

CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL-CETEM  
MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA  
CONVÊNIO DNPM/CPRM

OBJETIVOS E PERSPECTIVAS  
DO CETEM

R1  
214

Objetivos e Perspectivas do

CETEM

Setembro - 1981



I 99

I/2004

## I N D I C E

I	- Diretrizes de Atuação do CETEM	01
II	- Projetos de Tecnologia Mineral	03
1.	Histórico dos Projetos	03
	- Para o DNPM	04
	- Para a CPRM	12
	- Para Terceiros	14
1.1	- Data de início	03
1.2	- Objetivos e justificativas iniciais	03
1.3	- Gastos Anuais realizados	21
1.4	- Trabalhos realizados	03
1.5	- Resultados alcançados (Importância Econô mica)	22
2.	Objetivos e justificativas atuais	24
2.1	- Resultados almejados e sua importância econômica	32
2.2	- Prioridade do projeto	72
3.	Cronograma de realizações	81
3.1	- Identificação de itens e fases a serem realizados no período 82/85.	82
3.2	- Gastos no período 82/85 ano a ano	82

3.3 - Impacto de eventuais atrasos ou adiantamentos	88
IV - Avaliação das atividades de serviços para terceiros: Internas e externas.	89
V - Avaliação global do CETEM e das suas perspectivas	90

## I. Diretrizes de Atuação do CETEM

O Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) entrou em operação em abril de 1978. É um órgão do Ministério das Minas e Energia sob a égide do Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), operacionalizado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). Conta com uma área construída de 16.000 m<sup>2</sup>, em terreno de 60.000 m<sup>2</sup>, constituída de laboratórios, usina semi-piloto, usina piloto, oficina mecânica, carpintaria e setor elétrico.

O Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) tem por função a pesquisa e desenvolvimento tecnológico de processos de interesse do setor mineral brasileiro.

Seus principais objetivos são:

- Gerar e absorver tecnologia nas áreas de carvão, tratamento de minérios e metalurgia extrativa.
- Analisar as implicações tecnológicas destes conhecimentos, especificando as linhas de interesse real de aplicação e desenvolvimento, bem como as linhas de interesse secundário, a serem repassadas às instituições de pesquisa científica.
- Estudar a viabilidade técnica e econômica de implantação de pesquisas tecnológicas

realizadas, acompanhadas de análises sócio-econômicas correlatas dos minerais estudados.

- Dimensionar pacotes tecnológicos a serem colocados, em termos empresariais, à disposição de órgãos e entidades públicas.

## II. Projetos de Tecnologia Mineral

O CETEM conta com laboratórios de pesquisas e serviços de apoio modernos e funcionais, possibilitando assim um bom desempenho na execução de projetos em escala de bancada, semipiloto, nas áreas de carvão, beneficiamento de minérios e metalurgia extrativa.

### I. - Histórico dos Projetos

1.1 - Data de início

1.2 - Objetivos e justificativas iniciais

1.4 - Trabalhos realizados

1.5 - Resultados alcançados: Base preliminar de conhecimento, fases cumpridas, tipo e importância dos conhecimentos obtidos (particularmente a Importância Econômica, descrita na página 22).

PARA O DNPM

A - INFRA-ESTRUTURA

1. Centro de Tecnologia Mineral (CETEM)

Iniciado em: 01.08.73

Foram ultimadas e concluídas as instalações e montagens dos laboratórios, usina piloto, usina semi-piloto, oficinas, estação de tratamento de resíduos e obras de infraestrutura. Resta por instalar apenas a britagem.

2. Implantação do CETEM

Iniciado em: 08.03.78

A implantação do Centro de Tecnologia Mineral, iniciada em 1978, prosseguiu intensamente em 1980, dando seqüência à execução do Plano Trienal, cujas linhas mestras, programação e projetos vêm sendo cumpridos, utilizando-se ao máximo os recursos técnicos, humanos e financeiros disponíveis no exercício.

B - TECNOLOGIA

3. Tecnologia do Carvão Brasileiro

Iniciado em: 02.02.78

Este projeto visou reduzir os teores de cinza e enxofre dos carvões metalúrgicos de Santa Catarina (carvões pré-lavados e finos naturais), por processo de flotação.



Com o carvão pré-lavado da mina A, da Próspera, chegou-se a uma recuperação de 61% e teor de cinza da ordem de 17%, podendo ainda melhorar. O estudo da redução do enxofre está em andamento.

#### 4. Projeto Usinas de Beneficiamento

Iniciado em: 02.02.78

Fazer uma avaliação técnica de processos e condições de operação das principais usinas de beneficiamento do Brasil, fornecendo subsídios ao DNPM, para que sejam alertados os mineradores quanto à eficiência dos processos utilizados nas suas usinas de beneficiamento, bem como a eventual necessidade de alteração dos fluxogramas. Já visitadas e analisadas as usinas produtoras de chumbo, zinco, scheelita, fluorita, cromita e, parcialmente, amianto e barita.

#### 5. Floculação Seletiva

Iniciado em: 22.01.79

Desenvolvimento de processo de beneficiamento do minério visando, principalmente, recuperação de fosfato nas frações de granulometria mais finas, já que o minério é bastante friável e contém grande quantidade de finos. Testes de laboratório indicam que é possível recuperar até 70% do fosfato contido no minério da seguinte maneira: - 50% nas frações acima de 12 micra e 20% nas frações finas.

## 6. Moagem Autógena

Iniciado em: 22.01.79

Testar em instalações piloto a viabilidade de utilização deste tipo de moagem em minérios brasileiros.

Testes realizados em planta piloto utilizando o itabirito do Cauê (CVRD), mostraram a viabilidade técnica da utilização de moagem autógena em substituição a moagem convencional. Obtiveram-se produtos de moagem com 80% do material < 100 malhas e em condições adequadas (liberação satisfatória) para ser submetido a ensaios de concentração.

## 7. Recuperação de Cobre em Operação de Pequena e Média Escalas

Iniciado em: 22.01.79

Este projeto vem sendo desenvolvido com três tipos de minério de cobre.

### a) Sulfeto de Cobre de Baixo Teor - Caraíba

Recuperação do cobre metálico contido em  $23 \times 10^6$  t de minério sulfetado, pelo processo de biolixiviação que requer baixo investimento e pequeno custo operacional.

Em escala de bancada os testes estão sendo realizados, através de lixiviação por percolação em colunas, com ma

material britado em diferentes granulometrias. Após esta etapa, operar-se-á em escala ampliada no próprio local, utilizando-se pilhas ou montes. A seguir serão estudadas as operações de cementação ou extração por solvente/eletrodeposição.

b) Minério Oxidado de Cobre - Caraíba

Recuperação do cobre metálico contido em  $3,5 \times 10^6$  t de minério oxidado por processos hidrometalúrgicos: lixiviação, extração por solvente e eletrodeposição. Os testes em escala de bancada foram terminados.

c) Sulfeto de Cobre - Pedra Verde

Recuperação do cobre metálico contido em  $10^7$  t de minério sulfetado pela combinação de processos de concentração, piro e hidrometalúrgicos, compreendendo as seguintes etapas: concentração por flotação, ustulação em leito fluidizado, lixiviação e eletrorrecuperação.

8. Flotação de Zinco

Iniciado em: 22.01.79

Desenvolvimento de processo de flotação catiônica que possibilite a utilização do minério de 12% na alimentação, produzindo concentrados com  $>40\%$  Zn e 85% de

recuperação de zinco contido na alimentação da flotação. Estudos em escala de bancada terminados e, em escala piloto, em andamento.

#### 9. Análise e Transferência de Tecnologia

Iniciado em: 22.01.79

Levantamento da situação referente à tecnologia mineral no país, com acompanhamento junto ao INPI dos vários contratos de averbação de tecnologia nos últimos 10 anos. Acompanhamento junto ao CNPq dos vários estudos e programas propostos para execução.

#### 10. Reaproveitamento dos Rejeitos de Scheelita

Iniciado em: 22.01.79

Este projeto objetivou a obtenção de concentrado de scheelita com teor de 6.0 a 12.0% de  $WO_3$  e recuperação acima de 60.0%. Estes concentrados são insumos na obtenção de scheelita sintética, através de hidrometalurgia. Testes de laboratório terminados. Testes de usina piloto em andamento.

#### 11. Beneficiamento de Minérios de Diatomita

Iniciado em: 22.01.79

Este projeto foi desenvolvido para buscar a definição de processo de beneficiamento para os diatomiti

tos nacionais, visando a obtenção de um produto, ou produtos finais, utilizáveis em filtrações industriais. Os produtos obtidos foram testados em indústrias açucareiras e de refrigerantes, apresentando uma filtrabilidade na faixa de 88.5 a 490%, em relação a um produto importado "hi-flo Super Gel" tomado como padrão (100%).

## 12. Formação e Treinamento de Pessoal

Iniciado em 22.01.79

Teve por objetivo a formação e capacitação de pessoal previsto para o CETEM (1981), através de curso de Especialização em Tecnologia Mineral, ministrado pela COPPE/UFRJ.

## 13. Aproveitamento de Finos de Carvões para Usos Diversos

Iniciado em: 30.07.80

O objetivo é:

- a) Estudo da recuperação de finos naturais na pré-lavagem da boca da mina, em Santa Catarina.
- b) Estudo de recuperação dos finos de britagem gerados no beneficiamento do carvão-vapor.
- c) Estudo de rebitagem do carvão vapor.
- d) Estudo do beneficiamento dos finos

do carvão do Leão.

- e) Estudo de eliminação do enxofre quando presente em teores elevados.

O trabalho conterà também uma apreciação, do ponto de vista econômico, quanto aos melhores resultados obtidos.

#### 14. Briquetagem de Finos de Carvão, para Fins Diversos

Iniciado em: 11.08.80

Desenvolvimento de técnicas de briquetagem de finos de carvão mineral, linhitos e babaçu, a fim de se ter maior número de alternativas para uso dos mesmos, facilitar o seu manuseio e a sua comercialização. Possibilitar, ainda, usos de carvões não coqueificantes, linhitos e coco de babaçu, como inertes, na fabricação do coque metalúrgico, possibilitando, assim, uma maior participação do carvão nacional neste tipo de utilização.

#### 15. Estudo Tecnológico do Aproveitamento Integral e Racional do Carvão de Candota

Iniciado em: 11.08.80

Os objetivos são:

- a) Levantar os parâmetros necessários para a avaliação econômica dos processos de flotação aglomerante aplicados

ao carvão de Candiota.

- b) Analisar a informação disponível sobre a lavabilidade do carvão e concluir em definitivo pela possibilidade de seu beneficiamento gravimétrico ou não.

16. Estudo de Caracterização dos Carvões do Sul do Brasil, Para fins de aplicação em Gaseificação, em Usinas Termoelétrica, na Indústria de Cimento e Siderurgia.

Iniciado em: 11.08.80

Pesquisar, para as diversas aplicações dos carvões, o melhor aproveitamento das reservas existentes e das que vierem a ser descobertas, o que será conseguido através de estudos das curvas de lavabilidade, obtidas a partir de ensaios densimétricos com carvões a diferentes faixas granulométricas.



## 17. Tecnologia das Turfas Brasileiras

Iniciado em: 24.10.80

Estudos de caracterização das turfas e suas aplicações com o objetivo de realizar pesquisas tecnológicas, inclusive em escala piloto.

Entre as pesquisas de aplicação das turfas brasileiras dar-se-á prioridade às aplicações em termoeletricas, no uso como corretivo de solos na agricultura e como combustível natural.

### PARA A CPRM

#### 1. Produção de Enxofre a Partir de Gipsita

Iniciado em: 27.10.78

Definição das condições técnicas que possibilitem a implantação de uma usina em escala contínua, para o aproveitamento de minério de gipsita, com vistas à produção de enxofre e barrilha como co-produtos e cloreto de cálcio como subproduto; acompanhamento econômico das várias operações unitárias. Algumas fases de laboratório encerradas; fase piloto de calcinação e troca-iônica, em execução. Até dezembro de 80, quando o projeto foi paralisado no aguardo de financiamento FINEP.



2. Volframita de Santa Catarina

Iniciado em 16.08.79

Caracterização e ensaios de beneficiamento, realizados.

3. Ferro de São José do Belmonte

Iniciado em 20.11.79

Estudos de caracterização e ensaios de beneficiamento, realizados.

4. Ouro, de Eldorado Paulista

Iniciado em: 10.08.81

Estudos de concentração gravimétrica ou flotação em escala de bancada, seguido de tratamento do concentrado, também em escala de bancada.

PARA TERCEIROS

1. CMB - Casa da Moeda do Brasil

Iniciado em: 10.08.78

Estudos de refino de ouro e prata. Es  
cala de laboratório terminada. Escala semicomercial parte  
terminada e parte em andamento.

2. UNANGEM

Iniciado em: 04.10.79

Concentração por flotação de arsenopiri-  
ta seguida de sua ustulação e cianetação.

3. MINVISA - Mineração Viçosa S.A.

Iniciado em: 10.08.78

Estudos de caracterização tecnológica do  
minério de cobre da mina Pedra Verde, município de Viçosa, Cea  
rá.

4. TRISERVICE - Geologia, Pesquisa Mine  
ral e Engenharia de Minas Ltda.

Iniciado em: 04.12.79

Purificação de concentrados de tantalita  
através de separação magnética.

5. CEDET - Consultoria Executiva de Desmontes, Estabilizações e Túneis Ltda.

Iniciado em: 20.11.79

Estudo de caracterização e concentração de minério de ouro.

6. H. Müller S.A.

Iniciado em: 31.07.79

Estudos de concentração de amostras de minério de ferro, através de separação magnética de alta intensidade, visando aumentar o ferro e diminuir a sílica.

7. MBR - Mineração Brasileiras Reunidas S.A.

Iniciado em: 13.08.79

Ensaio metalúrgicos em minério de ferro.

8. Austral Mineração e Serviços

Iniciado em: 09.01.80

Obtenção de concentrados de feldspato com teor de  $Fe_2O_3$  abaixo de 0,1% de modo a atender especificações da indústria vidreira.

9. NATRON

Iniciado em: 09.07.80

Caracterização da mistura amêndoa- endocarpo, através de líquido densos.

10. DOCEGEO (CVRD-Companhia Vale do Rio Doce)

Iniciado em: 10.09.80

Este trabalho consta de caracterização tecnológica e tratamento metalúrgicos do minério alterado de Carajás.

11. DRM - Departamento de Recursos Minerais (RJ)

Iniciado em: 15.10.80

Este projeto visa o desenvolvimento de um processo de beneficiamento para o minério de fluorita de Itaboraí-RJ.

12. ENGELAB

Iniciado em: 09.07.80

Consultoria para implantação de laboratórios para ensaios físicos de minério de ferro.

13. Instituto de Biofísica

Iniciado em: 22.05.80

Purificação de pré-concentrados de cassiterita, objetivando teores de  $\text{SnO}_2$  acima de 65%.

14. C.M.M. - Grupo Votorantim

Iniciado em: 01.04.80

Separação de álcalis do minério silicatado de zinco por meio denso. A partir de curvas densimétricas foi estabelecido o melhor peso específico do meio separador, sendo, posteriormente, montada unidade piloto DYNAWHIRLPOOL, em Vazante.

15. A.W. FUNDIÇÃO

Iniciado em: 26.09.80

Refino de prata secundária.

16. NUCLEBRÁS

Iniciado em: 03.11.80

Estudo piloto de operação de meio denso.

17. DOCEGEO (CVRD-Companhia Vale do Rio Doce)

Iniciado em: 10.09.80

Estudo piloto de moagem autógena para o minério sulfetado de Carajás.

18. CARAÍBA METAIS

Iniciado em: 30.10.80

Consultoria para implantação de unidade hidrometalúrgica de minério oxidado de baixo teor.

19. CNPq

Iniciado em: 10.06.81

Tecnologia do aproveitamento da lavra e beneficiamento da indústria extrativa mineral do Nordeste.

20. MORRO AGUDO

Iniciado em: 12.01.81

Desenvolvimento de circuito piloto para tratamento de minérios complexos de Pb - Zn.

21. NOVA SUIÇA

Iniciado em: 01.02.81

Estudos de beneficiamento com minérios de ilmenita aluvionar.

22. Fundação de Tecnologia Industrial

Iniciado em: 16.02.81

Ensaio experimentais de briquetagem

23. Promon Engenharia

Iniciado em: 24.03.81

Determinação de Moabilidade Hardgrove de um coque calcinado de petróleo.

24. ALCHEM

Iniciado em: 10.06.81

Purificação de pré-concentrado de molibdenita através de flotação.

25. MBR

Iniciado em: 10.07.81

Ensaio de desgaste de minério de ferro.

26. C.P.D. Ltda

Iniciado em 22.12.80

Refino de prata secundária.

27. Caraíba Metais

Iniciado em: 08.07.81

Implantação e operação de unidades-piloto para recuperação do cobre contido em minério oxidado.

28. Paulo Abib Engenharia

Iniciado em 10.09.80

Ensaio de concentração de cascalho diamontífero através de Dynawhirpool.

29. Companhia Nacional Mineração Candiota.

Estudos de Caracterização e Beneficiamento do Carvão de Sinal-Candiota.



1.3 - Gastos anuais realizados (em Cr\$10<sup>6</sup>)

NÚMERO DO PROJETO	1978	1979	1980	1981
DNPM				
A) <u>Infraestrutura</u>				
1 e 2	60,541	60,373 *	75,677 *	109,678 *
B) <u>Tecnologia</u>				
03	-	4,238	5,078	1,434
04	-	5,501	6,979	11,965
05	-	2,106	5,620	10,683
06	-	1,327	1,931	3,236
07	-	3,102	6,502	18,194
08	-	3,328	4,478	10,346
09	-	2,135	2,964	5,430
10	-	1,068	1,646	2,228
11	-	1,151	1,622	4,403
12	-	-	3,453	1,452
13	-	-	7,513	11,489
14	-	-	3,120	1,781
15	-	-	2,603	3,398
16	-	-	3,692	11,058
17	-	-	7,983	-
CPRM - 1,2,3 e 4	-	1,705	4,700	0,631
3* - 2,3,4,5,6,7,8,9,12,17, 22,23,24,26	-	-	-	-
TERCEIROS				
01	1,706	0,865	4,719	10,000
10	-	-	-	4,821
11	-	-	-	2,220
13	-	-	-	0,084
14	-	-	-	0,291
15	-	-	-	0,229
16	-	-	-	1,225
18	-	-	-	0,408
19	-	-	-	1,081
20	-	-	-	8,166
21	-	-	-	0,200
26	-	-	-	0,048
27	-	-	-	11,258
28	-	-	-	0,787
29	-	-	-	3,540
	<u>62,247</u>	<u>86,899</u>	<u>150,280</u>	<u>251,884</u>

\* Includindo o custo da amortização de principal e juros ao BID/FINEP.

### 1.5 - Importância Econômica

O CETEM iniciou suas atividades em 1978 para fazer face aos desafios do mundo mineral, à procura de novas aplicações para as matérias-primas domésticas, novas oportunidades no processamento de minerais, tecnologia do carvão e metalurgia extrativa, além da substituição de importações.

De 1978 até o presente, possibilitou:

- A) Economia de divisas da ordem de US\$ 20.000.000,00 (vinte milhões de dólares), a partir do desenvolvimento de processo para a produção de ouro e prata finos (qualidade industrial - 999,9) para a Casa da Moeda do Brasil, a um custo de 10 milhões de cruzeiros, ao passo que, fosse instalada tal tecnologia por outra entidade, esta teria de ser forçosamente estrangeira e o custo, superior a US\$..... 20.000.000,00.
- B) Desenvolvimento de processo para utilização de Diatomita Nacional como meio filtrante; até então importava-se tal matéria-prima, tendo sido gastos US\$ 160.000,00 em 1980.
- C) Possibilidade de aproveitamento do minério baixoteor de Zinco, decrescendo o teor de Ca + Mg. Tecnologia aprovada e em uso pela Companhia Mineira de Metais, Grupo Votorantin.
- D) Produção de cerca de 80kg de Ag 99,99%, recupera-

da de fontes secundárias; tecnologia colocada à disposição do setor público e privado em regime industrial.

- E) Disponibilidade de instalações piloto que atendam às necessidades do empresário mineral, na adequação e desenvolvimento do seu circuito mineralúrgico de interesse.

## 2. Objetivos e justificativas atuais

A capacitação científico-tecnológica, capaz da compreensão dos problemas e objetivos nacionais, deverá encaminhar a busca de soluções compatíveis com os recursos materiais, financeiros, humanos e naturais disponíveis. Este último aspecto é bastante importante: os recursos naturais disponíveis ou realizáveis. A ele se prende a necessidade ímpar de desenvolver tecnologia mineral dentro das fronteiras geográficas do país em questão.

Tecnologias, existem-nas várias; geralmente elaboradas para um tipo de minério existente, ou disponível, nos países desenvolvidos. Como cada minério é um universo desconhecido, a norma condutora do desenvolvimento de tecnologia mineral deverá estar centrada não tanto na tecnologia existente mas, principalmente, no bem mineral disponível; é este o insumo básico com o qual dever-se-á contar. Dessa forma, mister se faz que o Brasil canalize esforços na busca de tecnologia para o minério existente e, não, minério para a tecnologia disponível.

Tal norteação, de fatos, consta da determinação política do País, espelhada na sua Política de Desenvolvimento Científico e Tecnológico; esta, pela sua própria definição, reflete as preocupações e objetivos nacionais a médio e longo prazo, procurando subtrair-se das pressões eminentes conjunturais.

Na consecução de tais metas, haverá o equacionamento dos problemas específicos, nas suas várias escalas, segundo os vários interesses regionais e nacionais, os quais dificilmente encontram sensibilidade no resto do mundo desenvolvido. A definição básica, portanto, é de ordem político-econômica: o propósito

será a busca de alternativas tecnológicas - novas ou adaptadas - que possibilitem a ocupação produtiva dos recursos naturais não renováveis, de forma a incorporá-los ao sistema produtivo, resultando numa elevada taxa benefício social/custo.

## METAS

- Conduzir programa intensivo e sistemático de desenvolvimento de tecnologia mineral;
- Equacionar a tecnologia necessária para, utilizando a matéria-prima mineral brasileira, ajustá-la e/ou usá-la como insumo dotado de valor econômico nos vários ramos da indústria extrativa;
- Cuidar do fomento à produção de técnicas de processamento que visem a plena utilização dos recursos naturais nativos, enfeixando toda a gama possível de utilização de co-produtos e subprodutos;
- Estabelecer critérios de otimização dos circuitos mineralúrgicos atualmente em uso.

## PROGRAMA DE AÇÃO SETORIAL

O desenvolvimento de tecnologia estará forçosamente vinculado aos macroprogramas de Governo nas suas áreas prioritárias. Destes temos:

### 1. Tecnologia dos Recursos Energéticos:

- Melhor aproveitamento do carvão nacional, linhito, xisto, turfa, babaçu, etc., como redutores metalúrgicos e/ou substitutos de combustíveis e geração de energia;
- Mineralurgia do urânio e tório, no contexto das características dos depósitos brasileiros.

### 2. Tecnologia para o Desenvolvimento Regional:

#### 2.1 - Visando ao Mercado Externo

- Scheelita
- Anatásio
- Minérios de Manganês (inclusive produção de sais e óxido de Mn, jazidas de pequeno porte)
- Pegmatitos (atenção especial para Berilo)
- Terras Raras

#### 2.2 - Visando ao Mercado Interno

- Gipsita
- Cobre (momento sais de Cobre, jazidas de pequeno porte).
- Zinco

- Fosfato
- Fluorita (metalúrgica e química)
- Bentonita

3. Desenvolvimento da Tecnologia de Minerais que concorrem para a substituição de importações:

- Diatomita
- Enxofre
- Finos de Carvão (onde poderá ocorrer a maior disponibilidade de carvão metalúrgico, dada a concentração preferencial da Vitrinita).
- Níquel
- Alumínio
- Não-ferrosos em geral (metais)

4. Tecnologia para a Política Habitacional:

- Amianto
- Vermiculita
- Areias
- Cimento (calcário, gipsita e gesso químico)

5. Minerais Estratégicos (de):

- Nióbio
- Tungstênio
- Zircônio
- Metais nobres



6. Instrumentos para o Desenvolvimento Agropecuário:

- Fosfatos
- Talco
- Potássio

7. Desenvolvimento de Recursos Humanos:

- Técnicos (capacitação em Tecnologia Mineral)
- Gerenciais (ligação de pesquisa e desenvolvimento com o meio produtor e consumidor, através dos Comitês Executivos de Projeto, a exemplo do que existe no CETEM)

## CONDIÇÕES DE CONTORNO

É imprescindível, no desenvolvimento tecnológico do setor mineral, levarem-se em conta as grandes condições de contorno desse mesmo desenvolvimento:

- Transporte
- Energia

Assim, como políticas de ação, têm-se:

1º A adequação das várias tecnologias ao objetivo proposto (matérias-primas, infra-estrutura regional, mão-de-obra, benefício social, gasto de capital)

2º Encarar o desenvolvimento da tecnologia, no âmbito das premissas básicas:

- Estratégicas (micro e macro)
- Segurança nacional
- Econômico/financeiras

3º Terem-se presentes as peculiaridades do setor mineral:

- Exauribilidade dos recursos minerais
- Irregularidade de distribuição geográfica
- Variabilidade de forma e características químico-mineralógicas de jazida para jazida.
- Difícil quantificação do valor de capital para cada jazida.
- Alta insegurança de descoberta de jazida na etapa de exploração.

- Comercialização de concentrados para fins de exportação muito dependente dos países desenvolvidos.
- Possíveis alterações do eco-sistema regional
- Perigos de uma lavra seletiva mal-conduzida.

## 2.1 Resultados almejados e sua importância econômica

### COBRE

O cobre tem o seu mercado no país, como notadamente dependente, dependência esta que chegou a aproximadamente 75% da sua demanda no ano de 1979 e acarretando um dispêndio de US\$ 387.650.783,00.

A produção nacional não tem significado melhorias substanciais nos últimos 10 anos, tendo sofrido decréscimos no tocante ao minério e concentrado, motivados pelo aumento de importação do concentrado, e permanecido quase inalterado no tocante ao cobre metálico, mesmo tendo entrado em operação algumas novas usinas produtoras.

No PROGRAMA COBRE DO CETEM estão previstos 3 (três) projetos que visam, em caráter de apoio tecnológico, minorar os problemas que advêm da alta dependência externa em que se encontra o mineral.

São eles:

1. Projeto Cadastramento e Análise das Usinas de Beneficiamento de Cobre.

Objetivo: Avaliação técnica dos Fluxogramas de usinas de beneficiamento, visando a determinação do seu nível de eficiência e a identificação de deficiências localizadas, bem como a indicação das soluções requeridas.

Tempo Previsto: 6 (seis) meses

Custo Estimado: Cr\$ 2.782.000,00

2. Projeto Recuperação de Cobre em Operações de Pequena e Média Escala

Objetivo: Concepção do processo de extração de cobre que atenda à necessidade e custos inerentes a essa escala de produção.

Tempo previsto: 12 meses

Custo Estimado: Cr\$ 11.824.000,00

3. Projeto Ustulação de Minérios e Concentrados de Cobre em Leito Fluidizado

Objetivo: Estudar métodos de ustulação, visando já uma concentração inicial do metal valioso, ou uma preparação do minério ou concentrado para operações de extração hidrometalúrgicas subsequentes.

Tempo Previsto: 12 meses

Custo Estimado: Cr\$ 7.512.000,00

O impacto dos projetos sobre o contexto da economia do cobre no país, pode ser mensurado pela diminuição de 30 mil toneladas nas importações atuais do metal com o possível

aproveitamento dos minérios de baixo teor da jazida de jaguarari que tem suas reservas estimadas em 150 milhões de toneladas com um teor médio de 0,2/0,4% de Cu contido. Em dólares, sendo cotado a US\$ 2.038,00 a tonelada, ter-se-ia um ganho de aproximadamente US\$ 61.140 mil ou Cr\$ 4.973.700.000,00 (cotado o dólar a Cr\$ 81,35).

## CHUMBO

O campo de atuação do mercado de chumbo se mostra bastante deficitário, principalmente nos últimos anos, com um grande decréscimo na produção do minério e do concentrado e com aumento considerável na importação deste, que no ano de 1979 representou 54% da demanda, correspondendo a 45.200t, causando uma evasão de divisas em torno de US\$36.544.200,00, se for considerado o preço atual de US\$808.501/t. O horizonte futuro também se configura como adverso, sem nenhuma mudança no contexto de importações, havendo, isto sim, perspectivas de aumento, que deverão chegar no ano de 1985 a aproximadamente 56.500t, mesmo sendo considerados os projetos de expansão das empresas atuantes no setor ou a criação de novas fontes produtoras.

O PROGRAMA CHUMBO do CETEM inclui 2 (dois) projetos de apoio e desenvolvimento tecnológicos que podem ser assim descritos:

I. Projeto Tratamento de Minérios de Chumbo de Baixo Teor

Objetivo: Aproveitamento hidrometalúrgico, por cloretação, de pequenas jazidas de chumbo, que atendam às necessidades regionais.

Tempo Previsto: 12 (doze) meses

Custo Estimado: Cr\$5.147.000,00

2. Projeto Cadastramento e Análise de Usinas de Beneficiamento de Chumbo

Objetivo: Avaliação técnica dos fluxogramas de usinas de beneficiamento de chumbo, visando a determinação de seu nível de eficiência e a identificação de deficiências localizadas, bem como a indicação das soluções requeridas.

Tempo Previsto: 4 (quatro) meses

Custo Estimado: Cr\$ 1.391.000,00

Espera-se que com o desenvolvimento dos projetos do PROGRAMA CHUMBO do CETEM venha a melhorar o panorama atual que se mostra bastante deficitário e o período projetado, quando encontrar-se-á uma dependência em 1985 em torno de 120.000t de concentrado e 26.000 t do metal o que significaria, somente em termos de metal, uma evasão de US\$ 36.544.899,00, se fosse considerada a cotação do metal em US\$ 1.405,57/t para os dias de hoje. Se comparados os gastos com as importações projetados para o ano de 1985 e o custo estimado dos projetos do PROGRAMA (Cr\$..... 6.538.000,00 ou US\$ 80.370,00), justificar-se-ia plenamente o investimento no projeto em questão.



## DIATOMITA

A produção de diatomita tem apresentado aumentos médios geométricos anuais consideráveis, tanto no que tange à diatomita bruta, como também quanto à diatomita beneficiada.

No que concerne à diatomita bruta, esta apresentou um crescimento médio de 45,7% a.a., partindo de 3.160 t em 1970, chegando a alcançar 137.000 t no ano de 1979, apresentando, para o mesmo ano, uma importação de 1.632 t, importação esta, correspondente a aproximadamente 1,2% da demanda.

Quanto à diatomita beneficiada, apresentou um crescimento na demanda de 26,1% no período 1970-79, chegando ao ano patamar de 1979 com 8.258 t e uma produção responsável por 80% do consumo.

O mercado descrito acima limita-se apenas à diatomita empregada na construção civil, não incluindo neste caso os outros usos do mineral beneficiado referentes a agentes filtrantes em bebidas, alcoólicas ou não, ácidos, etc., que representam o setor de consumo mais nobre do mineral em questão. Neste setor, a importação representa a maior parte do consumo, chegando ao ano de 1979 com um percentual estimado em 70 a 75% da demanda.

No PROGRAMA DIATOMITA do CETEM está previsto 1 (um) projeto que visa, em caráter de apoio tecnológico, minorar os problemas que advêm da alta dependência externa em que se encontra a indústria de material filtrante em relação ao mineral em questão.

O objetivo básico do projeto consiste em beneficiar a diatomita com a intenção de se obter um produto final para utilização de filtração, semelhante ao importado, visando, assim, diminuir a quantidade de suprimento externo.

Foi considerada como a diatomita adequada para a obtenção do produto filtrante a diatomita do Ceará, pela sua composição, e, após os testes iniciais realizados, como a mais viável em termos de beneficiamento para obtenção de um produto final para a filtração.

Tempo Previsto: 12 (doze) meses

Custo Estimado: Cr\$ 4.451.000,00

O total de diatomita produzido domesticamente, não se iguala à quantidade demandada, fazendo com que no período de 1973-1979 as importações de diatomita bruta tenham tido médias anuais em torno de 230 t, e a diatomita beneficiada no período de 1970-1979 tenha experimentado volumes médios anuais em torno de 928 t.

Para o setor de filtração estima-se para 1980 um volume de importação situado na faixa de 170 t, que equivale a aproximadamente US\$ 159.800,00 que, convertidos a cruzeiros em Out./80, perfazem um total de Cr\$ 13.000.000,00.

Conclui-se, portanto, que os números acima comparados com o custo do projeto, nos dariam um retorno de Cr\$... 8.549.000,00, se fosse considerado apenas o tempo de duração do projeto em questão.

## NÍQUEL

O níquel no país tem sua definição de mercado baseada na produção interna sendo exportável em ligas Fe-Ni. A produção nacional do minério de níquel se destina diretamente à produção das ligas, havendo algumas modificações deste panorama atualmente com a entrada em operação da Cia. Níquel Tocantins para o níquel eletrolítico e o da CODEMIN que tem contribuído para a expansão de ferro-níquel.

O PROGRAMA NÍQUEL do CETEM compreende 2 (dois) projetos que visam a recuperação de níquel laterítico por lixiviação e eletrólise. Podem ser assim descritos:

### 1. Projeto Recuperação de Níquel Laterítico (Lixiviação)

Objetivo: Obter níquel, cobalto e outros microconstituintes valiosos do minério, através da associação de técnicas pirometalúrgicas, redução, lixiviação, extração por solvente e eletrodeposição. O trabalho a ser executado constará de ensaios descontínuos e contínuos em escala de bancada e semipiloto.

Tempo Previsto: 12 meses

Custo Estimado: Cr\$ 10.433.000,00

2. Projeto Recuperação de Níquel Laterítico  
(Eletrólise)

Objetivo: Obter níquel, cobalto e outros microconstituintes valiosos do minério, através da associação de técnicas de eletrodeposição.

Tempo Previsto: 12 meses

Custo Estimado: Cr\$ 11.685.000,00

O impacto do PROGRAMA NÍQUEL do CETEM sobre a conjuntura atual do níquel no país seria em forma de uma mudança de aspecto marcante do setor.

Carece o país de projetos de desenvolvimento tecnológico para o setor de níquel, projetos estes que poderiam contribuir para modificar ou melhorar o panorama atual e diminuir os coeficientes de dependência externa do mineral que alcançou no ano de 1979 um total aproximado de 6.496 toneladas, representando cerca de 45% da demanda do mesmo ano, que, computada esta importação aos preços atuais significaria aproximadamente US\$ 34.897.648,00, com a cotação do dólar a Cr\$ 81,35 e o preço do mineral em torno de US\$ 5.372,17/t.

Conclui-se, portanto, que com o total de im

portação ao custo de Cr\$ 2.838.923.664,00, em comparação com o custo estimado dos projetos, haverá um retorno de Cr\$2.816.805.664,00, se considerado apenas o prazo de duração dos dois projetos em questão.

## ZINCO

O concentrado de zinco se mostrou no último ano (1979) dependente, sendo excedente a sua produção no período de 1971/78, período este que apresentou estabilidade até 1974 e, a partir daí, até 1978, houve um decréscimo médio anual no excedente de produção da ordem de 10,1% até que a partir de 1979 viesse a se tornar um setor dependente.

No período de 1970/79 o crescimento médio da demanda interna foi de 26,8% e o da oferta interna de 25,3%.

No PROGRAMA ZINCO do CETEM estão previstos 4 (quatro) projetos que visam, em caráter de apoio tecnológico, minorar os problemas que advêm do baixo aproveitamento em que se encontra o mineral.

São eles:

I. Projeto Flotação de Minérios Oxidados de Zinco; Escala Piloto

Objetivo: Obtenção de concentrados com um teor maior que 40% de zinco a partir de minérios de baixo teor (10%) para sua utilização em usinas hidrometalúrgicas.

Tempo Previsto: 4 (quatro) meses

Custo Estimado: Cr\$ 3.466.000,00

2. Projeto Eletrorecuperação de Zinco em Leito Fluidizado

Objetivo: Avaliar as possibilidades de melhorias hidrodinâmicas da célula convencional, bem como o efeito de correntes elétricas pulsantes; desenvolver estudos em escala descontínua de uma célula eletrolítica de leito fluidizado e operação em escala contínua de tal célula.

Tempo Previsto: 12 (doze) meses

Custo Estimado: Cr\$ 6.400.000,00

3. Projeto Cadastramento e Análise de Usinas de Beneficiamento de Zinco

Objetivo: Avaliação técnica dos fluxogramas de usinas de beneficiamento, visando a determinação de seu nível de eficiência e a identificação de deficiências localizadas, bem como a indicação das soluções requeridas.

Tempo Previsto: 12 (doze) meses

Custo Estimado: Cr\$ 1.400.000,00

4. Projeto Ustulação de Minérios e Concentrados de Zinco em Leito Fluidizado.

Objetivo: Estudar métodos de ustulação, visando já uma concentração inicial do metal valioso, ou uma preparação do minério ou concentrado para operações de extração hidrometalúrgicas subsequentes.

Tempo Previsto: 12 (doze) meses

Custo Estimado: Cr\$ 4.175.000,00

As importações do zinco-metal no período de 1967/77 apresentaram um crescimento anual de 4,8%. Estas importações projetadas para 1980 perfarão um total de 67.342 t, que, convertidas em dólar ao preço de abril/81 representariam um valor de aproximadamente US\$ 42.481.023,00, estimando-se em US\$630,83/t o preço do concentrado de zinco. Este valor expresso em cruzeiros perfaz um total de Cr\$ 3.455.831.221,00.

O projeto está orçado em Cr\$15.441.000,00, gerando assim um lucro de Cr\$ 3.440.390.221,00, se for considerado o prazo estimado para o projeto, que é de 12 meses.



ALGUMAS SUGESTÕES

## FLUORITA

Nos circuitos de beneficiamento de fluorita, todo minério não aproveitado como concentrado tipo metalúrgico, é moído até total liberação visando posterior aproveitamento nas demais fontes consumidoras. Como a fluorita é bastante friável, se comparada com a ganga, é comum a produção de grande quantidade de finos prejudiciais à flotação e, por isso, descartados do circuito.

Sugere-se, para a fluorita do Rio Bonito (RJ), que sejam desenvolvidos estudos que definam um processo de aglomeração, que possibilite o aproveitamento destes finos na metalurgia.

## ESTANHO

Os jazimentos de cassiterita no Brasil situam-se principalmente na Província Estanífera de Rondônia, que abrange Mato Grosso, Amazonas e Rondônia. Esta é responsável por mais de 75% da produção anual.

O tratamento do minério de estanho, a fim de obter o concentrado de cassiterita, é complexo e envolve muitas operações acarretando problemas de custo na mineração. Recomenda-se que seja feito estudo de tratamento visando um melhor aproveitamento dessas reservas de cassiterita.

## TURFAS

Um estudo mais apurado de caracterização das principais turfeiras brasileiras, no sentido de avaliar as possibilidades de utilização das mesmas, levando em conta a solução de problemas regionais (aplicação em termoelétricas, caso das turfeiras do médio Amazonas e como corretivo de solos, caso das turfeiras do Nordeste); e desenvolver processos tecnológicos especiais para um melhor aproveitamento das turfeiras julgadas de boa qualidade (briquetagem, coqueificação, combustão em leito fluidizado).

## TÓRIO

As reservas conhecidas de tório se concentram apenas em três estados: Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro. Por se tratar de combustível estratégico para reatores atômicos recomenda-se uma melhoria do processamento para obtenção de maiores rendimentos na sua recuperação.

## AMIANTO

A mina de amianto antofilítico do Município de Jaramantaia - AL, apesar de ter uma reserva significativa, atualmente não tem sido explorada. O motivo principal da paralisação é a falta de mercado para seis produtos, agravado após entrada em operação da mina Canabrava - Estado de Goiás, que produz amianto crisotila, possuidor de melhores qualidades em indústria de cimento-amianto.

Recomenda-se que seja feito um estudo tecnológico com o minério antofilítico de Jaramantaia (AL), com vista a sua aplicação como material filtrante para líquidos corrosivos, isolantes térmicos e acústicos, argamassas refratárias e carga industrial para borracha e polímeros.

## CHUMBO

O minério existente no Vale do Ribeira possui elevada quantidade de oxidados, incluindo piromorfita, mineral estranho ao tratamento convencional empregado atualmente nas usinas em operação no país. Torna-se importante pesquisar os efeitos da presença da piromorfita nas etapas de concentração e de extração.

## LINHITO

Com relação ao linhito, os problemas tecnológicos são semelhantes aos das turfas, embora de menor importância, levando-se em conta que as reservas atualmente conhecidas são menores. Mesmo assim deveria ser elaborado um programa, visando o estudo do aproveitamento das reservas conhecidas, como por exemplo o linhito de Solimões.



## BENTONITA

As principais reservas de bentonita do país estão localizadas na Paraíba e são constituídas principalmente de bentonita cálcicas. Por outro lado, as bentonitas sódicas (alta capacidade de troca de cátions sódio) apresentam melhores propriedades do que a cálcica, especialmente na confecção de lamas de perfuração e moldes de areia para fundição. Estes dois setores representam 80% do consumo de bentonita. Até 1933, quando foi desenvolvido na Alemanha o processo (ERBSLOH & Co) de obtensão de bentonita sódica, através da adição de carbonato de sódio às bentonitas cálcicas, os Estados Unidos eram o único produtor mundial de bentonita sódica.

Sugere-se que seja estudada a obtenção de bentonita sódica a partir das bentonitas cálcicas da Paraíba, visando uma exploração mais racional.

## ENXOFRE

A recuperação de enxofre contido na pirita de Ouro Preto (M.G.) dependeria de estudos que minimizassem o custo energético envolvido e que definissem condições ótimas de ustulação.

A obtenção de enxofre e co-produção de bar\_rilha, a partir das reservas de gipsita existentes na região nor\_ deste (PE e BA), deveria ser tecnologicamente testada, de modo a se otimizar a operação de troca iônica, ponto crucial do pro\_ cesso.

Quanto à utilização do fosfogesso, das in\_ dústrias localizadas na região sul, para produção de cimento e de ácido sulfúrico, os problemas tecnológicos existentes seriam a composição ótima para produção do clínquer e as condições de ustulação.

## ZINCO

O Brasil é um país carente em zinco. Praticamente toda produção atual provém de Vazante-MG, onde o zinco encontra-se sob forma de minerais oxidados de difícil concentração.

Recomenda-se para o minério de zinco de baixo teor, de Vazante (M.G.), a execução de estudos complementares para a recuperação do zinco contido no material de granulometria fina, descartado dos circuitos de flotação, de modo a assegurar o seu integral aproveitamento.

## FOSFATO

A grande mina de fosfato localizada em Patos de Minas - Minas Gerais se integralmente aproveitada pode representar uma sensível diminuição nas importações desse bem mineral. A grande quantidade de fosfato distribuído nas frações mais finas (-12 m) torna necessário o desenvolvimento de uma tecnologia adequada para o minério. Estudos preliminares envolvendo flotação e floculação seletiva foram bastante promissores e devem prosseguir para se obter boa recuperação do fosfato contido no minério.

O minério fosfático de Itataia no Ceará apresenta problemas semelhantes e deve ser estudado da mesma forma.

## CARVÃO

As jazidas de carvão economicamente exploráveis estão localizadas no sul do Brasil, distribuídas pelos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Os problemas tecnológicos de aproveitamento do carvão brasileiro são os teores altos de cinza e/ou enxofre, que devem ser solucionados com estudos de beneficiamento.

Para instalação de lavadores, deve ser feito um estudo de caracterização para cada carvão, pois os problemas de liberação são individualizados e devem ser estudados em separado para cada carvão.

## BAUXITA

No processamento da bauxita pelo processo Bayer há a formação da chamada "lama vermelha" a qual poderia ser aproveitada para a produção de óxido de ferro puro a ser utilizado na confecção de pigmentos.

## XISTO

O xisto de Irati (Paraná) representa a fonte mais significativa de enxofre do país, contendo cerca de 1 bilhão de toneladas. Sugere-se que sejam realizados estudos para o aproveitamento do enxofre contido nos resíduos e nos gases da pirólise, produzidos no processo convencional que vem sendo desenvolvido para o xisto de Irati.

## NÍQUEL

As reservas de lateritas niquelíferas do Morro do Engenho (Goiás) elevam-se a mais de 26 milhões de toneladas, com um teor de 1,1% de níquel e constitui-se de minérios dos tipos limoníticos e garnieríticos.

Para o aproveitamento integral da fração garnierítica torna-se necessário dominar a tecnologia dos processos de lixiviação ácida sob pressão.



## TERRAS RARAS

Aproveitamento das reservas de areias monazíticas do litoral do Espírito Santo e Rio de Janeiro, bem como o das terras raras contidas nas chaminés alcalinas de Tapira, Serra Negra e Araxá.

Deve ser executado, com forte incentivo, programa de capacitação tecnológica na área de metalurgia extrativa. Sugere-se que sejam feitos estudos envolvendo lixiviação ácida ou alcalina seguida de purificação por troca iônica em resinas ou por solventes bem como a obtenção dos sais de terras raras por cristalização fracionada, ou extração dos metais por eletrólise em sais fundidos, este estudo visará o suprimento das necessidades internas que apresentam forte indício de crescimento acentuado.

## MANGANÊS

As reservas de manganês do Distrito de Uru  
cum, Mato Grosso do Sul, apesar de significativas, não têm sido  
exploradas em maior escala, devido principalmente a problemas  
tecnológicos. Um melhor aproveitamento dessas reservas depende  
rá de estudos que possibilitem o aumento da relação Mn:Fe e da  
redução do teor de álcalis.

## NIÓBIO

É de primordial importância o fomento à pesquisa objetivando o desenvolvimento de processos metalúrgicos, notadamente a extração eletrolítica em banho de sais fundidos precedida da cloretação do  $Nb_2O_5$  ou da produção do  $K_2NbF_7$  a partir de concentrados de pirocloro existentes.

Esta pesquisa fará com que seja substancialmente acrescida a participação brasileira nos ganhos da comercialização mundial do Nióbio.

## POTÁSSIO

Sugere-se que sejam realizados estudos visando o domínio e otimização dos processos de concentração por flotação dos sais das jazidas localizadas em Carmópolis (Sergipe).

## URÂNIO

O minério fosfático de Itataia no Ceará, pos sui alto teor de urânio que poderá ser extraído dos concentrados fosfáticos. Estes concentrados devem ser obtidos por flotação de minério moído à granulometria fina. O efeito deletério do ferro, contaminante oriundo de uma moagem convencional, à recuperação do urânio pode ser evitado pela utilização da moagem autógena.

## TÂNTALO

O tântalo, como outros metais refratários, apresenta uma previsão de aumento de procura no mercado mundial o que fará com que os seus preços venham a ter marcante aumento na próxima década.

Será de interesse a otimização da recuperação dos minérios de tântalo associados ou não a cassiterita nas ocorrências dos estados do Rio Grande do Norte, Minas Gerais, Pará e Rondônia.

## OURO

Os garimpos contribuem, já, com a maior parcela na produção nacional e pelas potencialidades do Brasil devem ter sua exploração intensificada. Situados nas regiões do Médio Tapajós, Mato Grosso, Rondônia, Amapá e Pará, apresenta-se como problema tecnológico, para maior recuperação do ouro, a eliminação de impurezas, em especial o paládio (Pd), caso de Serra Pelada.

Deve ser considerada a viabilidade tecnológica da recuperação do ouro contido em rejeitos antigos bem como a possibilidade de reaberturas destas minas desativadas, situadas principalmente nos Estados de Minas Gerais e Goiás, pela aplicação dos métodos de lixiviação e carvão em polpa.

## FERRO

O itabirito duro, quando presente nas jazidas de minério de ferro, necessita uma moagem para liberar o óxido de ferro do quartzo e então concentrar o ferro por algum método adequado. A moagem do itabirito duro é dispendiosa devido ao alto gasto de energia e consumo de bolas. O estudo de viabilidade da utilização da moagem autógena, nos itabiritos duros, das diversas jazidas onde ele aparece, seria de interesse. Este tipo de moagem, que elimina várias etapas de britagem e não apresenta consumo de bolas traria grande vantagem econômica ao tratamento de itabiritos duros.



## COBRE

A reserva de cobre da Serra dos Carajás (Pará), apresenta uma zona alterada, um potencial estimado de 100 milhões de toneladas de minério de cobre com um teor médio de 1%. Dada que a mineralização complexa desta jazida, problemas tecnológicos são previsíveis no desenvolvimento de um processo para sua recuperação.

As reservas de minério de cobre sulfetado existentes no Município de Viçosa do Ceará atingem 10 milhões de toneladas, com um teor médio de 1%. Visando a produção de sais de cobre em Viçosa são necessários estudos de processos de metalurgia extrativa dos concentrados de flotação.

## TUNGSTÊNIO

O aproveitamento mais racional das reservas de scheelita do Nordeste requer uma solução definitiva sobre o problema da flotação dos finos de scheelita bem como sobre o aproveitamento de subprodutos como a molibdenita e a fluorita.

## PEGMATITOS

Existe necessidade de um método mais racional de aproveitamento dos pegmatitos do Nordeste, visando ao a aproveitamento da cassiterita, columbita e tantalita neles contidas.

Recomenda-se o desenvolvimento de estudos que possibilitem a montagem de uma unidade móvel de concentração desses minerais.

## 2.2 - Prioridade do Projeto

Há no País uma demanda insatisfeita, particularmente no setor mineralúrgico.

A diversidade de características dos minérios acarreta a impraticabilidade de transferência direta de processos e tecnologias vigentes em outras partes do globo. Mister se faz, portanto, dentro das linhas mestras que definem os programas e áreas de interesse, identificar os setores de demanda tecnológica.

Do panorama mineral brasileiro sobressaem as linhas mestras carentes de pesquisa e desenvolvimento de processos metalúrgicos, as quais determinarão projetos específicos a serem executados, bem como recursos humanos, materiais e financeiros também necessários.

Resumindo o exposto em 2.1, e tendo em vista a diferença de prioridades a serem fixadas caso a caso, pelo MME, tem-se:

### A) LINHAS MESTRAS

1. Insumos Energéticos - Em vista da crise mundial de energia e da necessidade de racionalização e substituição dos derivados de petróleo.

2. Redutores Metalúrgicos - Face à enorme importância destes na siderurgia e metalurgia em geral, aliada à situação conjuntural de operação da balança de pagamento do País.

3. Recuperação de Finos - Face aos valores utilizáveis, neles contidos, representarem parcela ponderável das reservas minerais.

4. Metais Não-Ferrosos - Pela importância estratégica e econômica que representam para o País.

5. Minérios Especiais - Definidos como a aqueles carentes, ou de baixo teor, ou ainda, mesmo abundantes, que não tenham a sua utilização completa; face à necessidade do aproveitamento otimizado dos mesmos.

6. Apoio Tecnológico - Definido com aque las atividades afins, indispensáveis à boa execução de um plane jamento tecnológico de longo alcance do setor mineral; face à necessidade de padronização de métodos e processos, bem como suas otimizações, na pesquisa tecnológica.

Dentro de cada uma destas linhas mestras, surge a definição dos Programas passíveis de serem realizados. Tais programas identificam-se, aqui, com um particular bem mine ral cujo desenvolvimento de tecnologia enquadre-se numa (ou vá rias) linhas mestras.

## B) PROGRAMAS

### 1. Programas da Linha Mestre Insumos Ener géticos.

- Programa Carvão - almejando o emprego do carvão-vapor como substituto do óleo combustível e gás sinté tico, bem como sua adequação à geração de energia.

- Programa Linhito - buscando sua redução parcial a carvão mineral ou sua gaseificação, visando torná-lo insumo energético de importância para o País.

- Programa Turfa - cujo objetivo é a caracterização tecnológica das grandes turfeiras brasileiras, tendo em vista seu alto poder calorífico e baixa percentagem de enxofre e cinzas.

- Programa Urânio - buscando reduzir a demanda energética associada à cominuição.

## 2. Programas da Linha Mestra Redutores Metalúrgicos

- Programa Carvão Mineral - cujo objetivo é o da concentração deste bem, minimizando seus teores de cinzas e enxofre, ao mesmo tempo em que se busca a utilização das cinzas (Pozolânicas) e do enxofre, dos rejeitos de concentração.

- Programa Babaçu - buscando a sua utilização como redutor metalúrgico e coque, aumentando, assim, o potencial energético do País e indo ao encontro das necessidades do Plano Siderúrgico Nacional, quanto a estes insumos.

## 3. Programas da Linha Mestra Recuperação de Finos

- Programa Carvão Mineral - buscando a utilização dos finos naturais e de cominuição do carvão brasileiro.

- Programa Itabirito - visando o aproveitamento dos finos do minério, bem como a recuperação do ouro

contido.

- Programa Fosfato - destinado à busca de soluções para o aproveitamento dos rejeitos de flutuação.

- Programa Fluorita - objetivando a aglomeração dos finos existentes nas minas, estocados em virtude da não absorção pelo mercado da fluorita do tipo ácido, visando transformá-la no tipo metalúrgico.

#### 4. Programas da Linha Mestre Metais Não Ferrosos

- Programa Cobre - voltado à definição de processos de obtenção do metal, dotados de flexibilidade suficiente para a utilização de matérias-primas oxidadas ou sulfetadas, características de jazidas de pequena e média escala.

- Programa Níquel - visando a obtenção de processos de utilização racional e econômica do níquel laterítico e subprodutos, face a eventuais necessidades estratégicas do País.

- Programa Zinco - destinado ao aproveitamento dos minérios rejeitados na lavra seletiva da calamina extraída em Minas Gerais (teores abaixo de 40%), bem como à otimização energética das operações de purificação e eletrólise.

- Programa Chumbo - o qual, não perdendo de vista a exiguidade das reservas nacionais de chumbo, venha

a contribuir na maximização do rendimento mineralúrgico na produção deste metal, definindo os pontos críticos de seu processamento e levantando possíveis soluções.

- Programa Estanho - Voltado aos problemas de beneficiamento de cassiterita, com ênfase na recuperação de finos e metalurgia extrativa.

#### 5. Programa da Linha Mestra Minérios Especiais

- Programa Ouro - procurando dotar o País de moderna tecnologia de processamento e refino deste produto face às possibilidades geológicas de sua ocorrência virem aumentando dia a dia.

- Programa Nióbio - voltado à produção do nióbio metálico, face às enormes minas de pirocloro (hoje exportando o concentrado), bem como face ao Nb contido em rochas fosfáticas.

- Programa Cromita - objetivando o beneficiamento das cromitas de baixo teor para a sua utilização como cromita metalúrgica na produção de ferro-ligas.

- Programa Gipsita - visando a obter o tão carente enxofre, insumo básico na fabricação do ácido sulfúrico, hoje todo ele importado.



- Programa Scheelita - voltado à utilização dos rejeitos scheelitíferos do País.

- Programa Barita - almejando a industrialização no Brasil dos sais de bário obtidos de baritas (que consumiram divisas da ordem de 2,8 milhões de dólares (1975), bem como estudos de processos de concentração, visando a minimização de perdas na lavra seletiva.

- Programa Berilo - voltado ao aproveitamento dos rejeitos de berilo do norte de Minas Gerais, na produção de berilo metálico, empregado como moderador de neutrons em centrais nucleares e tecnologia de altas temperaturas.

- Programa Urânio - buscando a definição dos aspectos da extração do urânio sobre o meio ambiente, tanto nas fontes potenciais de poluição da mineração e beneficiamento de rejeitos, quanto sobre as operações de moagem e lixiviação (emanações de radônio 222), como um subsídio ao programa nuclear.

- Programa Manganês - objetivando a utilização do minério de baixo teor, tanto para fins siderúrgicos, quanto na produção do dióxido de manganês (para pilhas elétricas) e de manganês metálico (utilizando raspas de madeira como redutor).

- Programa Bentonita - face à existência inprodutiva deste bem mineral no País, enquanto as importações chegaram à casa dos 3 milhões de dólares em 1975.

- Programa Enxofre - Voltado para o aproveitamento de S a partir de efluentes de usinas pirometalúrgicas, de depósitos de pirita e de rejeitos piritosos de carvão.

- Programa Sais - Voltado para a tecnológica capacitação na área de sais, principalmente de potássio, tendo em vista a prioridade para a exploração dos grandes depósitos do Nordeste.

#### 6. Programa da Linha Mestra Apoio Tecnológico

- Programa Métodos Químicos Minerais - voltado à sistematização de métodos de análise química - via úmida e instrumental - de minérios, definindo as condições de emprego dos vários métodos, seus erros estatísticos inerentes e operacionais, bem como suas padronizações; face à inexistência, no Brasil, desta padronização de análise, resultando, em consequência, na obtenção de respostas díspares, para métodos diversos e análogos entre os laboratórios dedicados a este mister.

- Programa Processos Mineralúrgicos - Objetivando a análise, controle e otimização dos processos mineralúrgicos, via desenvolvimento de técnicas de simulação digital que resultem numa avaliação técnico-econômica preliminar de processos alternativos à produção de um mesmo bem mineral; face à importância destes métodos na obtenção de dados de engenharia básica de processos mineralúrgicos.

- Programa Tecnologia Mineral - visan do definir a demanda e produção de tecnologia mineral e afins no País, bem como promover uma análise de transferência de tecnologia do setor, determinando os parâmetros da propriedade industrial a esta transferência afetos.

### C) PROJETOS

Os projetos a serem executados dentro da abrangência do III PND receberão recursos orçamentários (\*) e financeiros (\*\*), ou seja, recursos do DNPM ou outros (CPRM, CMB, etc.) respectivamente.

I. Descrição Sumária dos Projetos

I.1 - Linha Mestra: Insumos Energéticos

I.1.1 - Programa: Carvão

PROJETO AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE TECNOLOGIA

Objetivo: Avaliar as potencialidades brasileiras quanto à absorção de produtos derivados do carvão além da sua utilização como tal, estudando as várias alternativas viáveis: combustão fluidizante, queima de combustível pulverizado, pirólise ou extração por solvente; preparação de insumo para gaseificação.

Recursos: DNPM e/ou CPRM

PROJETO CARVÃO GRANDE NORDESTE

Objetivo: Caracterização tecnológica dos carvões da Bacia do Parnaíba e Chapada do Araripe. Conforme os resultados obtidos, execução de testes de beneficiamento, visando a produção de insumo energético que atenda às necessidades regionais.

Recursos: DNPM e/ou CPRM e SUDENE

### PROJETO CARVÃO DO RIO FRESCO

Objetivo: Caracterização tecnológica desses carvões, visando seu aproveitamento industrial regional.

Recursos: SUDAM

### PROJETO CARVÃO DO PARANÁ

Objetivo: Caracterização tecnológica dos carvões almejando a quantificação de material radioativo contido. Conforme os resultados obtidos, execução de beneficiamento mineral com recuperação de subprodutos.

Recursos: CNP e outros

### PROJETO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL

Objetivo: Caracterização tecnológica como insumo energético (substituto parcial do óleo combustível ou como gerador de gases e produtos para a indústria química).

Recursos: A serem definidos

1.1.2 - Programa: Linhito

**PROJETO LINHITO DO JATOBÁ**

**Objetivo:** Caracterização tecnológica objetivando sua utilização como insumo energético local de pequena monta.

**Recursos:** DNPM ou CPRM

**PROJETO LINHITO DO ALTO SOLIMÕES**

**Objetivo:** Caracterização tecnológica e estudo de viabilização econômica.

**Recursos:** DNPM ou CPRM

**1.1.3 - Programa: Turfa****PROJETO CARACTERIZAÇÃO DE TURFAS**

**Objetivo:** Caracterização tecnológica e ensaios de beneficiamento das turfas da Região Centro-Sul do País.

**Recursos:** A serem definidos

**1.1.4 - Programa: Urânio****PROJETO MOAGEM AUTÓGENA DE MINÉRIO DE URÂNIO**

**Objetivo:** Testar a adequação tecnológica dos minérios de urânio à moagem autógena e/

ou semi autógena, visando a redução da demanda energética associada à cominuição.

Recursos: NUCLEBRÁS

1.2 - Linha Mestre: Redutores Metalúrgicos

1.2.1 - Programa: Carvão

#### PROJETO FLOTAÇÃO DE CARVÕES DE SANTA CATARINA

Objetivo: Otimização dos resultados obtidos em estudos já realizados. Desenvolvimento de processo para tratamento dos finos gerados na concentração primária (Boca da Mina) e finos (-200 mesh) do Lavador de Capivari. Estudos em planta piloto.

Recursos:

#### PROJETO SEPARAÇÃO DA PIRITA DOS CARVÕES DE SANTA CATARINA

Objetivo: Recuperação da pirita dos carvões catarinenses, adequando-a como matéria prima para a fabricação de ácido sulfúrico.

Recursos:

## PROJETO COQUE PRÉ-FORMADO

Objetivo: Desenvolver tecnologia de utilização dos carvões não-coqueificáveis, na siderurgia, através de misturas adequadas de carvões com características tecnológicas aceitáveis nos altos-fornos.

Recursos: DNPM e/ou outros

1.2.2 - Programa: Babaçu

1.3 - Linha Mestre: Recuperação de Finos

1.3.1 - Programa: Carvão

## PROJETO AGLOMERAÇÃO DE FINOS DE CARVÃO DE SANTA CATARINA

Objetivo: Estudo da aglomeração dos finos de carvão coqueificável, obtidos por flotação e testar a viabilidade técnica do processo "Briquetes e Finos" e sua aplicação para o caso dos carvões do Brasil.

Recursos:



### PROJETO FLOCULAÇÃO SELETIVA E AGLOMERAÇÃO ESFÉRICA DE FINOS DE CARVÃO

Objetivo: Estudar viabilidade de aplicação da floculação seletiva e/ou aglomeração esférica na recuperação de finos de carvão, como alternativa à eventual ineficiência de outros métodos.

Recursos:

1.3.2 - Programa: Itabirito

### PROJETO MOAGEM AUTÓGENA DE ITABIRITO

Objetivo: Estudar em escala piloto, a moagem autógena de itabirito, como processo de preparação para um beneficiamento posterior. Será estudada a influência das variáveis mais significativas do processo.

Recursos:

### PROJETO FLOCULAÇÃO SELETIVA DE ITABIRITO

Objetivo: Recuperação do fosfato e do ferro contidos nos rejeitos finos, por floculação seletiva, tendo em vista a grande dificuldade de seu aproveitamento por

processos convencionais.

Recursos:

1.3.3 - Programa: Fosfato

PROJETO FLOCULAÇÃO SELETIVA DE FOSFATO

Objetivo: Recuperação do fosfato e do ferro con-  
tidos nos rejeitos finos, por flocula-  
ção seletiva, tendo em vista a grande  
dificuldade de seu aproveitamento por  
processos convencionais.

Recursos:

1.3.4 - Programa: Fluorita

PROJETO AGLOMERAÇÃO DE FLUORITA

Objetivo: Estudar o processo de aglomeração dos  
finos de fluorita, visando a sua uti-  
lização na indústria metalúrgica. Is-  
to abriria nova perspectiva de merca-  
do para o concentrado tipo ácido, a-  
tualmente estocado.

Recursos:

PROJETO BENEFICIAMENTO DE MINÉRIO DE FLUORITA DO  
NORDESTE

Objetivo: Aproveitamento dos depósitos de fluo-  
rita, voltado para a obtenção de fluo-  
rita química e metalúrgica.

Recursos:

1.4 - Linha Mãstra: Não-Ferrosos

80.9

1.4.1 - Programa: Cobre

PROJETO CADASTRAMENTO E ANÁLISE DE USINAS DE BE  
NEFICIAMENTO DE COBRE

Objetivo: Avaliação técnica dos fluxogramas de usinas de beneficiamento, visando a de terminação do seu nível de eficiência, e a identificação de deficiências localizadas, bem como a indicação das soluções requeridas.

Recursos:

PROJETO RECUPERAÇÃO DE COBRE DE OPERAÇÕES DE  
PEQUENA E MÉDIA ESCALAS

Objetivo: Concepção do processo de extração de cobre que atenda à flexibilidades e custos inerentes à essa escala de pro dução.

Recursos:

PROJETO USTULAÇÃO DE MINÉRIOS E CONCENTRADOS DE  
COBRE EM LEITO FLUIDIZADO

Objetivo: Estudar métodos de ustulação, visando já uma concentração inicial do metal valioso, ou uma preparação do minério ou concentrado para operações de extra ção hidrometalúrgicas subsequentes.

**Recursos:****PROJETO CLORETAÇÃO SELETIVA**

**Objetivo:** Desenvolvimento de estudos de cloretação, visando separar seletivamente metais contidos em minérios complexos.

**Recursos:****PROJETO RECUPERAÇÃO DE COBRE NATIVO**

**Objetivo:** Levantamento das potencialidades econômicas do seu beneficiamento e tratamento; estabelecimento de rotas alternativas hidrometalúrgicas para o aproveitamento de Cu nativo.

**Recursos:****PROJETO BENEFICIAMENTO DE MINÉRIOS POLIMETÁLICOS**

**Objetivo:** Estabelecimento de fluxograma de tratamento de minérios oxidados e sulfetados, contendo Pb e Zn e ainda Bi e Ag.

Recursos: CPRM

1.4.2 - Programa: Níquel

PROJETO RECUPERAÇÃO DE NÍQUEL LATERÍTICO (LIXIVIAÇÃO)

Objetivo: Obter níquel, cobalto e outros microconstituintes valiosos do minério, através de associação de técnicas pirometalúrgicas e hidrometalúrgicas: redução, lixiviação, extração por solvente e eletrodeposição. O trabalho a ser executado constará de ensaios descontínuos e contínuos em escala de bancada e semi-piloto.

Recursos:

PROJETO RECUPERAÇÃO DE NÍQUEL LATERÍTICO (ELETROLÍSE)

Objetivo: Obter níquel, cobalto e outros microconstituintes valiosos do minério, através de associação de técnicas de eletrodeposição.

Recursos:

### 1.4.3 - Programa: Zinco

#### PROJETO FLOTAÇÃO DE MINÉRIOS OXIDADOS DE ZINCO

Objetivo: Desenvolvimento de processo para tratamento de minérios silicatados de zinco, através de flotação e/ou outras operações unitárias, visando também a recuperação do chumbo, cobre e cádmio presentes no minério.

#### Recursos:

#### PROJETO ELETRORECUPERAÇÃO DE ZINCO EM LEITO FLUIDIZADO

Objetivo: Avaliar as possibilidades de melhoras hidrodinâmicas da célula convencional, bem como o efeito de correntes elétricas pulsantes. Desenvolver estudos em escala descontínua de uma célula eletrolítica de leito fluidizado. Operação em escala contínua de tal célula.

#### Recursos:

#### PROJETO CLORETAÇÃO SELETIVA DE ZINCO

Objetivo: Desenvolvimento de estudos de cloração, visando separar seletivamente metais contidos em minérios complexos.

#### Recursos:

PROJETO CADASTRAMENTO E ANÁLISE DE USINAS DE BENEFICIAMENTO DE ZINCO

Objetivo: Avaliação técnica dos fluxogramas de usinas de beneficiamento, visando a determinação de seu nível de eficiência, e a identificação de deficiências localizadas, bem como a indicação das soluções requeridas.

Recursos:

PROJETO USTULAÇÃO DE MINÉRIOS E CONCENTRADOS DE ZINCO EM LEITO FLUIDIZADO

Objetivo: Estudar métodos de ustulação, visando já uma concentração inicial do metal valioso, ou uma preparação do minério ou concentrado para operações de extração hidrometalúrgicas subsequentes.

Recursos:

PROJETO TRATAMENTO DE MINÉRIOS POLIMETÁLICOS

Objetivo: Desenvolvimento de fluxograma adequado ao beneficiamento de minérios polimetálicos de zinco, com especial ênfase na recuperação de sub e co-produtos.

Recursos: CPRM

PROJETO TRATAMENTO DE MINÉRIOS SILICATADOS DE  
BAIXO TEOR

Objetivo: Desenvolvimento de processo de con  
tração de minérios silicatados de zin  
co, através de flotação ou outras ope  
rações de concentração.

Recursos:

1.4.4 - Programa: Chumbo

PROJETO USTULAÇÃO DE MINÉRIOS E CONCENTRADOS DE  
CHUMBO EM LEITO FLUIDIZADO

Objetivo: Estudar métodos de ustulação, visando  
já uma concentração do metal ou uma  
preparação do minério ou concentrado  
para operações de extração hidrometa-  
lúrgicas subsequentes.

Recursos:

PROJETO CLORETAÇÃO SELTIVA

Objetivo: Desenvolvimento de estudos de cloreta  
ção, visando separar seletivamente me  
tais contidos em minérios complexos.



**Recursos:****PROJETO CADASTRAMENTO E ANÁLISE DE USINAS DE BENEFICIAMENTO DE CHUMBO**

Objetivo: Avaliação técnica dos fluxogramas de usinas de beneficiamento, visando a determinação de seu nível de eficiência e a identificação de deficiências localizadas, bem como a indicação das soluções requeridas.

**Recursos:****PROJETO TRATAMENTO DE MINÉRIO DE CHUMBO DE BAIXO TEOR**

Objetivo: Aproveitamento hidrometalúrgico, por cloretação, de pequenos jazimentos de chumbo, que atendam a uma necessidade regional.

**Recursos:****1.4.5 - Programa: Estanho****PROJETO CADASTRAMENTO E ANÁLISE DE USINAS DE BENEFICIAMENTO DE CASSITERITA**

Objetivo: Avaliação técnica dos fluxogramas de usinas de beneficiamento, visando a de

terminação de seu nível de eficiência e a identificação de deficiências localizadas, bem como a indicação das soluções requeridas.

Recursos:

#### PROJETO CLORETAÇÃO SELETIVA

Objetivo: Desenvolvimento de estudos de cloretação, visando separar seletivamente metais contidos em minérios complexos.

Recursos:

#### PROJETO BENEFICIAMENTO DE CASSITERITA ALUVIAL

Objetivo: Estabelecimento de parâmetros, em planta piloto, do beneficiamento de cassiterita aluvial.

Recursos: CPRM

1.5 - Linha Mestra: Minérios Especiais (carentes, baixo teor, ou utilização incompleta)

### 1.5.1 - Programa: Ouro

#### PROJETO FLOTAÇÃO E FOTOAMALGAMAÇÃO DE MINÉRIO DE OURO

Objetivo: Definir a viabilidade técnica do empre<sup>do</sup> da flotação como processo substitu<sup>tivo</sup> da amalgamação e retostagem. Para<sup>lelamente</sup>, estudar a possibilidade de utilização de flotoamalgamação no tra<sup>tamento</sup> dos minérios de ouro de baixo teor.

#### Recursos:

#### PROJETO MOAGEM AUTÓGENA DE CONGLOMERADOS AURÍ- FEROS

Objetivo: Estudar a influência das variáveis mais significativas que possibilitem a utilização da moagem autógena, visando a redução dos custos de instala<sup>ção</sup> e operação dos processos de moa<sup>gem</sup> desses minérios.

#### Recursos:

#### PROJETO CLORETAÇÃO SELETIVA

Objetivo: Desenvolvimento de estudos de cloreta<sup>ção</sup>

ção, visando separar seletivamente metais contidos em minérios complexos.

Recursos:

PROJETO ENSAIO DE BENEFICIAMENTO E METALURGIA DE OCORRÊNCIAS PRIMÁRIAS DE SULFETOS AURÍFEROS

Objetivo: Aproveitamento de ouro a partir de ocorrências primárias de sulfetos auríferos.

Recursos:

PROJETO RECUPERAÇÃO DE OURO ALUVIONAR

Objetivo: Aproveitamento de ouro a partir de depósitos auríferos aluvionares.

Recursos:

### 1.5.2 - Programa: Nióbio

#### PROJETO CADASTRAMENTO E ANÁLISE DE USINAS DE BENEFICIAMENTO DE NIÓBIO

Objetivo: Avaliação técnica dos fluxogramas de usinas de beneficiamento, visando a determinação do seu nível de eficiência, e a identificação de deficiências localizadas, bem como a indicação das soluções requeridas.

Recursos:

### 1.5.3 - Programa: Cromita

#### PROJETO USTULAÇÃO DE MINÉRIOS E CONCENTRADOS DE CROMITA EM LEITO FLUIDIZADO

Objetivo: Estudar métodos de ustulação, visando já uma concentração inicial do metal valioso, ou uma preparação do minério ou concentrado para operações de extração hidrometalúrgicas subsequentes.

Recursos:

#### PROJETO CLORETAÇÃO SELETIVA

Objetivo: Desenvolvimento de estudos de cloreta

ção, visando separar seletivamente metais contidos em minérios complexos.

Recursos:

PROJETO BENEFICIAMENTO DE CROMITA DE BAIXO TEOR

Objetivo: Desenvolvimento de processo visando a obtenção de produtos para indústria química e metalúrgica.

Recursos:

1.5.4 - Programa: Gipsita

PROJETO OBTENÇÃO DE ENXOFRE, BARRILHA E CLORETO DE CÁLCIO

Objetivo: Obtenção de S, barrilha e  $\text{CaCl}_2$  a partir da gipsita, utilizando a técnica de troca iônica.

Recursos:

### 1.5.5 - Programa: Scheelita

#### PROJETO USTULAÇÃO DE MINÉRIOS E CONCENTRADOS DE SCHEELITA EM LEITO FLUIDIZADO

Objetivo: Estudar métodos de ustulação, visando já uma concentração inicial do metal valioso, ou uma preparação do minério ou concentrado para operações de extração hidrometalúrgicas subsequentes.

Recursos:

#### PROJETO CADASTRAMENTO E ANÁLISE DE USINAS DE BENEFICIAMENTO DE SCHEELITA

Objetivo: Avaliação técnica dos fluxogramas de usinas de beneficiamento, visando a determinação do seu nível de eficiência, e a identificação de deficiências localizadas, bem como a indicação das soluções requeridas.

Recursos:

#### PROJETO BENEFICIAMENTO DE SCHEELITA PROVENIENTE DE REJEITO GRAVIMÉTRICO DE BAIXO TEOR DO NORDESTE

Objetivo: Desenvolvimento de processo, através de flotação de rejeitos de baixo teor, visando a obtenção de concentrados adequados para a produção de scheelita sintética.

Recursos:

1.5.6 - Programa: Barita

#### PROJETO BENEFICIAMENTO DE BARITA

Objetivo: Desenvolvimento de processos para a re  
cuperação de minério de barita, visando  
a obtenção do produto dentro das es  
pecificações de mercado.

Recursos:

#### PROJETO USTULAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE SAIS DE BÁRIO EM LEITO FLUIDIZADO

Objetivo: Desenvolvimento de processo para in  
dustrialização de sais de bário a partir  
de baritas. Em 1975 a importação  
desses sais consumiu 2,8 milhões de  
dólares.



**Recursos:****1.5.7 - Programa: Berilo**

PROJETO USTULAÇÃO DE MINÉRIOS E CONCENTRADOS DE BERILO EM LEITO FLUIDIZADO

**Objetivo:** Estudar métodos de ustulação, visando já uma concentração inicial do metal valioso, ou uma preparação do minério ou concentrado para operações de extração hidrometalúrgicas subsequentes.

**Recursos:****1.5.8 - Programa: Manganês**

PROJETO APROVEITAMENTO DE MINÉRIO DE BAIXO TEOR DE MANGANÊS

**Objetivo:** Viabilização dos depósitos de Minas Gerais e Bahia.

**Recursos:**

1.5.9 - Programa: Aproveitamento Integral

PROJETO APROVEITAMENTO DOS REJEITOS DE SERPENTINITOS AMIANTÍFEROS

Objetivo: Aproveitamento integral dos constituintes valiosos, tais como magnésio, níquel e cromo, presentes nos rejeitos citados.

Recursos:

1.5.10 - Programa: Magnesita

PROJETO BENEFICIAMENTO DE MAGNESITA DO CEARÁ

Objetivo: Desenvolvimento de processos para a recuperação de magnesita, visando a obtenção de produto dentro das especificações de mercado.

Recursos:

1.5.11 - Programa: Bentonita

PROJETO BENEFICIAMENTO DE BENTONITA DA PARAÍBA

Objetivo: Desenvolvimento de processos para a recuperação de bentonita, visando a obtenção de produto dentro das especificações de mercado.

Recursos:

1.5.12 - Programa: Enxofre

1.5.13 - Programa: Sais

PROJETO ESTUDO DE BENEFICIAMENTO DE TRONAS

Objetivo: Beneficiamento dos depósitos de trona do Nordeste, visando suprir a carência de barrilha no mercado nacional.

Recursos:

**PROJETO ESTUDO DE BENEFICIAMENTO DE POTÁSSIO**

**Objetivo:** Concentração de carnalitas, tachidritas e silvinitas, almejando seu aproveitamento econômico.

**Recursos:**

**PROJETO ESTUDO DE BENEFICAMENTO DE SALITRE**

**Objetivo:** Beneficiamento do salitre do Nordeste para fins industriais e agrícolas.

**Recursos:**

1.6 - Linha Mestra: Apoio Tecnológico

1.6.1 - Programa: Métodos

**PROJETO LEVANTAMENTO DE MÉTODOS DE ANÁLISES MINERAIS E SUAS FAIXAS DE APLICAÇÃO**

**Objetivo:** Visa a metodização dos processos de análise de minerais em uso nos laboratórios especializados, no País, visando o atendimento aos setores de tecnologia mineral.

Recursos:

1.6.2 - Programa: Processos

PROJETO CONTROLE E OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS

Objetivo: Utilizar e desenvolver as técnicas de controle e otimização de processo relacionadas com a tecnologia mineral.

Recursos:

1.6.3 - Programa: Tecnologia

PROJETO ANÁLISE E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

Objetivo: Levantar as patentes atualmente em vigor no Brasil, bem como os contratos de transferência de tecnologia no setor mineral, para estabelecimento de um banco de dados. Implantação no CETEM de um setor para o acompanhamento permanente dos pedidos de patente apresentados ao INPI no campo da tecnologia mineral, e dos pedidos de averbação dos contratos de transferência de tecnologia neste setor.

### 3. Cronograma de Realizações.

Para o período 1982/1985 os gastos previstos e estimados, compatíveis com o orçamento já apresentado ao MME estão espelhados nas tabelas anexas.

Vale salientar serem tais gastos vinculados a programas e projetos envolvendo escala de bancada, semipiloto e, alguns, chegando à fase piloto. A instalação de usinas industriais bem como os gastos oriundos da engenharia básica de projetos e engenharia de detalhe não estão aí incluídos.

3.1 - Identificação de itens e fases a serem realizados no período 82-85.

3.2 - Gastos no período 82 - 85 ano a ano.

GASTOS ESTIMADOS \* : Unidade Cr\$ 1.000.000,00

LINHA MESTRA : INSUMOS ENERGÉTICOS

PROGRAMA	**1982	**1983	**1984	**1985	TOTAL
CARVÃO	81	246,5	436,5	722,2	1.486,2
LINHITO	9,7	22,4	72,7	-	104,8
TURFA	6,4	-	-	-	6,4
URÂNIO	-	-	-	-	-
TOTAL	97,1	268,9	509,2	722,2	1.597,4

\* 1982 - Conforme valores de Orçamento apresentados ao MME

\*\* Estimando redução gradativa nos índices de inflação de 80% em 1983 à 60% em 1985.

GASTOS ESTIMADOS\* : Unidade Cr\$ 1.000.000,00

LINHA MESTRA : REDUTORES METALÚRGICOS

PROGRAMA	** 1982	** 1983	** 1984	** 1985	TOTAL
CARVÃO	56,7	100,8	218,3	406,2	782
BABAÇU	4,9	6,7	24,3	45,1	81
TOTAL	61,6	107,5	242,6	451,3	863

\* 1982 - Conforme valores de Orçamento apresentados ao MME

\*\* Estimando redução gradativa nos índices de inflação de 80% em 1983 à 60% em 1985.



GASTOS ESTIMADOS \* : Unidade Cr\$ 1.000.000,00

LINHA MESTRA : RECUPERAÇÃO DE FINOS

PROGRAMA	**1982	**1983	**1984	**1985	TOTAL
CARVÃO	16,2	67,2	24,3	45,1	152,8
MIN. FERRO	6,5	22,4	-	-	28,9
FLUORITA	-	-	-	-	-
FOSFATO	8,1	-	-	-	8,1
TOTAL	30,8	89,6	24,3	45,1	189,8

\* 1982 - Conforme valores de Orçamento apresentados ao MME

\*\* Estimando redução gradativa nos índices de inflação de 80% em 1983 a 60% em 1985.

GASTOS ESTIMADOS \*: Unidade Cr\$ 1.000.000,00

LINHA MESTRA : NÃO-FERROSOS

PROGRAMA	** 1982	** 1983	** 1984	** 1985	TOTAL
COBRE	16,2	13,5	29,1	45,1	103,9
NÍQUEL	24,3	11,2	24,3	45,1	104,9
ZINCO	11,3	22,4	72,8	180,5	287
CHUMBO	6,5	8,9	24,3	45,1	84,8
ESTANHO	4,8	6,7	-	-	11,5
ALUMÍNIO	8,1	15,7	48,5	180,5	252,8
TOTAL	71,2	78,4	199	496,3	844,9

\* 1982 - Conforme valores de Orçamento apresentados ao MME

\*\* Estimando redução gradativa nos índices de inflação de 80% em 1983 à 60% em 1985.

GASTOS ESTIMADOS \* : Unidade Cr\$ 1.000.000,00

LINHA MESTRA : MINÉRIOS ESPECIAIS

PROGRAMA	**1982	**1983	**1984	**1985	TOTAL
OURO	8,1	4,5	-	-	12,6
NIÓBIO	-	-	-	-	-
CROMITA	1,6	4,5	-	-	6,1
GIPSITA	-	-	-	-	-
SCHEELITA	8,1	2,2	4,8	9,0	24,1
BARITA	-	-	-	-	-
BERILO	8,1	4,5	4,8	-	17,4
MANGANÊS	3,2	4,5	14,6	27,1	49,4
APROV. INTEGRAL	16,2	4,5	9,7	-	30,4
MAGNESITA	1,6	2,2	-	-	3,8
BENTONITA	4,8	2,2	-	-	7,0
SAIS (Na e K)	40,5	78,4	-	-	118,9
ENXOFRE	24,3	56,0	121,3	-	201,6
TOTAL	116,5	163,5	155,2	36,1	471,3

\* 1982 - Conforme valores de Orçamento apresentados ao MME

\*\* Estimando redução gradativa nos índices de inflação de 80% em 1983 à 60% em 1985.

GASTOS ESTIMADOS \* : Unidade Cr\$ 1.000.000,00

LINHA MESTRA : APOIO TECNOLÓGICO

PROGRAMA	**1982	**1983	**1984	**1985	TOTAL
MÉTODOS	16,2	33,6	72,7	135,4	257,9
PROCESSOS	16,2	22,4	72,7	135,4	246,7
TECNOLOGIA	10,5	14,6	41,2	76,7	143,0
TREINAMENTO	19,5	13,5	29,1	54,5	116,6
TOTAL	62,4	84,1	215,7	402,0	764,2

\* 1982 - Conforme valores de Orçamento apresentados ao MME

\*\* Estimando redução gradativa nos índices de inflação de 80% em 1983 a 60% em 1985.

### 3.3 - Impacto de eventuais atrasos ou adiantamentos.

Não é difícil compreender o que a solução de continuidade acarreta a um programa de pesquisa científica e tecnológica, porquanto, mesmo uma simples e curta interrupção poderá resultar na perda de um processo industrial potencialmente lucrativo, possivelmente com prejuízos para a economia do país, principalmente na atual conjuntura econômica.

#### IV Avaliação das atividades de serviços para terceiros: internas e externas

Comprovando a possibilidade de desenvolver tecnologia, vem o CETEM, com todas as dificuldades de custeio, desenvolvendo processos que, fora qualquer dúvida, substituíram a importação de matéria-prima mineral.

Saliente-se que o CETEM, a partir de estudos de laboratórios, planta piloto, e unidade semicomercial, desenvolveu processo que pelo próprio CETEM foi instalado na Casa da Moeda do Brasil - CMB, para a produção de 10 (dez) t/ano de ouro fino (999,9) e 36 t/ano de prata fina (999,9), tendo este desenvolvimento custado à CMB menos de 10 milhões de cruzeiros; ao passo que, fosse instalada tal tecnologia por outra entidade, esta teria de ser forçosamente estrangeira, e o custo, superior a US\$ 20,000,000.00

Apenas este fato, nos 3 anos de existência do CETEM, justificaria por si só a importância econômica deste Centro no cenário tecnológico Nacional, bem como a sua importante atuação no sentido de desenvolver tecnologia própria.

V. Avaliação global da atuação do CETEM e das suas perspectivas.

O escopo do CETEM, seguindo a diretrizes do Ministério das Minas e Energia, através do Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM) e de sua sócia executiva, a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), tem sido o de colaborar com as indústrias minerais do Brasil e fomentá-las, no sentido de elaborar a matéria-prima mineral, de forma tal a manter e favorecer sua competitividade nos mercados doméstico e internacional.

Em resumo, nestes três anos de existência, salientou-se as seguintes atividades:

A. Projetos

Desenvolvidos 48 projetos:

- 17 de fomento, patrocinado pelo DNPM e acompanhados, cada um deles, por um "Comitê Executivo de Projeto", do qual fazem parte produtores, consumidores, financiadores e pesquisadores.
- 03 patrocinados pela CPRM, no âmbito do programa Interno de Viabilização de Jazidas.
- 02 para o CNPq, no âmbito da Coordenadoria de Tecnologia Mineral.

- 26 para os empresários do Setor Mineral e por estes financiados \*:

- . Cia. VALE DO RIO DOCE
- . DOCEGEO
- . NUCLEBRÁS
- . CARÁIBA METAIS
- . MINERAÇÕES BRASILEIRAS REUNIDAS
- . Cia. MINEIRA DE METAIS
- . MINERAÇÃO MORRO AGUDO
- . UNANGEM
- . H. MULLER
- . PAULO ABIB ANDERY ENGENHARIA
- . NATRON
- . PROMON
- . ENGELAB
- . TRICONTINENTAL
- . AUSTRAL MINERAÇÃO
- . A. W. FUNDIÇÃO
- . CASA DA MOEDA DO BRASIL
- . Cia. NACIONAL MINERAÇÃO CANDIOTA

#### B. TESES

- 03 teses de mestrado defendidas por pesquisadores do CETEM (02 COPPE/ UFRJ, 01 PUC/RJ).
- 11 teses de mestrado em andamento (COPPE /UFRJ, Escola de Química/UFRJ, UFF).

\* Quase todos oriundos dos Comitês Executivos de Projetos, numa continuação, pelo empresário, dos trabalhos inicialmente patrocinados pelo DNPM.



### C. Publicações

- 17 Relatórios de Projetos
- 35 Relatórios Técnicos
- 24 Contribuições Técnicas
- 14 Publicações "Série Tecnologia Min  
ral", M.M.E/DNPM

Por áreas industriais:

### MATÉRIAS-PRIMAS INDUSTRIAIS

#### . Diatomita

Desenvolvidos processos de beneficiamento, visando obtenção de produto, ou produtos finais, utilizados em filtrações industriais. Os produtos obtidos foram testados em indústrias açucareiras e de refrigerantes, apresentando filtrabilidade na faixa de 88,5% a 490% em relação ao importado "Hi-Flo Super Cell", tomado como padrão (100%).

#### . Fosfato

Através de floculação seletiva, visando recuperação de fosfato nas frações granulométricas mais finas, já que o minério trabalhado (Patos de Minas) é bastante friável, contendo grande quantidade de finos. Testes indicaram a possibilidade de recuperar até 70% do fosfato contido no minério, da seguinte forma:  $\approx$  50% nas frações 12 e 20, 20% nas menores.

#### . Diamante

Estudo em escala-piloto de separação por meio-denso (Fe-Si) de diamantes indus

triais contidos em cascalho.

. Amianto

Estudos de caracterização tecnológica sobre amostras de amianto antofilítico, visando orientação industrial, quanto ao seu aproveitamento.

. Gipsita

Definição das condições técnicas de obtenção de enxofre, barrilha e cloreto de cálcio, a partir da gipsita natural e/ou fosfogesso.

. Talco

Estudos de usina-piloto, pelo processo de flutuação por espuma, tendo-se chegado a recuperação superior a 80%, com teores de 90 a 95% em talco.

. Cianita

Testes de flutuação cruzada, simulando circuito contínuo, mostraram que uma etapa de flutuação de desbaste, seguida de dois estágios de flutuação de limpeza, permite obter concentrados com 98% em peso e recuperação de 83% de cianita contida.

. Carvão

Estudos, de bancada e piloto, dos car

vões: pré-lavado da Mina A (Sangão), pré-lavado da Mina Siderópolis, os finos naturais da Mina A (Sangão) e os finos naturais da Mina Siderópolis, pertencentes à região de baixo metalúrgico da camada Barro Branco.

Caracterização Tecnológica de carvões de várias procedências.

Estudos de aglomeração seletiva de finos de carvão.

. Feldspato

Obtenção de concentrados com teores de  $Fe_2O_3$  abaixo de 0,1%, atendendo especificações da indústria vidreira.

. Fluorita

Testes de bancada e piloto para produção de fluorita, tendo-se conseguido, concentrado grau metalúrgico com 85%  $CaF_2$ , 5%  $SiO_2$ , e concentrado grau ácido com 97%  $CaF_2$ , 1,5%  $SiO_2$ , 1%  $CaCO_3$ .

. Fosfato-Uranífero

Instalação piloto D.W.P. para tratamento do fosfato-uranífero.

## METAIS FERROSOS

### . Ferro

Estudos de caracterização tecnológica, separação magnética piloto e, testes de desgaste de minérios e operação piloto de moagem autógena. Consultoria na concepção de laboratório de análises e testes de minério de ferro.

### . Manganês

Estudo básico sobre a flutuabilidade de minerais de minérios de manganês.

## METAIS NÃO-FERROSOS

### . Cobre

Estudos de lixiviação bacteriológica, lixiviação por percolação, em pilhas e por agitação de minérios e/ou oxidados; testes em escala contínua de extração por solventes de lixívias contendo íons cobre e ferro; concepção, montagem e instalação de usina hidrometalúrgica, piloto, em Jaguarari, Bahia, para minérios oxidados.

Estudo de ustulação sulfatante, lixiviação e cristalização, visando produção de

sulfato cobre.

Estudos, em escala-piloto, de moagem autógena do sulfeto de cobre da região de Carajás; estudos hidrometalúrgicos do material alterado de cobre, de Carajás.

#### . Zinco

Desenvolvimento de processo de flutuação por espuma, catiônica, possibilitando utilizar como matéria-prima (óxidos) uma alimentação de 12% Zn, produzindo concentrados com cerca de 40% Zn e 85% de recuperação do zinco contido na alimentação das células de flutuação. Estudos em escala de laboratório e piloto concluídas.

Montagem e instalação de circuito piloto de meio-denso (D.W.P.), em Vazante, MG, visando abaixar teor de álcalis na alimentação de processo subsequente.

Levantamento e análise do fluxograma de beneficiamento atualmente em operação nas usinas produtoras de zinco primário no país.

Instalação e desenvolvimento de estudo em escala piloto para concentração de minério complexo (sulfetos) de Pb e Zn, possibilitando obtenção de concentrado final com teores de 45% Zn e 63% Pb e

recuperações de 88% Zn e 80% Pb; estudos de otimização destes valores, em andamento.

. Chumbo

Levantamento e análise de fluxograma de beneficiamento, atualmente em operação nas usinas produtoras de chumbo primário, no país.

. Estanho

Estudos de beneficiamento de pré-concentrado de cassiterita, produzindo concentrados ( $< 28\#$ ) com teor de 86,3%  $\text{SnO}_2$ , recuperação de 92,9%, através de separação eletrostática, seguida de separação magnética; para a fração grosseira ( $> 28\#$ ), concentrados de 47,0%  $\text{SnO}_2$  e 94,6% recuperação, via separador de discos.

. Níquel

Ustulação de resíduos níquel-magnetíferos, oriundos de lixiviação ácida, via reator de leito-fluidizado.

### METAIS REFRACTÁRIOS

. Tungstênio

Estudos de bancada e em escala piloto

para obtenção de concentrado de scheelita, por flutuação, com teor de 12,5%  $WO_3$  e 61,5% de recuperação, a partir de rejeitos de granulometria fina provenientes da Mina Brejuí; alimentação de 0,2%  $WO_3$ . Em proposta, estudo de otimização de consumo de reagentes e disposição de equipamentos.

Ensaio de concentração de volframita, jigagem e mensagem, partindo-se de uma alimentação com 0,43%  $WO_3$ , obtendo-se concentrados com 61%  $WO_3$  e recuperação de 82%.

#### . Titânio

Estudos de beneficiamento de ilmenita aluvionar, através de processo gravimétrico e eletromagnético, produzindo concentrados com 51,3%  $TiO_2$  e teores de  $Cr_2O_3$ ,  $P_2O_5$  e  $SiO_2$  dentro dos limites aceitáveis, recuperação de 55%  $TiO_2$ , partindo-se de uma alimentação contendo 7,83%  $TiO_2$ .

#### . Tântalo

Estudos de separação magnética de tantalita, produzindo-se concentrados com 42,7%  $Ta_2O_5$  e 4,32%  $SnO_2$  e recuperação



de 80%.

### METAIS PRECIOSOS

#### . Ouro

Estudos de laboratório, contínuos, e montagem de unidade comercial, tendo a capacidade de produzir 10 t/a de ouro 99.99%.

Desenvolvimento de processos de concentração de ouro associado a arsenopirita e outros minerais.

#### . Prata

Estudos de laboratório, contínuos e montagem de unidade comercial, tendo a capacidade de produzir 36 t/a de prata 99.99%.

Desenvolvimento de processo industrial de recuperação de prata secundária, produzindo barras e/ou grânulos com 99.99% de pureza.

#### . Paládio

Estudos de bancada de separação ouro-paládio.

### RECURSOS HUMANOS

Desenvolvido, através de Convênio com a

COPPE/UFRJ, curso de especialização, a nível de mestrado, na área de tecnologia mineral.

Três teses de mestrado já produzidas nas instalações do CETEM, sendo duas defendidas na COPPE/UFRJ e uma na PUC.

Onze teses de mestrado em elaboração nas instalações do CETEM.

Cursos internos de reciclagem e preparação de níveis médios, para o setor mineralúrgico.

#### CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA

Levantamento junto ao INPI, da demanda nacional de tecnologia mineral ao exterior, abrangendo o período dos últimos oito anos e identificando áreas carentes e não-carentes de necessidades tecnológicas mineralúrgicas.