

INDÚSTRIA CARBONÍFERA BRASILEIRA: CONVENIÊNCIA E VIABILIDADE

Gildo de A. Sá C. de Albuquerque

SED 23

MCT

CNPq

CETEM

CE

Ex. 1

PRESIDENTE DA REPÚBLICA: Fernando Henrique Cardoso
MINISTRO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA: José Israel Vargas

PRESIDENTE DO CNPq: José Galizia Tundisi
DIRETOR DE DESENV. CIENT. E TECNOLÓGICO: Marisa Cassin
DIRETOR DE PROGRAMAS: Eduardo Moreira da Costa
DIRETOR DE UNIDADES DE PESQUISA: José Ubirajara Alves

CETEM - CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL

CONSELHO TÉCNICO-CIENTÍFICO (CTC)

Presidente: Roberto C. Villas Bôas

Vice-presidente: Juliano Peres Barbosa

Membros Internos: Juliano Peres Barbosa; Luiz Gonzaga Sobral; Ronaldo Luiz Correa dos Santos e Fernando Freitas Lins (suplente)

Membros Externos: Antonio Dias Leite Junior; Arthur Pinto Chaves; Octávio Elísio Alves de Brito; Saul Barisnik Suslick e Luiz Alberto C. Teixeira (suplente)

DIRETOR: Roberto C. Villas Bôas

DIRETOR ADJUNTO: Juliano Peres Barbosa

DEPTº DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS (DTM): Adão Benvindo da Luz

DEPTº DE METALURGIA EXTRATIVA (DME): Luiz Gonzaga S. Sobral

DEPTº DE QUÍMICA INSTRUMENTAL (DQI): Roberto Rodrigues Coelho

DEPTº DE ESTUDOS E DESENVOLVIMENTO (DES): Carlos Cesar Felter

DEPTº DE ADMINISTRAÇÃO (DAD): Antônio Gonçalves Dias



ISSN - 0103-6319

Gildo de A. Sá C. de Albuquerque

Engenheiro de Minas (UFPe), Mestrando em Engenharia Mineral (Escola Politécnica da USP), Atua no CETEM como bolsista RHAe desde 1989, especialmente nas áreas de economia mineral, prospectiva e avaliação tecnológica, bem como em projetos de recuperação ambiental. Atualmente, tem-se dedicado à implementação do Banco de Dados do MERCOSUL para o setor minero-metalúrgico.

MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia



CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO
CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

CETEM - Centro de Tecnologia Mineral

1995

CT-00006144-6

SEDD 23
05
Arquivo: 006221

SÉRIE ESTUDOS E DOCUMENTOS
CETEM
BIBLIOTECA

CONSELHO EDITORIAL

Editor

Ronaldo Luiz C. dos Santos

Conselheiros Internos

Reg. N. 1797
T. M. G. C. Barreto/ Irene C. de M. H. de Medeiros Portela, Francisco E. de Vries Lápido, Ladeira, Francisco R. C. Fernandes.

Conselheiros Externos

Luis Henrique Sanchez (USP), José Raimundo A. Ramos (UFRJ), Eduardo C. Damasceno (USP), Saul Barisnik Suslick (UNICAMP), Abraham Benzaquem Sicsu (Fundação Joaquim Nabuco), Helena Maria Lastres (IBICT), Hildebrando Hermann (UNICAMP), Rupen Adamian (COPPE/UFRJ)

A **Série Estudos e Documentos** publica trabalhos que busquem divulgar estudos econômicos, sociais, jurídicos e da gestão e planejamento em C&T, envolvendo aspectos tecnológicos e/ou científicos relacionados à área minero-metalúrgica.

CETEM	
F. T. MONTO	
1797 - 6205	
COL. DE	Dayse Lúcia M. Lima
DATA 4/7/95	Vera Lúcia Ribeiro
REG. N°	Jacinto Frangella
ILUSTRAÇÃO	
BMB	

Albuquerque, Gildo de A. Sá C. de

Indústria carbonífera brasileira: conveniência e viabilidade/ Gildo de Araújo Sá C. de Albuquerque; Antônio P. dos S. Paranhos Neto; Flávio Augusto Brinckmann; Leonardo Moretzsohn Andrade; Sidnei Soccas Ribeiro. - Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1995.

40p. - (Série Estudos e Documentos, 23)

1. Indústria carbonífera - Brasil. I. Paranhos, Antônio P. dos S. II. Brinckmann, Flávio Augusto. III Andrade, Leonardo Moretzsohn. IV. Ribeiro, Sidnei Soccas. V. Centro de Tecnologia Mineral. VI. Título VII. Série .

ISBN 85-7227-055-8

ISSN 0103-6319

CDD. 338.2

APRESENTAÇÃO

Carvão mineral brasileiro: vamos usá-lo, ou não?

Esta pergunta, sempre presente em qualquer indagação da matriz energética nacional é pertinente, tendo em vista o papel das termelétricas na geração de energia e os impactos ambientais causados por tal produção.

Por outro lado, o carvão metalúrgico, hoje disponível a baixos preços no mercado internacional, parece não apresentar maiores oportunidades para a indústria carbonífera nacional, salvo como um pulmão estratégico a ser utilizado em épocas de eventuais crises de mercado.

O estudo ora trazido à discussão foi coordenado pelo Engenheiro de Minas Gildo Sá Albuquerque, tendo contado com a participação de renomados especialistas do setor: Antônio P. dos S. Paranhos Neto; Flávio Augusto Brinckmann; Leonardo Moretzsohn Andrade; Sidnei Soccas Ribeiro, e foi desenvolvido através de projeto específico TIB/PADCT/FINEP.

Roberto C. Villas Bôas
Diretor do CETEM

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. HISTÓRICO.....	7
2.1 Primeira Fase: até 1930.....	7
2.2 Segunda Fase: 1931-1952.....	7
2.3 Terceira Fase: 1953-1970.....	8
2.4 Quarta Fase: 1971-1990.....	10
3. DIAGNÓSTICO	12
4. CONCLUSÕES	24
5. RECOMENDAÇÕES	28
5.1 Governo Federal.....	28
5.2 Pesquisa e Desenvolvimento.....	30
5.3 Setor de Energia Elétrica	31
5.4 Setor Siderúrgico.....	31
5.5 Setor Petrolífero	32
5.6 Setor Carbonífero	32
BIBLIOGRAFIA.....	33

1. INTRODUÇÃO

O carvão mineral é a fonte de energia primária mais abundante de que dispõe a Humanidade. Os dados disponíveis até o fim do ano de 1991 indicavam que as reservas provadas de carvão mineral atenderiam ao consumo global de combustíveis fósseis por um prazo maior do que o dobro daquele que considera as reservas combinadas de petróleo e gás natural.

As reservas mundiais de petróleo, ao atual ritmo de consumo, durariam cerca de 40 anos; e as de gás natural, 60 anos. Já o carvão mineral poderia abastecer o mundo por quase dois séculos e meio. Ao exame da distribuição geográfica desses recursos energéticos e seu consumo a situação se agrava, devido ao fato de que dois terços da disponibilidade de petróleo se concentram no Oriente Médio, e o gás natural tem suas reservas proporcionalmente distribuídas (40% na ex-União Soviética e 30% também no Oriente Médio). As reservas próprias de petróleo e gás natural na América do Norte, conservado o presente nível de consumo, durariam 10 e 12 anos, respectivamente. As reservas européias sustentariam 9 e 25 anos de seu consumo próprio.

Ao analisar a atual matriz mundial do consumo de energia primária, incluindo energia nuclear e hidreletricidade, verifica-se que o petróleo e o gás natural juntos atendem a 63%, o carvão mineral a 28%, a energia nuclear a 7% e a hidreletricidade a 2%.

A participação do carvão mineral na matriz consumo mundial de energia primária já foi superior a 60% até 1950, caindo gradativamente a pouco mais de 30% nos anos 80 e atingindo a 28% em 1991. O petróleo e o gás natural deslocaram o uso do carvão pela oferta de combustíveis de

preço equivalente mais baixo, amplamente disponíveis e de mais fácil manuseio.

As sucessivas "crises" do petróleo, gerando incerteza sobre a sua disponibilidade futura, renovaram o interesse no uso do carvão mineral como alternativa energética, considerando a sua abundância e distribuição geográfica.

A busca da diversificação das fontes de energia e de medidas para racionalizar o seu uso tem orientado, nos últimos 10-15 anos, algumas tendências internacionais muito nítidas, a saber:

- a) o uso preferencial de combustíveis mais "limpos" pelos mercados considerados mais nobres, fazendo com que derivados do petróleo e o gás natural sejam destinados ao setor dos transportes e ao uso como matéria-prima para as indústrias químicas; o carvão mineral deve ampliar a sua participação nos mercados de geração de eletricidade, calor de processo e vapor;
- b) cresce o papel da energia elétrica como meio de "transportar" outros combustíveis, tais como o carvão mineral e o urânio, de maneira limpa, flexível, fácil e segura;
- c) o uso mais eficiente de todas as formas de energia é encorajado, assim como são incentivados programas de conservação e
- d) ampliam-se a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico para converter o carvão mineral em produtos líquidos e gasosos, buscando, ainda, solucionar as questões dos danos ao meio ambiente que seu uso tradicional acarreta.

No cenário internacional, o Brasil insere-se em uma situação peculiar. Consome 70% de energia primária a partir de petróleo

e gás natural, mais da metade proveniente de importações, já que suas reservas próprias não ultrapassariam 10 anos de vida útil ao atual nível de consumo.

A hidreletricidade responde por 19% da energia primária, o carvão mineral por 10% e a energia nuclear por 1%. Do carvão mineral consumido, dois terços são provenientes de importação, basicamente para utilização pela indústria siderúrgica.

No Brasil, os recursos energéticos não renováveis apresentam a seguinte participação relativa, aparecendo o carvão mineral como a fonte mais abundante:

Quadro 1 - Distribuição dos recursos energéticos não renováveis

Recursos	Unidade	Quantidade	Equivalência 1000 t EP	(%)
Petróleo	10 ³ m ³	852381	410780	8,2
Gás natural	10 ⁶ m ³	208318	119815	2,4
Óleo de xisto	10 ³ m ³	9847100	382786	7,7
Gás de xisto	10 ⁶ m ³	2464000	104340	2,1
Carvão energético*	10 ⁶ t	32410	2571000	51,7
Energia nuclear	t U308	301490	1347780**	27,1
Turfa	10 ³ t	487290	40092	0,8
Total			4976593	100,0

* Poder calorífico médio de 3900kcal/kg, carvão na camada e
 ** recuperação de 70% sem considerar a reciclagem de plutônio e urânio residual.

Fonte: B.E.N. - 1992

Dentro do contexto energético brasileiro, a produção do carvão nacional atingiu seu pico em 1985, com 24,6 milhões de toneladas brutas e 7,6 milhões de toneladas beneficiadas. O maior consumo ocorreu em 1986, com 8,2 milhões de toneladas de carvão beneficiado. A partir de 1986, produção e consumo passaram a cair, regredindo a níveis inferiores aos de dez anos atrás. A produção bruta baixou para o patamar de 10 milhões de toneladas anuais, e a beneficiada para o nível de 5 milhões de toneladas anuais. Atualmente, a indústria

carbonífera nacional emprega apenas 40% da mão-de-obra que utilizava dez anos antes.

O declínio observado com o uso do carvão nacional, sendo parcialmente substituído pelo produto importado ou por outros energéticos alternativos, intensificou-se a partir de 1990, após a total desregulamentação do setor carbonífero, que passa a disputar seu espaço num regime de livre mercado depois de 60 anos de proteção governamental.

Este estudo se propõe a examinar a evolução histórica da indústria carbonífera brasileira, com ênfase no período que sucedeu às "crises" do petróleo de 1973 e 1979, buscando definir as causas de sua decadência a partir de 1987.

Com base no estágio atual de conhecimento sobre as reservas brasileiras de carvão mineral e do panorama de produção, busca também analisar sua adequação aos mercados que poderia abastecer. As tecnologias mais recentes em uso ou em fase de desenvolvimento são abordadas, pretendendo definir o grau de interesse em examinar sua aplicabilidade aos carvões nacionais e seus consumidores em potencial.

A partir dos diagnósticos e das conclusões apresentadas, este estudo leva a sugestões que podem viabilizar o aumento da produção e do consumo do carvão mineral brasileiro, elevando os padrões tecnológicos aplicados desde a mineração até o seu uso. Em especial é abordado o modelo vigente na indústria carbonífera brasileira e a conveniência de modificá-lo, propondo-se os instrumentos adequados para possibilitar uma melhor inserção no planejamento global do setor energético. Na área de pesquisas científicas e tecnológicas são apresentadas linhas prioritárias de atuação, consentâneas com suas reais possibilidades de assimilação pelo mercado. Compromissos de proteção ao meio ambiente são sugeridos, para compatibilizar o aumento do uso do carvão mineral com a preservação ecológica.

2. HISTÓRICO

Ao examinar a história da mineração de carvão no Brasil, é possível identificar nitidamente quatro fases bem definidas, descritas a seguir.

2.1 Primeira Fase: até 1930

Os primeiros trabalhos de exploração carbonífera em nosso país ocorreram no século passado, nas regiões de São Jerônimo, no Rio Grande do Sul, e Lauro Müller, em Santa Catarina. A produção era incipiente, existindo grandes dificuldades de escoamento até os pontos de consumo. O produto nacional já sofria a forte concorrência dos carvões importados, que sempre apresentaram melhor qualidade.

Nas crises de abastecimento, como ocorreu na I Grande Guerra, o carvão nacional passava a ser procurado. Naquela época, era usado para produzir gás domiciliar nas usinas do Rio de Janeiro, São Paulo e Porto Alegre. Servia, ainda, para queima nas fornalhas dos navios e locomotivas.

Em 1930, ano que marca o início de grandes transformações políticas, sociais e econômicas no país, a produção brasileira atingia a 350.000 t de produto vendável.

2.2 Segunda Fase: 1931-1952

Com o Decreto-Lei nº 20.089, de 09.01.31, que estabeleceu a obrigatoriedade do consumo mínimo de 10% de carvão nacional, iniciou-se um período de 60 anos de proteção estatal à indústria carbonífera. Já naquele ano a produção nacional atingiu 493.000t.

Em 1937 produziram-se 763.000 t. Com o início da II Grande Guerra, em 1939, foi alcançada a marca de 1.000.000 t.

Pelo Decreto-Lei nº 2.667, de 03.10.40, o governo aumentou para 20% a obrigatoriedade de consumo mínimo de carvão nacional. No mesmo ano, a produção subiu para 1.400.000 t. Em 1947, a marca de 2.000.000 t foi atingida.

A inauguração da Companhia Siderúrgica Nacional, em 1945, e a decisão governamental de abastecer sua coqueria com até 50% de carvão metalúrgico nacional deslocaram o pólo de desenvolvimento da indústria carbonífera para Santa Catarina, onde se localizavam as únicas jazidas conhecidas de carvão com características coqueificantes. A produção do carvão metalúrgico catarinense implicava na formação de estoques crescentes de um produto secundário - o carvão vapor, hoje denominado de carvão energético - não aproveitado pela indústria siderúrgica.

Simultaneamente, a "dieselização" de nossas ferrovias reduzia outro segmento de mercado para o carvão nacional.

2.3 Terceira Fase: 1953-1970

Para cumprir o objetivo estratégico de suprir a indústria siderúrgica com uma parcela de carvão metalúrgico nacional e dar utilização aos crescentes estoques de carvão vapor gerado nos processos de beneficiamento do carvão bruto saído das minas, foi criado o Plano do Carvão Nacional, pela Lei nº 1.886, de 11.06.53, com o objetivo explícito de:

"Conjugar as atividades de produção, beneficiamento e distribuição do carvão nacional, a fim de ampliar-lhe a produção e regular o seu fornecimento, reduzir-lhe os preços e melhor aproveitá-lo como combustível e matéria-prima."

Para cumprir tal objetivo, foi criada a Comissão Executiva do Plano do Carvão Nacional - CEPCAN, que funcionou até 31.12.60. Nesta data, a CEPCAN foi substituída em suas atribuições pela Comissão do Plano do Carvão Nacional - CPCAN, com personalidade jurídica e autonomia administrativa e financeira, com existência limitada a 31.12.70. Sua atuação compreendia "... todo o ciclo econômico do carvão, abrangendo as atividades de pesquisa, lavra, beneficiamento, transporte, distribuição e consumo do combustível nacional."

Ampliava-se a intervenção estatal em todo o setor carbonífero. A produção, que atingira 2.000.000 t em 1947, chegava a 2.200.000 t em 1960 e 2.700.000 t em 1965, estabilizando-se até 1975.

Datam desta fase várias iniciativas destinadas a ampliar o uso do carvão mineral na geração de energia elétrica, buscar novos mercados, utilizar os subprodutos e melhorar a economicidade da indústria carbonífera como um todo. Entre elas, merecem ser registradas:

- a) início da implantação do Complexo Termelétrico "Jorge Lacerda", em Santa Catarina, que iria absorver os carvões secundários da produção catarinense;
- b) início da implantação das Centrais Termelétricas de Candiota, no Rio Grande do Sul, para o aproveitamento das enormes jazidas de carvão, mineráveis a céu aberto, localizadas naquela região;
- c) construção das Usinas Termelétricas de Figueira, no Paraná; e Charqueadas, no Rio Grande do Sul;
- d) implantação da Aços Finos Piratini, em Charqueadas, utilizando o processo de redução direta de minério de ferro a partir do uso do carvão local;

- e) projeto da Indústria Carboquímica Catarinense - ICC, destinada a aproveitar os rejeitos piritosos do carvão catarinense para a produção dos ácidos sulfúrico e fosfórico e
- f) busca de maior economicidade na mineração de carvão, pela economia de escala, concentrando a extração em unidades maiores, mecanizando e racionalizando a produção.

2.4 Quarta Fase: 1971-1990

Com a extinção da CPCAN, a maior parte de suas tarefas foi atribuída ao Conselho Nacional de Petróleo - CNP, pelo Decreto-Lei nº 67.812, de 14.12.70. Entre outras atribuições, coube ao CNP estabelecer as especificações e os preços dos diversos tipos de carvão postos à disposição do mercado, determinar cotas de produção, autorizar importações do produto, repassar subsídios ao transporte e ao consumo e atuar decisivamente na ponta da comercialização.

A partir de 19.11.75, por força de convênio assinado entre o CNP e a CAEEB - Companhia Auxiliar de Empresas Elétricas Brasileiras, esta passou a atuar como executora da política dos carvões energéticos estabelecida pelo CNP. A CAEEB operou em todas as etapas de comercialização do carvão, através da criação de entrepostos e estoques reguladores, chegando à deter o monopólio do comércio de carvão energético em todo o território nacional.

Neste período ocorreram os "choques" do petróleo de 1973 e 1979. As dificuldades da balança comercial brasileira, causadas pelo impacto dos aumentos de preço do petróleo, conduziram à criação do Programa de Mobilização Energética - PME, pelo Decreto-Lei nº 1.691, de 02.04.79. O PME estimulou o consumo do carvão nacional, em substituição aos derivados de petróleo, mediante o mecanismo de financiamentos

favorecidos para projetos, desde a produção até o consumo do carvão e de concessão de subsídios ao transporte e ao consumo. Coube à CAEEB administrar esses mecanismos.

Nesta fase, a produção de carvão vendável ultrapassou a 3.000.000 t em 1976, a 4.000.000 t em 1978, a 5.000.000 t em 1981, a 6.000.000 t em 1982 e 7.000.000 t em 1984. A partir de 1987 começou a declinar, baixando de 7.000.000 t, e chegando a menos de 5.000.000 t em 1990, 1991 e 1992.

O mercado consumidor sofreu profundas transformações, ampliando-se o consumo termelétrico e reduzindo-se drasticamente as vendas à indústria siderúrgica. Novos consumidores foram incorporados, com destaque para os setores de cimento, papel e celulose, petroquímica e alimentos.

Este ciclo, de forte intervenção estatal, entrou em declínio em meados da década de 80 e exauriu-se em 1990, sobretudo em decorrência da Portaria nº 801 (17/09/90), do Ministério da Infra-Estrutura, a qual desregulamentou todo o setor carbonífero.

3. DIAGNÓSTICO

O carvão mineral é a fonte de energia não renovável mais abundante e melhor distribuída geograficamente que o planeta possui. A sua participação no consumo global de energia primária, que atualmente é de 28%, deve ampliar-se nos próximos 25 anos, como alternativa à escassez relativa e conseqüentes custos/preços crescentes do binômio petróleo-gás natural. O progresso tecnológico já está oferecendo soluções para as restrições de caráter ambiental à sua produção e consumo, bem como avançando no rumo da sua conversão em combustíveis e matérias-primas líquidas e gasosas.

No Brasil, mesmo ocupando a posição de maior reserva de energia primária não renovável, o carvão mineral é produzido em nível modesto. Seu uso energético restringe-se à região Sul, onde ocorrem as jazidas carboníferas. O abastecimento da indústria siderúrgica é feito exclusivamente pelo carvão metalúrgico importado.

A questão carbonífera é, amiúde, encarada como um "problema regional" pelas áreas de planejamento governamental e pelos legisladores, o que é, sem dúvida, um conceito equivocado e perigoso. Em 1991, o Brasil dispendeu US\$4.978,7 milhões na importação de insumos minerais, 85% dos quais representados pelos combustíveis petróleo, gás natural e pelo carvão metalúrgico. Este último, que é o segundo item na pauta de importações minerais, representou um gasto de divisas de US\$573 milhões. As reservas brasileiras de carvão mineral poderiam reduzir este dispêndio, se inseridas na matriz energética como alternativa ao uso dos derivados de petróleo e do carvão metalúrgico importado, associadas a uma maior utilização na termelétrica. A clara compreensão de que isto é tecnicamente possível e pode ser economicamente viável, dá ao carvão mineral a condição de reserva energética e

fonte de matéria-prima de importância econômica estratégica para o país, sendo uma solução nacional e nunca um problema regional.

Por 60 anos, sucessivos governos intervieram, em maior ou menor intensidade, na área carbonífera, tentando encontrar o melhor modelo para aumentar a sua participação no balanço energético nacional. As diversas formas de proteção e estímulo, adotadas em diferentes ocasiões, em geral sob pressão de crises de abastecimento de combustíveis, tanto produziram resultados positivos quanto favoreceram o surgimento de aspectos negativos.

Entre os efeitos positivos da atuação estatal encontram-se:

- a) implantação de um parque de geração termelétrica usando o carvão nacional, com o desenvolvimento da capacitação em projeto e construção de usinas, bem como de um setor de fabricação de equipamentos para termelétrica;
- b) investimentos de porte na pesquisa geológica e tecnológica, voltada ao carvão mineral, principalmente na época dos "choques do petróleo";
- c) estudos (1953-1970) para modernização e ampliação da indústria carbonífera, que produziram resultados parciais, por falta de continuidade do programa ao longo do período;
- d) demonstração da viabilidade técnica do uso do carvão nacional na indústria siderúrgica pesada e em processos de redução direta de minério de ferro;
- e) comprovação da viabilidade do uso da piritosa carbonosa para produção de ácido sulfúrico;

- f) uso crescente das cinzas das usinas termelétricas pela indústria cimenteira e
- g) uso intenso do carvão mineral, em substituição ao óleo combustível, na fabricação do clínquer.

Em contrapartida, o "protecionismo" exercido por "espasmos" durante as épocas de crise, pela falta de continuidade nas políticas carboníferas adotadas, gerou sérias dificuldades a uma indústria que depende diretamente de grandes consumidores, muitos da área estatal, e de decisões de política econômica de ordem federal. Entre outras distorções acarretadas, é possível relacionar as apresentadas a seguir.

- a) A distribuição de cotas de fornecimento ou a divisão de mercados consumidores entre vários produtores, principalmente em Santa Catarina, muitas vezes sob patrocínio político, permitiu a existência e a sobrevivência de empresas carboníferas sem perspectiva de se engajarem em empreendimentos de dimensões maiores, e níveis de tecnologia e eficiência mais altos.
- b) A excessiva pulverização entre produtores desestimulou a participação de segmentos consumidores, como as empresas de energia elétrica e a indústria siderúrgica, ou de grandes produtores de combustíveis, como a indústria petrolífera.
- c) O permanente controle exercido pelo poder público sobre os preços do carvão mineral, culminando nos anos em que a tarefa coube ao Conselho Nacional do Petróleo, que adotou a fórmula $\text{Preço} = \text{Custos} + \text{Remuneração}$, foi altamente nocivo à indústria carbonífera. Ao admitir os custos de empresas de porte inadequado, com minas e instalações de beneficiamento ineficientes, aplicando-lhes uma remuneração, o sistema desestimulou por completo novos investimentos que

buscassem melhorar os índices de produtividade e o controle de qualidade dos produtos.

- d) A permissão de oferta à indústria de tipos de carvões com elevados teores de cinzas e com subsídio de preços, em detrimento de possíveis produtos de melhor qualidade, contribuiu para desprestigiar o carvão nacional como alternativa energética.
- e) A intervenção estatal na área da comercialização do carvão conduziu à conseqüência indesejável de afastar os consumidores dos produtores.
- f) A não obediência, na maioria das situações, a dos contratos de fornecimento de carvão com prazos longos e a dos dispositivos que assegurassem seu cumprimento é outro aspecto que desestimulou os investimentos na área produtora, pela incerteza quanto ao consumo futuro.

Nesse quadro, a produção brasileira de carvão mineral, em 1992, era proveniente de 16 empresas, de pequeno e médio porte, ora vivendo uma crise aguda de desestímulo e descapitalização. Com a exceção da Companhia Riograndense de Mineração, controlada pelo Governo do Estado do Rio Grande do Sul, as demais pertencem ao setor da iniciativa privada. Como não figuram entre seus controladores as empresas consumidoras de carvão, nem operam com garantias contratuais para fornecimentos regulares a longo prazo, convivem permanentemente com o risco da instabilidade da demanda.

A maioria das minas é de pequena capacidade, com as raras exceções dimensionadas para escalas de produção de médio porte (< 200.000 t). Em geral, operam com defasagem tecnológica, baixa produtividade da mão-de-obra e investimentos insuficientes para segurança e higiene do trabalho, bem como para a preservação e recuperação do meio

ambiente. Estima-se que ganhos com economia de escala, modernização tecnológica e aumento da produtividade, em minas de subsolo, dimensionadas para produzirem acima de 1 milhão t/ano de carvão beneficiado, possam reduzir custos de produção entre 25 e 50%, com relação aos níveis atuais.

A maioria das plantas de beneficiamento em atividade estão superadas tecnologicamente, operando sem homogeneidade na alimentação, com controles deficientes, baixa recuperação dos produtos e oscilações nas suas especificações comerciais.

Com enormes dificuldades para reduzir custos/preços, pela pequena capacidade para investir na modernização de suas instalações, agravada pela insegurança de um mercado consumidor sem compromissos com a continuidade, a indústria carbonífera ainda convive com a desleal concorrência do óleo combustível subsidiado. Este aspecto, apresentado e discutido com fartura de detalhes nos últimos anos, reduz drasticamente a competitividade do carvão mineral como energético alternativo ao óleo combustível para os grandes consumidores industriais.

O principal mercado para o carvão mineral brasileiro é o da geração termelétrica. A capacidade de geração de energia elétrica no país é amplamente fundada na hidreletricidade, com a indispensável complementação termelétrica, a partir do carvão mineral, reduzida a 5%. As usinas termelétricas operam na "ponta" do sistema, com conseqüências negativas para a indústria carbonífera, pela incerteza no fornecimento e elevação de custos/preços do carvão em função da existência de capacidade instalada maior do que a demanda real. A comparação dos custos de geração entre hidreletricidade e termelétrica é sensivelmente afetada devido ao fato de o setor elétrico planejar e programar a operação do parque gerador. Acresça-se a isto a existência de custos sociais na implantação das hidrelétricas que, em geral, não são considerados.

Segundo dados da ELETROBRÁS, o setor elétrico planeja aumentar a participação das termelétricas a carvão mineral para um patamar entre 10% e 15% da capacidade de geração, num prazo de 20 anos, elevando sua atual capacidade instalada de 1.040 MW para 7.150 MW. A previsão do consumo de carvão mineral em 2010 é de 24 milhões t, com um fator de carga nas usinas de 50%, o que não vem ocorrendo nos últimos 10 (dez) anos. O planejamento do setor elétrico é feito isoladamente e não inclui outros mercados consumidores de carvão que, por seu lado, não costumam apresentar previsões de longo prazo.

As novas termelétricas planejadas concentram-se no fornecimento de carvão a partir de duas bacias: Grande Candiota e Sul Catarinense. Não consideram as possibilidades de consumo das frações mais nobres do carvão, como o carvão metalúrgico catarinense, por outros mercados. Tampouco incluem a utilização, conjugada com a indústria siderúrgica, do carvão do litoral Norte do Rio Grande do Sul, ou com outras possibilidades de usos, como a indústria cimenteira, na bacia do Baixo Jacuí e do Paraná.

As restrições ecológicas ao uso do carvão mineral na termelétrica deverão ser superadas pela disponibilidade de tecnologias limpas, inclusive no mercado nacional, que permitam reduzir as emissões atmosféricas aos níveis estabelecidos por legislação ambiental consentânea com a realidade brasileira.

A intenção de atrair setores da iniciativa privada para investimentos na geração de energia elétrica pretende conduzir à participação destes na produção carbonífera, a exemplo do que ocorre em outros países.

Semelhante é a situação da indústria siderúrgica nacional, já em franca transferência para o setor privado. Projetada para usar até 50% de carvão metalúrgico nacional, quando da inauguração da Companhia Siderúrgica Nacional, em Volta Redonda, nunca atingiu este nível de consumo. Ao longo do

tempo, a participação do produto nacional foi decaindo, até ser totalmente suspensa em 1990.

Os motivos apresentados para justificar o desinteresse pelo carvão nacional coqueificável são a baixa qualidade e o preço elevado. Ambos são passíveis de reavaliação e ajustamento às necessidades da siderurgia a alto-forno, seja pelo aprimoramento técnico nas plantas de beneficiamento, seja pela economia de escala no setor produtivo. Uma hipotética participação das empresas siderúrgicas na indústria carbonífera poderia conduzir ao encontro de soluções satisfatórias para reduzir os dispêndios da balança comercial brasileira na compra do carvão metalúrgico brasileiro.

É interessante notar que, atualmente, a importação de carvão é isenta de gravames, enquanto grande número de impostos (alguns estimam em 29) incidem sobre a produção nacional. Agravando ainda esta situação, não se cobra do exportador quaisquer compromissos ambientais em sua atividade produtiva, o que é exigido no caso do carvão brasileiro.

As jazidas de carvão do litoral Norte do Rio Grande do Sul apresentam um fato novo, ainda não considerado pela siderurgia brasileira: a possível obtenção de frações de carvão metalúrgico com teores de cinzas mais baixos do que os do produto catarinense e recuperações mais elevadas nas plantas de beneficiamento. Enquanto em Santa Catarina consegue-se recuperar menos de 5% de um carvão metalúrgico com 17% de cinza base seca e mais de 1% de enxofre, as jazidas do litoral Norte do Rio Grande do Sul possibilitam a obtenção do mesmo produto, porém, com teor de enxofre entre 0,6 e 0,8% e recuperações que vão de 10%, em Chico Lomã, até 20% em Santa Terezinha. Também abrem a perspectiva da produção de carvão metalúrgico com teor de cinzas mais baixo, por hipótese 14%, 12% ou 10%. A tecnologia da redução direta de minério de ferro pelo carvão nacional já é conhecida e dominada no Rio Grande do Sul, pela Aços Finos Piratini.

Atualmente, é possível substituir o carvão vegetal pelo carvão mineral na produção de ferro gusa, por processos como o COREX. É uma alternativa que pode tornar-se ainda mais atraente, se consideradas as restrições internacionais à compra do gusa brasileiro, pelo extenso desmatamento provocado pela produção de carvão vegetal. A Comunidade Econômica Européia ameaça embargar as aquisições do produto brasileiro se o atual quadro permanecer.

Entre outros consumidores, destaca-se a indústria cimenteira, que chegou a utilizar mais carvão mineral do que o mercado termelétrico em 1983, mas reduziu o seu consumo com a eliminação dos subsídios ao carvão mineral e a manutenção ao óleo combustível. Outros setores industriais também usam o carvão mineral como alternativa ao óleo combustível, com excelentes resultados. As novas tecnologias disponíveis, como a combustão em leito fluidizado (FBC) e a gaseificação de baixo e médio poder calorífico, ampliam as possibilidades de opção pelo carvão mineral para a produção de energia, vapor e calor industrial.

A obtenção de combustíveis líquidos e gasosos a partir do carvão mineral, objetivo perseguido pelas empresas petrolíferas em todo o mundo, é uma realidade na África do Sul, onde a SASOL colocou em operação a sua primeira unidade, em 1958, com a capacidade de 10.000 barris/dia de derivados do carvão. Atualmente, com 3 unidades em operação, atende a 40% da demanda interna de combustíveis líquidos e gasosos, com o petróleo respondendo pelos outros 60%. Sua produção atual é estimada em 70 milhões de barris anuais, vinte vezes maior do que a capacidade daquela primeira unidade.

Na década de 70, com os "choques" do petróleo, que abalaram a economia mundial, para ingressar na área carbonífera, a PETROBRÁS escolheu o caminho da gaseificação pelo processo KRUPP-KOPPERS, adquirido na Alemanha após amplos estudos dos carvões nacionais.

Vultosos investimentos foram realizados, tanto pela PETROBRÁS como pela Companhia Riograndense de Mineração, em estudos, pesquisas, projetos e início da implantação de um complexo mina - planta de gaseificação. No início dos anos 80, a PETROBRÁS cancelou o projeto, causando pesados prejuízos a si própria e à empresa mineradora, abandonando sua primeira investida na área carbonífera, onde a maior parte de suas congêneres de maior expressão continua investindo.

Os subprodutos do beneficiamento do carvão mineral podem ser viabilizados. Os concentrados piritosos são matéria-prima para a obtenção de ácido sulfúrico na ICC-Indústria Carboquímica Catarinense. As cinzas obtidas na combustão do carvão constituem um insumo disputado pela indústria cimenteira, para adição ao clínquer, na fabricação do cimento pozolânico. O seu uso como base para rodovias asfaltadas e na produção de tijolos leves e de qualidade superior é objeto de bem sucedidos testes feitos pela Fundação de Ciência e Tecnologia - CIENTEC, no Rio Grande do Sul.

O uso do carvão mineral em maior escala, que não à "boca da mina", esbarra na precariedade e conseqüentes custos elevados dos sistemas de transporte disponíveis para a indústria carbonífera. Somente produções maiores viabilizariam ramais ferroviários e instalações de carga, descarga e manuseio de maior eficiência e custos mais baixos. Para exemplificar, no trecho Mina de Candiota - Porto de Rio Grande, com 220 Km por ferrovia, acrescidos de 18 Km de acesso rodoviário, seria possível reduzir as atuais despesas de transporte, superiores a US\$ 12,00/t, para US\$ 6,00/t, desde que fossem transportadas quantidades iguais ou superiores a 500.000 t, viabilizando o investimento em ramais ferroviários e terminais de carga e descarga. Para trechos e quantidades maiores, segundo estudos da CVRD, os exemplos disponíveis de reduções são superiores a 50% nos custos de transporte.

O carvão mineral pode ser minerado, beneficiado, transportado e utilizado, atendendo aos padrões de preservação ambiental exigidos. As tecnologias disponíveis, inclusive no Brasil, permitem compatibilizar a produção e o uso do carvão com a manutenção de condições satisfatórias ao meio ambiente, desde que a parcela de acréscimo nos custos dos investimentos e da operação seja admitida como um ônus inescapável para a sociedade. O mesmo critério deve prevalecer também para os outros energéticos, principalmente os derivados do petróleo.

No caso da geração termelétrica a carvão mineral, devem ser ressaltadas as peculiaridades das condições atmosféricas e climatológicas vigentes nos pólos termelétricos nacionais - Jorge Lacerda (SC) e Candiota (RS) - extremamente mais favoráveis que as verificadas em regiões de elevada concentração industrial, onde é válida a adoção de rígidos padrões de controle ambiental, para novas emissões em ambientes já saturados.

Apenas para exemplificar tais diferenças, verifica-se que, caso confirmadas as projeções otimistas de consumo do carvão mineral nacional, feitas pela ELETROBRÁS, a tonelagem a ser utilizada pelo Brasil em 2.010 representará menos do que 1% do carvão energético usado pela Europa e Rússia, já no ano 2.000. Tomando-se outro exemplo, constata-se que o consumo de carvão energético no Brasil, em 1986 (ano de maior geração térmica), representou apenas 0,8% do consumo norte-americano, para a mesma finalidade, em 1985.

Tais dados não devem ser encarados como uma desnecessidade de cuidados com o controle das emissões de termelétricas no Brasil e sim indicar que as normas restritivas não podem seguir os mesmos padrões adotados em áreas já saturadas, sob pena de serem exigidos altos investimentos e com riscos tecnológicos, sem uma contrapartida em ganhos de natureza ambiental que os justifiquem.

Novas áreas de desenvolvimento tecnológico voltadas à produção e uso do carvão mineral estão atraindo acentuado interesse nos países que são grandes produtores e consumidores. Na ponta da produção carbonífera, as novidades incluem a extração econômica do metano contido nas camadas de carvão, o transporte por tubulação da mistura carvão-água no subsolo e na superfície, o uso intensivo da informática a programação e controle das operações, a mecanização mais intensa, as análises *on line* nas plantas de beneficiamento, a automação dos processos, consideráveis avanços nas técnicas de flotação em coluna para os finos e ultrafinos e a viabilidade da secagem térmica antes do uso final, entre outras. Para a utilização do carvão mineral, o desenvolvimento das novas tecnologias busca a substituição dos derivados de petróleo e o atendimento às disposições ambientais gradualmente mais rigorosas.

Em nosso país, mesmo com instituições de pesquisa de muito bom nível e pesquisadores qualificados, a crônica escassez de recursos financeiros tem contribuído para os modestos resultados obtidos.

Algumas exceções à regra cabe destacar, como os projetos da CIENTEC para a combustão em leito fluidizado e a gaseificação de baixo e médio poder calorífico, além dos projetos do CETEM na área de beneficiamento do carvão nacional.

Ao analisar o estado geral da indústria carbonífera brasileira e as suas interrelações com os mercados consumidores e as instituições de pesquisa e desenvolvimento, é evidente a inexistência de um planejamento global e de longo prazo para as atividades. Apenas o setor elétrico apresenta planos contemplando horizontes até 20-25 anos, mas sem a desejável conjugação com outros mercados, com a indústria produtora e com os demais segmentos envolvidos. Mais grave apresenta-se a questão do carvão, se incluirmos a descontinuidade dos programas já feitos e os atrasos de execução, provenientes da

falta de recursos financeiros ou da má qualidade de seu gerenciamento.

A desregulamentação do setor carbonífero e a busca intensa da privatização das atividades econômicas não pode eximir o poder público das tarefas de planejar, coordenar e supervisionar, notadamente quando apresentam a dimensão e a complexidade da área em exame.

A ausência de uma matriz energética abrangente, com adequada inserção do carvão nacional, planejada a longo prazo e provida de mecanismos que assegurem a sua execução é causa original das sucessivas crises da indústria carbonífera brasileira.

É também notória a falta de *marketing* da indústria nacional de carvão mineral, a qual não investe, como outros setores, na divulgação de seus aspectos positivos, procurando esclarecer junto à opinião pública a possibilidade de convivência harmônica com o meio ambiente, seu papel de criadora de empregos diretos e indiretos, sua contribuição para o desenvolvimento sócio-econômico a jusante e sua importância nacional, apesar da localização geográfica em estados do Sul.

4. CONCLUSÕES

1. A participação do carvão mineral brasileiro na matriz energética nacional é muito pequena face ao potencial relativo que suas reservas apresentam se comparadas às de outras fontes de energia primária disponíveis. A pequena dimensão e as constantes crises da nossa indústria carbonífera explicam-se pela inexistência de um planejamento energético amplo, de longo prazo e execução controlada, que compreenda uma política firme e realista para o setor.
2. O carvão mineral não é um "problema regional" dos três estados do Sul. Representa uma abundante fonte energética nacional, de grande valor estratégico para a economia do País, desde que seja inserido em uma matriz energética abrangente e tratado com visão técnico-econômica e execução profissional.
3. A indústria carbonífera brasileira é constituída por empresas de pequeno e médio porte, sem vínculos com as indústrias de petróleo, energia elétrica e siderurgia, como é usual na maioria dos países grandes produtores ou consumidores. Suas minas e plantas de beneficiamento, além da pequena capacidade, apresentam defasagem tecnológica quando comparadas ao estágio atual atingido nos principais países produtores.
4. A participação do carvão mineral na geração de energia elétrica é pequena no Brasil, enquanto aumenta expressivamente em vários outros países, alguns até importadores desse combustível. O modelo operacional do setor elétrico desconsidera as características da indústria de mineração e prejudica a comparação econômica com a geração hidrelétrica. O programa

existente para ampliar a geração termelétrica a carvão deve fazer parte de um planejamento energético integral; espera-se seu cumprimento.

5. A siderurgia brasileira não participa da indústria carbonífera e demonstra pouco empenho em buscar condições para viabilizar o uso das frações de carvões metalúrgicos existentes no país, aliviando os custos com a importação do produto estrangeiro.
6. No atendimento a outros mercados consumidores, o carvão mineral enfrenta a concorrência do óleo combustível, fortemente subsidiado, com grandes prejuízos às empresas carboníferas.
7. Ao abandonar sua tentativa inicial de participar do setor carbonífero, a PETROBRÁS deixou de acompanhar a orientação de suas co-irmãs internacionais de maior porte, que permanecem investindo e ampliando a posição na área do carvão mineral.
8. A dimensão modesta e a pulverização da indústria carbonífera dificultam a viabilização econômica de uma estrutura moderna e eficiente de transportes para o produto, tendo como consequência o acréscimo de altos custos em suas modalidades atuais de execução.
9. O aproveitamento das cinzas do carvão mineral representa uma atraente opção técnica e econômica para setores como a indústria cimenteira, a fabricação de tijolos, a construção de casas populares e a implantação de rodovias.
10. A preservação do meio ambiente e o aumento da produção e uso do carvão mineral não são incompatíveis. Existem recursos tecnológicos disponíveis para harmonizá-los, desde que os parâmetros de controle a serem adotados sejam compatíveis com a

realidade brasileira. Em nome de uma ecologia que quase tende ao fanatismo, querem alguns implantar no Brasil as mesmas normas de emissão de poluentes, extremamente restritas, existentes, por exemplo, no Japão. Não é possível desconsiderar as diferenças de área territorial, de industrialização, de concentração urbana, bem como dos níveis de emissão de CO₂ na atmosfera, existentes entre os dois países.

11. Apesar do carvão mineral ser a sua maior reserva de energia primária não renovável, o Brasil não vem acompanhando o desenvolvimento tecnológico internacional nas áreas da produção e do uso desse energético, ignorando novas e mais amplas possibilidades para seu aproveitamento econômico.
12. Tanto para gaseificação quanto para combustão, a tecnologia do leito fluidizado usado como combustível direto na geração termelétrica, é a que melhor se adapta aos carvões minerais brasileiros, devido a maior eficiência e limpeza dos combustíveis que produz, atendendo aos padrões internacionais de emissões poluidoras. Para as novas usinas de geração termelétrica a carvão, programadas e ainda não projetadas, o uso desta tecnologia deve ser considerado.
13. A recuperação e a remodelação da indústria carbonífera brasileira são convenientes aos interesses nacionais e, se corretamente conduzidas, viáveis em seus aspectos técnicos e econômicos. É estrategicamente imperativa a criação de condições que permitam ao país utilizar seu mais abundante recurso energético próprio, alcançando padrões tecnológicos equiparáveis aos melhores disponíveis no cenário internacional.
14. A importância da indústria carbonífera brasileira deve ser mais difundida junto ao grande público pelos empresários do setor, divulgando os múltiplos aspectos

positivos que advêm do correto uso do carvão mineral e evitando que uma estigmatização de efeitos negativos impeça a adoção de medidas que revitalizem sua produção no Brasil.

5. RECOMENDAÇÕES

Este estudo, a partir da análise da indústria carbonífera brasileira e do diagnóstico das causas fundamentais da sua crise atual, recomenda as ações descritas a seguir com o objetivo de criar condições para ampliar a produção e o consumo do carvão mineral em bases técnicas e economicamente viáveis:

5.1 Governo Federal

- a) Elaboração de planejamento energético integrado, para um horizonte mínimo de 20 anos, incluindo todas as fontes primárias de energia disponíveis, com o aumento da utilização do carvão mineral brasileiro na matriz energética. Criação dos mecanismos indispensáveis para assegurar a sua execução, inclusive estímulo à participação da iniciativa privada na geração, cogeração e autoprodução de energia.
- b) Implantação de uma política carbonífera de longo prazo, coordenada com o planejamento energético e com os planos de modernização e expansão da indústria siderúrgica.
- c) Definição clara de uma estrutura adequada, hoje inexistente, para discussão, elaboração, implementação e acompanhamento do planejamento energético integrado e da política carbonífera de longo prazo nele inserida.
- d) Adoção de medidas que conduzam à existência de empresas carboníferas de maior porte e capacidade financeira, seja pela associação das atuais empresas, seja pelo ingresso de novos investidores no setor,

estimulando a participação de empresas das áreas de energia elétrica, petróleo e siderurgia.

- e) Reavaliação das normas brasileiras, em especial a Resolução CONAMA nº. 08/90, para agentes poluentes provenientes do uso do carvão mineral, cotejando-as com as normas internacionais e considerando as características próprias dos países em que são adotadas e as existentes no Brasil.
- f) Incentivo ao uso, consagrado no mercado internacional, de contratos de fornecimento de carvão mineral por prazo mínimo de 10 anos e cláusula de preferência para renovação. Exigência de contratos deste modelo quando houver financiamentos, garantias federais, concessão de incentivos ou qualquer outra condição assemelhada para a implantação de empreendimentos que sejam consumidores do produto. Somente com tais garantias os mineradores poderão adotar práticas modernas de gestão aliadas à concentração, modernização e ampliação da capacidade das minas e plantas de beneficiamento, com conseqüente redução de custos.
- g) Estudo de alíquotas compensatórias na importação de carvão mineral, compatibilizando-as com os valores de impostos que internamente incidem sobre a produção nacional.
- h) Estabelecimento de controles sobre a importação de carvão mineral, permitindo aferir se os cuidados ambientais do exportador estão em níveis similares àqueles domesticamente atendidos.

5.2 Pesquisa e Desenvolvimento

- a) Alocação de recursos para projetos na área carbonífera, selecionando programas prioritários, e destinando-os a instituições de pesquisa com infra-estrutura, pessoal qualificado e equipamentos para realizá-los, além de tradição no assunto, evitando a pulverização dos recursos disponíveis.
- b) Inclusão entre as prioridades para P&D na área do carvão mineral, devem constar as seguintes:
- estudo da ocorrência e da viabilidade de extração de metano nas jazidas brasileiras de carvão mineral;
 - análise da viabilidade e da aplicabilidade do transporte hidráulico, por mineroduto ou "carboduto", a situações pré-selecionadas da indústria carbonífera nacional;
 - estudos para a redução dos teores de cinzas e enxofre nos carvões brasileiros;
 - avaliação da conveniência de uso da secagem térmica em instalações consumidoras de carvão mineral;
 - continuidade no desenvolvimento dos programas de combustão em leito fluidizado e gaseificação de baixo e médio poder calorífico, dando ênfase à tecnologia do ciclo combinado e
 - incentivo à obtenção de melhores condições de combustão e transporte do carvão brasileiro, através da retomada dos estudos sobre briquetagem do carvão nacional.

5.3 Setor de Energia Elétrica

- a) Mudança nos critérios de operação das usinas termelétricas a carvão mineral, passando a operar na base do sistema, ao invés de fazê-lo na ponta como ocorre atualmente.
- b) Reexame dos critérios para cálculo do custo do quilowatt-hora gerado em usinas hidrelétricas e em usinas termelétricas a carvão mineral, incorporando custos hoje não considerados no primeiro caso e, no segundo caso, considerando a operação com fator de carga mais alto e conseqüentes preços mais baixos de carvão, pela economia de escala na produção.
- c) Estabelecimento de condições realistas de venda das cinzas provenientes das termelétricas, abatendo o seu valor dos custos com o combustível, para efeito de cálculos tarifários.

5.4 Setor Siderúrgico

- a) Reavaliação pela indústria siderúrgica pesada da utilização de frações metalúrgicas do carvão nacional em seus altos-fornos, principalmente, considerando as novas jazidas do litoral Norte do Rio Grande do Sul.
- b) Reavaliação de alternativas para uso do carvão nacional, como a injeção de carvão pulverizado nos altos-fornos e a mistura de carvões não coqueificáveis nas coquearias, entre outras, considerando as novas técnicas disponíveis.
- c) Avaliação da viabilidade do processo COREX com o carvão nacional, visando substituir o consumo de carvão vegetal na obtenção do ferro gusa.

5.5 Setor Petrolífero

- a) As empresas petrolíferas, a exemplo do que é feito internacionalmente, voltem-se a estudos e projetos no setor carbonífero, inclusive internando tecnologias já disponíveis, isoladamente ou associadas a produtores e/ou consumidores de carvão mineral.
- b) Fixação de preços reais para o óleo combustível, eliminando a concorrência desleal com o carvão mineral, pela existência de subsídios cruzados.

5.6 Setor Carbonífero

- a) Reorganização do setor, com a criação de empresas carboníferas de maior porte e capacidade financeira, objetivando viabilizar a concentração, modernização e ampliação da capacidade das minas e plantas de beneficiamento, com conseqüente redução de custos e aumento da competitividade, considerando os seguintes caminhos:
 - associação entre os atuais produtores;
 - participação acionária de empresas das áreas de energia elétrica, petróleo e siderurgia e
 - ingresso de novos investidores.
- b) Exigência de contratos de fornecimento por prazo mínimo de dez anos e cláusula de preferência para renovação, no atendimento a solicitações de fornecimento de carvão mineral para atuais e novos consumidores.
- c) Uso adequado e intenso dos meios de comunicação em campanhas de defesa do carvão mineral e seu uso, esclarecendo a opinião pública e revertendo a imagem negativa habitualmente associada ao setor.

BIBLIOGRAFIA

1. AEPET. Associação dos Engenheiros da Petrobrás. Boletim n. 21, Set.1992 e Anexos.
2. BARCELLOS, Paulo F.P.; LEÃO, Manuel Luiz. Geração termelétrica, normas ambientais e o interesse nacional. (s.l.: s.n.), 1992.
3. BP STATISTICAL REVIEW OF WORLD ENERGY, June, 1992.
4. BRINCKMANN, Sergio. O carvão metalúrgico do Rio Grande do Sul: importância das reservas e plano global para sua utilização. (Porto Alegre): Departamento de Ciências Econômicas/UFRGS, 1988.
5. CARRISSO, Regina Coeli C. Carvão Metalúrgico. São Paulo: EPUSP/CETEM, 1992. (CT 0140).
6. CNE. Grupo de trabalho, Diretrizes para a política do carvão mineral. Brasília, Out. 1988.
7. COAL bridge to the future: WOCOL. Massachusetts Institute of Technology, 1980.
8. COMISSÃO Especial de Defesa do Carvão: Relatório final. (s.l.): Assembléia Legislativa do Rio Grande do Sul, 1992.
9. CONSIDER. Panorama do carvão coqueificável no Brasil até o ano 2.000. Rio de Janeiro, 1986.
10. COSTA, João Luiz da Cunha, MEDEIROS, João Jerônimo. CAEEB - Empresa Administradora do Plano Nacional do Carvão. (s.l.): CAEEB, 1988.
11. CVRD. Mercado de carvão e disponibilidade de carvão residual.1986 (Relatório).
12. _____. Mercado de carvão energético: demanda para injeção nas ventaneiras de Altos-fornos a coque no Brasil.

13. _____, Projeto integrado do carvão de Moatize: estudo de pré-viabilidade. (s.l.: s.l.), Dez. 1990.
14. DIRETRIZES para a política do carvão mineral. (Brasília): Ministério da Infra-Estrutura, 1990.
15. DNPM/CPRM. Projeto "A borda leste da Bacia do Paraná: Integração Geológica e Avaliação Econômica". Dez. 1986.
16. DNPM. MINFRA. Sumário Mineral 1991. Brasília, 1991.
17. DNPM. MME. Perfil Analítico do Carvão. 2. ed. Brasília, 1987. (Boletim n. 6).
18. ELETROBRÁS. Plano 2010: relatório geral. Rio de Janeiro, 1987.
19. _____. Plano 2015: relatório preliminar. Rio de Janeiro, 1992.
20. ENGINEERING AND MINING JOURNAL. Jan. 1991/até Dez. 1992.
21. FARIA, Cesar W. de. Situação atual e caminhos para o desenvolvimento da mineração de carvão no País. (s.l.): SNIEC, 1991.
22. _____. Propostas para modernização e desenvolvimento do setor carbonífero brasileiro. (s.l.): SNIEC, 1992.
23. FERNANDES FILHO, João de Deus. Estudo da Arte das Tecnologias Limpas na Termelétricidade. (s.l.: s.n.), 1991.
24. INFORMATIVO DA INDÚSTRIA CARBONÍFERA. DNPM. Brasília, 1988.
25. MME. Projeções de mercado para o carvão mineral 1987/2000 subgrupo 2. (s.l.): CAEEB, Set. 1986.
26. _____. Reexame da Matriz Energética Nacional. Brasília, 1992.

27. _____. Secretaria Nacional de Energia. Balanço Energético Nacional 1992, Brasília, 1992.
28. OLIVEIRA, Marilda de. Abertura à importação amplia crise do carvão. Brasil Mineral, n. 82, Out. 1990.
29. OLIVER, Dick. Oil and gas from coal. Financial Times, 1981.
30. PALADINI, Edson P. Estratégia de ação para a indústria carbonífera. Brasil Mineral, n. 82, Out. 1990.
31. PEREIRA, Augusto Baptista. Quando o petróleo acabar: fontes alternativas de energia como substitutivas do petróleo. (s.l.): UDESC, 1979.
32. PERSPECTIVAS da geração termelétrica a carvão mineral. In: SEMINÁRIO BRASIL-EUROPA, 1991. Anais.
33. POSSA, Mario Valente. Carvão energético. São Paulo: EPUSP/CETEM, 1992. (CT 0146).
34. SCHNEIDER, Nilo. Qualidade e características do carvão mineral de Figueira, Paraná: painel do carvão paranaense. 1992.
35. SHELL COAL REVIEW, 1981.
36. SNIEC-Carvão mineral: produção, venda, imposto e consumo por setor na década de 80. Rio de Janeiro: (s.n.), 1991.
37. _____. Compatibilização entre a expansão da oferta e demanda de carvão mineral para a geração termelétrica e a política nacional de meio ambiente. (s.l.): subcomissão de tecnologia, 1992. (Protocolo sco, FINEP, MINFRA, EBRAS).
38. SOBREIRO, Luiz Elody Lima. Carvão e sua utilização: análise de oportunidade. (s.l.): CIENTEC, 1990.
39. _____. Carvão: questão de Tecnologia. (s.l.): CIENTEC, 1990.

40. _____, O carvão mineral e o leito fluidizado. (s.l.): CIENTEC, 1992.
41. _____, Ciclo combinado gás-vapor a partir de carvão mineral utilizando reatores do tipo leito fluidizado. (s.l.): CIENTEC, 1991.
42. COAL MINE DIRECTORY. Keystone, 1992.
43. UTILIZAÇÃO do gás natural nas usinas NUTEPA e ALEGRETE e possibilidades no pólo energético de Candiota. (s.l.): CEEE/RS, 1990.
44. VEIGA, Osvaldo Pinto da, O problema do carvão catarinense. s.l.): Serviço da Indústria, 1961.



NÚMEROS PUBLICADOS NA SÉRIE TECNOLOGIA MINERAL

1. Flotação de Carvão: Estudos em Escala de Bancada - Antonio R. de Campos, Salvador L. M. de Almeida e Amílcar T. dos Santos, 1979. (esgotado)
2. Beneficiamento de Talco: Estudos em Escala de Bancada - Nelson T. Shimabukuro, Carlos Adolpho M. Baltar e Francisco W. Hollanda Vidal, 1979. (esgotado)
3. Beneficiamento de Talco: Estudos em Usina Piloto - Nelson T. Shimabukuro, Carlos Adolpho M. Baltar e Francisco W. Hollanda Vidal, 1979. (esgotado)
4. Flotação de Cianita da Localidade de Boa Esperança (MG) - Ivan O. de Carvalho Masson e Tulio Herman A. Luco, 1979. (esgotado)
5. Beneficiamento de Diatomita do Ceará - José A. C. Sobrinho e Adão B. da Luz, 1979. (esgotado)
6. Eletrorecuperação de Zinco: uma Revisão das Variáveis Influentes - Roberto C. Villas Bôas, 1979. (esgotado)
7. Redução da Gipsita com Carvão Vegetal - Ivan O. de Carvalho Masson, 1980. (esgotado)
8. Beneficiamento do Diatomito de Canaveira do Estado do Ceará - Franz Xaver H. Filho e Marcello M. da Veiga, 1980. (esgotado)
9. Moagem Autógena de Itabirito em Escala Piloto - Hedda Vargas Figueira e João Alves Sampaio, 1980. (esgotado)
10. Flotação de Minério Oxidado de Zinco de Baixo Teor - Carlos Adolpho M. Baltar e Roberto C. Villas Bôas, 1980. (esgotado)
11. Estudo dos Efeitos de Corrente de Pulso Sobre o Eletrorefino de Prata - Luiz Gonzaga dos S. Sobral, Ronaldo Luiz C. dos Santos e Delfin da Costa Laureano, 1980. (esgotado)
12. Lixiviação Bacteriana do Sulfeto de Cobre de Baixo Teor Caraíba - Vicente Paulo de Souza, 1980. (esgotado)
13. Flotação de Minérios Oxidados de Zinco: uma Revisão de Literatura - Carlos Adolpho M. Baltar, 1980. (esgotado)
14. Efeito de Alguns Parâmetros Operacionais no Eletrorefino do Ouro - Marcus Granato e Roberto C. Villas Bôas, 1980. (esgotado)
15. Flotação de Carvão de Santa Catarina em Escala de Bancada e Piloto - Antonio R. de Campos e Salvador L. M. de Almeida, 1981. (esgotado)
16. Aglomeração Seletiva de Finos de Carvão de Santa Catarina: Estudos Preliminares - Lauro Santos N. da Costa, 1981.
17. Briquetagem e a sua Importância para a Indústria - Walter Shinzel e Regina Célia M. da Silva, 1981. (esgotado)
18. Aplicação de Petrografia no Beneficiamento de Carvão por Flotação - Ney Hamilton Porphirio, 1981.
19. Recuperação do Cobre do Minério Oxidado de Caraíba por Extração por Solventes em Escala Semipiloto - Ivan O. C. Masson e Paulo Sérgio M. Soares, 1981. (esgotado)

20. Dynawhirfpool (DWP) e sua Aplicação na Indústria Mineral - Hedda Vargas Figueira e José Aury de Aquino, 1981. (esgotado)

21. Flotação de Rejeitos Finos de Scheelita em Planta Piloto - José Farias de Oliveira, Ronaldo Moreira Horta e João Alves Sampaio, 1981. (esgotado)

22. Coque de Turfa e suas Aplicações - Regina Célia M. da Silva e Walter Schinzel, 1982.

23. Refino Eletrolítico de Ouro, Processo Wohlwill - Juliano Peres Barbosa e Roberto C. Villas Bôas, 1982. (esgotado)

24. Flotação de Oxidados de Zinco: Estudos em Escala Piloto - Adão Benvido da Luz e Carlos Adolpho M. Baltar, 1982.

25. Dosagem de Ouro - Luiz Gonzaga S. Sobral e Marcus Granato, 1983.

26. Beneficiamento e Extração de Ouro e Prata de Minério Sulfetado - Márcio Torres M. Penna e Marcus Granato, 1983.

27. Extrações por Solventes de Cobre do Minério Oxidado de Caraíba - Paulo Sérgio M. Soares e Ivan O. de Carvalho Masson, 1983.

28. Preparo Eletrolítico de Solução de Ouro - Marcus Granato, Luiz Gonzaga S. Sobral, Ronaldo Luiz C. Santos e Delfin da Costa Laureano, 1983. (esgotado)

29. Recuperação de Prata de Fixadores Fotográficos - Luiz Gonzaga dos Santos Sobral e Marcus Granato, 1984. (esgotado)

30. Amostragem para Processamento Mineral - Mário V. Possa e Adão B. da Luz, 1984. (esgotado)

31. Indicador de Bibliotecas e Centros de Documentação em Tecnologia Mineral e Geociências do Rio de Janeiro - Subcomissão Brasileira de Documentação em Geociências - SBDG, 1984.

32. Alternativa para o Beneficiamento do Minério de Manganês de Urucum, Corumbá-MS - Lúcia Maria Cabral de Góes e Silva e Lélío Fellows Filho, 1984.

33. Lixiviação Bacteriana de Cobre de Baixo Teor em Escala de Bancada - Teresinha R. de Andrade e Francisca Pessoa de França, 1984.

34. Beneficiamento do Calcário da Região de Cantagalo-RJ. - Vanilda Rocha Barros, Hedda Vargas Figueira e Rupen Adamian, 1984.

35. Aplicação da Simulação de Hidrociclones em Circuitos de Moagem - José Ignácio de Andrade Gomes e Regina C. C. Carriso, 1985.

36. Estudo de um Método Simplificado para Determinação do "Índice de Trabalho" e sua Aplicação à Remoagem - Hedda Vargas Figueira, Luiz Antonio Pretti e Luiz Roberto Moura Valle, 1985.

37. Metalurgia Extrativa do Ouro - Marcus Granato, 1986. (esgotado)

38. Estudos de Flotação do Minério Oxidado de Zinco de Minas Gerais - Francisco W. Hollanda Vidal, Carlos Adolpho M. Baltar, José Ignácio de A. Gomes, Leonardo A. da Silva, Hedda Vargas Figueira, Adão B. da Luz e Roberto C. Villas Bôas, 1987.

39. Lista de Termos para Indexação em Tecnologia Mineral - Vera Lúcia Vianna de Carvalho, 1987.

40. Distribuição de Germânio em Frações Densimétricas de Carvões - Luiz Fernando de Carvalho e Valéria Conde Alves Moraes, 1986.

41. Aspectos do Beneficiamento de Ouro Aluvionar - Fernando A. Freitas Lins e Leonardo A. da Silva, 1987.

42. Estudos Tecnológicos para Aproveitamento da Atapulgita de Guadalupe-PI - Adão B. da Luz, Salvador L. M. de Almeida e Luciano Tadeu Silva Ramos, 1988.

43. Tratamento de Efluentes de Carvão Através de Espessador de Lamelas - Francisco W. Hollanda Vidal e Franz Xaver Horn Filho, 1988.

44. Recuperação do Ouro por Amalgamação e Cianetação: Problemas Ambientais e Possíveis Alternativas - Vicente Paulo de Souza e Fernando A. Freitas Lins, 1989. (esgotado)

45. Geopolítica dos Novos Materiais - Roberto C. Villas Bôas, 1989. (esgotado)

46. Beneficiamento de Calcário para as Indústrias de Tintas e Plásticos - Vanilda da Rocha Barros e Antonio R. de Campos, 1990.

47. Influência de Algumas Variáveis Físicas na Flotação de Partículas de Ouro - Fernando A. Freitas Lins e Rupen Adamian, 1991.

48. Caracterização Tecnológica de Caulim para a Indústria de Papel - Rosa Malena Fernandes Lima e Adão B. da Luz, 1991.

49. Amostragem de Minérios - Maria Alice C. de Goes, Mário V. Possa e Adão B. da Luz, 1991.

50. Design of Experiments in Planning Metallurgical Tests - Roberto C. Villas Bôas, 1991. (esgotado)

51. Eletrorecuperação de Ouro a partir de Soluções Diluídas de seu Cianeto - Roberto C. Villas Bôas, 1991.

52. Talco do Paraná - Flotação em Usina Piloto - Salvador Luiz M. de Almeida, Adão B. da Luz e Ivan F. Pontes, 1991.

53. Os Novos Materiais e a Corrosão - Roberto C. Villas Bôas, 1991.

54. Aspectos Diversos da Garimpagem de Ouro - Fernando Freitas Lins (coord.), José Cunha Cotta, Adão B. da Luz, Marcelo M. da Veiga, Fernando Freitas Lins, Luiz Henrique Farid, Márcia Machado Gonçalves, Ronaldo Luiz C. dos Santos, Maria Laura Barreto e Irene C. M. H. Medeiros Portela, 1992. (esgotado)

55. Concentrador Centrífuco - Revisão e Aplicações Potenciais - Fernando Freitas Lins, Lauro S. Norbert Costa, Oscar Cuéllar Delgado, Jorge M. Alvares Gutierrez, 1992.

56. Minerais Estratégicos: Perspectivas - Roberto C. Villas Bôas, 1992.

57. O Problema do Germânio no Brasil - Roberto C. Villas Bôas, Maria Dionísia C. dos Santos e Vicente Paulo de Souza, 1992.

58. Caracterização Tecnológica do Minério Aurífero da Mineração Casa de Pedra-Mato Grosso - Ney Hamilton Porfírio e Fernando Freitas Lins, 1992.

59. Geopolitics of the New Materials: The Case of the Small Scale Mining and New Materials Developments - Roberto C. Villas Bôas, 1992.

60. Degradação de Cianetos por Hipoclorito de Sódio - Antonio Carlos Augusto da Costa, 1992.

61. Paládio: Extração e Refino, uma Experiência Industrial - Luiz Gonzaga S. Sobral, Marcus Granato e Roberto B. Ogando, 1992.

62. Desempenho de Ciclones e Hidrociclones - Giulio Massarani, 1992.

63. Simulação de Moagem de Talco Utilizando Seixos - Regina Coeli C. Carriso e Mário Valente Possa, 1993.

64. Atapulgita do Piauí para a Indústria Farmacêutica - José Pereira Neto, Salvador L. M. de Almeida e Ronaldo de Miranda Carvalho, 1993.

65. Caulim: um mineral industrial importante - Adão B. da Luz e Eduardo C. Damasceno, 1993.

66. Química e Tecnologia das Terras-Raras - Alcídio Abrão, 1994.

67. Tiouréia e Bromo como Lixivantes Alternativos à Cianetação do Ouro. Roberto de Barros E. Trindade, 1994.

**UTILIZAÇÃO DO
AGUAPÉ NO
TRATAMENTO DE
EFLUENTES COM
CIANETOS****5**

MARCUS GRANA TO

MCT CNPq CEXEM

**NÚMEROS PUBLICADOS NA SÉRIE
TECNOLOGIA AMBIENTAL**

1. Poconé: Um Campo de Estudos do Impacto Ambiental do Garimpo - Marcelo M. da Veiga, Francisco R. C. Fernandes, Luiz Henrique Farid, José Eduardo B. Machado, Antônio Odilon da Silva, Luis Drude de Lacerda, Alexandre Pessoa da Silva, Edinaldo de Castro e Silva, Evaldo F. de Oliveira, Gercino D. da Silva, Hélcias B. de Pádua, Luiz Roberto M. Pedroso, Néson Luiz S. Ferreira, Salete Kiyoka Ozaki, Rosane V. Marins, João A. Imbassahy, Wolfgang C. Pfeiffer, Wanderley R. Bastos e Vicente Paulo de Souza (2ª edição), 1991. (esgotado)

2. Diagnóstico Preliminar dos Impactos Ambientais Gerados por Garimpos de Ouro em Alta Floresta/MT: Estudo de Caso (versão Português/Inglês) - Luiz Henrique Farid, José Eduardo B. Machado, Marcos P. Gonzaga, Saulo R. Pereira Filho, André Eugênio F. Campos, Néson S. Ferreira, Gersino D. Silva, Carlos R. Tobár, Volney Câmara, Sandra S. Hacon, Diana de Lima, Vangil Silva, Luiz Roberto M. Pedroso, Edinaldo de Castro e Silva, Laís A. Menezes, 1992.

3. Mercúrio na Amazônia: Uma Bomba Relógio Química? - Luis Drude Lacerda e Win Salomons, 1992.

4. Estudo dos Impactos Ambientais Decorrentes do Extrativismo Mineral e Poluição Mercurial no Tapajós - Pré-Diagnóstico - Rita Maria Rodrigues et al., 1994.

**ACOMPETITIVIDADE
DA INDÚSTRIA
BRASILEIRA DE ALUMÍNIO:
AVALIAÇÃO E PERSPECTIVAS****4**

JAMES M. G. WOOD

MCT CNPq CEXEM

**NÚMEROS PUBLICADOS NA SÉRIE
QUALIDADE E PRODUTIVIDADE**

1. Qualidade na Formulação de Misturas - Roberto C. Villas Bôas, 1992.

2. La Importância del Método em la Investigación Tecnológica - Roberto C. Villas Bôas, 1992.

3. Normalización Minerometalúrgica e Integración Latinoamericana - Rômulo Genuino de Oliveira, 1993.



NÚMEROS PUBLICADOS NA SÉRIE ESTUDOS E DOCUMENTOS

1. Quem é Quem no Subsolo Brasileiro - Francisco R. C. Fernandes, Ana Maria B. M. da Cunha, Maria de Fátima Faria dos Santos, José Raimundo Coutinho de Carvalho e Maurício Lins Arcoverde, (2ª edição) 1987.

2. A Política Mineral na Constituição de 1967 - Ariadne da Silva Rocha Nodari, Alberto da Silva Rocha, Marcos Fábio Freire Montysuma e Luis Paulo Schance Heler Giannini, (2ª edição) 1987.

3. Mineração no Nordeste - Depoimentos e Experiências - Manuel Correia de Andrade, 1987. (esgotado)

4. Política Mineral do Brasil - Dois Ensaio Críticos - Osny Duarte Pereira, Paulo César Ramos de Oliveira Sá e Maria Isabel Marques, 1987. (esgotado)

5. A Questão Mineral da Amazônia - Seis Ensaio Críticos - Francisco R. C. Fernandes, Roberto Gama e Silva, Wanderlino Teixeira de Carvalho, Manuela Carneiro da Cunha, Breno Augusto dos Santos, Armando Álvares de Campos Cordeiro, Arthur Luiz Bernardelli, Paulo César de Sá e Maria Isabel Marques, 1987. (esgotado)

6. Setor Mineral e Dívida Externa - Maria Clara Couto Soares, 1987.

7. Constituinte: A Nova Política Mineral - Gabriel Guerreiro, Octávio Elísio Alves de Brito, Luciano Galvão Coutinho, Roberto Gama e Silva, Alfredo Ruy Barbosa, Hildebrando Herrmann e Osny Duarte Pereira, 1988. (esgotado)

8. A Questão Mineral na Constituição de 1988 - Fábio S. Sá Earp, Carlos Alberto K. de Sá Earp e Ana Lúcia Villas-Bôas, 1988. (esgotado)

9. Estratégia dos Grandes Grupos no Domínio dos Novos Materiais - Paulo Sá, 1989. (esgotado)

10. Política Científica e Tecnológica no Japão, Coreia do Sul e Israel. - Abraham Benzaquen Sicsú, 1989. (esgotado)

11. Legislação Mineral em Debate - Maria Laura Barreto e Gildo Sá Albuquerque (organizadores), 1990.

12. Ensaio Sobre a Pequena e Média Empresa de Mineração - Ana Maria B. M. da Cunha (organizadora) 1991.

13. Fontes e Usos de Mercúrio no Brasil - Rui C. Hasse Ferreira e Luiz Edmundo Appel, (2ª edição) 1991.

14. Recursos Minerais da Amazônia - Alguns Dados Sobre Situação e Perspectivas - Francisco R. C. Fernandes e Irene C. de M. H. de Medeiros Portela, 1991. (esgotado)

15. Repercussões Ambientais em Garimpo Estável de Ouro - Um Estudo de Caso - Irene C. de M. H. de Medeiros Portela, (2ª edição) 1991.

16. Panorama do Setor de Materiais e suas Relações com a Mineração: Uma Contribuição para Implementação de Linhas de P & D - Marcello M. Veiga e José Octávio Armani Pascoal, 1991.

17. Potencial de Pesquisa Química nas Universidades Brasileiras - Peter Rudolf Seidl, 1991.

18. Política de Aproveitamento de Areia no Estado de São Paulo: Dos Conflitos Existentes às Compatibilizações Possíveis - Hildebrando Hermann, 1991.

19. Uma Abordagem Crítica da Legislação Garimpeira: 1967-1989 - Maria Laura Barreto, 1993.

20. Some Reflections on Science in the Low-Income Economies - Roald Hoffmann] 1993. (esgotado)

21. Terras-raras no Brasil: depósitos, recursos identificados e reservas - Francisco Eduardo de V. Lápido Loureiro, 1994.

22. Aspectos Tecnológicos e Econômicos da Indústria de Alumínio - Marisa B. de Mello Monte e Rupen Adamian, 1994.

PUBLICAÇÕES AVULSAS EDITADAS PELO CETEM OU EM CO-EDIÇÃO

1. Programação Trienal: 1989/1991. Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/CNPq), 1989.
2. Programação Trienal: 1992/1994. Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/CNPq).
3. Manual de Usinas e Beneficiamento. Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/CNPq), 1989.
4. Relatório de Atividades de 1993. Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/CNPq), 1994.
5. Impactos Ambientais. SPRU/USP/CNPq, 1993.
6. Garimpo, Meio Ambiente e Sociedades Indígenas. CETEM/CNPq/EDUFF, 1992.