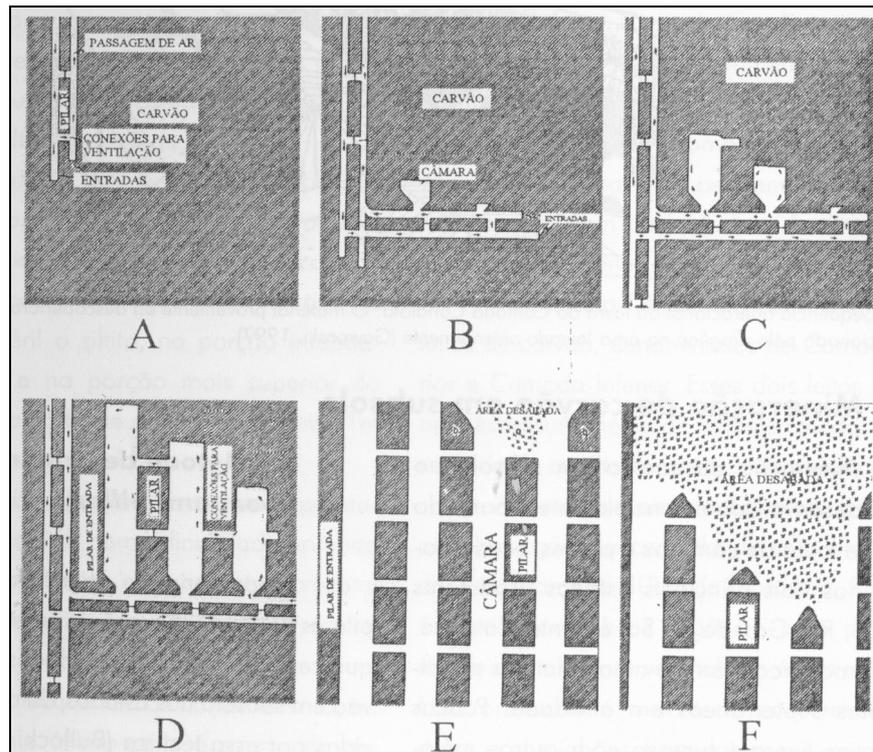


Figura 4-3: Mineração em subsolo pelo método *room and Pillar* (Fonte: Sampaio, 2002)

A- Desenvolvimento inicial das galerias principais, B- Desenvolvimento do bloco ou painel de carvão a ser lavrado, C- Câmaras são lavradas em painéis, D- lavras das câmaras com pilares para suporte, E- O painel é completado e inicia-se a recuperação de pilares, F- A partir da recuperação dos pilares, uma área em desabamento vai sendo criada.

No Brasil, não é feita a recuperação de pilares (etapas E e F, da figura 4-3), assim não há o desabamento do teto evitando a ocorrência de subsidências.

## 4.2.2 BENEFICIAMENTO DO CARVÃO

O beneficiamento do carvão é feito devido à existência de material inorgânico, normalmente argila e a pirita. A maioria dos processos que utilizam carvão necessita de baixas impurezas, por isso a importância do beneficiamento.

### 4.2.2.1 BENEFICIAMENTO DE ULTRAFINOS

Os ultrafinos de carvão são materiais com granulometria inferior a 0,1 mm. O processo de beneficiamento mais utilizado é a flotação. É um processo muito eficiente, mas devido ao seu alto custo de operação, é normalmente ignorado pela empresa. Assim os ultrafinos do carvão são normalmente descartados com os outros rejeitos (SAMPAIO, 2002).

#### 4.2.2.2 BENEFICIAMENTO DE FINOS

Para o beneficiamento dos finos do carvão, materiais com granulometria entre 0,1 mm e 2 mm, normalmente são utilizados os processos de mesas concentradoras, espirais concentradoras e ciclones autógenos.

##### 4.2.2.2.1 MESAS CONCENTRADORAS

Esse método consiste em uma superfície plana, chamada de deck, com formato normalmente retangular, coberta parcialmente por riffles. Elas trabalham ligeiramente inclinadas ao longo do eixo horizontal menor, com movimentos alternados com diferentes acelerações na direção do eixo maior (BURT, 1984; GAUDIN, 1939 citados por SAMPAIO, 2002).

O processo funciona separando as partículas do carvão, fazendo uma estratificação horizontal e granulométrica, separando assim os rejeitos e concentrados de diferentes tamanhos.

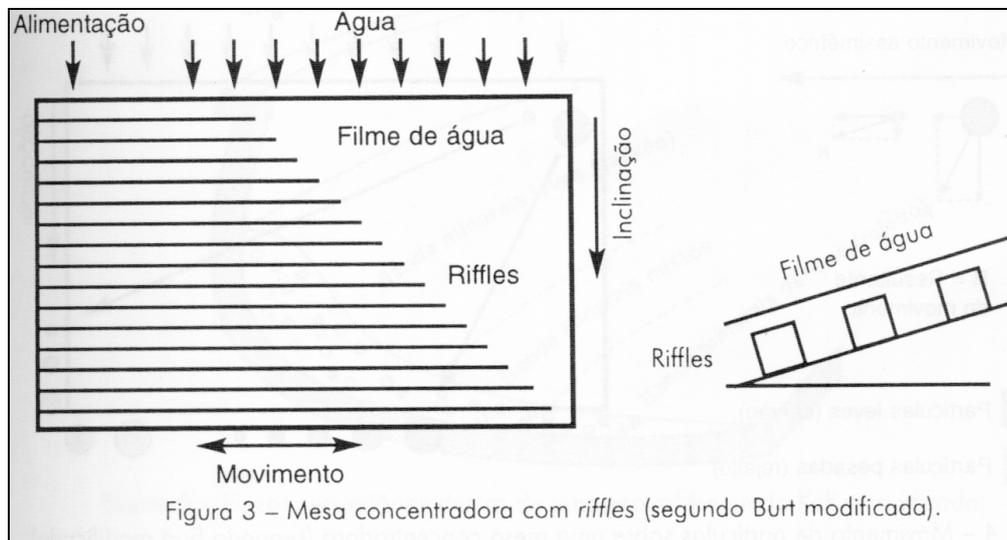


Figura 4-4: Figura esquemática de uma mesa concentradora (Fonte: Sampaio, 2002)

##### 4.2.2.2.2 ESPIRAIS CONCENTRADORAS

Os espirais consistem basicamente em uma calha em forma helicoidal ou espiral (KELLY, PILLAI e SPOTTISWOOD, 1985, citado por SAMPAIO 2002), que separa as partículas por peso.

A polpa do carvão, junto com a água, é colocada na parte superior do espiral. A polpa flui pelo espiral onde ocorre à estratificação do material. As partículas pesadas seguem para a zona de baixa de baixas velocidades, próximo ao eixo central da espiral, enquanto as partículas mais leves tende se concentrar na zona de maior velocidade, sob as partículas mais pesadas (HOLLAND-BATT, 1989 citado por SAMPAIO, 2002).

No beneficiamento do carvão, a retirada é realizada no final, quando é separada a descarga de material pesado (zona mais próxima ao espiral), descarga de material misto e a descarga de material leve.



Figura 4-5: Espiral concentrador (Fonte: empresa Rochemt)

#### 4.2.2.2.3 CICLONES AUTÓGENOS

Os ciclones autógenos consistem de uma seção cilíndrica sobreposta a uma seção cônica. Seu funcionamento ocorre da seguinte forma: a polpa de carvão que se deseja concentrar é injetada tangencialmente no cilindro sob pressão. O movimento rotacional gerado por esse fluxo gera forças centrífugas que agem nas partículas ocasionando à estratificação por densidades.

Nesse processo as partículas mais densas, que estão junto à parede do ciclone migram para a parte cônica e é descarregado pelo *underflow*. Já a parte menos densa é conduzida à parte superior por uma contracorrente de ar e descarregada pelo *overflow*.

Sampaio (2002) apresenta as vantagens de utilizar os cones autógenos, com referencia em Trawinsky (1954 e 1981): desenho simples, ocupa pouco espaço, não necessita de produtos químicos operando somente com água, etc. Mas por outro lado tem algumas desvantagens, como o consumo elevado de água, que volta em parte para o processo e o restante é direcionada para uma Estação de Tratamento de Drenagem Ácida de Mina (ETDAM)

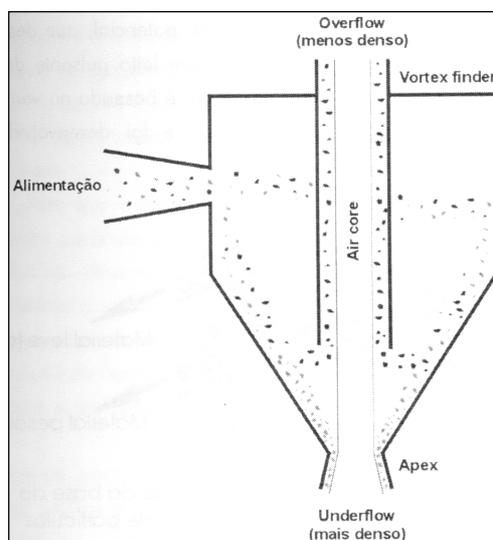


Figura 4-6: Figura esquemática de um ciclone autógeno (Fonte: Sampaio, 2002)

#### 4.2.2.3 BENEFICIAMENTO DE GROSSOS

A parcela de grossos do carvão são as partículas entre 2 mm e 50 mm.

O processo mais utilizado para o beneficiamento dessa fração de carvão é a concentração em jigues. Esse processo consiste na “*estratificação vertical dos leitos de partículas, com densidades crescentes de cima para baixo, originada pelo movimento de expansão e compactação deste leito*” (SAMPAIO, 2002).

O jigue é formado por uma grade onde o leito de carvão é alimentado. A água é forçada a passar através desse leito, no sentido ascendente e descendente, forçada por pressões positivas e negativas, fazendo assim a compactação e expansão do leito. Em decorrência deste movimento, ocorre a estratificação, onde o rejeito mais pesado é separado do carvão, mais leve, no final do processo, no lado oposto à alimentação (MULAR, 1978).

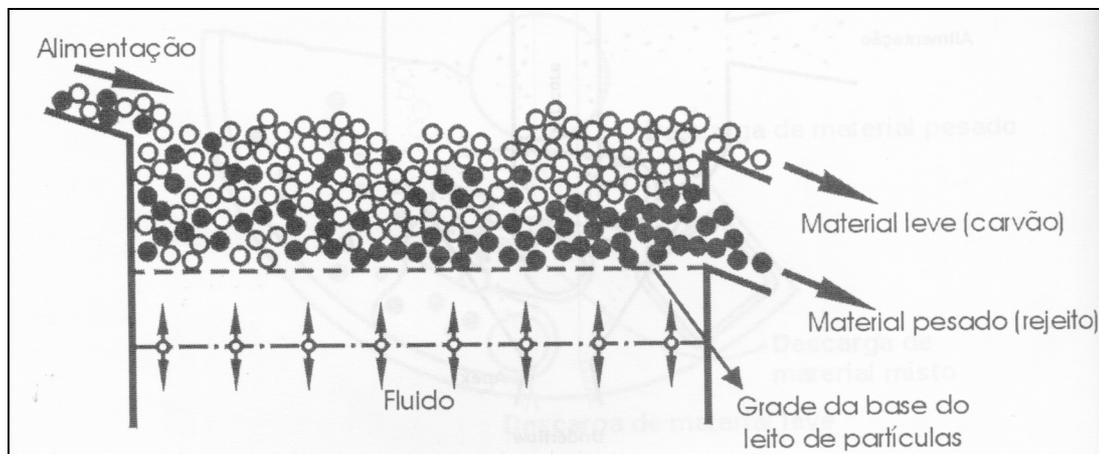


Figura 4-7: Figura esquemática de um jigue (Fonte: Sampaio, 2002)

#### 4.2.2.4 BENEFICIAMENTO DE GROSSEIROS

A parcela de grossos do carvão são as partículas maiores do que 50 mm. A concentração em meios densos estático é o processo mais utilizado para essa parcela granulométrica do carvão.

Concentração de meios densos consiste “*na formação de uma polpa (mistura de água e um sólido finamente cominuído), com densidade intermediária entre os produtores que se deseja a separar*” (BRIEN e POMMIER, 1964, citado por SAMPAIO, 2002). Quando misturado com o carvão, a parcela menos densa, o carvão, flutua e a parcela mais densa, o rejeito, afunda.

A taxa de alimentação do processo chega até 200 t/h, com granulometria entre 150 e 1500 mm. A alimentação do carvão ocorre pelo lado do equipamento. O material flutuado passa pelo meio da roda extratora, enquanto o material afundado (rejeito) afunda e é retirado pela roda extratora (SAMPAIO, 2002).

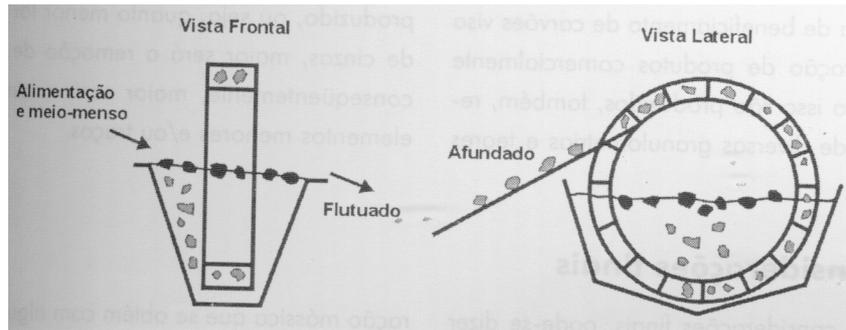


Figura 4-8: Figura esquemática da Concentração de meios densos (Fonte: Sampaio, 2002)

O processo de beneficiamento não é uma etapa danosa ao meio ambiente. A única impureza gerada na água utilizada no beneficiamento é o particulado, sendo necessária sua filtração antes do descarte.

A água é em parte reciclada e outra descartada, para não acarretar o aumento de sais minerais no carvão beneficiado, e também diminuiria a vida útil dos equipamentos devido à corrosão causada por esses sais (SAMPAIO, 2002).

## 5. METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, foram utilizados dados levantados através de Relatórios de Impactos Ambientais (RIMA) disponíveis na FATMA – Fundação do Meio Ambiente, e no DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, para identificar os principais aspectos ambientais e medidas de mitigação adotadas pelas empresas.

O estudo da bacia do Rio Urussanga foi realizado analisando a qualidade da água nos principais rios da bacia identificando os pontos mais críticos.

O trabalho foi realizado com o auxílio dos dados obtidos no Segundo Relatório de Monitoramento dos Indicadores Ambientais, que integra o Programa de Recuperação Ambiental da Bacia Carbonífera Sul Catarinense, que foi criado em resposta à ação civil pública nº 2000.72.04.002543-9/SC, com o objetivo de avaliar a eficiência dos trabalhos de recuperação ambiental da região.

Os dados foram obtidos através das 16 campanhas realizadas pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM, Superintendência Regional de Porto Alegre e por uma equipe mista da CPRM – Núcleo de Criciúma e do Sindicato da Indústria de Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina – SIECESC, no período de março de 2002 a abril de 2007

As amostras de água coletadas nos pontos foram encaminhadas ao laboratório no mesmo dia da coleta, sendo conservadas em temperatura adequada até a realização das análises físico-químicas, conforme tabela 5-1 abaixo:

Parâmetro	Método de Análise
pH (23°C)	Potenciométrico
Acidez(mg.CaCO <sub>3</sub> /l	Titulométrico
Sulfato (mg/l)	Espectrometria
Ferro Total (mg/l)	Espectrometria
Alumínio Total (mg/l)	Espectrometria
Manganês Total (mg/l)	Espectrometria
Vazão (l/s)	Medida feita em campo no momento da coleta

Tabela 5-1: Análises realizadas.

As análises até a 10<sup>a</sup> campanha foram realizadas nos laboratórios da IPAT – Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas da Universidade do Estermo Sul Catarinense - UNESC. As análises referente a 11<sup>a</sup>, 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> foram realizadas no laboratório da Indústria Carbonífera Rio Deserto. A partir da 14<sup>a</sup> campanha as análises passaram a ser realizadas no LAQUA – Laboratório de Análises Químicas e Ambientais, da SATC - Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina.

A bacia hidrográfica do Rio Urussanga, que está localizada no centro da bacia carbonífera sul catarinense, tendo a bacia hidrográfica do rio Araranguá ao sul, a bacia hidrográfica do rio Tubarão ao norte e o oceano Atlântico a leste. E forma a Região Hidrográfica Extremo Sul Catarinense, junto com as bacias do Mampituba e de Araranguá.

A bacia do Urussanga é a que apresenta as piores situações relativas da região, se encontrando praticamente toda comprometida pela mineração do carvão.

Por essa razão que suas águas são consideradas impróprias pelo consumo humano e apresentam restrições de uso para outros fins. (SDM, 1997)

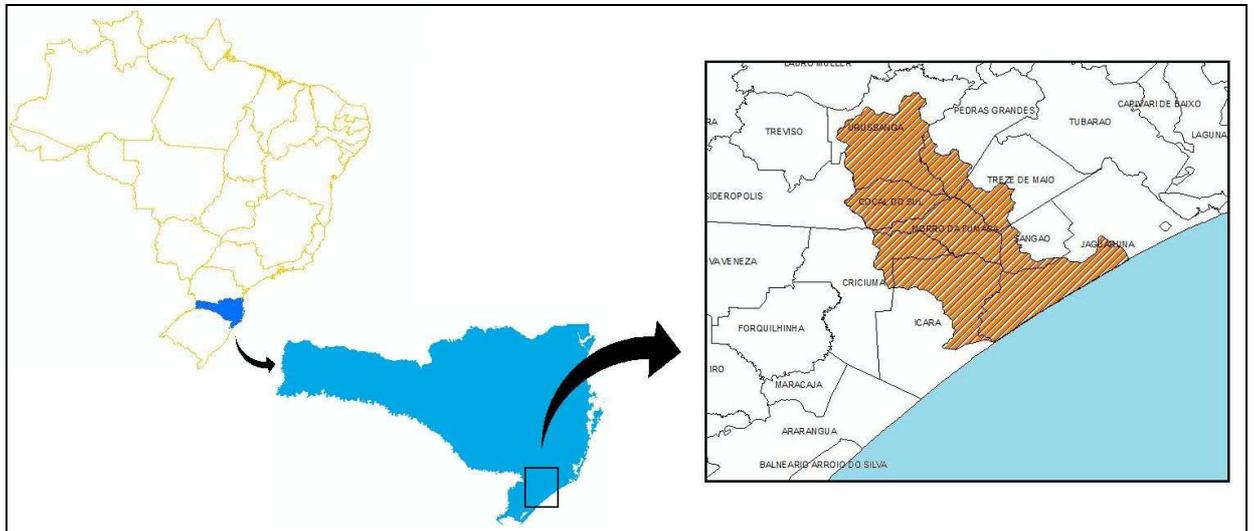


Figura 5-1: Localização da Bacia do Rio Urussanga

Os resultados obtidos nas análises dos rios foram comparados com a resolução do CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005 que “*dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes*” considerando os rios enquadrados na classe III, cujos usos são destinados ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado, à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, à pesca amadora, à recreação de contato secundário e à dessedentação de animais.

Também foi utilizado o software arcGIS para elaboração de mapas com as áreas de passivo ambiental, assim como a localização dos pontos monitorados na bacia hidrográfica do Rio Urussanga.

Os dados foram analisados através de gráficos com o auxílio do software Excel. Os dados de cada ponto foram cruzados com as áreas de passivo ambiental e analisados as áreas que mais contribuem na drenagem ácida para os recursos hídricos superficiais da região.

Os levantamentos bibliográficos foram efetuados considerando a atividade de mineração de forma genérica, a fim de proporcionar o entendimento dos métodos utilizados na região, principais impactos e medidas de controles ambientais, questões relacionadas a questões sócio-econômicas, normas técnicas e legislações aplicáveis à atividade. Foram realizados levantamentos de dados referentes à caracterização do meio físico e sócio-econômico da região, além de mapas temáticos.

## **6. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **6.1 ASPECTOS AMBIENTAIS DA EXPLORAÇÃO DE CARVÃO**

Podemos afirmar que certas características do carvão, da lavra e região da mina, são determinantes para os aspectos ambientais relacionado à sua mineração. São elas (AGUIAR *et al*, 2008):

- a) Características mineralógicas do carvão lavrado e do material estéril associado;
- b) Os métodos de lavra e beneficiamento empregado;
- c) As condições climáticas hidrológicas e hidrogeológicas da região; e
- d) Características da vizinhança da propriedade mineira (ocorrência de habitações e/ou ecossistemas protegidos, etc).

Os principais prejuízos ambientais trazidos pela mineração, segundo Moriwaki, 2005, são:

- a) A solubilização de diversos metais pesados, como Fe, Cu, pela água subterrânea, contem um elevado teor de acidez que correm diretamente para riachos, rios e campos de cultivo, localizados nas imediações, ocasionam danos ambientais e danos à saúde da população;
- b) Rebaixamento da superfície do solo, podendo causar subsidência de instalações localizadas sobre a mina;
- c) Esgotamento da água subterrânea das imediações;
- d) Poluição sonora;
- e) Influência causada por gases e fuligem devida à poeira emitida pela escavação e extração;
- f) Outros impactos ambientais como a derrubada de florestas para a operação, para depósitos de rejeitos, etc.

Após o fim das operações de lavra na mina, é gerado um grande passivo ambiental, que necessita ser acompanhado e mitigado. Entre os principais passivos ambientais estão:

- a) Os depósitos de rejeito, contendo sulfetos (principalmente pirrita);
- b) Topografia alterada;
- c) Solo estéril;
- d) Erosão;
- e) Poços de ventilação e bocas de minas abertas, um grande perigo para população.

A seguir estão listados os principais impactos ambientais da mineração do carvão e maneiras de mitigação.

#### **6.1.1 CONTAMINAÇÃO DA QUALIDADE DO AR POR POEIRAS, ÓXIDOS E GASES**

As poeiras e o material particulada são produzidos nas movimentações subterrâneas do minério saindo pela exaustão do ar viciado das minas, e durante o carregamento do minério ao meio transportador do minério. Também há liberação de poeiras pelo tráfego de veículos e equipamentos.

Entre os gases que poderão ser emitidos no decorrer do processo de extração estão os hidrocarbonetos, principalmente o metanos (CH<sub>4</sub>). Ele é produzido em decorrência do processo geológico de formação do carvão e se aloja em suas fraturas

e poros. O carvão de subsolo tende a apresentar maiores teores de metano devido às maiores pressões às quais é submetido nas jazidas mais profundas. A emissão de metano pode ser considerada também no aspecto de segurança ocupacional, uma vez que é um gás inflamável e pode ser explosivo nas condições de operação em subsolo (AGUIAR et al, 2008). Um exemplo de acidente causado por metano foi o que ocorreu em Lauro Muller no mês maio de 2008 quando ocorreu uma explosão na mina 3G plano 2, da Carbonífera Catarinense (figura 6-1).



Figura 6-1: Acidente na Mina 3G (Fonte: Diário Catarinense, 06/05/2008)

Os óxidos de carbono ( $\text{CO}$  e  $\text{CO}_2$ ) e de enxofre ( $\text{SO}_2$  e  $\text{SO}_3$ ) ocorrem sempre que são utilizados equipamentos que utilizam como fonte combustíveis fósseis líquidos. O óleo diesel e gasolina são empregados no abastecimento de equipamentos e de veículos de transporte de material e pessoal.

Outro aspecto importante é a combustão espontânea dos rejeitos de carvão contendo pirita que geram um o forte cheiro de gases de enxofre. (SHEIBE, 2002)

#### Mitigação:

As poeiras provocadas pelo tráfego de veículos e equipamentos podem ser mitigadas através do uso da água, molhando as vias para o abatimento de poeiras.

O controle dos gases, principalmente metano, pode ser feito através de um sistema eficiente de exaustão para evitar sua acumulação.

A emissão de óxidos de carbono e enxofre pode ser prevenida pela manutenção constante dos equipamentos e veículos.

Com a relação da combustão espontânea, deve ser construídos depósitos de rejeitos bem controlados para evitar a sua combustão.

### **6.1.2 AUMENTO DO RUÍDO NAS IMEDIAÇÕES DA ÁREA DA MINA**

O aumento do trânsito nas imediações das minas para o transporte de minério e deslocamento de operários pode aumentar os níveis de ruído, causando desconforto para a população vizinha ao empreendimento. Além disso, temos a detonação de explosivos na lavra do carvão e o exaustor utilizado para a renovação do ar da mina como fontes de poluição sonora.

### Mitigação:

O transporte de minério e o deslocamento de operários devem ser realizados em horários definidos de modo a perturbar o menos possível a população vizinha ao empreendimento. O uso de explosivos deve seguir esse mesmo critério, e informando previamente as comunidades locais as detonações. Em relação ao exaustor deve ser construído um anteparo para abafamento, com uma cortina arbórea para abafar o ruído.

Adoção de EPI's como medida para a proteção dos funcionários.

### **6.1.3 ALTERAÇÃO DO RELEVO, TOPOGRAFIA E PAISAGISMO**

Na mineração a céu aberto, a paisagem é descaracterizada devido à escavação superficial profunda para a abertura de cavas. Dessa operação podem surgir pilhas de até 30 metros de altura de estéreis, dispostas ao longo da área minerada. Inicialmente isso era realizado sem nenhum controle com a preservação do solo e da vegetação existente, expondo as camadas litológicas inferiores e minerais sulfetados agregados. (POLZ, 2008) Outro fator que causa a alteração da topografia do local são os depósitos de rejeitos, junto às minas ou às usinas de beneficiamento.

Também a necessidade de remover a vegetação nas áreas onde existirão os poços de decidas para minas subterrâneas, a área de depósitos para rejeitos ou a mineração a céu aberto. A figura 6-2 mostra um depósito abandonado no rio Carvão, sem revegetação e com processos erosivos além de geração de drenagem ácida.



Figura 6-2: Depósito de rejeito localizado as margens do Rio Carvão.

### Mitigação:

A recomposição topográfica e revegetação realizadas concomitante com a lavra podem reduzir os impactos visuais, expondo assim uma área menor do terreno sem cobertura vegetal.

Na mineração a céu aberto, a remoção e armazenamento do solo e sua recolocação no terreno após a lavra pode facilitar a recomposição da camada vegetal após a mineração, já que sementes de espécies vegetais presentes no solo armazenado podem estar disponíveis para germinação após sua recolocação. (AGUIAR *et al*, 2008)

#### **6.1.4 VIBRAÇÃO DO SOLO**

A vibração do solo está principalmente ligada ao uso de explosivos, secundariamente pela utilização máquinas pesadas, o uso de grandes transportadores de correia para carga de minério.

##### Mitigação:

Utilizar sismógrafos para controlar o uso de explosivos para atender a norma NBR 9653 – Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas.

Utilização de minerador contínuo para eliminar o uso de explosivos

#### **6.1.5 INSTABILIDADE DO SOLO PELA OCORRÊNCIA DE SUBSIDÊNCIA**

Um dos aspectos ambientais relacionados à lavra subterrânea é a subsidência que pode ocorrer na superfície das áreas mineradas decorrente dos trabalhos de subsolo ou do abatimento dos pilares de sustentação após a lavra, podendo provocar danos nas construções localizadas superfície. No Brasil essa técnica, de abatimento de pilares em minas subterrâneas não é praticada, o que reduz o risco de subsidência.

Quando ocorre, afeta diretamente o sistema hidrogeológico, o abastecimento de da água da superfície, propriedades físicas do solo e seu fraturamento.

##### Mitigação:

Realizar ensaios para identificar locais de fraqueza na rocha e evitar traçar galerias para não colocar o maciço em desequilíbrio. Não realizar o abatimento de pilares após a mineração das galerias, deixando-os intactos e maciços.

#### **6.1.6 MODIFICAÇÃO DA DENSIDADE DA FAUNA**

A preparação da área para a instalação da mina, como obras de terraplanagem e retirada da cobertura vegetal, pode acarretar a evasão da fauna. A perturbação sonora causada pela movimentação de máquinas e caminhões afeta principalmente espécies da avifauna em enquanto a ictiofauna o agravante é a qualidade de recursos hídricos.

##### Mitigação:

Implantar um programa de acompanhamento de indicadores ambientais, para detectar possíveis alterações na área do empreendimento. Implantar uma cortina verde para minimizar os impactos referentes à emissão de ruídos. Realizar um programa de recuperação final da área após a mineração.

#### **6.1.6 MODIFICAÇÃO DA DENSIDADE DA FLORA**

O aumento do tráfego de veículos de carga haverá um aumento de material particulado no ar, acarretando uma alteração nos processos fitofisiológicos das plantas. O afastamento da fauna modificará a flora, pois com isso diminuirá a dispersão de sementes dependentes da fauna.

##### Mitigação:

Implantação de uma cortina verde no entorno do pátio operacional da mina.

#### **6.1.7 GERAÇÃO DE EMPREGO, RENDA E TRIBUTOS**

Toda cadeia produtiva de carvão, que inclui as empresas carboníferas, a Ferrovia Tereza Cristina e a Tractebel Energia (complexo termoeletrico Jorge Lacerda), representaram uma movimentação econômica superior a R\$ 800 milhões e

recolheram, em tributos e contribuições, aproximadamente R\$ 143 milhões aos cofres públicos da União, estado e municípios onde existem minas em atividades. O CFEM (Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais), recolhido aos cofres públicos por empresas que exercem uma função extrativa mineral, representou R\$ 8.304.347,19 do total de tributos e contribuições. Desse montante, 65% ficam no município, 23% no Estado e 12% na União. (SIECESC, 2008)

A atividade mineira é altamente assimiladora de mão-de-obra, de acordo com o SIECESC, a mineração de carvão é responsável por cerca de 4000 empregos diretos na região sul de Santa Catarina. Segundo o SIECESC, citando estudos da Fundação Getúlio Vargas, para cada emprego criado na mineração de carvão, 8,32 novos empregos são criados na economia.

### **6.1.8 PERTURBAÇÃO DOS MORADORES E TRANSEUNTES**

As possibilidades de perturbação dos moradores estão ligadas diretamente ao nível de ruídos, vibrações poeiras e fumaças.

A passagem de veículos pesados em bairros residenciais pode causar incomodo aos moradores causando vibrações e poeiras. As detonações também podem causar transtornos para os moradores próximos ao empreendimento. As fumaças decorrentes de combustão espontânea de rejeitos do carvão é outra fonte de perturbação aos moradores da vizinhança da mina, assim como o impacto visual que as instalações causam.

#### Mitigação:

Operações de transporte rodoviário efetuado fora de bairros residenciais em horários adequados, assim como a detonação de explosivos em subsolo.

Criação de uma barreira visual, cortina verde, com vegetação arbórea para amenizar o impacto visual.

Onde a mineração ocorre em área urbana, é fundamental o convívio e parceria da empresa com a comunidade local, através das associações comunitárias.

### **6.1.9 EROSIÃO E SURGÊNCIA DE VOÇOROCAS**

Durante a implantação das obras das galerias de acessos e as obras civis, como escritórios, banheiros, etc., através de escavações e terraplanagens podem originar movimentos de transporte de sólidos pela ação da água da chuva em nível de solo. Pode haver erosão ainda no período de recuperação ambiental, até que a cobertura vegetal da área recuperada esteja definitivamente estabelecida. A figura 6-3 ilustra a erosão causada pela ação da água da chuva.



Figura 6-3: Erosão provocada pela água de chuva.

Mitigação:

Realizar trabalhos de remodelação topográfica, implantação de canais de drenagem, diques de isolamento, impermeabilização do pátio, compactação do terreno, revegetação, etc.

#### **6.1.10 CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS POR SÓLIDOS SEDIMENTAVEIS E EM SUSPENSÃO**

A contaminação pode ocorrer no interior da mina, pois todos os processos são realizados a úmido, com o uso de água nas atividades de perfuração e abatimento de poeiras geradas pelas operações de perfuração de frente e do teto no subsolo. (POLZ, 2008). No subsolo, a ocorrência de maior ou menor volume de sólidos também está ligada a maior ou menor surgência de água no interior da mina.

Mitigação:

A água deve ser drenada para um poço de bombeamento na mina, onde será encaminhada para uma bacia de acumulação, para posterior tratamento na ETDAM (Estação de Tratamento de Drenagem Ácida de Mina), onde ocorrerá a neutralização dessas águas

#### **6.1.11 CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA PELA DRENAGEM ÀCIDA DE MINA**

O impacto da DAM não se restringe só as áreas de mineração, pode atingir também corpos hídricos superficiais e subterrâneos distantes do empreendimento. E também não se restringe ao tempo de operação da mina. Pois as reações químicas envolvidas no processo de geração de acidez ocorrem por muitos anos, mesmo depois de esgotado o depósito mineral. (UBALDO E SOUZA, 2008)

A contaminação por DAM também está ligada com a contaminação por metais pesados, pois age com agente lixiviante dos minerais presentes nos resíduos produzindo um percolado rico em metais dissolvidos (TRINDADE *et al*, 2004).

A drenagem ácida é resultante de reações químicas de sulfetos. Pode ter origem nas águas drenadas de dentro das minas, de depósitos de rejeitos, depósitos de carvão bruto, áreas antigas de mineração sem um programa de recuperação ambiental, locais de carregamento do minério, etc. Na figura 6-4 posto de

carregamento de carvão da carbonífera Rio Deserto, local de transferência do carvão mineral, do caminhão para o trem, localizada as margens do Rio Urussanga.



Figura 6-4: Posto de carregamento da empresa Rio Deserto

A contaminação da água pela DAM causa sérias alterações na qualidade das águas superficiais e subterrâneas. A acidificação das águas pode levar ao desaparecimento de peixes, crustáceos e demais populações do meio. (POLZ, 2008) Além dos danos à qualidade da água, seu uso fica totalmente comprometido, tanto para abastecimento, irrigação, etc (SHEIBE, 2002). A figura 6-5 mostra uma lagoa formada no meio do depósito de rejeito, sua cor avermelhada evidencia a formação de DAM.



figura 6-5: Lagoa formada no meio do depósito de rejeito.

#### Mitigação:

A prevenção a geração da drenagem ácida deve ser feita através do isolamento dos rejeitos e do carvão bruto para evitar o contato da pirita com o ar e a água, e assim sua oxidação. Construção de diques de isolamento, sistema de drenagens superficiais impermeabilizadas para a condução de águas contaminadas às bacias de acumulação e destas para a ETDAM para tratamento.

#### **6.1.12 MODIFICAÇÃO DO REGIME DE VAZÃO DAS ÁGUAS PELAS ATIVIDADES DE EXPLORAÇÃO DO CARVÃO**

Outro aspecto ligado a lavra de subsolo está às alterações nos regimes hídricos superficiais e subterrâneos. Durante a extração, as detonações podem causar

pequenas fraturas nas rochas localizadas no teto e no piso das galerias das minas. Essas fraturas formam caminhos preferências para a drenagem das águas, podendo ocorrer alterações em aquíferos localizados abaixo e acima do nível da mina. Como consequência pode ocorrer perturbações no comportamento de recarga dos aquíferos, alteração na vazão e a contaminação da água. Além disso, essas fraturas podem causar a perda de poços de abastecimento de água na superfície, pois podem secar devido à mudança da direção do fluxo preferencial das águas subterrâneas, secando esses poços. (AGUIAR *et al*, 2008)

O rompimento de aquíferos superiores a mina subterrânea poderá modificar a estrutura dos recursos hídricos superficiais se o rompimento chegar à superfície do terreno, vindo a prejudicar tanto a vida aquática quanto os usos para abastecimento público.

Ocorre o uso de água nos processos industriais de subsolo, como redução de poeiras nas frentes de serviço e furação a úmido e no beneficiamento do carvão bruto.

Na grande maioria das carboníferas catarinenses o circuito de beneficiamento do carvão é fechado, onde a água é reutilizada após captação realizada na bacia de disposição de finos. (AGUIAR *et al*, 2008)

#### Mitigação:

A reutilização do efluente da ETDAM nos processos de redução de poeiras nas frentes de serviço e furação a úmido e no beneficiamento do carvão bruto.

## **6.2 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO URUSSANGA ALTERADOS PELA ATIVIDADE CARBONÍFERA**

### **6.2.1 BACIA DO RIO URUSSANGA**

A bacia hidrográfica do Rio Urussanga faz parte da Região Hidrográfica do Extremo Sul Catarinense (RH 10), possuindo uma área de drenagem de 580 km<sup>2</sup> e apresentando uma densidade de drenagem de 1,83 km/km<sup>2</sup>. A vazão média mínima do rio Urussanga é de 2.115 l/s. (SDM, 1997)

As bacias hidrográficas da Região Hidrográfica do Extremo Sul Catarinense, juntamente com as bacias da Região Hidrográfica Catarinense (RH 9), é considerada a 14ª área crítica em termos de degradação ambiental no país, principalmente devido aos resíduos de carvão. (SDM, 1997)

### **6.2.2 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS E PLUVIOMÉTRICAS DA BACIA DO RIO URUSSANGA**

Os dados climáticos da Estação Climatológica de Urussanga, (Estação: 434 – Urussanga, Lat.: 28°31'55", Long.: 49°18'53", Altitude: 48 m) obtidos da EPAGRI.

Podemos definir da seguinte maneira o regime pluviométrico da região: as maiores médias mensais nos meses de setembro a março e nos meses de abril a agosto as menores médias mensais. As chuvas que atingem o estado estão intimamente ligadas ao avanço da frente polar, formada pela superfície de contato entre as massas de ar tropical. (Geológica, 2006)

As chuvas mostram uma distribuição bastante equilibrada entre todas as estações do ano, havendo uma considerável diferença entre as médias mensais dos meses de maior e menor precipitação. Abaixo o gráfico e os dados pluviométricos obtidos:

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1971	254,8	391,0	200,3	97,7	99,6	108,6	77,6	157,8	61,9	14,8	38,4	
1972	256,7	368,3	240,2	99,9	26,7	142,1	105,6	146,2	157,4	140,3	96,7	
1973	256,2	300,4	107,9	80,2	97,3	96,9	185,0	115,1	106,0	111,3	108,4	
1974	43,2	390,2	13,4	57,5	99,6	106,6	99,1	49,2	25,5	62,4	125,6	96,7
1975	109,5	112,7	122,3	95,3	50,4	48,6	161,2	165,6	217,7	129,1	233,1	
1976	275,1	98,8	202,9	18,2	306,1	77,0	81,9	145,5	106,3	87,7	187,0	193,8
1977	282,4	189,4	239,8	46,2	50,3	46,2	97,3	379,3	109,0	135,1	119,5	156,8
1978	257,2	145,1	138,2	18,5	27,2	21,1	60,8	74,7	125,6	152,2	140,1	203,6
1979	24,3	232,3	147,9	88,3	121,1	29,4	68,5	59,3	101,3	106,3	214,6	264,3
1980	205,8	217,0	207,2	80,8	94,2	53,8	151,8	145,1	131,3	64,5	325,6	
1981	128,1	135,8	144,6	169,2	141,5	159,8	157,8	54,3	188,1	112,4	115,8	115,8
1982	71,6	190,4	250,0	81,4	69,9	123,9	70,4	87,3	48,1	240,4	162,7	190,8
1983	344,4	160,3	160,3	176,7	169,2	268,1	600,1	294,5	110,8	85,2	247,4	318,6
1984	293,7	97,4	206,7	156,2	78,1	107,3	116,1	143,7	125,1	98,8	165,2	207,3
1986		248,5	207,2	183,8								
1987	207,3	266,5	91,6	143,4	227,4	118,3	173,0	241,7	83,8	296,0	118,4	124,5
1988	261,7	78,0	131,1	147,5	58,5	88,0	30,3	15,1	187,7	122,2	77,4	132,0
1989	325,3	122,6	128,8	148,8	140,2	55,4	81,0	80,2	248,3	64,2	60,5	145,6
1990	153,4	249,0	78,2	156,8	113,5	84,1	77,2	64,5	146,2	247,6	160,2	228,6
1991	155,4	101,8	89,1	99,6	19,1	89,1	43,6	78,9	54,5	119,6	245,2	216,7
1992	115,7	214,6	144,6	31,7	261,7	64,6	126,0	89,0	116,9	65,3	111,2	58,5
1993	340,4	211,0	154,4	101,3	63,4	39,9	219,8	31,5	200,8	132,1	89,4	291,0
1994	143,5	328,2	161,5	55,9	418,2	72,6	116,9	29,9	27,5	131,2	108,8	130,2
1995	372,5	289,6	118,5	47,7	29,9	123,1	157,1	70,0	110,6	135,1	101,8	457,0
1996	431,3	227,1	125,8	103,7	86,3	116,0	63,2	145,2	188,4	128,0	60,1	225,6
1997	376,5	284,1	35,5	78,3	22,9	62,3	149,5	195,1	118,9	296,2	175,3	81,4
1998	198,4	346,4	234,7	104,4	66,3	103,5	102,9	136,9	149,5	146,6	66,9	137,0
1999	53,9	221,1	179,6	118,5	44,5	60,4	141,2	38,0	48,9	122,8	105,1	82,7
2000	279,3	247,1	135,3	124,2	97,4	123,7	46,6	52,0	188,4	228,4	184,1	116,0
2001	250,4	374,4	77,3	151,1	161,6	80,7	163,0	53,0	254,1	120,2	206,7	140,5
2002	164,5	124,9	214,0	75,0	109,2	143,3	72,3	78,8	101,6	222,6	217,3	289,2
2003	95,2	262,3	266,7	93,3	41,1	76,8	52,0	30,4	112,2	111,0	91,0	293,1
2004	123,9	77,4	162,3	162,8	250,0	50,8	97,8	31,1	278,8	85,2	118,3	166,1
2005	94,8	128,8	182,5	67,4	120,4	52,2	74,4	358,3	122,4	316,7	143,5	109,8
2006	288,3	110,9	103,8	136,3	102,2	48,7	110,2	130,3	23,8	81,2	325,6	57,2
2007	162,9	172,2	236,7	103,9	191,5	23,6	149,8	111,0	117,6	88,5	134,4	264,3
2008	220,1	163,3	175,2	93,8	126,7	75,0	14,5	40,3	165,1	253,5	27,4	
Média	211,6	212,9	157,2	102,6	116,2	87,3	119,3	114,4	129,4	140,4	144,7	183,2

Tabela 6-1: Dados com o acumulado mensal dos últimos 37 anos. (fonte: EPAGRI)

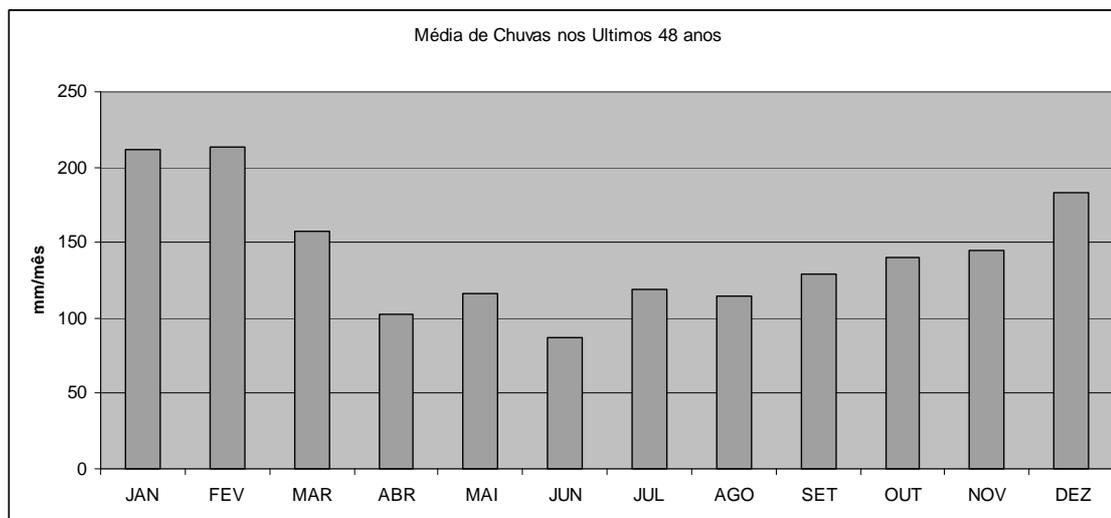


Gráfico das médias mensais de chuva.

As temperaturas mais elevadas são registradas nos meses de janeiro (23,61°C) e fevereiro (22,71° C) e mais baixas no mês de julho (13,73° C). A bacia do Rio Urussanga está na região litorânea, possuindo uma baixa amplitude térmica, portanto as temperaturas máximas têm uma pequena redução e as temperaturas mínimas uma pequena elevação.

As principais massas de ar que atua na região carbonífera são:

- a) Massa tropical Atlântica, massa de ar quente e úmida;
- b) Massa Polar Atlântica, massa de ar fria caracterizada pelo tempo bom;
- c) Massa Oclusa ou Frente Oclusa ou Lestada, massa de ar úmida, alternado em quente e fria. No seu domínio predomina o clima de monções – do mar para a terra com chuvas.

O clima da região é Mesotérmico do tipo temperado; a máxima intensidade pluviométrica ocorre no verão, enquanto a mínima no inverno. As temperaturas mais elevadas se concentram nos meses de dezembro a fevereiro, enquanto as temperaturas mais baixas ocorrem nos meses de junho e julho.

Segundo o sistema de classificação climático de Köppen, a região carbonífera se enquadra no clima do grupo C – mesotérmico, uma vez que as temperaturas médias do mês mais frio estão abaixo dos 18°C e acima de 3°C e neste grupo, ao tipo (f) sem estação seca distinta (Cf), pois não há índices pluviométricos mensais inferiores a 60 mm. Quanto à altitude da região, o clima se distingue por sub-tipo de verão (a) com temperaturas médias nos meses mais quentes de 28°C (Cfa).

### **6.2.3 GEOLOGIA DA BACIA DO RIO URUSSANGA**

Do ponto de vista geológico a bacia é parte integrante da seqüência Gonduânica que constitui a borda leste da Bacia do Paraná, uma extensa bacia intracrônica sul-americana, desenvolvida sobre a crosta continental e preenchida por rochas sedimentares e vulcânicas. (CASTRO, 1994)

No Brasil, a Bacia do Paraná iniciou com sedimentos das Formações Furnas e Ponta Grossa. No Carbonífero-Permiano, teve início a sedimentação de camadas gonduânicas, representadas pelo Grupo Itararé (Carbonífero-Permiano), pelos Grupos Guatá, Passo Dois (Permiano) e pelo Grupo São Bento (Triássico-Cretáceo). O Grupo São Bento é representado pelas Formações Pirambóia e Rosário do Sul (Triássicas) e pela Formação Botucatu (Jurássica), Continentais e pela Formação Serra Geral. Como últimos eventos deposicional da Bacia do Paraná estão as Formações Caiuá e Bauru, do Cretáceo Superior. (CASTRO, 1994)

As camadas de carvão estão relacionadas à Formação Rio Bonito, do Grupo Guatá, que na região costeira, apresenta 10 camadas de carvão. Do ponto de vista econômico destacam-se as camadas Barro Branco, Irapuá e Bonito. (LEÃO, 2001) Por conter importantes indícios de hidrocarbonetos e acumulação de carvão e urânio, a Formação Rio Bonito tem merecido numerosos estudos. (CASTRO, 1994)

A formação Rio Bonito compreende um pacote de sedimentos dispostos sobre o Grupo Itararé. Constitui-se de uma seção basal arenosa, uma média, essencialmente arenosa, e uma superior, areno-argilosa, contendo os principais leitos de carvão explorados na Bacia do Paraná. A Formação Rio Bonito se divide em 3 intervalos: Membro Triunfo, arenoso (base), Membro Paraguaçu, argiloso, (meio) e Membro Siderópolis, areno-argiloso (topo).

No Membro Siderópolis é onde se encontram 7 das 10 camadas de carvão conhecidas da Formação Rio Bonito, entre elas a camada Irapuá, Bonito e Barro Branco, principais camadas exploradas. (CASTRO, 1994)

#### 6.2.4 VEGETAÇÃO DA BACIA DO RIO URUSSANGA

A cobertura vegetal no Extremo Sul Catarinense era, quase em sua totalidade, representada pela Floresta Ombrófila Densa. As espécies de valor econômico na região eram a peroba-vermelha, o baguaçu, a canela-preta, o aguaiá, a bicuída, o cedro, o ipê-amarelo e o palmitreiro. (SDM, 1997)

Devido à grande atividade agrícola e o intenso processo de retirada da madeira de qualidade, apresenta hoje um panorama fitoecológico bastante alterado, estando entre aquelas que apresentam a menor cobertura florestal do estado.

Em função disto, a mata primária praticamente não existe, ocorrendo quase que somente Vegetação Secundária, composta por samambaias, capim-rabo-de-burro, capim-dos-pampas, vassourões, bracatingas, canela-guaicá, camboatá-branco e canela. As áreas desmatadas soa utilizadas para o cultivo de culturas cíclicas, como o arroz, fuma, feijão e milho. A Região Hidrográfica do Extremo Sul Catarinense se destaca na produção de arroz, representando 42,6 % da produção catarinense. (SDM 1997)

A mineração contribui intensamente para o processo de degradação ambiental. A lavra, a disposição de rejeitos, o transporte do minério até seu destino final, o beneficiamento e seu uso final, em termoeletricas, siderúrgicas, contribuem para esse quadro de degradação, poluindo recursos hídricos e desmatando grandes áreas.

#### 6.2.5 REDE HIDROGRÁFICA

Os rios mais afetados pela mineração do carvão são os rios Carvão, Deserto, Caeté, América, Linha Anta, Ronco d'Água, Cocal e Urussanga, onde estão localizados os pontos de coleta de amostras utilizados no presente trabalho para avaliar o impacto da drenagem ácida na qualidade das águas. A tabela com o resultado das campanhas de monitoramento está no anexo 1. A localização dos pontos está representada no mapa da figura 6-6.

Foram utilizados o pH, alumínio, sulfato, ferro e manganês, obtidos no Segundo Relatório de Monitoramento dos Indicadores Ambientais, como indicadores de qualidade de água, que serão comparados com os parâmetros da resolução do CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005, considerando os rios enquadrados na classe III.

Padrões de Lançamento para Rios de Classe III		
Parâmetro		CONAMA 357/2005
pH		6,0 - 9,0
Sulfatos	mg/l	250,0
Alumínio	mg/l	0,1
Ferro	mg/l	5,0
Manganês	mg/l	0,5

Tabela 6-2: Padrões para rios de classe III (Fonte: CONAMA)

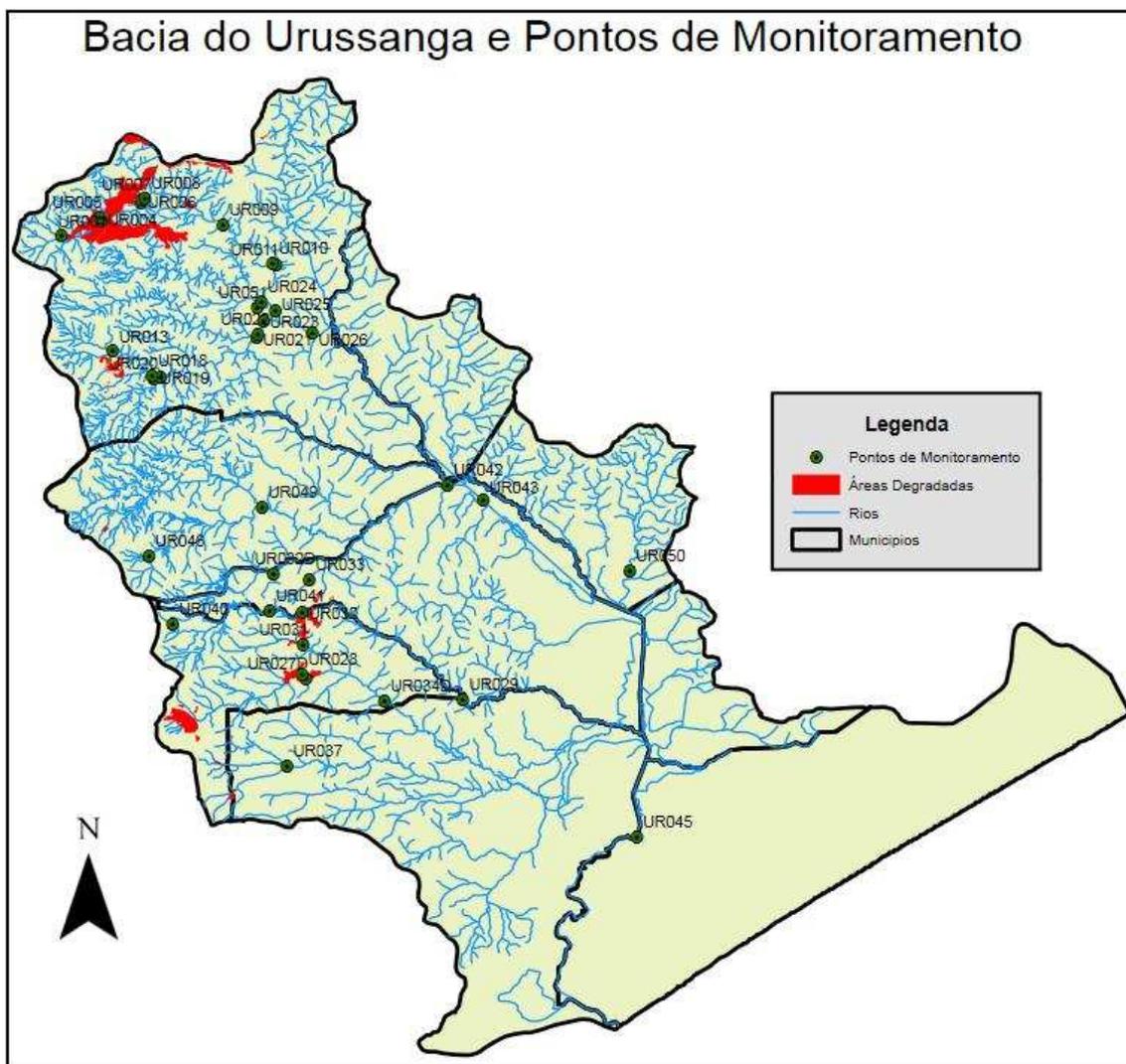


figura 6-6: Bacia do Rio Urussanga com os pontos de monitoramento.

### 6.2.5.1 Rio Carvão

O rio Carvão é o que apresenta maior carga de acidez e, junto com seus efluentes, é monitorado por 8 pontos (UR001, UR004, UR005, UR006, UR007, UR008, UR009 e UR010), onde os pontos UR005, UR009 e UR010, representando o alto, médio e baixo curso, respectivamente.

Na figura 6-7 está representado o rio carvão com os pontos de análise e em vermelho as áreas as áreas impactadas pelo carvão. Nos resultados das análises pode-se comprovar como a atividade mineira altera a qualidade dos recursos hídricos.

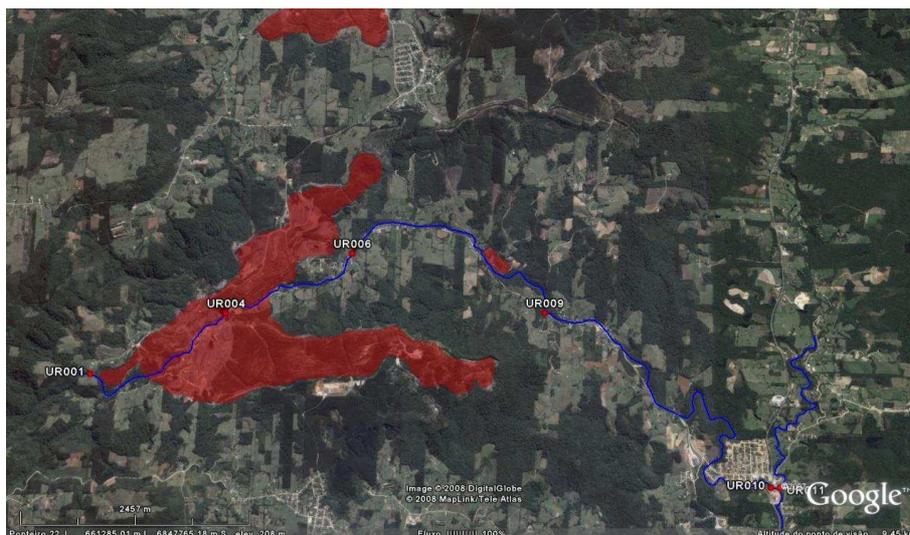


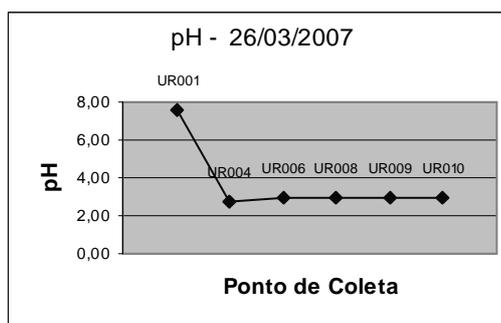
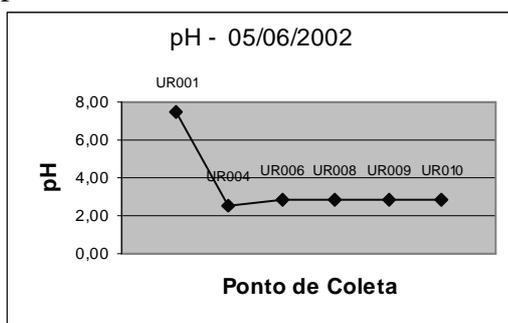
Figura 6-7: Rio Carvão (fonte: GoogleEarth)

Para comparar a evolução da qualidade dos recursos hídricos do rio Carvão, foi utilizado o resultado das análises da primeira campanha (05/06/2002) e da décima sexta campanha (29/03/2007).

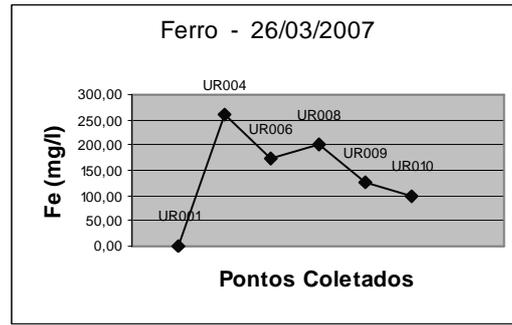
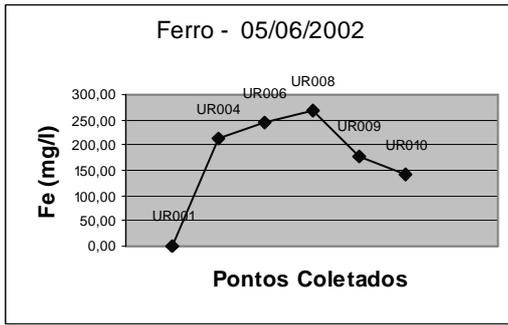
Pontos de Amostra	Coord. UTM		1° (05/06/2002)					
	E	N	pH	Acidez (mg/l)	SO (mg/l)	Al (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)
UR001	657046	6846682	7,50	3,00	6,00	1,60	1,00	0,02
UR004	658554	6847370	2,50	3809,00	3750,00	390,00	215,00	12,00
UR006	660041	6848064	2,80	1688,00	2100,00	130,00	243,50	10,00
UR008	660123	6848165	2,80	1821,00	1870,00	200,00	267,00	10,50
UR009	662995	6847188	2,80	1379,00	1230,00	165,00	177,50	8,00
UR010	664850	6845290	2,80	1212,00	1500,00	105,00	142,50	7,00
			16° (26/03/2007)					
			pH	Acidez (mg/l)	SO (mg/l)	Al (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)
UR001			7,60	7,10	7,30	0,00	0,70	0,00
UR004			2,70	2101,20	2434,00	272,41	259,10	5,04
UR006			2,90	1313,20	1695,40	140,72	173,50	6,39
UR008			2,90	1261,70	1825,20	131,97	202,00	6,49
UR009			2,90	2575,00	1758,40	121,93	126,30	5,17
UR010			2,90	965,60	1226,80	123,68	98,70	4,93
Res. CONAMA 357/2005			6,0 - 9,0	-	250	0,2	5	0,5

Tabela 6-3: Dados dos pontos analisados do Rio Carvão

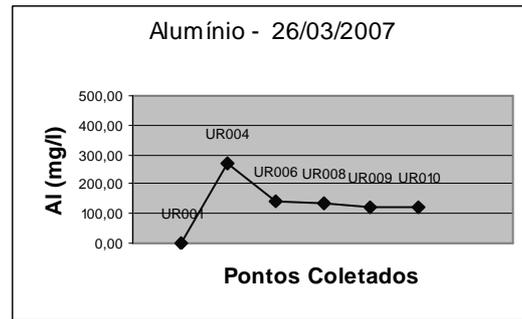
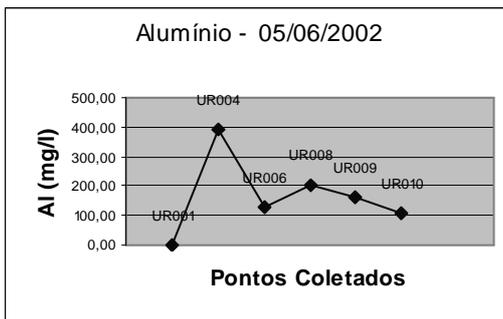
a) pH



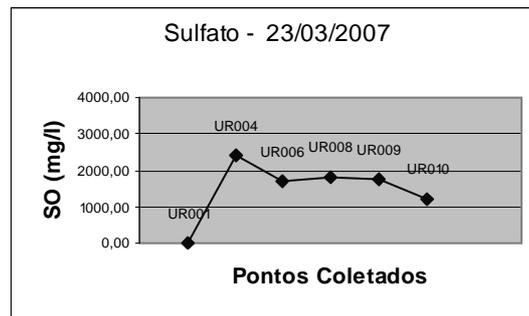
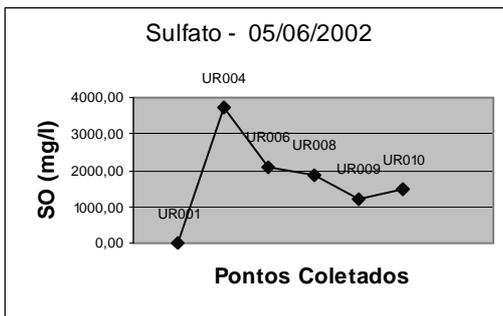
b) Ferro



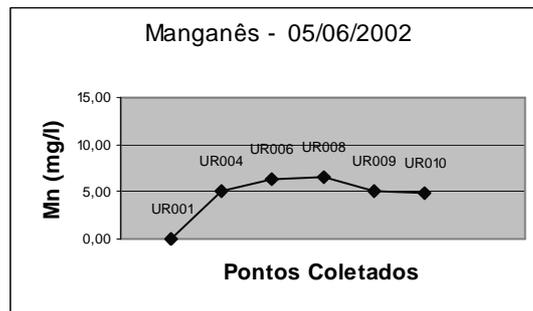
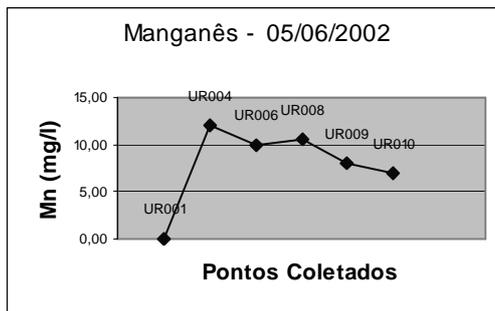
c) Alumínio



d) Sulfato



e) Manganês



Podemos notar uma queda brusca do pH do ponto UR001 (antes da área degradada pela extração do carvão) para o ponto UR004 (dentro da área degradada). Apesar de ter ocorrido uma pequena melhora nos valores de pH da 2002 para 2007, os níveis ainda estão muito baixo.

O mesmo ocorre com os outros indicadores, do ponto UR001 para o ponto UR004, há uma perda de qualidade muito acentuada. O exemplo do alumínio, no ponto UR001 seu nível é de 0,00 mg/l e no ponto UR004 atinge a concentração

272,41mg/l, mais de 1350 vezes maior do que o previsto na resolução n° 357 do CONAMA.

Isso nos mostra que o rio ainda é afetado pela drenagem ácida, gerada na área próxima a sua nascente. Exceto pelo ponto UR001, situado na nascente do rio Carvão, todos os pontos apresentam níveis críticos de poluição, com todos os indicadores fora dos padrões.

#### 6.2.5.2 Rio América

O ponto situado na foz do rio América (UR051) monitora a contribuição de DAM das áreas de mineração impactadas situadas na sua margem. Na figura 6-8 está apresentado o rio América com seu ponto de coleta.



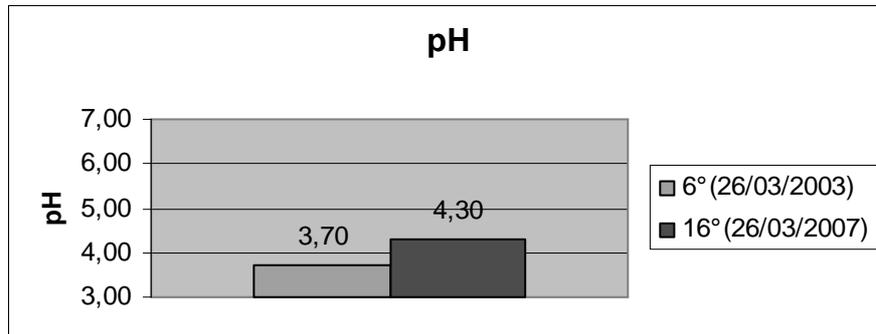
Figura 6-8: Rio América (fonte: GoogleEarth)

Para comparar a evolução da qualidade dos recursos hídricos do Rio América, foi utilizado o resultado das análises da sexta campanha (23/06/2003) e da décima sexta campanha (29/03/2007).

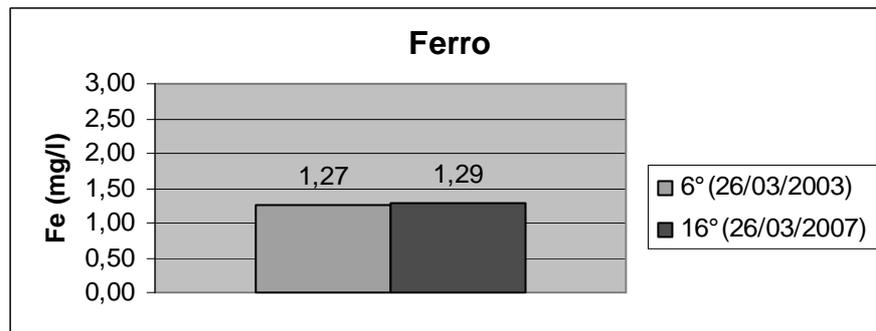
Pontos de Amostra	Coord. UTM		6° (26/03/2003)						
	E	N	pH	Acidez (mg/l)	SO (mg/l)	Al (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	
UR051	664377	6843480	3,70	68,00	87,00	7,80	1,27	0,65	
				16° (26/03/2007)					
			pH	Acidez (mg/l)	SO (mg/l)	Al (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	
		UR051	4,30	53,60	80,50	5,01	1,29	0,40	
Res. CONAMA 357/2005			6,0 - 9,0	-	250	0,2	5	0,5	

Tabela 6-4: Dados dos pontos analisados do Rio América

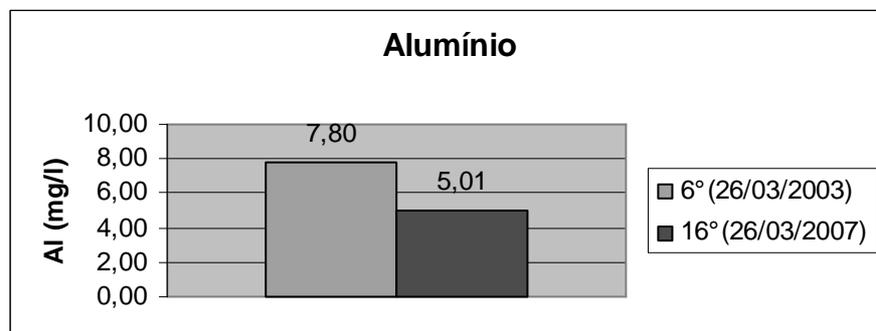
a) pH



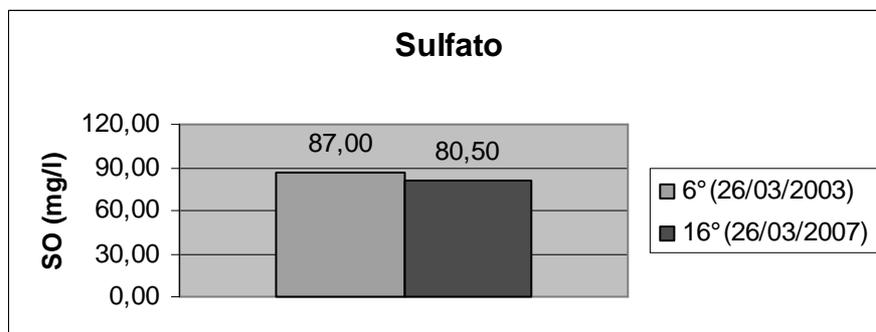
b) Ferro



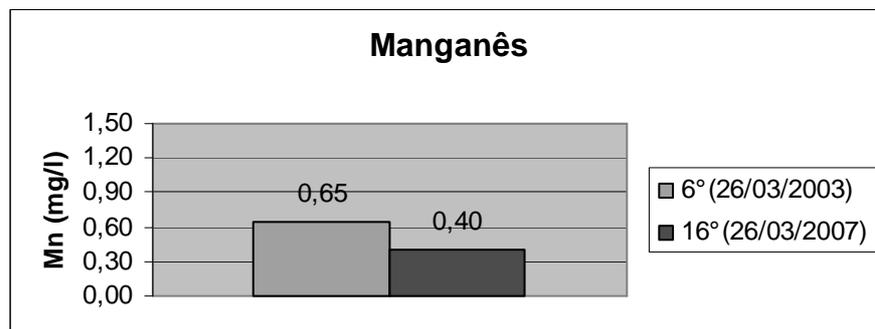
c) Alumínio



d) Sulfato



#### e) Manganês



O ponto está localizado no perímetro urbano de Urussanga. É possível notar que houve uma pequena melhora na qualidade do rio, mas o pH e a concentração de alumínio ainda estão fora dos padrões. Um dos motivos da baixa carga ácida poderia ser a diluição por drenagens secundárias não afetadas pela mineração do carvão, e também pela interferência da carga orgânica lançada no perímetro urbano da cidade de Urussanga.

#### 6.2.5.3 Rio Caeté

O Rio Caeté tem como afluente o Rio Deserto, que por sua vez drena áreas de com depósitos de rejeitos não controlados.

Os pontos de coleta relacionados ao rio Caeté são: UR019, UR020, UR021 e UR023. Na figura 6-9 estão representados os pontos UR021 e UR023, próximos a foz.

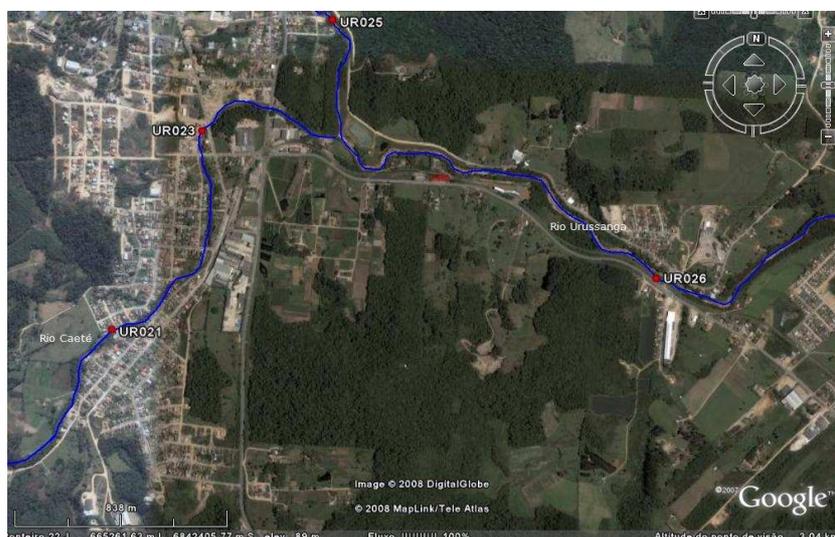


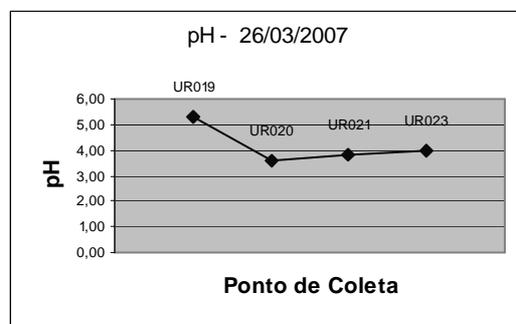
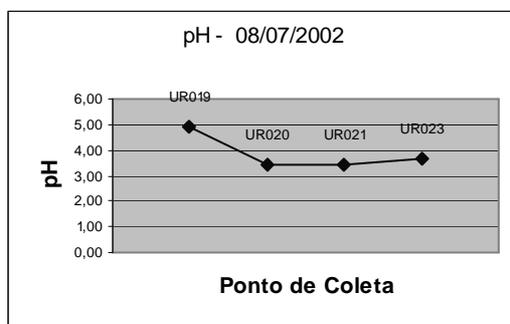
Figura 6-9: Rio Caeté (fonte: GoogleEarth)

Para comparar a evolução da qualidade dos recursos hídricos do Rio Caeté, foi utilizado o resultado das análises da segunda campanha (08/07/2002) e da décima sexta campanha (29/03/2007).

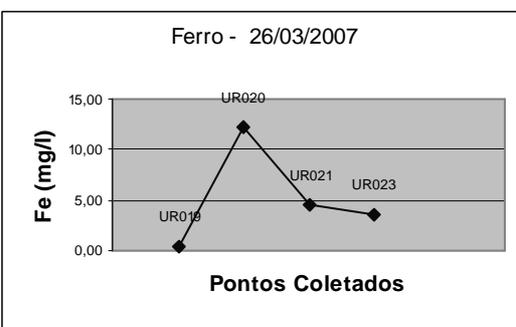
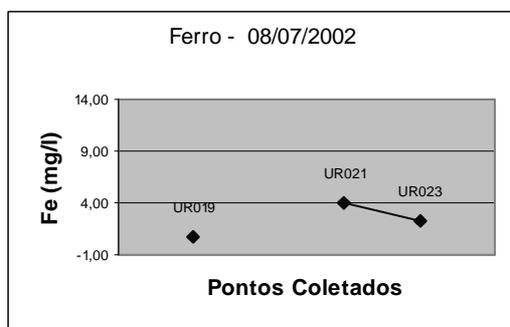
Pontos de Amostra	Coord. UTM		2°(08/07/2002)					
	E	N	pH	Acidez (mg/l)	SO (mg/l)	Al (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)
UR019	660424	6840666	4,90	2,00	47,00	1,00	0,66	0,41
UR020	660635	6840590	3,40	122,00	202,00	9,00		1,94
UR021	664075	6842165	3,40	71,00	115,00	5,00	3,93	1,04
UR023	664425	6842985	3,70	46,00	104,00	2,80	2,36	0,85
			16°(26/03/2007)					
			pH	Acidez (mg/l)	SO (mg/l)	Al (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)
UR019			5,30	10,20	17,10	0,00	0,37	0,18
UR020			3,60	111,20	181,60	7,40	12,33	1,15
UR021			3,80	57,60	101,60	4,18	4,51	0,64
UR023			4,00	40,80	73,30	2,51	3,58	0,45
Res. CONAMA 357/2005			6,0 - 9,0	-	250	0,2	5	0,5

Tabela 6-4: Dados dos pontos analisados do Rio Caeté

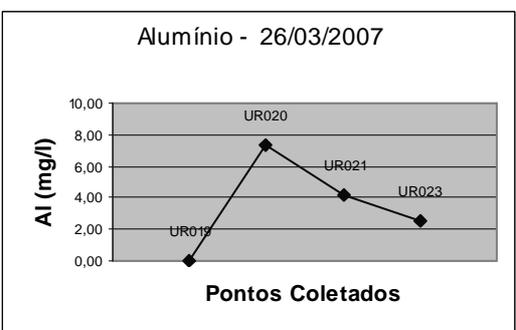
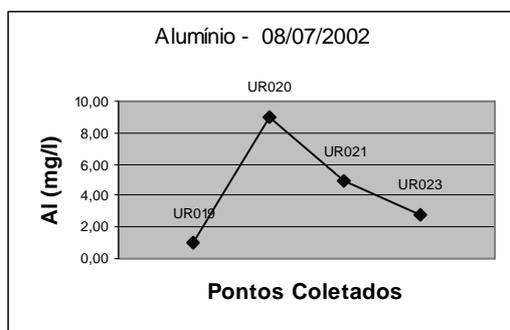
a)pH



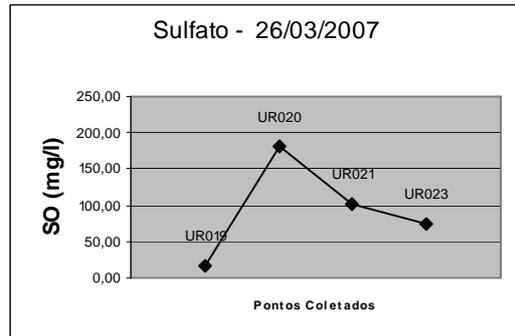
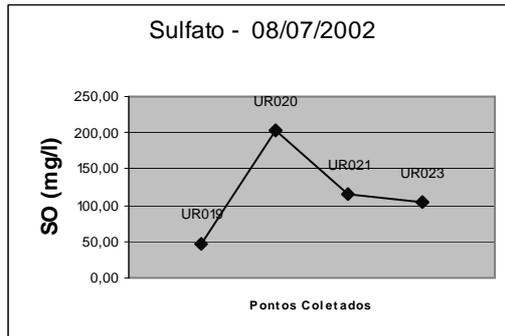
b)Ferro



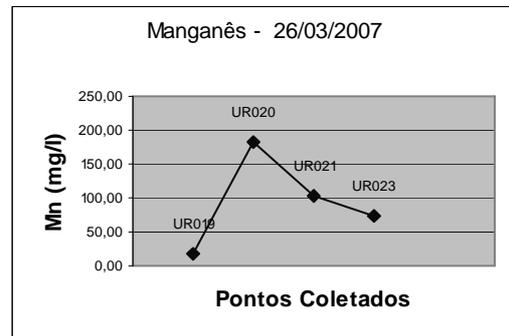
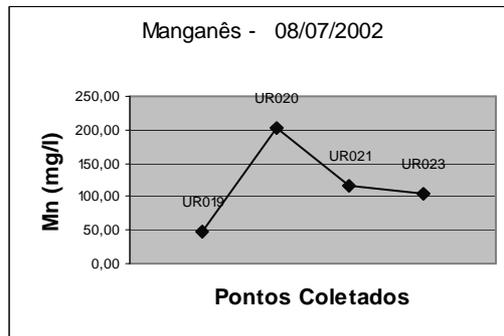
c)Alumínio



d) Sulfato



e) Manganês



O rio Caeté não contribui significativamente para a poluição da bacia do rio Urussanga, apesar de receber toda carga poluidora do rio Deserto. Isso ocorre devida a inexistência de áreas degradadas em sua margem. Podemos observar que ocorre uma pequena melhora nos padrões devida à diluição promovida por drenagens tributárias não afetadas pela atividade mineradora de carvão.

6.2.5.4 Rio Deserto

É um afluente do rio Caeté. Na figura 6-10 os pontos do rio Deserto que drenam uma área impactada pela mineração de carvão.

Os pontos de coleta relacionados ao rio Deserto são: UR013 e UR018.

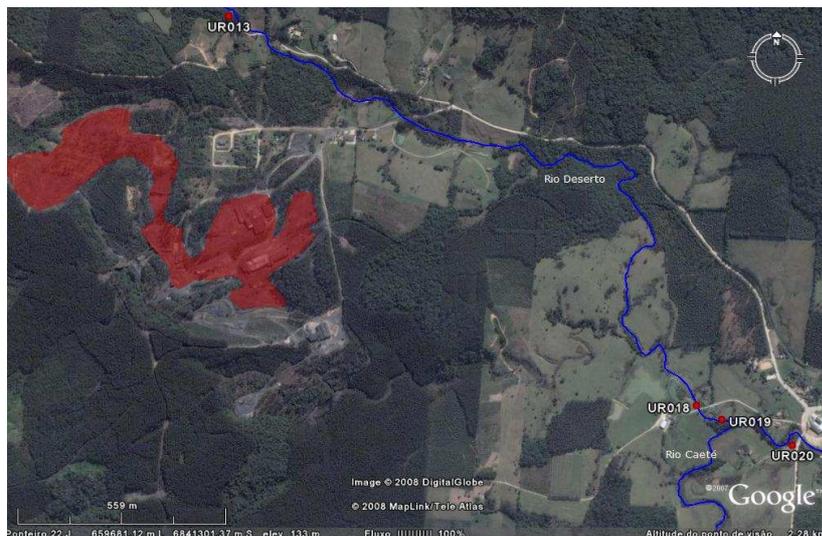


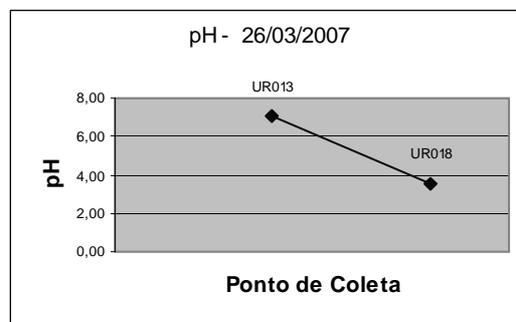
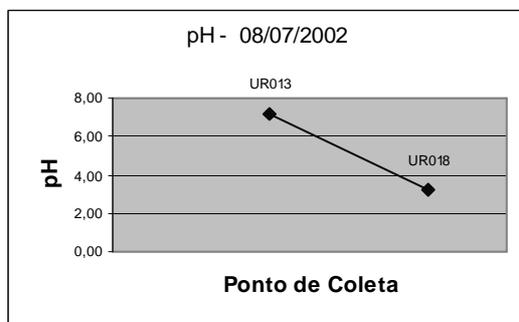
Figura 6-10: Rio Deserto (fonte: GoogleEarth)

Para comparar a evolução da qualidade dos recursos hídricos do Rio Deserto, foi utilizado o resultado das análises da segunda campanha (08/07/2002) e da décima sexta campanha (29/03/2007).

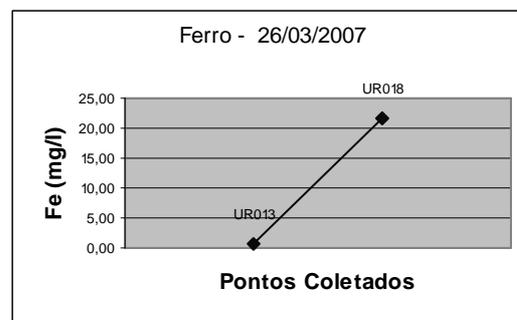
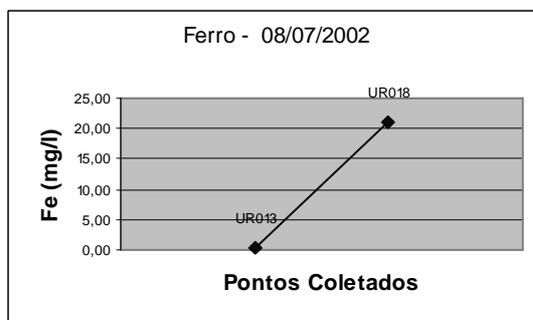
Pontos de Amostra	Coord. UTM		2°(08/07/2002)					
	E	N	pH	Acidez (mg/l)	SO (mg/l)	Al (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)
UR013	658911	6841850	7,20	5,00	20,00	0,30	0,26	0,02
UR018	660343	6840707	3,20	203,00	335,00	14,50	21,20	2,75
			16°(26/03/2007)					
			pH	Acidez (mg/l)	SO (mg/l)	Al (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)
		UR013	7,10	5,10	7,50	0,00	0,54	0,00
		UR018	3,50	153,00	234,20	13,31	21,70	1,77
		Res. CONAMA 357/2005	6,0 - 9,0	-	250	0,2	5	0,5

Tabela 6-5: Dados dos pontos analisados do Rio Deserto

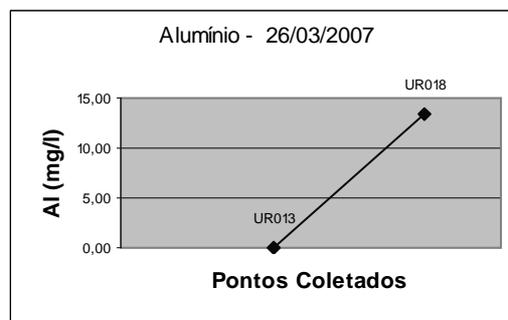
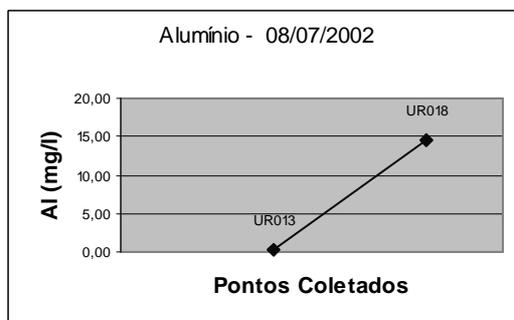
a)pH



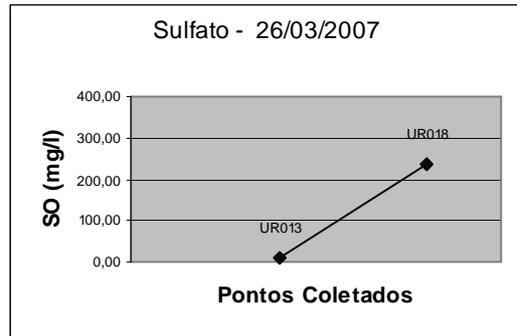
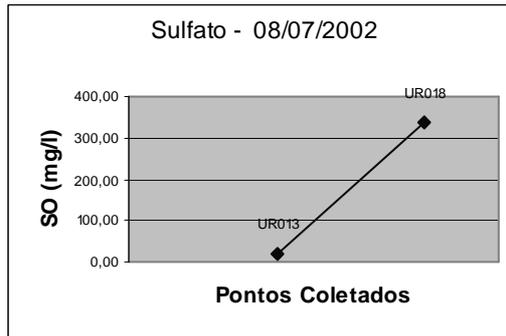
b)Ferro



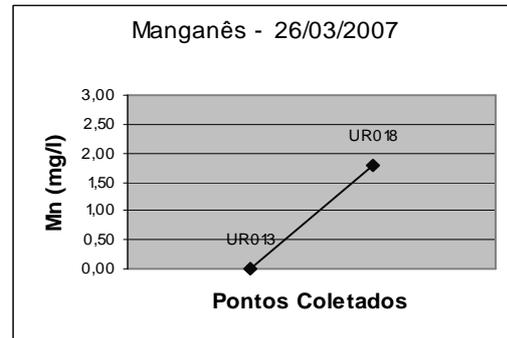
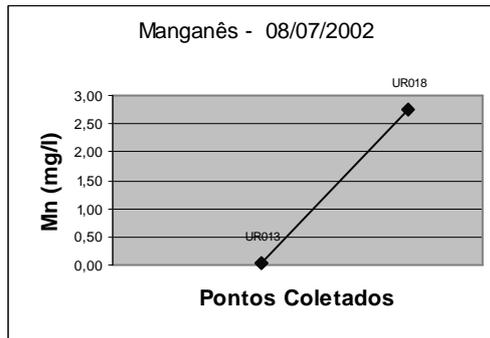
c)Alumínio



d) Sulfato



e) Manganês



O ponto UR018, próximo a foz, recebe a drenagem ácida proveniente de áreas expostas pela atividade carbonífera. Os indicadores de qualidade praticamente não se alteraram ao longo das análises, se mantendo em níveis fora dos padrões, exceto pelo Sulfato (SO), que regrediu e atende aos padrões.

### 6.2.5.5 Rio Cocal

O rio Cocal é formado pelo rio Barbosa juntamente com o Arroio do Tigre. É monitorado pelo ponto UR049 e UR042.

Na figura 6-11 está apresentado o rio Cocal e um de seus tributários, o rio Barbosa, com uma área impactada pela mineração, representada em vermelho, e sua confluência com o rio Urussanga.



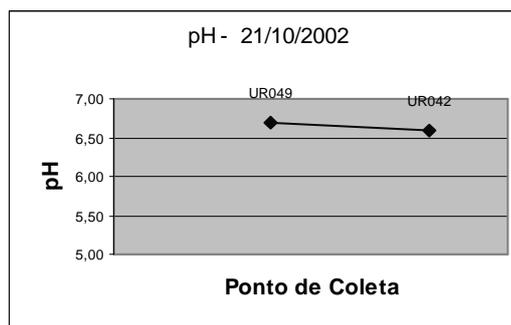
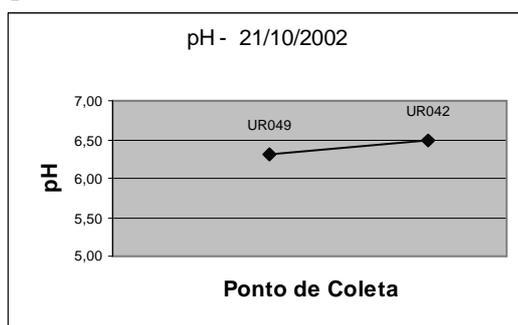
Figura 6-11: Rio Cocal (fonte: GoogleEarth)

Para comparar a evolução da qualidade dos recursos hídricos do Rio Cocal, foi utilizado o resultado das análises da terceira campanha (21/10/2002) e da décima sexta campanha (29/03/2007).

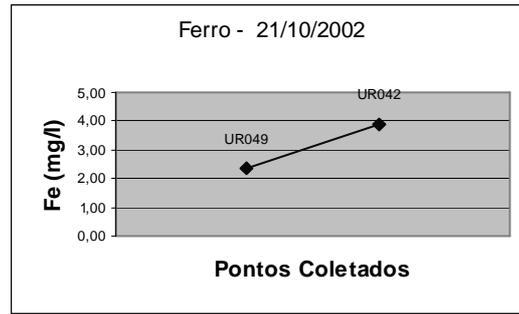
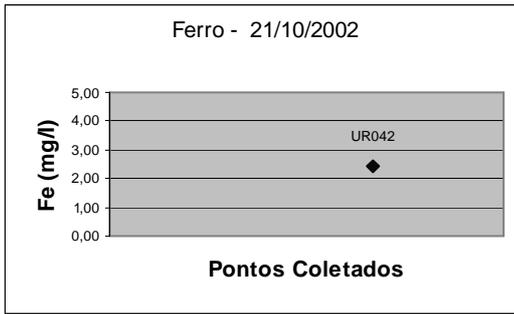
Pontos de Amostra	Coord. UTM		3° (21/10/2002)					
	E	N	pH	Acidez (mg/l)	SO (mg/l)	Al (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)
UR049	664360	6835080	6,30	5,00	42,00	1,00		0,15
UR042	671180	6835850	6,50	6,00	14,00	0,60	2,45	0,17
					16° (26/03/2007)			
			pH	Acidez (mg/l)	SO (mg/l)	Al (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)
		UR049	6,70	7,10	20,30	0,48	2,38	0,04
		UR042	6,60	9,10	11,30	0,07	3,86	0,00
		Res. CONAMA 357/2005	6,0 - 9,0	-	250	0,2	5	0,5

Tabela 6-5: Dados dos pontos analisados do Rio Cocal

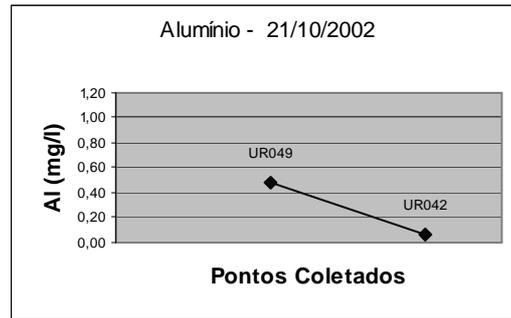
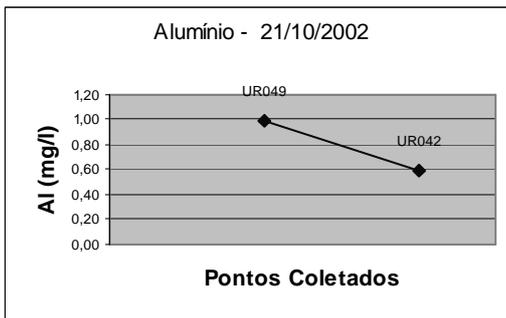
a)pH



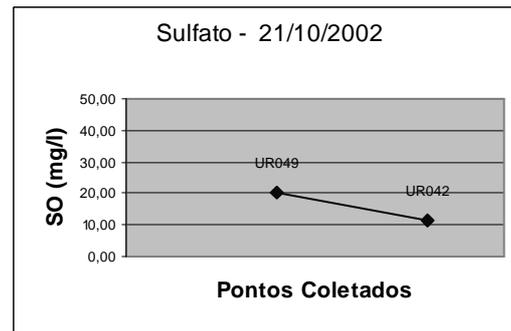
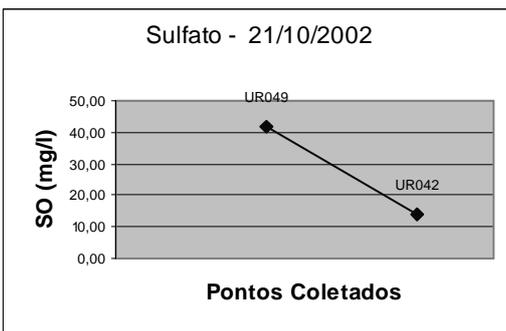
b) Ferro



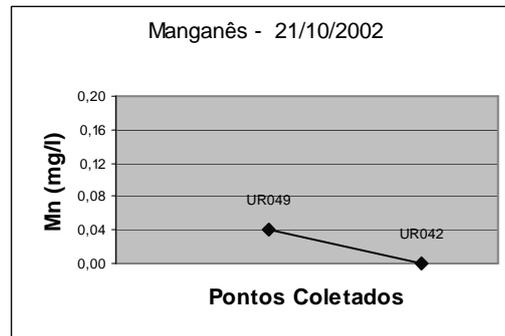
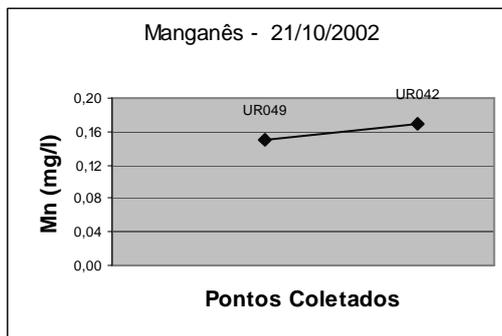
c) Alumínio



d) Sulfato



e) Manganês



Os pontos no rio Cocal medem a contribuição de eventuais fontes de drenagem ácida, mas como podemos observar esse rio não contribui para a carga de drenagem ácida no rio Urussanga, apesar de seu rios formadores, Arroio Tigre e rio Barbosa, drenarem áreas impactadas pela exploração do carvão mineral.

### 6.2.5.6 Rio Ronco d'Água

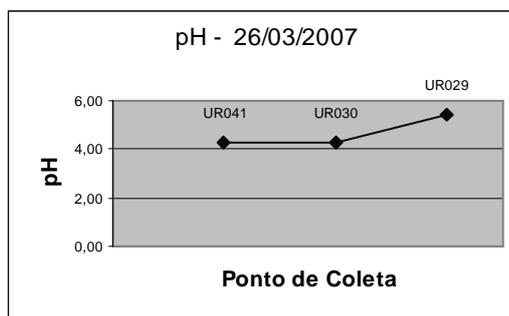
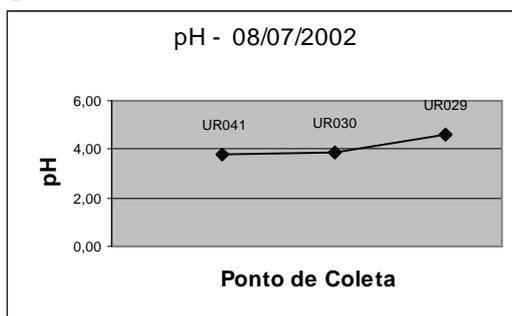
Os pontos de coleta relacionados ao rio Ronco d'Água são: UR041, UR030 e UR029.

Para comparar a evolução da qualidade dos recursos hídricos do Rio Ronco d'Água, foi utilizado o resultado das análises da segunda campanha (08/07/2002) e da décima sexta campanha (29/03/2007).

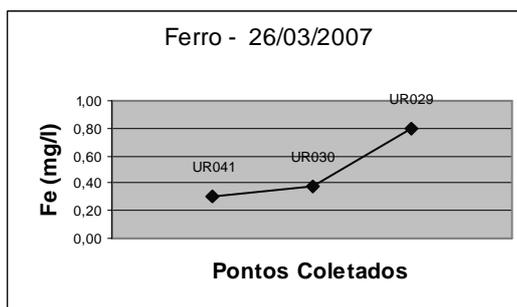
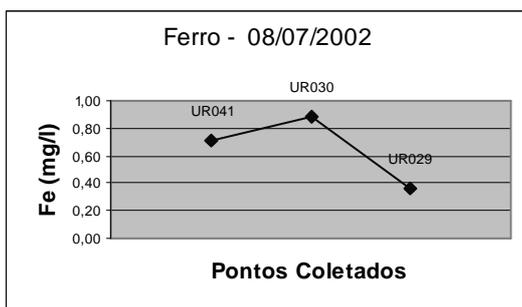
Pontos de Amostra	Coord. UTM		2° (08/07/2002)					
	E	N	pH	Acidez (mg/l)	SO (mg/l)	Al (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)
UR041	664649	6830645	3,80	52,00	157,00	6,00	0,71	0,91
UR030	665877	6830591	3,90	49,00	146,00	5,00	0,88	0,86
UR029	671700	6826840	4,60	16,00	54,00	1,70	0,36	0,42
			16° (26/03/2007)					
			pH	Acidez (mg/l)	SO (mg/l)	Al (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)
UR041			4,30	31,60	97,30	0,95	0,30	0,42
UR030			4,30	33,70	84,10	0,42	0,38	0,39
UR029			5,40	18,40	43,20	0,00	0,80	0,20
Res. CONAMA 357/2005			6,0 - 9,0	-	250	0,2	5	0,5

Tabela 6-6: Dados dos pontos analisados do Rio Ronco D'Água

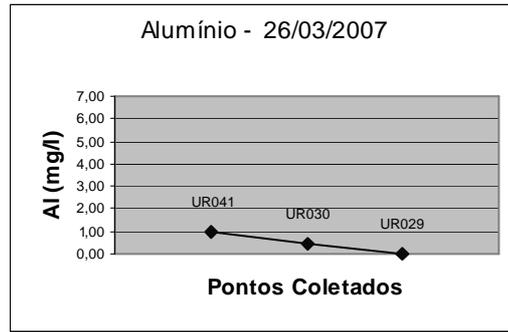
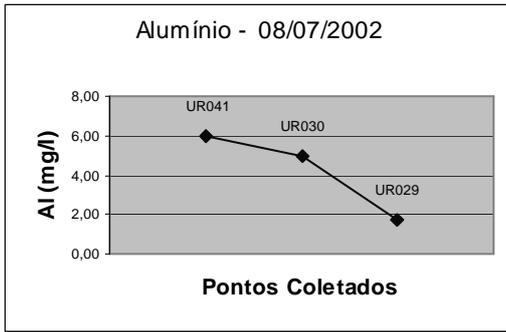
a) pH



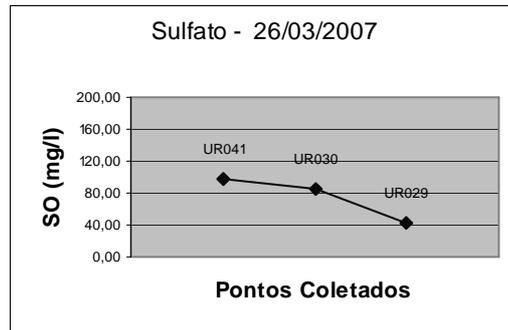
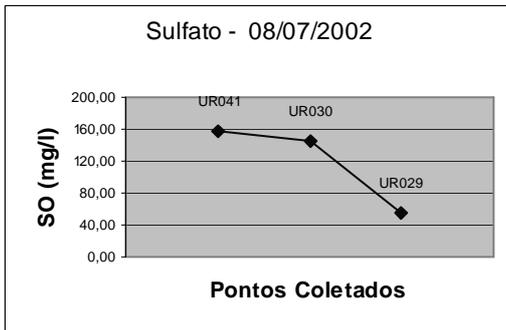
b) Ferro



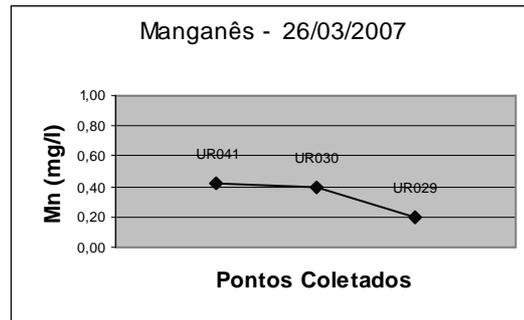
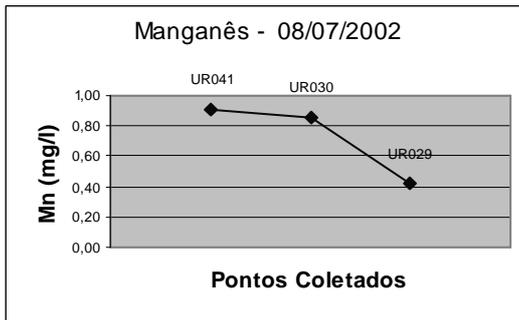
### c) Alumínio



### d) Sulfato



### e) Manganês



Apesar de um de seus tributários drenar uma áreas impactada pelo carvão, na sua foz, o ponto UR029, podemos observar que o rio Ronco D'Água não contribui muito para a degradação da Bacia do Urrusanga, pois em sua confluência com o rio Urrusanga chega com os indicadores nos padrões, exceto pelo seu pH um pouco abaixo de 6,0.

#### 6.2.5.7 Rio Linha Anta

Os pontos de coletas relacionados ao rio Linha Anta: UR031 e UR034D.

Na figura 6-12 está apresentado os tributários de rio Linha Anta, com uma área impactada pela mineração, representada em vermelho.

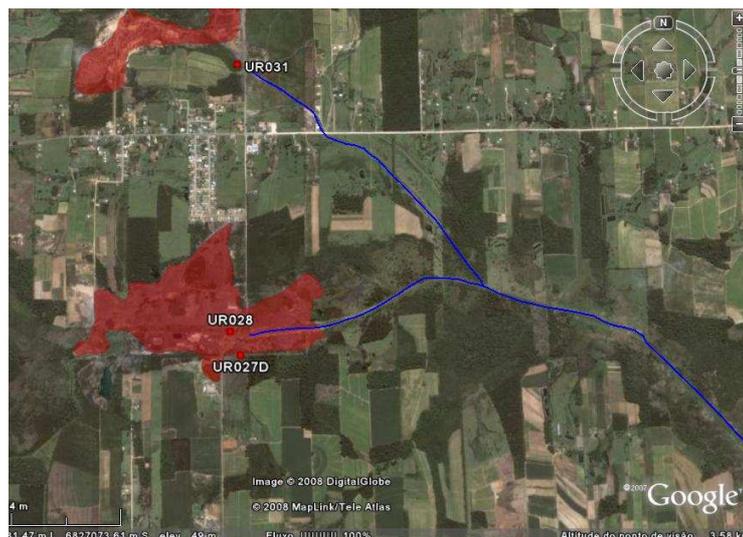


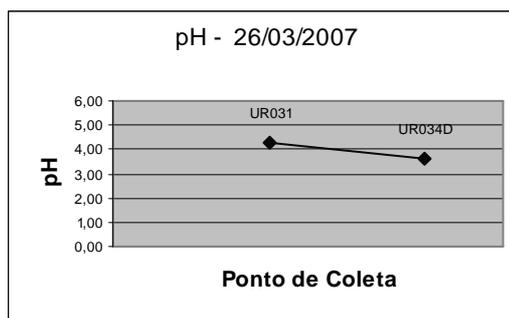
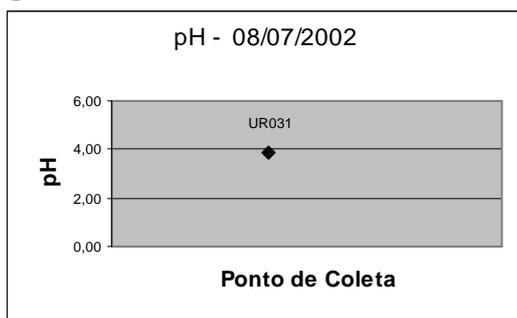
Figura 6-12: Rio Linha Anta e um de seus tributários (fonte: GoogleEarth)

Para comparar a evolução da qualidade dos recursos hídricos do Rio Linha Anta, foi utilizado o resultado das análises da segunda campanha (08/07/2002) e da décima sexta campanha (29/03/2007).

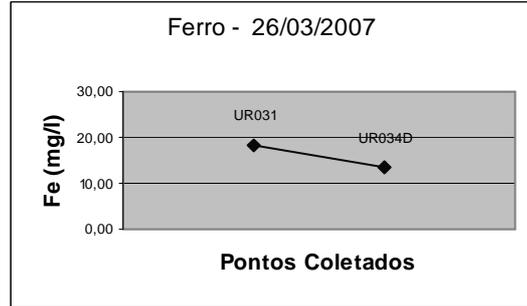
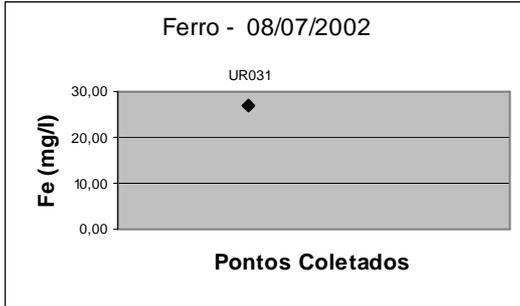
Pontos de Amostra	Coord. UTM		2° (08/07/2002)					
	E	N	pH	Acidez (mg/l)	SO (mg/l)	Al (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)
UR031	665832	6829182	3,90	103,00	112,00	4,00	27,00	0,76
UR034D	668710	6826689						
			16° (26/03/2007)					
			pH	Acidez (mg/l)	SO (mg/l)	Al (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)
		UR031	4,30	77,00	99,70	1,67	18,47	0,32
		UR034D	3,60	148,90	105,40	6,50	13,36	0,73
Res. CONAMA 357/2005			6,0 - 9,0	-	250	0,2	5	0,5

Tabela 6-7: Dados dos pontos analisados do Rio Ronco Linha Anta

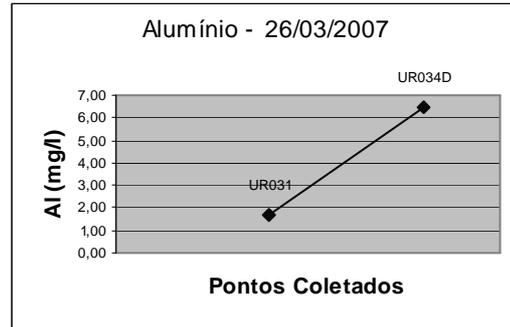
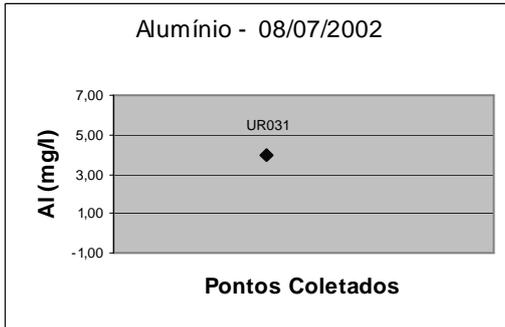
a) pH



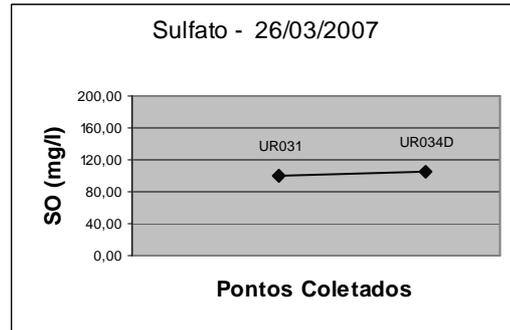
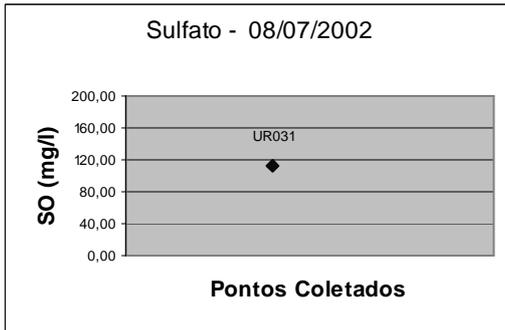
b) Ferro



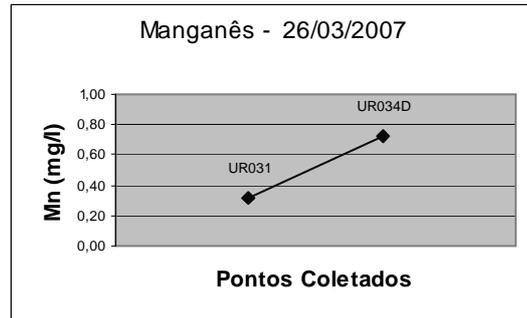
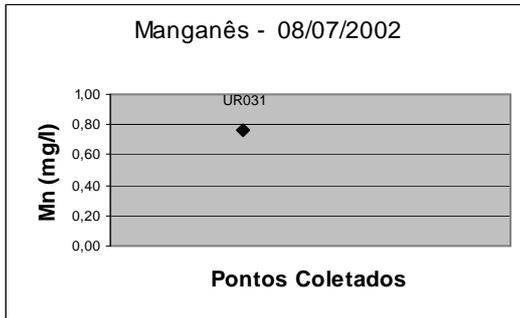
c) Alumínio



d) Sulfato



e) Manganês



O rio Linha Anta drena uma série de depósitos de rejeitos situados no seu alto e médio curso. É um rio bastante impactado pelo passivo ambiental deixado pela atividade carbonífera em seu curso.

### 6.2.5.8 Rio Urussanga

De acordo com o Segundo Relatório de Monitoramento dos Indicadores Ambientais, o rio Urussanga pode ser dividido em alto curso (situado entre os pontos

UR001, UR004, UR006, UR008, UR009 e UR010 – Rio Carvão – UR024, UR025 e UR026), médio curso (situado entre os pontos UR026 e UR043) e baixo curso (situado entre os pontos UR043 e UR045)

Para comparar a evolução da qualidade dos recursos hídricos do Rio Urussanga, foi utilizado o resultado das análises da segunda campanha (08/07/2002) e da décima sexta campanha (29/03/2007).

Foram considerados também os pontos localizados no rio Carvão, seu principal rio formador, para analisar o processo de degradação ao longo da bacia.

Pontos de Amostra	Coord. UTM		1°(05/06/2002)					
	E	N	pH	Acidez (mg/l)	SO (mg/l)	Al (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)
UR001	657046	6846682	7,50	3,00	6,00	1,60	1,00	0,02
UR004	658554	6847370	2,50	3809,00	3750,00	390,00	215,00	12,00
UR006	660041	6848064	2,80	1688,00	2100,00	130,00	243,50	10,00
UR008	660123	6848165	2,80	1821,00	1870,00	200,00	267,00	10,50
UR009	662995	6847188	2,80	1379,00	1230,00	165,00	177,50	8,00
UR010	664850	6845290	2,80	1212,00	1500,00	105,00	142,50	7,00
UR024	664545	6843650	2,80	651,00	803,00	60,00	75,00	3,68
UR025	664900	6843415	2,80	537,00	657,00	45,90	58,00	3,08
UR026	666300	6842425	2,90	391,00	466,00	29,70	37,00	2,36
UR043	672465	6835300	3,00	237,00	293,00	23,00	19,80	1,80
UR045	678030	6821080	3,50	90,00	144,00	10,20	9,03	0,89

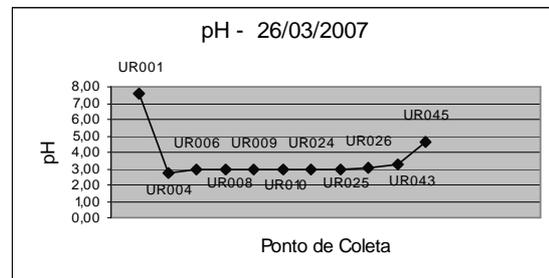
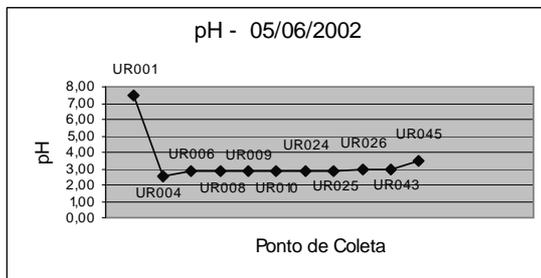
Pontos de Amostra	pH	16°(26/03/2007)					
		Acidez (mg/l)	SO (mg/l)	Al (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	
UR001	7,60	7,10	7,30	0,00	0,70	0,00	
UR004	2,70	2101,20	2434,00	272,41	259,10	5,04	
UR006	2,90	1313,20	1695,40	140,72	173,50	6,39	
UR008	2,90	1261,70	1825,20	131,97	202,00	6,49	
UR009	2,90	2575,00	1758,40	121,93	126,30	5,17	
UR010	2,90	965,60	1226,80	123,68	98,70	4,93	
UR024	3,00	533,10	522,40	60,95	60,06	3,28	
UR025	3,00	440,30	417,40	51,92	48,31	2,79	
UR026	3,10	217,20	189,20	23,15	19,58	1,48	
UR043	3,30	121,20	159,90	10,30	9,97	0,59	
UR045	4,60	25,00	55,40	1,33	3,66	0,31	

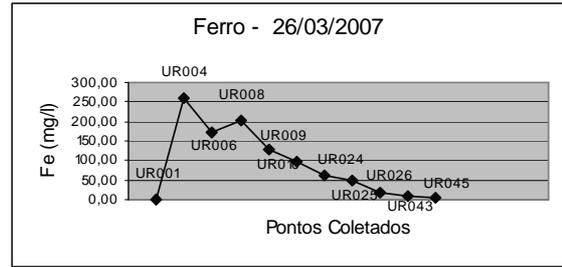
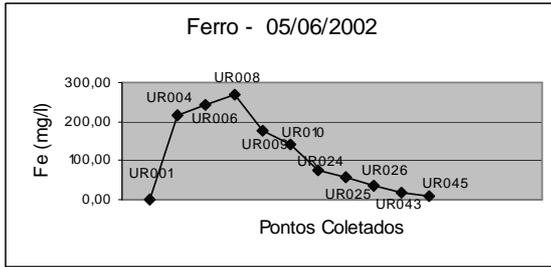
Res. CONAMA 357/2005	6,0 - 9,0	-	250	0,2	5	0,5
----------------------	-----------	---	-----	-----	---	-----

Tabela 6-8: Dados dos pontos analisados do Rio Urussanga

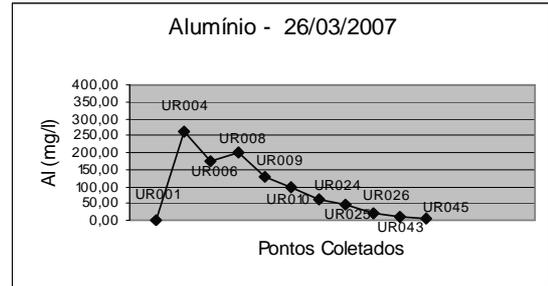
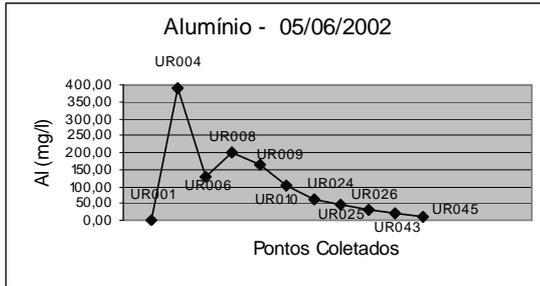
a)pH



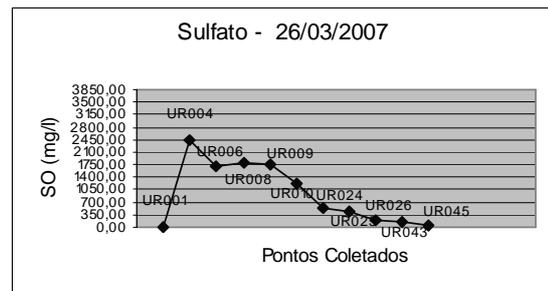
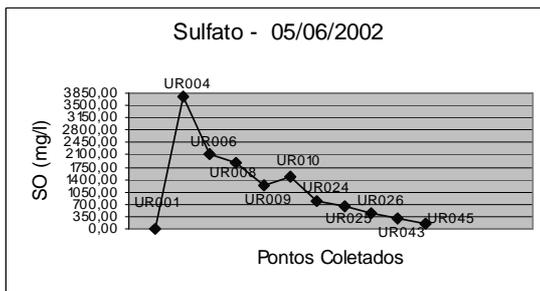
b) Ferro



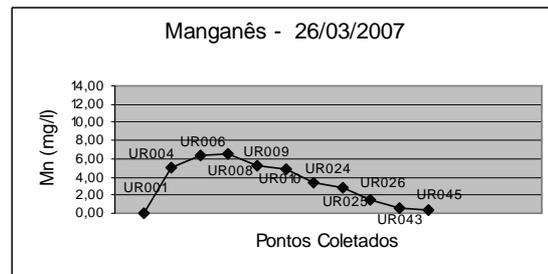
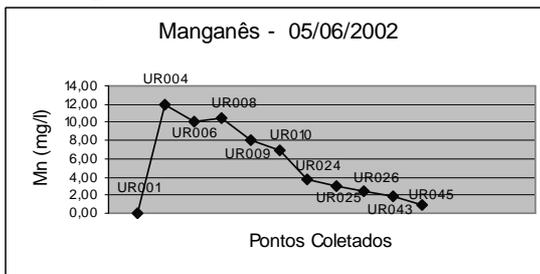
c) Alumínio



d) Sulfato



e) Manganês



Ao longo do rio Urussanga, da nascente, no rio Carvão, até a sua foz, no oceano Atlântico, podemos observar o quando ele é impactado pela exploração de carvão. Os passivos ambientais espalhados pela bacia por sua bacia continuam a gerar drenagens ácidas, sem nenhum trabalho de recuperação ambiental ser, aparentemente realizado, notado na pequena variação dos seus indicadores, que apesar de melhorarem ainda estão muito aquém do ideal.

Das três bacias que foram desenvolvidas a exploração do carvão mineral a bacia rio Urussanga é a mais afetada, e como podemos concluir nos gráficos, o rio Carvão foi e ainda é de maior influência na degradação do rio Urussanga, e conforme o rio vai seguindo para sua a foz ocorre uma diluição no rio, reduzindo as concentrações dos metais e aumentando um pouco o pH

## 6.2.6 EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA DO RIO URUSSANGA NO TEMPO

Alguns pontos analisados pela FATMA, citados no Diagnóstico Geral Das Bacias Hidrográficas De Santa Catarina (SDM, 1997), nos mostram a qualidade de alguns pontos da bacia do Urussanga (tabela 6-9)

Ponto de Coleta	Parâmetros			
	pH	So (mg/l)	Acidez (mg/l)	Fe (mg/l)
Rio Cocal - Montante Rio Tigre	5,1	2,4	10,3	0,6
Rio Carvão	2,4	1411,8	3080,5	533,2
Rio Urussanga - Próx. Rio América	2,4	1393,2	1432,6	219,8
Rio Caeté	2,6	494,1	462,7	78,8
Rio Urussanga - Próx. Rio Cocal	2,7	526,5	356,2	42,2
Rio Urussanga - Próx. Rio Ronca d'Água	2,9	285,2	218,5	24,4
Rio Urussanga - Foz	3,6	486,8	146,9	13,6

Tabela 6-9: Dados de pontos coletados pela FATMA (Fonte: SDM, 1997).

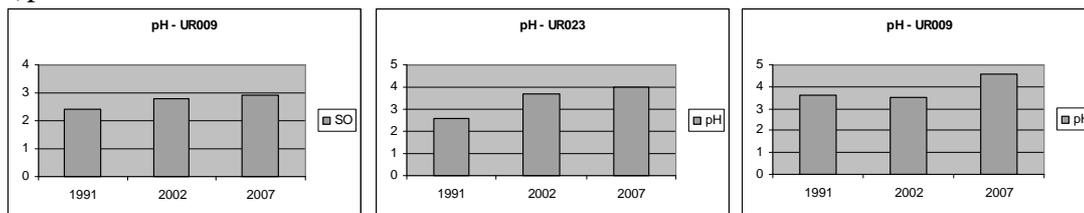
Comparando os pontos UR009 (Rio Carvão), UR023 (Rio Caeté) e UR045 (Rio Urussanga), temos a tabela 6-10.

Pontos de Amostra	pH			SO			Al			Fe			Mn		
	1991	2002	2007	1991	2002	2007	1991	2002	2007	1991	2002	2007	1991	2002	2007
UR009	2,40	2,80	2,90	1411,80	1230,00	1758,40	165,00	121,93	533,20	177,50	126,30	8,00	5,17		
UR023	2,60	3,70	4,00	494,10	104,00	73,30	2,80	2,51	78,80	2,36	3,58	0,85	0,45		
UR045	3,60	3,50	4,60	486,80	144,00	55,40	10,20	1,33	13,60	9,03	3,66	0,89	0,31		

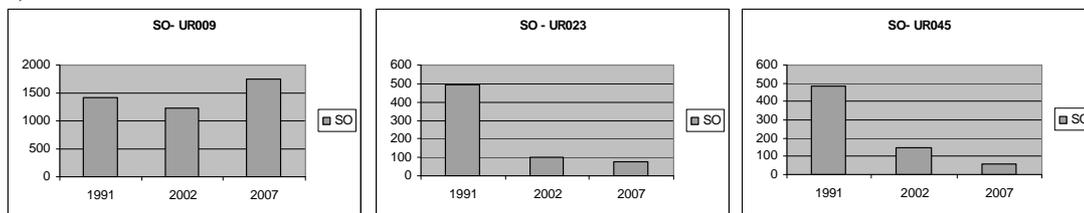
Tabela 6-10: Evolução dos indicadores

Os gráficos a baixo representa a evolução dos indicadores:

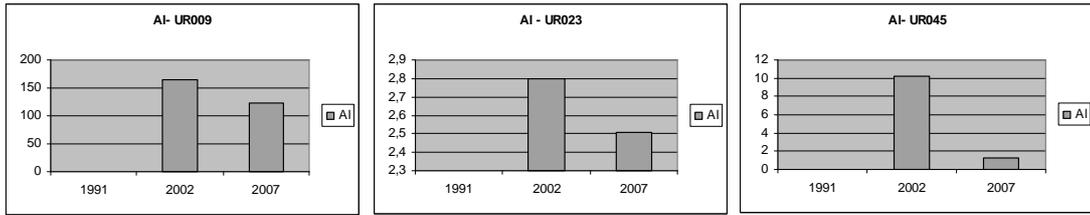
a) pH:



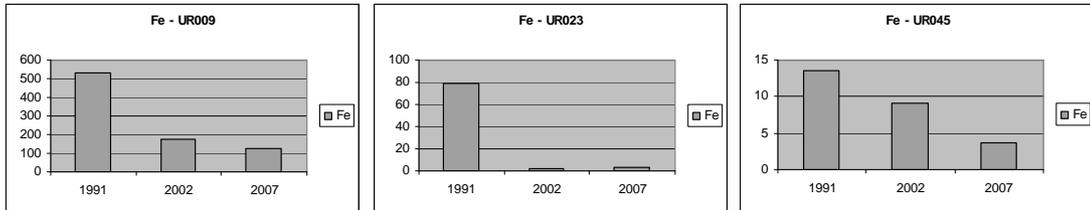
b) SO:



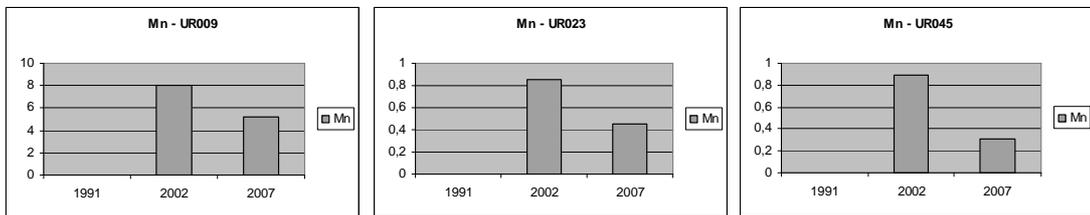
c) Al:



d)Fe



e)Mn:



Pelos gráficos conclui-se que pouco foi feito de 1991 até 2007 para reverter o quadro de degradação ambiental, pois os indicadores ambientais tiveram uma pequena melhora em mais de 15 anos. Muitos pontos ainda se encontram em estado crítico, como por exemplo, o rio Carvão, um dos formadores do rio Urussanga, onde todos os seus pontos estão além dos limites estabelecidos.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A exploração de carvão mineral foi de grande importância no passado para a região sul do estado de Santa Catarina, e continua sendo até hoje. Gera inúmeros empregos diretos e indiretos, gera receita ao município, estado e a união através de impostos, taxas e contribuições, mas é uma atividade altamente poluidora.

Os impactos ambientais mais importantes se caracterizam pela acidificação dos solos e dos recursos hídricos. Outros impactos como a modificação da densidade da fauna e flora, geração de ruídos, poeiras e gases, apesar de serem impactos ambientais, se forem comparados aos impactos causados pela drenagem ácida de mina (DAM) são menos importantes. A geração de DAM está ligada à maioria dos aspectos ambientais e aos mais impactantes. A falta de fiscalização por parte do estado e a omissão na área ambiental por parte das empresas durante décadas, são os grandes responsáveis pela degradação que se encontra hoje na bacia carbonífera catarinense

As atividades de lavra e processamento mineral podem contribuir para a poluição das águas superficiais e subterrâneas, solo e o ar, caso não haja controle rigoroso das operações envolvidas. Diversas medidas de mitigação e precaução foram estudadas e estão sendo implantadas nas áreas afetadas pela atividade carbonífera. São medidas adotadas para ter uma operação ambientalmente saudável e com o menor impacto ambiental possível, de modo a garantir a preservação dos recursos naturais às gerações futuras.

Alguns trabalhos de recuperação das áreas degradadas e um controle mais rigoroso na mineração estão colaborando para uma melhora da qualidade das águas. Apesar disso, a bacia do rio Urussanga ainda está muito abaixo do que pode se considerar uma situação ideal. As várias décadas de exploração sem controle ambiental algum nas áreas da bacia provocaram uma profunda alteração na qualidade das águas superficiais, tornando a bacia a mais degradada da região carbonífera.

E certo que a mineração degrada o terreno, porém a verdade também, que o ambiente degradado pode ser reestruturado de forma aceitável, limitando o impacto ambiental negativo a um curto período de tempo, conhecendo previamente, controlando a atividade de extração, monitorando-as tecnicamente, e implantando medidas mitigadoras destes impactos. Assim, a preservação da qualidade ambiental de áreas a serem mineradas reveste-se de importância fundamental, uma vez que a exploração racional do minério constitui-se numa exigência para alcançar o desenvolvimento sustentável.

## 8. CONCLUSÕES

O presente estudo permite concluir que:

- Ainda hoje a mineração é uma importante fonte de renda para a região, através de tributos e taxas recolhidas junto as empresas.
- Os principais impactos observados para esta atividade foram os ligados à formação da drenagem ácida de mina. A geração da DAM está ligada à maioria dos aspectos ambientais e aos mais impactantes, como a acidificação dos solos e dos recursos hídricos, a redução do pH e por consequência a solubilização de metais pesados.
- Os menos significativos, porém importantes, foram os ligados à parte operacional, como o uso de equipamentos para transporte, desmonte do carvão, gerando emissões de gases devido ao uso de combustíveis fósseis, poeira, ruído e perturbação da população vizinha do empreendimento.
- A qualidade da água da bacia do rio Urussanga se encontra em um estado ambiental preocupante. Dos 37 pontos analisados, 28 tinham um ou mais indicadores em desacordo com a resolução 357 do CONAMA e 11 pontos estavam com todos os parâmetros não conformes. Os níveis dos indicadores de qualidade indicam que é necessário um trabalho mais intenso de recuperação ambiental na bacia.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, L. A.; ARAUJO, G. H.; ALMEIDA, J. R.; SOARES, P. S.; POSSA, M. V.; Análise e Avaliação de Risco Ambiental como Instrumento de Gestão em Instalações de Mineração. In: **Carvão Brasileiro: Tecnologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro, CETEM/MCT, pp. 213-235, 2008

ANA. **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil**. / Agência Nacional das Águas, Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Brasília, ANA, SPR. 2005

ANA. **A Gestão dos Recursos Hídricos e a Mineração**. / Agência Nacional das Águas, Coordenação-Geral das Assessorias, Instituto Brasileiro de Mineração. Brasília, ANA. 2006

ANEEL. **Relatório ANEEL 2006**. / Agência Nacional De Energia Elétrica, Brasília, ANEEL. 2007

ARAUJO, G. H. Fitorremediação de Solos e Águas Subterrâneas Contaminados. In: **Carvão Brasileiro: Tecnologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro, CETEM/MCT, pp. 13-24, 2008

BELOLLI, M.; GUIDI, A.; QUADROS, J. **História do Carvão de Santa Catarina**. Criciúma: Imprensa Oficial do Estado de Santa Catarina, 2002

CHAVES, A. P. Os problemas do Carvão em Geral e do Carvão Brasileiro em Particular. In: **Carvão Brasileiro: Tecnologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro, CETEM/MCT, pp. 13-24, 2008

CASTRO, J. C., **Coluna White: Estratigrafia da Bacia Do Paraná no Sul do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis, Secretaria de Estado da Tecnologia, Energia e Meio Ambiente, 1994

COSTA, S. S. **Atividade Carbonífera no sul de Santa Catarina e suas Conseqüências Sociais e Ambientais, Abordadas através de análises Estatísticas Multiderivadas**. Florianópolis, UFSC. 2002

DNPM. **Anuário Mineral Brasileiro**. Brasília, Departamento Nacional de Produção Mineral. 2007

DNPM. **Cadastro Mineiro**. Disponível em <https://sistemas.dnpm.gov.br/SCM/extra/site/admin/pesquisarProcessos.aspx>, acessado em 03/10/2008.

Empresa Rio Deserto, **Relatório de Impacto Ambiental da mina Cruz de Malta**, Empresa Rio Deserto. Santa Catarina, 2007

FERREIRA, G.C.; BACCI D. de la C. Degradação ambiental da bacia hidrográfica do rio Araranguá (SC) pela mineração do carvão. **Anais do 3º Encontro Nacional de Estudos Sobre o Meio Ambiente**. Londrina, 1991. p. 44-52

FILHO, A. G. *et al.* **Memória e Cultura do Carvão em Santa Catarina**. Florianópolis, Cidade Futura. 2002

Geológica Engenharia e Meio Ambiente Ltda, **Relatório de Impacto Ambiental da mina Lauro Müller**, Carbonífera Beluno. Santa Catarina, 2005

Geológica Engenharia e Meio Ambiente Ltda, **Relatório de Impacto Ambiental Projeto de expansão mina 3**, Cooperminas. Santa Catarina, 2006

GOTHE, C. A. V. **Avaliação dos Impactos Ambientais da Indústria Carbonífera nos Recursos Hídricos da Região Sul Catarinense**. Florianópolis, UFSC. 1993.

KOPENZINSKI, I. **Mineração x meio ambiente: considerações legais, principais impactos ambientais e seus processos modificadores**, UFRGS. Porto alegre, 2000

KOPPE J. C.; COSTA, J. F. C. L. Mineração. In: **Meio Ambiente e Carvão: Impactos da Exploração e Utilização**. Porto Alegre, FINEP / CAPES / PADCT / GTM / PUCRS / UFSC / FEPAM, pp. 15-27, 2002

LEÃO M I., **Avaliação da Contaminação na área da Vila Funil por Atividade de Mineração de Carvão**, IPH, UFRGS, 2001

LENZ, G.R.; RAMOS, B.W. Combustíveis fósseis sólidos no Brasil: carvão, linhito, turfas e rochas oleígenas. In: **Principais depósitos minerais do Brasil**. Brasília: DNPM, 1985

MULAR, A. L.; BHAPU, R.B. **Mineral processing plant desing**. Society of mining engineers of the AIME, 1978

MARTIS, A. A. **Sócio-economia do Carvão em Santa Catarina: uma Contribuição ao Estudo de Sua Trajetória**. Florianópolis, UFSC. 2005

MORIWAKI, H. **Informativo para técnicos de controle ambiental nas atividades de mineração**, Agência de Cooperação internacional do Japão (JICA), Brasília, 2005

ORTIZ, L.; TEIXEIRA, E. C.; Influência das Atividades de Processamento do Carvão sobre a Qualidade dos Recursos Hídricos Superficiais. In: **Meio Ambiente e Carvão: Impactos da Exploração e Utilização**. Porto Alegre, FINEP / CAPES / PADCT / GTM / PUCRS / UFSC / FEPAM, pp. 301-340, 2002

POLZ, J. A.; Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração a Céu Aberto em Santa Catarina: Gestão de Rejeitos e Revegetação. In: **Carvão Brasileiro: Tecnologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro, CETEM/MCT, pp. 75-94, 2008

REBOUÇAS, A.C. Diagnóstico Preliminar dos Impactos da Mineração na Área do Morro Estêvão e do Morro do Albino. **Rev. Tecn., Ambiente**, v. 3, n. 1, pp. 7-53. Criciúma, UNOESC. 1997

SAMPAIO, C. H. Beneficiamento. In: **Meio Ambiente e Carvão: Impactos da Exploração e Utilização**. Porto Alegre, FINEP / CAPES / PADCT / GTM / PUCRS / UFSC / FEPAM, pp. 29-43, 2002

SANTOS, E. **Contribuição ao Estudo de Poluição Ambiental por Metais Pesados: a área do Banhado da Estiva dos Pregos**. Florianópolis, UFSC. 1992.

SANTOS, M. A. **Crescimento e Crise na Região Sul de Santa Catarina**. Florianópolis, UFSC. 1995.

SCHEIBE, L. F. O Carvão em Santa Catarina: Mineração e Conseqüências Ambientais. In: **Meio Ambiente e Carvão: Impactos da Exploração e Utilização**. Porto Alegre, FINEP / CAPES / PADCT / GTM / PUCRS / UFSC / FEPAM, pp. 45-66, 2002

SDM, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. **Bacias Hidrográficas do Estado de Santa Catarina: diagnostico geral..** Florianópolis, 1997

SIECESC. Sindicato da Indústria da Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina. **Carvão Mineral – Dados Estatísticos : 2007**, Criciúma. 2008

SIECESC. Sindicato da Indústria da Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina. **Relatório Setorial**, Criciúma. 2008

SPINELLI, L. F.; KAMPF, N. Contaminação dos Solos Construídos. In: **Meio Ambiente e Carvão: Impactos da Exploração e Utilização**. Porto Alegre, FINEP / CAPES / PADCT / GTM / PUCRS / UFSC / FEPAM, pp. 69-92, 2002

STOUT, K. S. **Mining methods & Equipaments**. New York:McGraw Hill, 1980

TRINDADE, R. B. E.; SOARES, P. S. M.; RIZZO, A. C. L. Remoção de Manganês Residual Contido em Efluentes Aquosos de Mineração. **XX Encontro Nacional de Tratamento de Minérios**, Vol. 1, pp. 617-23, Florianópolis, SC, 2004

VARGAS, C. G. **A disposição de resíduos sólidos em área degradada por rejeitos da mineração de carvão: Análise do aterro controlado de Forquilha - SC**. UFSC. Florianópolis, 1998. 111 p.

V.C.S. Engenharia, **Relatório de Impacto Ambiental da mina Novo Horizonte**, Empresa Rio Deserto. Santa Catarina, 2006

V.C.S. Engenharia, **Relatório de Impacto Ambiental da mina Rio Dória**,  
Mineração Forquilha Ltda. Santa Catarina, 2008

VILLELA, R, Mineração de carvão em Santa Catarina e o meio ambiente. In: **ENC. NAC. EST. SOBRE MEIO AMBIENTE**, 2.,1989, Florianópolis. Anais. Florianópolis, Depto. Geociências da UFSC, v.3 . p. 50-61

UBALDO, M. O.; SOUZA, V. P.; Controle e Mitigação da Drenagem Ácida em Operações de Mineração. In: **Carvão Brasileiro: Tecnologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro, CETEM/MCT, pp. 129-151, 2008