

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 - <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.

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DAS CINZAS DE CARVÃO

Geraldo Mario Rohde
Maria Teresa Raya Rodriguez

INTRODUÇÃO

A região carbonífera do baixo Jacuí situa-se na parte leste do Estado do Rio Grande do Sul, na margem direita do Rio Jacuí, a cerca de 80 a 60 quilômetros de Porto Alegre (Figura 1). Nesta região, especialmente nos municípios de São Jerônimo e Charqueadas, localiza-se um complexo carbo-energético que visa aproveitar as jazidas de carvão mineral de Butiá, Charqueadas e Minas do Leão para a produção de energia

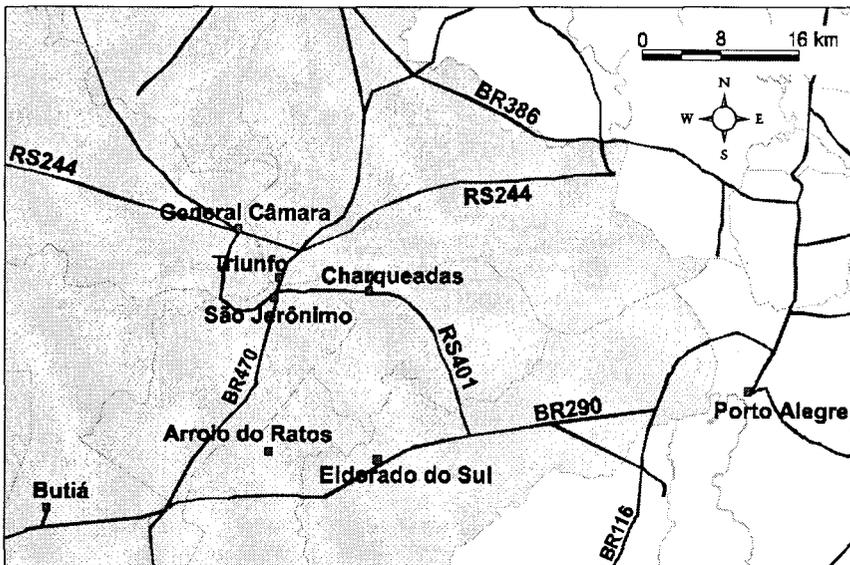


Figura 1 - Região Carbonífera do baixo Jacuí, RS.

elétrica e carvão redutor. As duas fontes antropogênicas de cinzas de carvão na área do baixo Jacuí são as Usinas Termelétricas de Charqueadas (ELETROSUL) e de São Jerônimo (CEEE).

A geologia da região é composta, conforme o “Mapa Geológico - 1:1.000.000” (Projeto RADAMBRASIL, 1986), por rochas do Pré-Cambriano (associação heterogênea de rochas metamórficas e migmáticas - 670 MA), granitos cambriordovicianos (570 MA), rochas sedimentares do Permiano (Formações rio Bonito e Palermo; Sub-Grupo Estrada Nova e Formação rio do Rasto) e por depósitos aluvionares holocênicos (devidos aos rios - rio Taquari, rio Jacuí e outras drenagens).

Os solos presentes na região, conforme o “Mapa exploratório de Solos - 1:1.000.000” (Projeto RADAMBRASIL, 1986), são os podzólicos vermelho-escuro álicos (distróficos), os podzólicos vermelho-escuro latossólicos álicos e os planossolos eutróficos (“solos de várzea”).

O relevo se caracteriza por apresentar amplas planícies aluviais e coxilhas das formações sedimentares. A região pode ser dividida em três compartimentos geomorfológicos, que têm sua individualidade originada nas seqüências geológicas que as compõem:

1. uma faixa mais íngreme, com altitudes que chegam aos 150 metros, nas bordas e no escudo cristalino;
2. uma planície levemente ondulada, com altitudes variando entre 20 e 50 metros, na zona das camadas geológicas finas (arenitos finos e siltitos);
3. uma planície de inundação adjacente aos rios Jacuí e Taquari e aos arroios dos Ratos, Leão e Porteirinha, na qual se localizam as cidades de São Jerônimo e Charqueadas e suas periferias urbanas.

Justamente neste último compartimento geomorfológico, o mais vulnerável do ponto de vista ambiental, é que se localizam, também, os complexos termelétricos de São Jerônimo e Charqueadas. A utilização de carvão como recurso energético gera quantidades significativas de resíduos cinzas e rejeitos, os quais constituem grande problema ambiental. Uma parcela significativa dos resíduos não tem aproveitamento, sendo disposta de forma indiscriminada dentro do perímetro urbano e nas zonas rurais, contaminando águas, solos e ar.

A vulnerabilidade deste compartimento geomorfológico vem de dois aspectos:

1. a já referida inundabilidade, quando há o contato direto dos resíduos de carvão e outras atividades industriais com o sistema de drenagem fluvial;
2. a ocorrência do nível freático próximo à superfície ou - até - aflorante.

Os principais objetivos desta pesquisa, foram os seguintes: 1. realizar a caracterização das cinzas produzidas na região do baixo Jacuí, RS (física, mecânica, hidrogeológica, mineralógica, química, toxicológica e radiológica); 2. mapear a distribuição espaço-temporal dos depósitos de cinzas (incluindo outros resíduos) no baixo Jacuí, RS; 3. apresentar a situação atual das cinzas no Estado do Rio Grande do Sul (produção, usos/destinos e comercialização); 4. tematizar o aspecto histórico da apropriação espacial e ambiental da região do baixo Jacuí em função do uso das cinzas de carvão como material de construção ou urbanização.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a amostragem ambiental das cinzas de carvão mineral foram utilizadas cinco normas, de onde foram extraídos os critérios para os procedimentos adotados:

1. NBR 8291 (1983) - "Amostragem de carvão mineral bruto e/ou beneficiado";
2. NBR 10007 (1987) - "Amostragem de resíduos";
3. ASTM E300-86 (1986) - "Standard Practice for Sampling Industrial Chemicals";
4. ASTM D2234-89 - "Standard Test Methods for Collection of a Gross Sample of Coal";
5. ASTM C311-90 - "Standard Test Methods for Sampling and Testing Fly Ash or Natural Pozzolans for Use as a Mineral Admixture in Portland-Cement Concrete".

Os critérios para a amostragem ambiental, originados destas cinco normas, levaram a várias exigências para as amostragens realizadas:

- o número mínimo de incrementos para cada tipo de cinza foi igual a 15;
 - a massa mínima de amostra bruta a ser coletada para cada tipo de cinza foi de 45 kg;
 - para as cinzas leves, a amostragem foi realizada em 01 (uma) semana de coletas sistemáticas;
 - para as pilhas de cinza grossa da U. T. E. São Jerônimo, o procedimento das coletas foi realizado conforme a NBR 10007, TABELA 3 (p. 13, em relação aos incrementos e sua posição em relação aos montes ou pilhas);
 - para a coleta nas cubas dos decantadores da cinza pesada da TERMOCHAR foi empregado o procedimento constante na NBR 10007, TABELA 4 (p. 14, que estipula uma amostra composta por alíquota coletada de diferentes pontos ou profundidades).
- Estes critérios de amostragem ambiental permitem satisfazer as exigências disciplinares geológicas, pedológicas, químicas, toxicológicas e de resíduos envolvidas nesta abordagem empírica.

Os procedimentos adotados para as coletas das amostras de cinzas foram a aplicação dos critérios de amostragem ambiental obtidos pelas normas utilizadas, além das recomendações de amostradores para os tipos de resíduo (cinza) em questão (Norma NBR 10007, TABELA 2, p. 12). Foram coletados os seguintes materiais: cinza leve da U.T.E. São Jerônimo (170,5 kg); cinza grossa da U.T.E. São Jerônimo (123,5 kg); cinza leve da TERMOCHAR (126,0 kg); cinza pesada da TERMOCHAR (177,5 kg).

Mapeamento dos depósitos de cinzas

O levantamento dos depósitos de resíduos de carvão foi realizado, em escala 1:25.000. O Quadro 1 mostra os nomes destes depósitos, suas características materiais e o período (ou época) de sua realização. O Quadro 2 registra depósitos em andamento ou planejados.

Quadro 1
DEPÓSITOS DE RESÍDUOS DE CARVÃO LEVANTADOS
NA REGIÃO DE CHARQUEADAS E SÃO JERÔNIMO, RS.

Número no Mapa	NOME DO DEPÓSITO	MATERIAIS PRESENTES	PERÍODO-ÉPOCA
1	Jacuí I (ELETROSUL)	cinza TERMOCHAR	jan.1993-jan.1994
2	Ex-Colônia Penal	Oeste: cinza TERMOCHARSul; escória e rejeito	1962-19801983-1986
3	Dep.Estratégico Carvão (CRM)	carvão	até 1988
4		rejeitos de lavador existente na área 3	
5		char (carvão desgaseificado da AFP) e lixão	
6	Aços Finos Piratini	cinzas TERMOCHAR; pouco de rejeitos e escórias	1968-1971
7	Ouro Negro (COPELMI)	rejeitos de carvão	1983-1985
8	Capão da Roça	cinzas	1970-1992 (?)
9	Capão da Roça (COPELMI)	rejeitos de carvão	1978(?) - 1988
10	Vila Orvisa	escória; carepa (ferro)	1990
11	Vila Geromina (COPELMI)	rejeito carvão; cinzas	1978-1984
12	Área Central da Cidade	cinzas	1962-1970
13	Dep.Estratégico de Carvão (COPELMI)	carvão	até 1987(?)
14	Vila Cruz de Malta	cinzas	1962-1966
15	Vilas Rosa, Cinza, Coqueiros	cinzas; na parte norte há rejeitos de carvão	Rosa 1967-1968Cinza 1967-1970Coqueiros 1968-1970
16		cinzas e escórias	1985-1988
17	Vila Limeira (Nova COHAB); Área Raguzzi	cinzas (e rejeitos carvão)	1985-1988 em andamento
18	Gomes	cinzas e escórias	1986-1988
19	Gomes	cinzas	
20		cinzas (escórias)	1980-1988
21	Passo da Cruz - COPELMI	rejeitos, escórias, cinzas	
22		escória	
23		rejeito de carvão	1985-1988
24		cinza e rejeitos	1985-1988
25	Vilas Lindos Ares	cinza TERMOCHAR	

Quadro 2
DEPÓSITOS EM ANDAMENTO OU PLANEJADOS LEVANTADOS.

NÚMERO NO MAPA	NOME DO DEPÓSITO	MATERIAIS PRESENTES	PERÍODO/ÉPOCA
1A	Área de movimentação de carvão (COPELMI, PORTOBRÁS, ELETROSUL)	carvão	atual
2A		rejeitos de carvão e lixão	atual
3A		escórias (forno elétrico) AFP	atual
1FA	Empresa Albarus	cinzas	futuro(andamento)
2F	Distrito Industrial	cinzas	futuro
3F	Distrito Industrial	cinzas	futuro

RESULTADOS

As fontes de informação para estabelecer as conclusões atingidas foram as caracterizações realizadas (física, hidrogeológica, químico-mineralógica, químico-toxicológica e radiológica), bem como o mapeamento dos depósitos de resíduos de carvão e a revisão bibliográfica.

A caracterização física estabelece que:

- a cinza leve de São Jerônimo constitui-se, do ponto de vista granulométrico, uma mistura de argila (3%), silte (15%), areia fina (67%) e areia média (15%);
- a cinza grossa de São Jerônimo constitui-se, do ponto de vista granulométrico, uma mistura de argila (2%), silte (19%), areia fina (25%) e areia média (54%);
- a cinza leve de Charqueadas constitui-se, do ponto de vista granulométrico, uma mistura de argila (4%), silte (70%) e areia fina (26%);
- a cinza pesada de Charqueadas constitui-se, do ponto de vista granulométrico, uma mistura de argila (3%), silte (28%), areia fina (63%) e areia média (6%);
- as distribuições granulométricas das cinzas leves (de São Jerônimo e de Charqueadas) mostram que existem partículas que estão na faixa de maior dano aos pulmões.

A caracterização hidrogeológica mostra que:

- a permeabilidade das cinzas soltas é da ordem de 10-3 (com exceção da cinza pesada de Charqueadas, que é de 10-4), ambas consideradas altas;
- estes valores de permeabilidades são compatíveis com as distribuições granulométricas (que mostram misturas de silte e areias) encontradas para as cinzas.

A partir da caracterização químico-mineralógica, pode-se chegar às seguintes conclusões:

- as amostras de cinzas estudadas, são quimicamente muito semelhantes, a exceção dos teores de ferro, marcadamente mais elevados nas cinzas de Charqueadas e dos resultados mais altos de perda ao fogo nas cinzas de São Jerônimo;
- há uma quantidade maior de materiais voláteis nas cinzas de São Jerônimo e,

entre eles, destaca-se o carbono que ocorre em teores muito superiores aos determinados nas cinzas de Charqueadas;

- tanto o teor de nitrogênio quanto o de enxofre são significativamente maiores nas cinzas pesada de Charqueadas e na grossa de São Jerônimo;

- as cinzas são, quimicamente, sílico-aluminosas, diferenciando-se pelo teor mais elevado de ferro nas cinzas de Charqueadas e de carbono nas de São Jerônimo; contrariamente ao esperado, verifica-se um teor de carbono mais elevado na cinza leve do que na cinza grossa de São Jerônimo;

- as diferenças químicas refletem-se na mineralogia, com a ocorrência de hematita nas cinzas de Charqueadas;

- morfologicamente predominam esferólitos (isolados ou agrupados) nas cinzas de Charqueadas e de formas irregulares, vesiculares nas cinzas de São Jerônimo;

- as diferenças químicas e mineralógicas identificadas decorrem, essencialmente, das diferenças das matérias-primas utilizadas nas termelétricas;

- as diferenças morfológica e no teor de carbono determinado, no entanto, estão relacionadas ao próprio processo de queima, mais eficiente na termelétrica de Charqueadas do que na de São Jerônimo;

- as cinzas leves de Charqueadas, do ponto de vista de aplicação como materiais de construção, são mais adequadas como pozolanas, dada a composição morfológica e conteúdo de carbono.

A caracterização químico-toxicológica, levando em conta as normas NBR 10006 (ABNT, 1987), NBR 10005 (ABNT, 1987) e NBR 10004 (ABNT, 1987), permite chegar às seguintes conclusões quanto à classificação toxicológica das cinzas:

- a cinza leve de São Jerônimo constitui resíduo sólido “não-inerte” tendo em vista os resultados obtidos no ensaio de solubilização (As=51,4 mg/L; Al=0,47 mg/L; surfactantes=0,33 mg/L; fenol=0,33 mg/L e fluoreto=2,0 mg/L);

- a cinza grossa de São Jerônimo constitui resíduo sólido “não-inerte” tendo em vista os resultados obtidos no ensaio de solubilização (Al=0,66 mg/L; fenol=0,04 mg/L e fluoreto=1,5 mg/L);

- a cinza leve de Charqueadas constitui resíduo sólido “não-inerte” tendo em vista os resultados obtidos no ensaio de solubilização (Al=4,10 mg/L; surfactantes=0,31 mg/L; fenol=0,04 mg/L; dureza=611 mg/L e fluoreto=1,8 mg/L);

- a cinza pesada de Charqueadas constitui resíduo sólido “não-inerte” tendo em vista os resultados obtidos no ensaio de solubilização (Al=2,30 mg/L; surfactantes=0,37 mg/L; fenol=0,02 mg/L; dureza=511 mg/L e fluoreto=2,5 mg/L);

- os resultados toxicológicos indicam (conforme a norma NBR 10004, ABNT, 1987), que as cinzas constituem resíduos “não-inertes” e, por conseguinte, deveriam ser destinadas, quando dispostas no solo, seguindo - no mínimo - a norma NBR 8419 (ABNT, 1984).

A caracterização radiológica das cinzas permite afirmar que:

- não se observa diferença significativa nas radiatividades beta e gama entre as cinzas antigas e as cinzas produzidas mais recentemente;

- as amostras de solo têm, em cada tipo de contagem, radiatividades levemente inferiores às amostras de cinzas, no mesmo aparelho; isto pode ser atribuído à presença,

nas cinzas, de uma maior concentração de isótopos naturalmente radioativos; entretanto, esta atividade não é importante, pois ainda está muito abaixo dos valores necessários para produzir uma dose de radiação superior àquela considerada como “radiação de fundo”, ou seja, cerca de 2,4 mSv de dose acumulada durante um ano, em que mSv=mili-Sievert, unidade de medida de dose de radiação que combina a energia das partículas, a atividade da fonte e o efeito biológico potencialmente produzido pela radiação;

- embora as amostras de cinzas tenham efetivamente radiatividades acima do fundo, esta atividade é muito baixa, como se pode observar pela comparação com as determinações realizadas nas amostras de solo da região;

- esta pequena radiatividade observada pode ser atribuída a um enriquecimento das cinzas em radionuclídeos como o ^{40}K , ^{238}U , ^{228}Th , ^{226}Ra , etc.;

- os baixos valores de radiatividades obtidas nas amostras analisadas evidenciam que não ocorre aumento significativo da “radiação de fundo” a que estão submetidas as populações eventualmente expostas a estas cinzas.

CONCLUSÕES

O mapeamento dos depósitos de resíduos de carvão (cinzas e outros) permite realizar conclusões histórico-sociais e urbanístico-ambientais.

As conclusões histórico-sociais mais importantes são:

- a evolução do espaço urbano de Charqueadas teve ligação estreita e decisiva com o uso das cinzas da TERMOCHAR e outros materiais residuais usados como materiais de construção e urbanização;

- houve um equacionamento tecnicista muito simplificado para o meio urbano de Charqueadas (filtros para a Usina e pavimentação nas ruas), para diminuir o impacto das cinzas volantes;

- resultante deste equacionamento, houve uma espécie de esquecimento social da problemática ambiental.

As conclusões urbanístico-ambientais mostram o seguinte:

- a urbanização periférica de Charqueadas (e também de São Jerônimo) mantém os mesmos procedimentos de imprudência ambiental (ou ilegalidade até, em certos casos), mesmo após o advento de normas ambientais e técnicas reguladoras;

- os depósitos de resíduos (cinzas e outros) não possuem preocupação ambiental e são realizados, na sua ampla maioria, utilizando tão somente critérios locais meramente econômicos;

- existe um cinturão de resíduos ao redor do espaço urbano da região, principalmente na área de Charqueadas, em situação totalmente irregular se forem levadas em conta as normas ambientais e técnicas contemporaneamente vigentes; esta situação ambiental é de responsabilidade do setor termelétrico nacional (ELETROSUL) e estadual (CEEE), que mantém as antigas práticas de depositar as cinzas de carvão e outros resíduos em qualquer tipo de terreno, sem nenhum estudo adequado destes locais e sem avaliação ambiental.

Também é possível, para a finalização das conclusões, estabelecer algumas conclusões institucionais:

– o Estado do Rio Grande do Sul, notável produtor de cinzas de carvão, carece de uma estrutura institucionalizada visando uma quantificação mais apropriada e efetiva da sua produção e destino final;

– em que pese a atuação de universidades e instituições de pesquisa (por exemplo Universidade de Caxias do Sul e CIENTEC) há uma lacuna muito grande de informações quanto ao reaproveitamento e reciclagem das cinzas;

– existe uma necessidade imperiosa de se estabelecer um sistema de monitoramento, (contínuo, sistemático e institucional) das características toxicológicas e radiológicas das cinzas de carvão produzidas no Rio Grande do Sul, sendo que esta necessidade implica em um reaparelhamento e informatização dos laboratórios e institutos que se dedicam à tarefa de estudá-las do ponto de vista ambiental (por exemplo, CIENTEC, UFRGS etc.).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- PROJETO RADAMBRASIL. *Folha SH.22 Porto Alegre e parte das folhas SH.21 Uruguiana e SI.22 Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra*. Rio de Janeiro: IBGE, 1986. 796p., il., 6 mapas em escala 1:1.000.000. [Levantamento de Recursos Naturais, v.33.]
- ROHDE, Geraldo Mario. *Epistemologia das ciências ambientais: as cinzas de carvão no Baixo Jacuí, RS; uma investigação filosófica-científica sobre a efetuação humana alopoiética da Terra e de seus arredores planetários*. Porto Alegre, 1995. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - UFRGS, 255p., il., anexos.