

## IMPACTOS AMBIENTAIS NOS RECURSOS HÍDRICOS DA EXPLORAÇÃO DE CARVÃO EM SANTA CATARINA

Flávia M. F. NASCIMENTO, CNPq/CETEM, Pesquisadora, [fnascimento@cetem.gov.br](mailto:fnascimento@cetem.gov.br)  
Rose Mary Gondim MENDONÇA, UFRJ-COPPE, Doutoranda, [rmendonca@cetem.gov.br](mailto:rmendonca@cetem.gov.br)  
Maria Iaponeide Fernandes MACÊDO, CNPq/CETEM, Pesquisadora, [mmacedo@cetem.gov.br](mailto:mmacedo@cetem.gov.br)  
Paulo S. M. SOARES, CETEM, Pesquisador, [psouares@cetem.gov.br](mailto:psouares@cetem.gov.br)

### RESUMO

Este trabalho apresenta um breve histórico sobre a exploração do carvão no sul do estado de Santa Catarina, os principais impactos ambientais nos recursos hídricos decorrentes das atividades de mineração e algumas regulamentações ambientais estabelecidas para a reabilitação dessas áreas. O Distrito Carbonífero abrange uma área de 1.850 km<sup>2</sup> em três Bacias Hidrográficas (Araranguá, Tubarão e Urussanga) onde atuam várias empresas distribuídas em minas e lavadores. Os principais impactos ambientais decorrem da disposição de resíduos sólidos (estéreis e rejeitos) produzidos durante as etapas de lavra e beneficiamento do carvão. Estes resíduos contêm minerais sulfetados que propiciam a formação de drenagens ácidas, reduzindo o pH, dissolvendo metais e tornando as águas inadequadas para uso doméstico e agropecuário.

**Palavras-chave:** carvão, impactos ambientais, recursos hídricos.

### ABSTRACT

This paper provides a brief historical about mining coal exploration in Southern region of Santa Catarina State (Brazil) and the main environmental impacts in the water resources at this activity and the legislations on area rehabilitation. The Carboniferous region has an area of 1.850 km<sup>2</sup> in Araranguá, Tubarão and Urussanga river basin where exists distributed several plants mine. The main environmental problem related to coal mining activity is the disposition of waste/tailings produced during the stages of exploration and processing. These waste/tailings contain the pyrite mineral that increase the formation of acid mine drainage (ADM), dissolving metals and getting the water inadequate for human consumption and agricultural activities.

**Key words:** coal, environmental, water resources.

## INTRODUÇÃO

O carvão mineral é a maior fonte de energia não renovável no país. As maiores reservas de carvão estão localizadas no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná com 28,8 bilhões, 3,4 bilhões e 100 milhões de toneladas respectivamente (Carriso e Possa, 1995). Em 1999, a produção de carvão foi de 61% no Rio Grande do Sul, 38% em Santa Catarina e 1% no Paraná.

O consumo de carvão foi de 16,2 milhões de toneladas, sendo 65% de carvão metalúrgico destinado à siderurgia, 30% do consumo de carvão energético para uso em termelétricas e 5% para uso industrial (indústria petroquímica, papel e celulose). Do total de carvão metalúrgico importado, 33% foram dos EUA, 31% da Austrália, 9% da África do Sul e 8% do Canadá (Sumário Mineral, 2000).

O Distrito Carbonífero possui 1.850 km<sup>2</sup> na região sul do estado de Santa Catarina e situa-se entre os paralelos 28°48'25" e 28°23'54" e meridianos 49°33'38" e 49°15'11", abrangendo os municípios de Orleães, Lauro Müller, Criciúma, Siderópolis, Treviso, Urussanga, Forquilha, Içara, Maracajá e Araranguá (Figura 1).

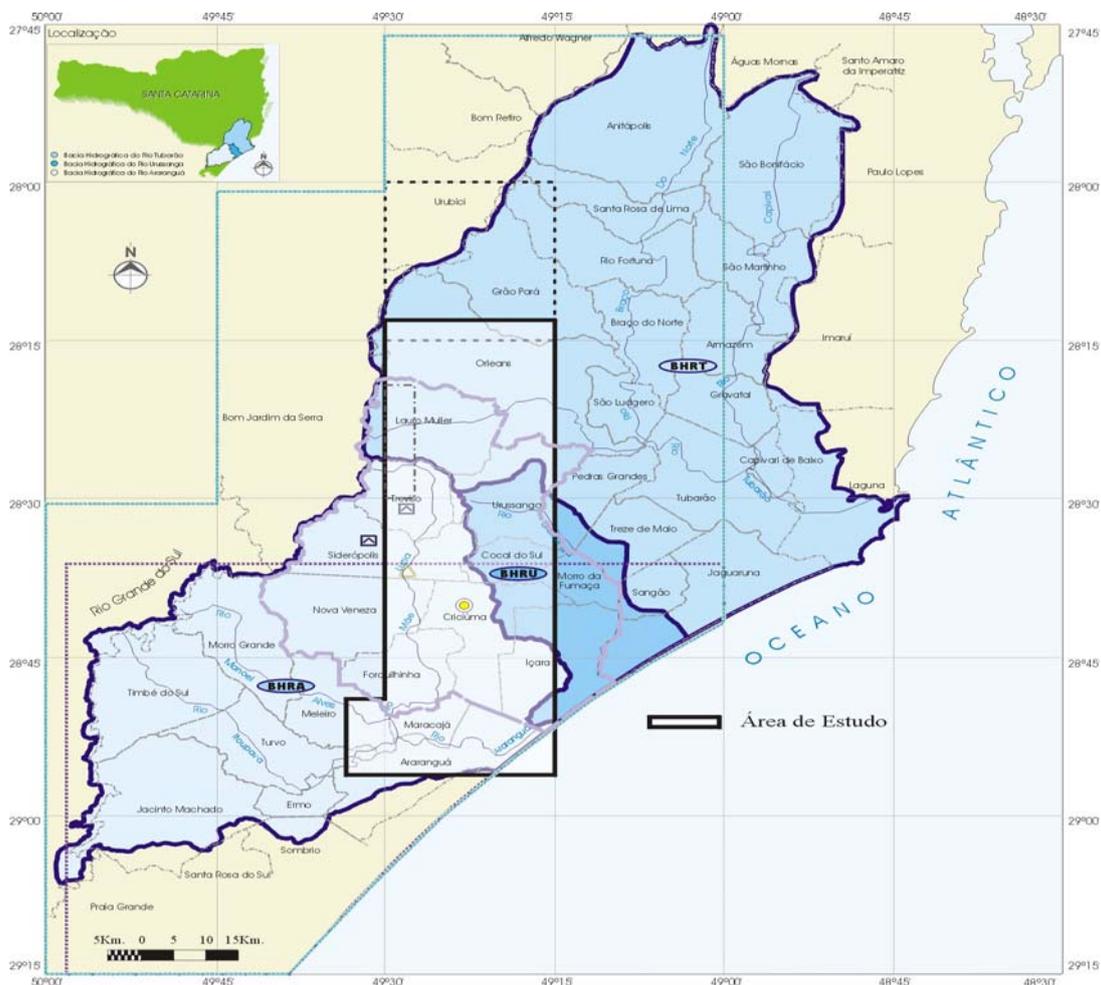


Figura 1- Localização do Distrito Carbonífero de Santa Catarina (CETEM, 2001).

A produção de carvão é dividida em dois tipos: carvão energético e metalúrgico, ambos da Formação Rio Bonito (DNPM, 1981). O carvão energético origina-se das camadas Bonito e Barro Branco e é destinado às termelétricas. O carvão metalúrgico, proveniente da camada Barro Branco, destina-se principalmente à fabricação de agregados siderúrgicos e produtos carboquímicos.

### **Histórico do Carvão**

A expansão da produção de carvão em Santa Catarina deve-se à criação da CSN - Companhia Siderúrgica Nacional no final da década de 30 e de uma política nacional para o consumo do carvão.

No final da década de 70, com a crise gerada pelos preços do petróleo, o setor carbonífero ganhou incentivos financeiros para sua ampliação através do Programa de Mobilização Energética - PME. Em 1981, 20 projetos foram aprovados, dos quais 13 em Santa Catarina.

A partir de 1986, a falta de uma política definida para o setor, levou a diminuição da produção de carvão.

Em 1990, o governo liberou as importações, e devido à qualidade inferior do carvão catarinense, com teores elevados de enxofre (2% a 4%) e cinzas (40% a 60%), o produto perdeu o mercado e a produção nacional de carvão metalúrgico foi paralisada, sendo mantida apenas a do carvão energético.

Em 1991, o setor ressentia-se de uma queda na produção de 92% em relação a 1989 (1.006.000 toneladas) e aguardava a instalação de novas termelétricas para sua recuperação.

Em 1997, após ampliação da Usina Jorge Lacerda IV, houve um aumento na produção de carvão beneficiado de 35% em relação ao ano anterior.

Em 1998 a usina Jorge Lacerda IV, antes pertencente à Gerasul, foi adquirida pelo Grupo Suez e renomeada em fevereiro de 2002 para Tractebel Energia S.A.

Em 1999, houve mais 13% de aumento na produção de carvão devido a redução dos reservatórios das hidrelétricas, aumentando a demanda por carvão para suprir a termelétrica Jorge Lacerda IV (Sumário Mineral, 1981-2000).

Em 2000, foram criados dois programas governamentais: o Programa Nacional de Incentivo ao Uso do Carvão para Fins Energéticos, com objetivo de ampliar a utilização do carvão e a recuperar áreas carboníferas degradadas; e o Programa Prioritário de Termelétricidade 2000-2003. Este último prevê a criação de 49 novas usinas termelétricas, a maioria a gás natural importado da Bolívia e Argentina, sendo cinco usinas na região sul do país. Em Santa Catarina, está previsto uma usina estatal a carvão em Joinville e uma usina particular, a USITESC (Usina Termelétrica do Sul Catarinense) a ser instalada no município de Treviso (Sumário Mineral, 1981 a 2000).

Atualmente, a USITESC aguarda incentivos financeiros através da redução de impostos, além da participação da Eletrobrás como acionista minoritária para garantir o compromisso da compra do carvão utilizado nesta usina. O assunto está em discussão no Comitê Gestor da Crise Energética (Jornal Tribuna do Dia, 22/05/2001).

## **Regulamentações Ambientais**

Em razão dos avanços na exploração de carvão durante a década de 80 e a regulamentação da Política Nacional do Meio Ambiente em 1981 incrementou-se a busca de responsabilidades sobre os danos ao meio Ambiente causados pela exploração de carvão.

Em 1980, o Decreto Federal 86206 enquadrando a região sul de SC como a 14<sup>a</sup> Área Crítica Nacional para Efeito de Controle da Degradação Ambiental, com isto, o governo reconheceu os malefícios causados ao meio ambiente pela exploração e manipulação inadequadas do carvão.

A Portaria 917 (DNPM, 1982) estipulou o prazo de 180 dias para que as empresas mineradoras apresentassem ao órgão estadual de meio ambiente os seguintes projetos: a) tratamento de efluentes líquidos originados da 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 beneficiamento de carvão; c) e de recuperação de área minerada.

Em 1991, o Governo Federal criou o PROVIDA - Projeto de Recuperação da Qualidade de Vida na Região Sul de SC, com membros dos ministérios e secretarias, para diagnosticar e propor ações para a reabilitação ambiental e sócio-econômica da região. Com isto foi previsto o repasse de verbas para a recuperação dos municípios afetados. Segundo o diagnóstico do PROVIDA, houve falhas na fiscalização e proteção do meio ambiente e por não terem sido previstos, nos custos de lavra e beneficiamento, os recursos para a recuperação ambiental das áreas degradadas.

No plano de Governo do Estado de SC (1999-2002) está prevista a implementação do projeto PROVIDA (1991) através de recursos obtidos junto ao Governo Federal, provenientes da compensação pela exploração do carvão, para recuperar 3580 hectares de áreas degradadas;

Em janeiro de 2000 o Ministério Público do estado de SC sentenciou as empresas carboníferas ao passivo ambiental no valor de 96 milhões de dólares e estipulou um prazo de 3 anos para a recuperação destas áreas, com a obrigatoriedade de apresentação de projetos de reabilitação em 6 meses, do contrário seria aplicado uma multa de 1%, ou seja, 960 mil dólares ao mês (Vinhaes, 2002).

Em 2000 o Sindicato da Indústria de Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina – SIECESC firmou parceria com o Centro de Tecnologia Mineral - CETEM, órgão do Ministério de Ciência e Tecnologia - MCT, para elaborar um projeto de reabilitação ambiental para as carboníferas filiadas ao sindicato. O projeto foi apresentado no prazo estabelecido pelo Ministério Público e a multa foi retirada.

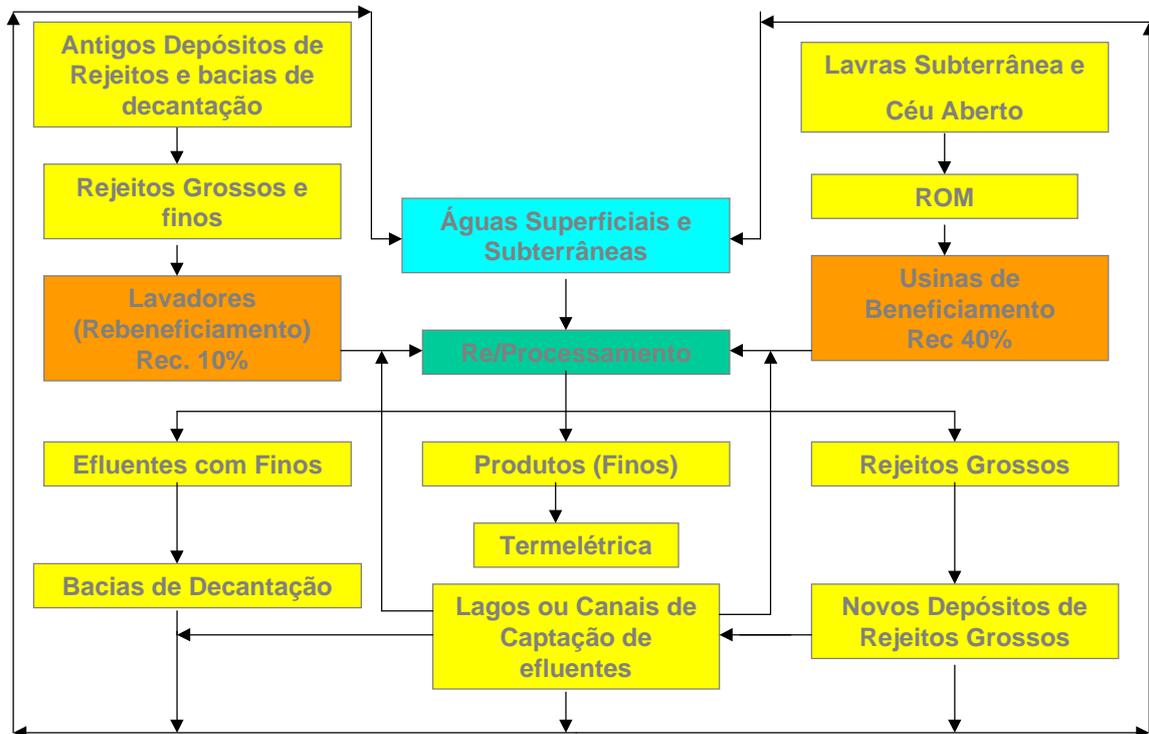
Desde então o CETEM, em parceria com o SIECESC vem desenvolvendo em conjunto projetos de reabilitação ambiental para a região. Como parte inicial deste projeto, foi concluído um diagnóstico geral nas empresas carboníferas sobre a gestão das águas e sólidos e foram sugeridas algumas medidas mitigadoras para a reabilitação de determinadas áreas.

## **METODOLOGIA**

As informações apresentadas neste trabalho tem como base o diagnóstico realizado pelo CETEM em 2000/2001 sobre as práticas ambientais em 29 instalações entre minas e usinas de beneficiamento e rebeneficiamento pertencentes às 10 empresas carboníferas filiadas ao SIECESC (CETEM, 2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As atividades de mineração de carvão podem ser resumidas conforme observado na Figura 2.



**Figura 2** - Fluxograma geral das atividades de mineração de carvão.

O carvão extraído em minas a céu aberto/subterrâneas é enviado às usinas de beneficiamento sendo que, para cada tonelada de ROM (Run of Mine) lavrado, são gerados cerca de 60% de resíduos sólidos (rejeitos grossos e finos) e aproximadamente 1,5 m<sup>3</sup> de efluentes ácidos. No ano de 2000 foram gerados cerca de 4 milhões de toneladas de rejeitos e estéreis do carvão beneficiado nas carboníferas filiadas ao sindicato (Vinhães, 2000).

O carvão proveniente dos antigos depósitos de rejeitos são enviados para os lavadores, neste caso a recuperação é de cerca de 10%.

Os produtos finos (CM finos, CE 4500 e CE 5400), comercializados para fins energéticos, são enviados à Tractebel Energia S.A, no município de Capivari de Baixo.

Os efluentes com finos são enviados às bacias de decantação, em alguns acasos, após a decantação do material, os efluentes são direcionados para as bacias de captação para a recirculação de água até a usina ou lavador e em outros casos são lançados nos corpos hídricos.

Quando ocorre saturação da bacia de decantação, o material fino decantado é retirado das bacias de decantação, em alguns casos é misturado ao rejeito grosso e disposto em pilhas nas áreas próximas às atividades ou em antigas cavas de mineração subterrânea.

A maior parte das bacias de decantação foram construídas com rejeitos grossos e apresentam problemas geotécnicos principalmente infiltração e movimentação dos taludes devido à permeabilidade alta do material empregado. A solução mais comum atualmente empregada é a construção de novos taludes a jusante das bacias de decantação para a captação das águas de infiltração e adução até as bacias de captação.

O principal impacto ambiental decorrente da disposição de resíduos sólidos (estéreis e rejeitos) e da infiltração das bacias de decantação, é a formação de drenagens ácidas devido à oxidação de minerais sulfetados (principalmente pirita -  $FeS_2$ ) que reduz o pH das águas e propicia a dissolução de metais.

A Tabela 1 apresenta as principais atividades de mineração nas micro/sub-bacias da região pertencentes às Bacias dos rios Araranguá, Tubarão e Urussanga e uma estimativa das áreas de vegetação, urbana, cultivos/vegetação, alagadas, de rejeitos, rejeitos com cobertura vegetal, áreas de lagos e bacias decantação (CETEM, 2001).

**Tabela 1 - Áreas de ocupação nas micro/sub-bacias e principais atividades de mineração.**

	Sub/Micro Bacias	Município	Atividade de Mineração *	Área de Rejeitos (%)	Rej. c/ Rec. Vegetal (%)	Solo/ Campos. (%)	Área Urbana (%)	Vegetação/ Cultivos (%)	Bacias e/ou Lagos (%)	Área Alagada (%)
<b>Bacia do Rio Araranguá</b>	Norte Rio Sangão	Criciúma	5 R 1 LS 1 B	9.25	-	13.76	24.87	50.24	1.86	-
	Sul Rio Sangão	Criciúma	2 B 2 R 2 LS	7.0	9.0	19.5	23.2	36.0	2.5	2.8
	Norte do Rio Mãe Luzia	Treviso	3 LS 1 B 1 LCA	2.46	3.92	21.65	4.74	65.59	1.62	-
	Rio Fiorita	Criciúma	2 R 1 LCA 3 LS 2 B	3.4	36.5	20.4	5.7	31.0	3.0	-
	Rio dos Porcos	Içara	1 R	11.3	-	57.1	5.2	6.4	-	-
	<b>Bacia do Rio Tubarão</b>	Rio Palmeiras	Orleães	1 LCA 1 LS 1B	1.25	7.63	26.05	18.75	46.17	1.02
Rio Rocinha		Lauro Muller	1 R 1 B 2 LS	1.3	10.9	10.8	15.8	58.9	2.2	-
<b>Bacia do Rio Urussanga</b>	Rio Carvão	Lauro Muller	1R	1.9	21.8	21.5	5.2	48.6	1.0	-

\*LCA - Lavra a céu aberto, LS - Lavra subterrânea, BD - bacia de decantação, B – Beneficiamento, R – Rebeneficiamento.  
(-) valor não determinado

Observa-se na Tabela 1 que na Bacia do rio Araranguá, a qual abrange sub-bacia do Rio Sangão e a microbacia do rio Fiorita e Norte do Rio Mãe Luzia, reúne cerca de 75% das lavras subterrâneas e das usinas de beneficiamento e 83,3% das usinas de rebeneficiamento/lavadores, e conseqüentemente são as mais comprometidas pelas atividades de mineração.

No norte da sub-bacia do rio Sangão concentra-se a maior parte das usinas de rebeneficiamento (5 R) e possui maior ocupação urbana (24,87%). Esta bacia apresenta problemas de abastecimento de água e em alguns locais ocorrem surgências em residências provenientes de antigas minas alagadas, em alguns locais a subsidências do solo, decorrentes do abatimento do teto de antigas minas subterrâneas. Devido à ocupação urbana próximo às atividades de mineração, os conflitos sociais são comuns nessa região (Figura 3).



**Figura 3** - Vista Panorâmica das áreas de beneficiamento/rebeneficiamento às margens do rio Sangão.

No sul da sub-bacia do rio Sangão, concentram-se as áreas alagadas de cultivo de arroz e trigo. A existência de várias minas inundadas aliadas e grandes extensões de antigos depósitos de rejeitos (Figura 4) associados às características morfológicas e eventos extremos de precipitação tornam estas áreas propícias à inundações, e cujos aspectos devem ser considerados tanto pelas atividades de exploração quanto para a busca de medidas mitigadoras.

A microbacia do Rio Fiorita, a área de rejeitos, bacias de decantação e rejeitos cobertos pela vegetação ocupam juntos aproximadamente 43% de toda a área da bacia. Nesta região destaca-se a dimensão das bacias de decantação (Foto 5) e a utilização das antigas cavas de mineração para a deposição dos rejeitos (Figura 6).

As atividades de mineração no norte da sub-bacia do rio Mãe Luzia concentram-se na confluência das nascentes com o leito principal do rio Mãe Luzia. Nesta região, devido a

dimensão da pilha de rejeitos foram construídos canais laterais à pilha para evitar que os rejeitos sejam lixiviados pelas águas das nascentes.



**Figura 4** - Antigos depósitos de rejeitos no sul da Bacia do rio Sangão para rebeneficiamento.

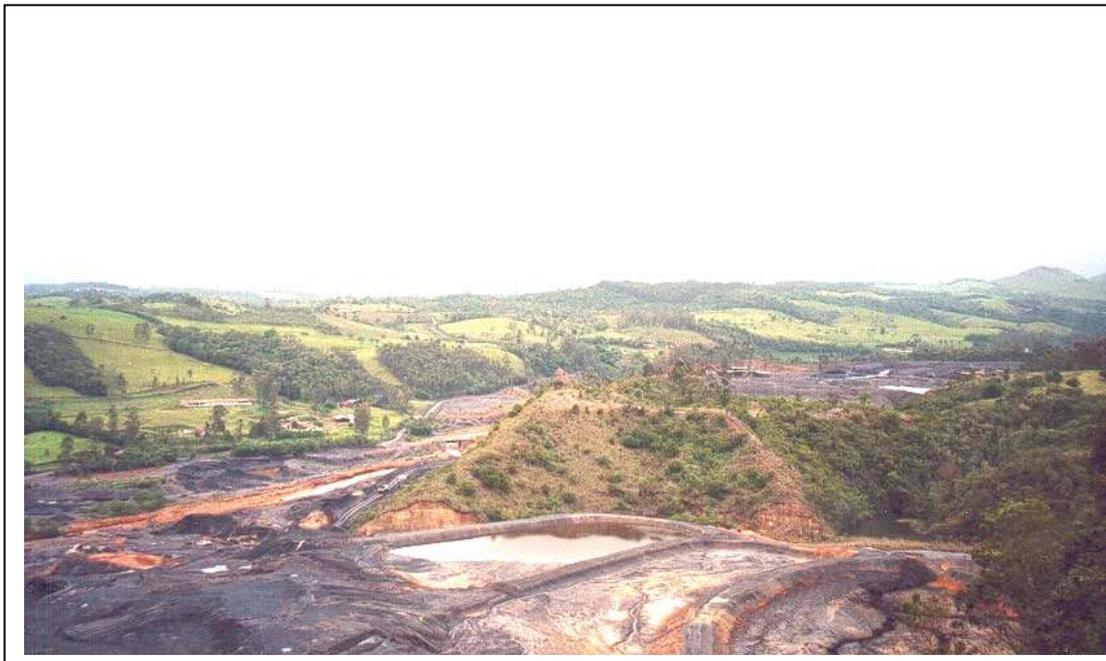


**Figura 5** - Bacias de decantação na Bacia do rio Fiorita



**Figura 6** - Antigas cavas de mineração cobertas de rejeitos na micro Bacia do rio Fiorita.

Na sub-bacia do rio Rocinha as áreas de mineração localizam-se próximas à confluência do rio Rocinha com o rio Dez. Atualmente, para preservar o Rio Dez foi construído um desvio para o rio Rocinha, e parte do seu leito é utilizada para a deposição de rejeitos e bacia de decantação (Figura 7). Porém, em sub-superfície este rio mantém suas características hidráulicas, ocasionando surgências abaixo das pilhas de rejeito.



**Figura 7**- Depósitos de rejeitos ao longo do Rio Rocinha.

Aproximadamente 25% da sub-bacia do rio Carvão está ocupada pelos depósitos de rejeitos, os quais encontram-se em grande parte cobertos por vegetação. Nesta Bacia as atividades de mineração se concentram ao longo do canal principal do rio Carvão até algumas áreas de encostas.

O diagnóstico realizado na Bacia do rio Araranguá (CETEM, 2001; SDM, 1997; DNPM, 1999 e Ávila, 1992) indica como parâmetros físico-químicos extremos os seguintes resultados: pH entre 2 e 3, a condutividade elétrica pode alcançar 6,0 mS/cm a 25°C. Estas águas possuem elevados teores de sulfato (6000 mg/L), ferro (722 mg/L) e manganês (27 mg/L), em alguns casos o alumínio possui valores elevados (63 mg/l), além da presença de outros metais como chumbo (0,8 mg/l) e zinco (2,4 mg/l).

## **CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES**

Devido ao volume e ao dinamismo na manipulação das pilhas de rejeito/estéril, que acarretam principalmente alterações no comportamento hidráulico da região, torna-se indispensável e básico a inclusão dos programas de monitoramento ambiental, segundo as regulamentações já existentes para subsidiar os projetos de engenharia.

Embora hajam perspectivas para que os Programas Governamentais contribuam para minimizar os danos ambientais nas áreas de exploração do carvão, e as empresas carboníferas venham realizando algumas medidas mitigadoras de impactos ambientais, o passivo ambiental acumulado ao longo de décadas é muito grande.

A partir do diagnóstico realizado nas empresas carboníferas, os principais impactos ambientais decorrentes das atividades de mineração e que requerem a busca de soluções estão relacionados com:

- A deficiência de estudos hidrológicos, hidrogeológicos e hidroquímicos nas áreas de mineração; programas de monitoramento dos recursos hídricos e tratamento de efluentes;
- A necessidade de otimizar os processos de lavra/beneficiamento nas usinas/lavadores que influenciam na recuperação do carvão e conseqüentemente nas características dos efluentes líquidos e rejeitos;
- A prevenção da geração de drenagem ácida decorrentes da lixiviação dos depósitos de rejeitos através de métodos para disposição adequada dos resíduos sólidos (rejeitos e estéreis) cobertura seca, cobertura úmida, tratamento químico e biológico dos efluentes;
- O planejamento prévio para prevenção da oxidação dos rejeitos em todos os estágios da atividade de mineração até o fechamento da mina;
- A construção e manutenção dos taludes das bacias de decantação;
- A infiltração de água decorrentes de fatores geológicos e estruturais nas minas subterrâneas;
- O gerenciamento de risco ambiental (ecológico e humano).

Sem dúvida, a recuperação dessas áreas é um problema complexo e multidisciplinar, e requer planos efetivos de reabilitação ambiental, tanto para as áreas em operação, quanto para as áreas abandonadas, através da soma estruturada de esforços federal, estadual, empresas carboníferas e participação comunitária, para a obtenção de soluções a médio e longo prazo.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFIAS**

Avila, E. L. (1992) Caracterização Hidrogeológica e Hidroquímica da Formação Rio Bonito na Região de Siderópolis e Adjacências. Dissertação de Mestrado. UFSC. SC. 242p.

Carriso R. C.; Possa, M. V. (1995) Carvão Mineral - Aspéctos Gerais e Econômicos, Série Estudos e Documentos, nº24, Rio de Janeiro, CNPq/CETEM. p. 30.

CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL (2001) Projeto Conceitual para Recuperação Ambiental da Bacia Carbonífera Sul Catarinense [CDROM]. Rio de Janeiro, V3. 194p.

Decreto Federal 86206 (1980) Enquadra a Região Sul do Estado de Santa Catarina como a 14ª Área Crítica Nacional para Efeito de Controle Ambiental. Brasília.

DNPM (1999). Controle da Poluição Hídrica Decorrente da Atividade de Mineração/Programa de Estudo de Casos – Diagnóstico da Qualidade da Água na Bacia do Rio Araranguá. Relatório Final, DNPM, São Paulo, 173 p.

Jornal Tribuna do Dia (22/05/2001) Empresas vão pagar taxa ambiental pela Água. Criciúma.

PROVIDA/SC (1991) Projeto de Recuperação da Qualidade de Vida da Região Sul de Santa Catarina. Brasília. MAS, SNS. 32p.

Portaria nº917 (06 de julho de 1982) Considera a Necessidade de Conciliar a Expansão da Produção e Uso do Carvão Mineral com a Preservação da Integridade do Meio Ambiente. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, 8 jul. 1982.

SDM/SDRA - Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente/Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Agricultura (1997) Bacias Hidrográficas do Estado de Santa Catarina, Diagnóstico Geral, Florianópolis, Santa Catarina. 163p.

Sumário Mineral. (1981-2000) Carvão. DNPM, Brasília, DF.

Vinhaes, P. (18/01/2002) Mineradoras de SC vão Recuperar Áreas Degradadas. Gazeta Mercantil. Rio de Janeiro.