

# Carvão e Meio Ambiente

Centro de Ecologia

da Universidade Federal  
do Rio Grande do Sul



Editora  
da Universidade

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

*Carvão e meio ambiente* é fruto da colaboração de inúmeros grupos de trabalho da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, tendo contado com pesquisadores de outras instituições com o objetivo de estudar os efeitos da exploração e do uso do carvão sobre o meio ambiente, na Região Carbonífera do baixo Jacuí, no Rio Grande do Sul.

A Região, nos seus aspectos ambientais e sociais, é tratada de modo global na primeira parte do livro, que relata sobre a geologia, o clima, os solos, a vegetação e as características demográficas, econômicas e jurídico-políticas.

A partir da descrição geral busca-se uma síntese dos aspectos ambientais e socioeconômicos, visando analisar a sustentabilidade econômica e ambiental da exploração e do uso do carvão.

Estudos sobre as conseqüências da queima do carvão, na atmosfera local, no solo e na água, são abordados nos tópicos ligados ao meio físico. Especial atenção

está voltada para a recuperação de áreas mineradas e com sugestões para os tomadores de decisão quanto ao monitoramento e ao gerenciamento ambiental.

Animais e plantas foram alvo de estudos específicos com objetivo de identificar indicadores dos impactos de atividades carboníferas sobre os organismos vivos, bem como os aspectos relacionados à saúde pública.

A organização social da região e seu engajamento na melhoria do ambiente ocorreram através de estudos sobre as ações de educação ambiental promovidas por escolas e associações comunitárias.

Quer pela caracterização geral da região, quer pelos estudos específicos, *Carvão e meio ambiente* trata de forma aprofundada e original os mais diversos tópicos associados à problemática da exploração e do uso do carvão e suas conseqüências sobre o meio físico, os organismos vivos e a sociedade.

# Carvão e Meio Ambiente

---

Centro de Ecologia

---

da Universidade Federal  
do Rio Grande do Sul



Editora  
da Universidade

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

RESERVA TÉCNICA  
Editora da UFRGS

© dos autores  
1ª edição: 2000

Direitos reservados desta edição  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Capa: Paulo Antonio da Silveira  
Foto da capa: Geraldo Mario Rohde  
Editoração eletrônica: William Wazlawik  
Toni Peterson Lazaro  
Fernando Piccinini Schmitt

---

C397c Centro de Ecologia/UFRGS  
Carvão e meio ambiente/ Centro de Ecologia/UFRGS. – Porto Alegre : Ed. Universidade/UFRGS, 2000.

1. Carvão – Meio ambiente. I. Título.

CDU 622.33:634.0.11

---

Catálogo na publicação: Mônica Ballejo Canto – CRB 10/1023

ISBN 85-7025-563-2

CARV  
C 332

# Carvão

e Meio Ambiente

RESERVA TÉCNICA  
Editora da UFRGS



**UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO RIO  
GRANDE DO SUL**

Reitora

**Wrana Maria Panizzi**

Vice-Reitor

**Nilton Rodrigues Paim**

Pró-Reitor de Extensão

**Luiz Fernando Coelho de Souza**

---

**EDITORA DA UNIVERSIDADE**

Diretor

**Geraldo F. Huff**

**CONSELHO EDITORIAL**

**Anna Carolina K. P. Regner**

**Christa Berger**

**Eloir Paulo Schenkel**

**Georgina Bond-Buckup**

**José Antonio Costa**

**Livio Amaral**

**Luiza Helena Malta Moll**

**Maria da Graça Krieger**

**Maria Heloisa Lenz**

**Paulo G. Fagundes Vizontini**

**Geraldo F. Huff, presidente**



---

**Editora da Universidade/UFRGS** • Av. João Pessoa, 415 - 90040-000 - Porto Alegre, RS - Fone/fax (51) 224-8821, 316-4082 e 316-4090 - E-mail: [editora@orion.ufrgs.br](mailto:editora@orion.ufrgs.br) - <http://www.ufrgs.br/editora> • **Direção:** Geraldo Francisco Huff • **Editoração:** Paulo Antonio da Silveira (coordenador), Carla M. Luzzatto, Cláudia Bittencourt, Maria da Glória Almeida dos Santos, Najára Machado • **Administração:** Julio Cesar de Souza Dias (coordenador), José Pereira Brito Filho, Laerte Balbinot Dias, Norival Hermeto Nunes Saucedo • **Apoio:** Idalina Louzada, Laércio Fontoura.

# CONTRIBUIÇÃO À GESTÃO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO DO CONDE/RS, COM ÊNFASE NA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

Aida Andrezza  
Antonio Eduardo Lanna

## INTRODUÇÃO

O gerenciamento ambiental pressupõe o conhecimento das inter-relações existentes entre a *oferta* de recursos naturais e as pressões por *demandas* antrópicas exercidas sobre esses recursos, configurando-se, assim, duas dimensões a serem incorporadas ao conceito de gerenciamento ambiental. Uma terceira dimensão surge da necessidade de que a sociedade encontre meios adequados ao estabelecimento de sistemas políticos e jurídico-administrativos que promovam a compatibilização entre a oferta e a demanda dos recursos naturais, formalizando-se o gerenciamento *interinstitucional* (Lanna, 1993; Lanna, 1994).

A necessidade de que sejam conhecidas as referidas inter-relações - ou situações complexas de causa-efeito -, para que seja promovido o gerenciamento dos recursos naturais, tem levado à adoção da bacia hidrográfica como unidade básica de estudo do meio ambiente, tendo em vista o papel integrador desempenhado pela água, cujas condições quali-quantitativas refletem diretamente as ações antrópicas desenvolvidas na área por ela drenada.

O Sistema Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul, este instituído legalmente pela Lei nº 10.350, de dezembro de 1994, prescrevem a adoção das bacias hidrográficas como unidades básicas de planejamento e gestão das águas, considerando sempre seu gerenciamento de forma integrada ao dos demais recursos naturais.

Uma vez definida a área física objeto de gerenciamento como sendo a bacia hidrográfica, a abordagem da questão ambiental pode ser feita sob uma visão sistêmica, a qual pressupõe a “exigência de conhecimento integral” da região de estudo, ou através de “pesquisa orientada para o problema ecológico” (Frank, 1995).

A bacia hidrográfica do arroio do Conde, objeto do presente trabalho, abrange parcialmente a área territorial de três municípios - São Jerônimo, Butiá e Minas do Leão, cujas sedes situadas na bacia (Butiá e Minas do Leão) não são densamente urbanizadas, e nos quais as principais atividades econômicas desenvolvidas são representadas pela agricultura, pecuária extensiva e extração de carvão mineral.

O carvão é extraído de minas subterrâneas exploradas pela Companhia Rio-grandense de Mineração - CRM - localizadas no município de Minas do Leão, e de minas a céu aberto, cuja concessão de exploração é da COPELMI Mineração Ltda., essas últimas localizadas nos municípios de São Jerônimo e Butiá (minas do Recreio e Butiá Leste). O carvão minerado destina-se às Usinas Termoelétricas de São Jerônimo e Charqueadas.

Problemas ambientais decorrentes da mineração, especialmente da mineração a céu aberto, têm sido observados em regiões do Estado de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, inclusive no baixo Jacuí (Teixeira e outros, 1995), sendo verificados nos cursos d'água da região altos teores de Sólidos Suspensos, pH ácido e metais dissolvidos.

É esperado, *a priori*, que o “problema ecológico” da bacia do arroio do Conde seja justamente o reflexo, notadamente no solo e na água, das atividades de mineração, através da degradação de extensas áreas para extração do carvão e para disposição de rejeitos e cinzas, as quais são constantemente lixiviadas pelas chuvas.

O presente trabalho objetiva, pois, primordialmente, avaliar o impacto ambiental decorrente das atividades mineradoras na bacia, procurando-se:

1. identificar as áreas mais impactadas, através do mapeamento do uso do solo e elaboração de um Índice de Qualidade da Água - IQA; e
2. estimar as cargas médias anuais de metais-traço exportadas para o rio Jacuí pela bacia, através das águas do arroio do Conde.

Paralelamente, e visando contribuir ao gerenciamento da bacia sob o ponto de vista jurídico-administrativo, serão levantados subsídios ao enquadramento legal do arroio do Conde em classes de uso preponderante, à luz da Resolução n° 20 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA -, de 1986.

O estabelecimento dos objetivos visados evidencia o caráter de “contribuição ao gerenciamento ambiental” pretendido pelo presente trabalho, uma vez que os recursos naturais estudados restringem-se ao solo, sob o ponto de vista do seu uso, e a água, sob o ponto de vista da sua qualidade, não sendo incorporados diretamente outros compartimentos ambientais bióticos e abióticos.

Salienta-se que o arroio do Conde é afluente direto do rio Jacuí pela margem direita, principal contribuinte do Guáíba, cuja bacia é objeto do programa de despoluição de águas mais importante hoje em início de implantação no Estado - o PRÓ-GUAÍBA. Dessa forma, a bacia em estudo, embora não constitua área territorial significativa (possui cerca de 373 km<sup>2</sup>) se comparada a bacias como por exemplo a do rio dos Sinos e do Caí (3.800 km<sup>2</sup> e 4.800 km<sup>2</sup>, respectivamente), apresenta-se relevante no contexto de planejamento ambiental do Estado.



## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A abordagem metodológica proposta para desenvolvimento do presente trabalho é dirigida, conforme exposto na "Introdução", à procura de respostas para questões precisas, definidas em função do conhecimento prévio da área de estudo, em detrimento de um amplo diagnóstico que, via de regra, resulta no levantamento de muitas informações, em parte, desnecessárias (Frank, 1995).

Assim sendo, e tendo-se presentes os objetivos a serem alcançados, foram reunidos os dados disponíveis e definidos os métodos a serem empregados, bem como as ferramentas mais adequadas para desenvolvê-los.

### Metodologia para identificação de áreas mais impactadas

A identificação das áreas mais impactadas pelas atividades de mineração foi empreendida a partir da elaboração de um Índice de Qualidade da Água específico para cada ponto de amostragem e para cada data de coleta, permitindo realizar um comparativo entre as diversas áreas de análise (sub-bacias contribuintes aos pontos de coleta), com emprego da técnica de Análise Fatorial.

Esta metodologia vem sendo empregada pela FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental/RS -, visando a objetivos similares, também na região do baixo Jacuí. Sgundo Haase (1993), a mesma técnica foi aplicada à bacia do Guaíba, demonstrando ser um instrumento útil na interpretação de dados de qualidade da água.

Os dados de qualidade da água empregados foram fornecidos pelo PADCT do Centro de Ecologia da UFRGS e cedidos pela FEPAM:

#### Dados do Centro de Ecologia

As coletas de água foram realizadas em seis estações (pontos n<sup>os</sup> 1 a 6), nos meses de setembro e novembro de 1993 e nos meses de janeiro, abril, junho e setembro de 1994, totalizando, portanto, seis coletas. A numeração dos pontos adotada neste trabalho obedeceu à mesma seqüência definida pelo PADCT, para padronização das informações, observando-se apenas que o ponto denominado 5 recebe a contribuição do 6, sendo, portanto, a área de drenagem deste último menor.

O Centro de Ecologia analisou, em seu laboratório, um total de 39 parâmetros físico-químicos, químicos e biológicos, empregando basicamente a metodologia de coleta e análise laboratorial recomendada pela American Public Health Association.

Os parâmetros analisados foram:

- |                           |  |
|---------------------------|--|
| - Transparência;          | - Temperatura;                             |
| - Condutividade Elétrica; | - pH;                                      |
| - OD;                     | - Sólidos Suspensos e Sólidos Dissolvidos; |
| - Sólidos Sedimentáveis;  | - Turbidez;                                |
| - Alcalinidade;           | - Dureza;                                  |
| - DBO;                    | - DQO;                                     |
| - Fósforo Total;          | - Orto fosfato;                            |
| - Nitrogênio Amoniacal;   | - Nitrato;                                 |

- |             |                     |
|-------------|---------------------|
| - Nitrato;  | - Nitrogênio Total; |
| - Sulfato;  | - Cloreto;          |
| - Fenóis;   | - Bactérias Totais; |
| - Cálcio;   | - Magnésio;         |
| - Sódio     | - Potássio;         |
| - Ferro;    | - Alumínio;         |
| - Manganês; | - Zinco;            |
| - Cobre;    | - Cromo;            |
| - Chumbo;   | - Cádmio;           |
| - Níquel;   | - Mercúrio;         |
| - Arsênio e | - Selênio.          |

Pela abrangência dos parâmetros analisados, observa-se que o Centro de Ecologia pretendeu elaborar um diagnóstico amplo acerca da qualidade da água da região objeto de estudo pelo PADCT.

### **Dados cedidos pela FEPAM**

Os dados cedidos pela FEPAM referem-se a apenas um ponto de coleta (Ponto 7), localizado próximo à foz do arroio do Conde no rio Jacuí, essencial ao conhecimento da qualidade da água representativa da totalidade da bacia, e que não integrava a rede de amostragem do Centro de Ecologia.

A FEPAM realizou dezenove coletas, assim distribuídas: ano de 1994 - meses de maio a dezembro; ano de 1995 - meses de janeiro a novembro.

Os parâmetros analisados pela FEPAM, em seu laboratório totalizaram 22:

- |             |                               |
|-------------|-------------------------------|
| - pH;       | - Temperatura;                |
| - OD;       | - Condutividade Elétrica;     |
| - Turbidez; | - Sólidos Totais Dissolvidos; |
| - Sulfato;  | - Fósforo Total;              |
| - DQO;      | - Cobre;                      |
| - Chumbo;   | - Níquel;                     |
| - Cobalto;  | - Cádmio;                     |
| - Zinco;    | - Ferro;                      |
| - Vanádio;  | - Molibdênio;                 |
| - Cromo;    | - Manganês;                   |
| - Arsênio e | - Mercúrio.                   |

A metodologia de análises de laboratório empregada pela FEPAM obedeceu também às recomendações da APHA.

Ao contrário do Centro de Ecologia, a FEPAM direcionou a sua amostragem à pesquisa da influência da atividade mineradora na qualidade da água, conforme pode ser constatado pelos parâmetros analisados.

De posse dos dados de qualidade da água, passou-se a uma análise de sua consistência, tendo em vista que:

- apenas parte dos dados disponíveis referia-se a parâmetros comuns entre os pontos de 1a 6 e ao ponto7;

- o período de amostragem não foi coincidente entre as coletas do Centro de Ecologia e da FEPAM, havendo apenas dois meses do ano de 1994 - junho e setembro - em que houve coletas efetuadas por ambas as instituições.

Para contornar essas dificuldades, inicialmente tentou-se conhecer as correlações existentes entre todas as variáveis disponíveis, considerando todas as coletas efetuadas (todos os casos), não sendo obtidos resultados consistentes, devido às falhas existentes no banco de dados brutos. Em seguida, foram calculadas as correlações considerando somente os parâmetros comuns entre os dados do PADCT do Centro de Ecologia e da FEPAM e todos os casos, obtendo-se resultados mais confiáveis, em termos de representatividade da química da água e da realidade da área de estudo.

Uma terceira análise de correlações foi efetuada incorporando somente os parâmetros comuns e, ainda, considerando somente as duas coletas coincidentes no tempo efetuadas na estação 7 - meses de junho e setembro de 1994. Esta decisão prendeu-se ao fato de que os anos hidrológicos de 1993, 1994 e 1995 foram muito diferentes, segundo análise das precipitações mensais ocorridas na bacia, com base nos registros do posto pluviométrico de Butiá operado pelo Departamento Nacional de Energia Elétrica - DNAEE -, localizado na cidade de Butiá. Essa diferença entre as precipitações influenciaria negativamente na avaliação conjunta dos dados de qualidade da água, uma vez serem os teores das substâncias químicas presentes na água altamente suscetíveis à ocorrência ou não de chuvas.

Para o mapeamento do uso do solo, foi empregada a técnica de sensoriamento remoto associada a geoprocessamento. Utilizou-se uma composição colorida de imagem do satélite Landsat TM-5, nas bandas 3, 4 e 7, obtida em setembro de 1993 (mês no qual iniciou-se o monitoramento do Centro de Ecologia), trabalhada em falsa cor, a qual foi geo-referenciada com apoio nas cartas do Ministério do Exército Taquari, São Jerônimo e Butiá, em escala 1:50.000.

Com o emprego do Sistema de Informações Geográficas (SIG) IDRISI, a imagem foi classificada, utilizando-se a rotina de Classificação não Supervisionada, sendo o detalhamento dos limites das áreas de mineração e das áreas urbanas efetuado com apoio em verificações de campo, com auxílio de equipamento GPS - Global Position System -, por serem estas áreas de delimitação mais difícil somente pela visualização da imagem em falsa cor. Foram criadas sete "assinaturas" - legendas - de uso do solo: água, vegetação natural, reflorestamento, solo exposto, agricultura/pastagens, áreas urbanas e mineração. Na legenda "mineração", incluíram-se as áreas de efetiva extração de carvão, as áreas já mineradas, as áreas de depósito de rejeitos e cinzas e mesmo as áreas de depósitos onde se situa a Vila Recreio, no município de Minas do Leão.

A definição das áreas de drenagem contribuintes a cada ponto de coleta foi efetuada por digitalização dos divisores de água das sub-bacias, definidos sobre as cartas em escala 1:50.000 já referidas.

O IDRISI foi utilizado ainda para:

- elaboração pelo PADCT do Modelo Numérico do Terreno - MNT -, empregado neste trabalho para cálculo de declividades dos cursos d'água;
- cálculo de áreas das diversas "manchas" de uso do solo;

- cálculo de áreas das sub-bacias de drenagem e das áreas municipais pertencentes à bacia;
  - mapeamento da geologia da bacia e da pedologia de parte da bacia, trabalhos elaborados, respectivamente, pelo PADCT e pela Faculdade de Agronomia da UFRGS;
  - digitalização da hidrografia da bacia, efetuada pelo PADCT e pela autora.
- O Apêndice 4 apresenta o mapa de uso do solo, a divisão das sub-bacias e a localização dos sete pontos de coleta de água.

## **Metodologia para estimativa das cargas médias anuais de metais-traço exportadas para o Rio Jacuí**

A estimativa das cargas médias anuais de metais-traço exportadas para o rio Jacuí através das águas do arroio do Conde está sendo efetuada com aplicação de metodologia para cálculo de fluxos poluentes e balanço de massas desenvolvida pela Universidade Federal Fluminense e reportada por Travassos (1994) e Hatje (1996).

Com base nesse conceito, são elaborados os modelos matemáticos para estimativas de fluxos de cargas poluidoras (QUAL II-E UNCAS, por exemplo), os quais consideram diversos fenômenos que ocorrem no meio hídrico, tais como a advecção e a dispersão como mecanismos de transporte na direção principal da vazão (Bauermann, 1994).

Tendo em vista que a “calibração” de modelos deste tipo é dependente de um grande número de dados de entrada, havendo mesmo assim dificuldades na obtenção de resultados confiáveis para alguns parâmetros, optou-se por avaliar apenas a carga de metais-traço, substâncias que possuem caráter conservativo, não estando sujeitas a fenômenos e reações mais complexas no meio hídrico.

Segundo a metodologia do balanço de massas, os fluxos da equação (afluente e efluente) são definidos unicamente pelas variáveis concentração e vazão, não sendo avaliada diretamente a capacidade de mistura e diluição das águas (Hatje, 1996):

$$\text{Fluxo (g/s)} = \text{concentração (g/m}^3\text{)} \times \text{vazão (m}^3\text{/s)}$$

É necessário, portanto, o conhecimento das vazões dos cursos d’água nos pontos de coleta, interessando ao presente estudo a vazão média anual do arroio do Conde nos pontos 4, 5, 6 e 7, as quais serão relacionadas às médias anuais das concentrações de metais-traço presentes no curso d’água no período amostrado.

Na bacia do arroio do Conde não existem postos fluviométricos, não se dispondo, portanto, de dados de vazões observadas diretamente na bacia.

Nesses casos, dois tipos de métodos são usualmente adotados para cálculo das vazões:

1. calibram-se modelos matemáticos em bacias com características hidrográficas e morfológicas semelhantes às da bacia em estudo, e transferem-se para esta as vazões obtidas, ajustando-se as áreas e a precipitação;

2. transferem-se as vazões observadas na bacia de referência para a bacia em estudo e ajustam-se as mesmas por proporcionalidade entre as áreas das bacias, com base na seguinte formulação:

$$Q_1/A_1 = Q_2/A_2, \text{ sendo}$$

$Q_1$  = vazão observada na bacia de referência

$A_1$  = área da bacia de referência

$Q_2$  = vazão ajustada à bacia em estudo

$A_2$  = área da bacia em estudo

No presente estudo, utilizou-se o segundo método, com base em vazões medidas na bacia do rio São Sepé, localizada na margem direita do rio Jacuí e com características morfológicas de uso do solo e de precipitações semelhantes às da bacia do arroio do Conde. Empregou-se a vazão média correspondente ao período de monitoramento da qualidade da água efetuado pelo CENECO - set/93 a set/94.

Com relação às vazões dos pontos do rio Jacuí (em Rio Pardo e em São Jerônimo), que servem como parâmetros de comparação da qualidade da água do rio a montante da foz do arroio, antes de receber a contribuição da bacia do Conde, e a jusante deste ponto, foram utilizados dados de descargas medidas pelo DNAEE em Rio Pardo, adotando-se o mesmo procedimento empregado no arroio do Conde, para o ponto sem dados diretos de campo (São Jerônimo).

## **Metodologia para levantamento de subsídios ao enquadramento do Arroio do Conde**

Os parâmetros físicos, físico-químicos, químicos e biológicos analisados pelo PADCT do Centro de Ecologia abrangem quase todos aqueles constantes da Resolução CONAMA 20/86, para os quais são estabelecidos limites máximos admissíveis em função dos usos a que se destinam as águas.

Embora a Resolução seja passível de críticas, especialmente por desconsiderar a obrigatoriedade do conhecimento prévio do *background* natural da região para posterior fixação dos limites (Andreazza e outros, 1994), e por considerar que a violação de apenas um parâmetro seja suficiente para que o curso d'água tenha que ser enquadrado em classe de pior qualidade (SOPSH/Magna Engenharia Ltda., 1996), é o instrumento legal vigente para manutenção dos parâmetros de qualidade dos recursos hídricos dentro de limites exigíveis.

É, ainda, a legislação que vem sendo obedecida pela FEPAM para efeito de enquadramento dos recursos hídricos do Estado.

No momento, estão sendo identificados detalhadamente os usos a que se destina o arroio do Conde, ao longo de todo o seu curso, da nascente até a foz no Jacuí, condicionantes básicas para subsidiar o seu enquadramento.

De acordo com os dados disponíveis e que se diferenciam, conforme já exposto, para o conjunto dos pontos de coleta de 1 a 6 e para o ponto 7, o enquadramento poderá ser sugerido com mais segurança para o trecho do arroio compreendido entre sua nascente e o ponto 5, logo após a desembocadura da sanga da Cascata (ver Apêndice 5), para o qual o número de parâmetros analisados é maior.

Há que se considerar, ainda, que o período de amostragem da qualidade da água

é curto - 1 ano para os pontos 1 a 6 e 19 meses para o ponto 7 - para que os resultados quanto ao alcance deste terceiro objetivo possam ser tomados como definitivos.

## RESULTADOS PARCIAIS

Até o presente momento (novembro de 1996), já foram obtidos resultados que permitem considerar como atingido o objetivo 1, qual seja o de identificar as áreas mais impactadas pela atividade de mineração na bacia.

O gráfico da Tabela 1 ilustra esses resultados, concluindo-se que a sub-bacia contribuinte ao ponto 4 é a mais impactada. A área de drenagem deste ponto corresponde àquela onde é maior a concentração de rejeitos de carvão e de áreas de mineração sem tratamento para recuperação, sendo também pequenas as distâncias das fontes poluentes ao ponto de coleta.

Além disso, o período em que o IQA é mais baixo, para todos os pontos, coincide com o mês de maiores precipitações entre os seis nos quais foram efetuadas as coletas de água, indicando que a lixiviação das áreas mineradas e/ou depósitos de rejeitos ou cinzas é o processo que mais contribui à redução da qualidade da água do arroio do Conde. Ao contrário, períodos de menores precipitações correspondem a maiores valores do IQA.

O ponto 2, conforme pode ser observado no Apêndice 5, localiza-se também a jusante de áreas de mineração. Ocorre, porém, que os trabalhos de recuperação das áreas degradadas que vêm sendo executados pela COPELMI Mineração Ltda. recomposição da topografia original, plantio de espécies arbóreas e revestimento do canal de drenagem da mina com leito de calcário parecem estar contribuindo para uma melhoria na qualidade das águas que drenam essa área.

O cálculo dos fluxos poluentes está sendo efetuado, dependendo de alguns ajustes da metodologia para obtenção dos resultados finais.

Resultados preliminares indicam que a contribuição da bacia do arroio do Conde, em termos de fonte exportadora de metais-traço para o sistema Jacuí, não é significativa para a maioria dos metais estudados, mostrando-se mais importante somente para o Zinco e o Manganês.

Quanto aos usos da água do arroio do Conde, os trabalhos de campo já desenvolvidos identificaram ser a irrigação de lavouras de arroz o principal uso consuntivo, presente especialmente do ponto 5 à foz, bem como o abastecimento público doméstico, efetuado a partir de captação de água da Companhia Rio-grandense de Saneamento - CORSAN - localizada no trecho de montante do arroio do Conde, para suprimento da cidade de Minas do Leão.

O arroio do Conde, em seu trecho inferior, serve ainda como balneário, havendo uma área de camping junto à Vila do Conde.

A falta de dados biológicos referentes a teores de Coliformes Fecais presentes nas águas do arroio do Conde irá prejudicar bastante os resultados quanto à sugestão de enquadramento deste curso d'água, tendo em vista as exigências da Resolução CONAMA 20/86 para águas com uso para abastecimento público e recreação de contato primário.

**Tabela 1**  
**REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO IQA**

PONTO	DATA DA COLETA	FATOR 1	MÉDIAS
1	set/93	-1,10206	
1	nov/93	-0,80855	
1	jan/94	-0,54088	
1	abr/94	-0,71105	
1	jun/94	-0,79066	
1	set/94	-1,26641	
			-0,869935
2	set/93	-0,76937	
2	nov/93	-0,48910	
2	jan/94	-0,16187	
2	abr/94	-0,04653	
2	jun/94	-0,40279	
2	set/94	-0,98086	
			-0,475087
3	set/93	-1,26585	
3	nov/93	-1,36034	
3	jan/94	-1,08902	
3	abr/94	-1,05550	
3	jun/94	-1,24177	
3	set/94	-1,39505	
			-1,234588
4	set/93	1,09169	
4	nov/93	1,38426	
4	jan/94	1,49095	
4	abr/94	2,20013	
4	jun/94	1,05810	
4	set/94	0,76977	
			1,332483
5	set/93	0,13010	
5	nov/93	0,27171	
5	jan/94	0,33913	
5	abr/94	0,58216	
5	jun/94	0,19495	
5	set/94	0,14876	
			0,277802
6	set/93	1,06686	
6	nov/93	0,75525	
6	jan/94	1,68149	
6	abr/94	0,92372	
6	jun/94	0,83183	
6	set/94	0,55682	
			0,969328

## CONCLUSÕES PARCIAIS/PRELIMINARES

Com base nos resultados já obtidos, pode-se concluir que:

- a qualidade das águas dos recursos hídricos da bacia do arroio do Conde é, em geral boa, se comparados os dados disponíveis para os pontos-controle 1 e 3 com a bibliografia consultada (Bowen, 1986) com relação a águas naturais;

- as atividades de mineração de carvão são responsáveis pela alteração na qualidade da água, o que fica evidenciado pelos seguintes aspectos: os IQAs calculados demonstram pior qualidade para os pontos de coleta cujas áreas de drenagem encontram-se sob influência das lixívias de zonas mineradas ou de depósitos de rejeitos e/ou cinzas; há um decréscimo relativo da qualidade da água se comparados os IQAs dos pontos-controle com os dos pontos 2, 4, 5 e 6;

- o ponto 7 encontra-se sob significativa influência do rio Jacuí, parecendo ser os resultados do IQA representativos de uma situação de mistura das águas; além disso, há um aumento relevante de volumes hídricos no local, o que contribui para uma acentuada redução das concentrações dos parâmetros poluentes;

- as ferramentas até o presente momento empregadas mostraram-se adequadas ao tratamento dos dados disponíveis - análise fatorial para elaboração de um IQA, e sensoriamento remoto associado a geoprocessamento de imagem de satélite para mapeamento do uso do solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREAZZA, A. M. P. *et al.* Qualidade da água na legislação ambiental brasileira. In: SEMINÁRIO DE QUALIDADE DE ÁGUAS CONTINENTAIS NO MERCOSUL, 1, Porto Alegre, 1994. *Anais...* Porto Alegre: ABRH, 1994. p.189-228.
- BAUERMANN, A. A. 1994. *Apoio à decisão em recursos hídricos: integração de planilha eletrônica com modelo de simulação de qualidade da água.* Porto Alegre, 1994. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Instituto de Pesquisas Hidráulica/UFRGS, 115p.
- FRANK, B. 1995. *Uma abordagem para o gerenciamento ambiental da bacia hidrográfica do rio Itajaí, com ênfase no problema das enchentes.* Florianópolis, 1995. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), 326p.
- HAASE, J.; POSSOLI, S. Estudo da técnica de análise fatorial na elaboração de um índice de qualidade da água: comparação entre dois regimes hidrológicos diferentes, RS. *Acta Limnológica Brasileira*, v.6, n.1, p.245-255, 1993.
- HATJE, V. *Contaminação por metais pesados no rio dos Sinos, RS: uma abordagem dinâmica a partir de balanços de massa.* Niterói, 1996. Dissertação de mestrado - Instituto de Geociências/UFF, 101p.
- LANNA, A. E. L. Gerenciamento ambiental de bacia hidrográfica: conceitos e perspectivas no Brasil. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO CONE SUL, 10. Gramado, 1993. *Anais...*, Porto Alegre: ABRH, v.1, p.442-451, 1993.
- LANNA, A. E. L. 1994. Aspectos ambientais do gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil. In: SEMINÁRIO DE QUALIDADE DE ÁGUAS CONTINENTAIS NO MERCOSUL, 1. Porto Alegre, 1994. *Anais...*, Porto Alegre: ABRH, 1994. p. 189-228.



- TEIXEIRA, E. C. *et al.* Estudo da mobilidade potencial de metais em sedimentos de correntes da região do Baixo Jacuí, RS. 1995. Pré-print.
- TRAVASSOS, M. P. 1994. *Avaliação de risco e gestão em poluição ambiental. Caso da poluição por metais pesados na bacia do rio Cai.* Niterói, 1994. Dissertação de Mestrado - Instituto de Geociências/UFF, 234p.