

**CETEM**

**CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL**



**PROGRAMAÇÃO TRIENAL**

**2000 - 2002**

**CT**  
**BRASIL**

# APRESENTAÇÃO

## O CETEM

O CETEM completou, em abril de 2000, 22 anos de operação. Os primeiros anos - 1978 a 1988 - foram sob a égide do Ministério das Minas e Energia, tendo como base o convênio DNPM-CPRM. Em 1989, o CETEM passou a ser um dos institutos do CNPq, no âmbito do Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT. Nessa nova fase o CETEM deu início a sua atuação na área ambiental, e, logo em seguida, aos estudos das questões relacionadas ao desenvolvimento sustentável do setor minero-metalúrgico. Em 2000, o CETEM e os demais institutos do CNPq passam a se vincular diretamente ao MCT, através da Secretaria de Coordenação das Unidades de Pesquisa - SECUP.

O CETEM sempre operou mediante *Programações Trienais*, definidas com base em consultas ao setor produtivo, empresas de consultoria, instituições governamentais e acadêmicas, na percepção de seus pesquisadores e pela apreciação de seu Conselho Técnico-Científico - CTC. A presente Programação, relativa ao período 2000-2002, cuja discussão se iniciou no final de 1999, reflete, assim, a contínua mudança no setor. Há uma ênfase clara nos estudos voltados à questão ambiental (com destaque para um projeto de reabilitação de áreas degradadas pela mineração), ao apoio para o desenvolvimento das pequenas e médias empresas e à melhoria do produto mineral brasileiro de forma a aumentar sua competitividade internacional.

A estrutura do Centro é formada por cinco Coordenações para as atividades finalísticas, além da Coordenação de Administração: Tratamento de Minérios, Metalurgia Extrativa, Estudos e Desenvolvimento, Projetos Especiais e Química Analítica, esta dando o suporte de análises químicas aos projetos desenvolvidos no Centro.

Para executar a presente Programação, o CETEM conta, atualmente, com 60 pesquisadores: 25 doutores e 10 doutorandos em seu corpo permanente de Pesquisadores e Tecnologistas, mais 10 doutores e 10 mestres bolsistas (PCI, CNPq, FAPERJ) além de 5 a 10 alunos de mestrado e doutorado de diversas instituições universitárias que realizam aqui a parte experimental da tese, co-orientados por pesquisadores do Centro. Contamos ainda com 36 bolsistas de iniciação científica, e técnicos e auxiliares de laboratório.



## PROGRAMAÇÃO 2000-2002

Alinhada ao Programa Plurianual do Governo Federal - PPA, a presente programação está dividida em quatro *Programas*, cada qual com seus respectivos projetos, a saber:

- (1) *Tecnologia Ambiental e de Reciclagem*
- (2) *Inovação em Processos Mínero-Metalúrgicos*
- (3) *Minerais e Rochas Industriais*
- (4) *Gestão Sustentável de Recursos Minerais.*

Temos ainda dois *Projetos Especiais*, assim denominados por serem novos e especialmente relevantes, devendo os mesmos integrarem, de modo regular, a próxima Programação.

- *C&T para Agregação de Valor a Minerais para Exportação (por demanda do MCT).*
- *Recursos Hídricos na Mineração.*

Há, ainda, um Programa interno visando melhorar a gestão do Centro, qual seja, *Qualidade, Produtividade e Informação.*

Parte significativa dos projetos da atual Programação será, total ou parcialmente, apoiada por recursos extra-orçamentários oriundos do PADCT, CTPETRO ou de outros programas/agências de fomento à pesquisa, o que atesta a competitividade dos projetos apresentados, bem como sua aprovação pela comunidade mínero-metalúrgica, a qual, como de hábito, tem sido envolvida nas pesquisas, no início, durante, ou em sua fase final. Para os próximos anos, devemos contar ainda com o apoio dos fundos setoriais, em particular os de *mineração, petróleo, recursos hídricos e energia.*

Como fatos relevantes para o período 2000-2002, vale mencionar a realização do *Simpósio Brasil 500 anos: a Construção do Brasil e da América Latina pela Mineração*, em junho de 2000. Realizaremos também o *VI Encontro Internacional do Hemisfério Sul sobre Tecnologia Mineral*, no Rio de Janeiro, em maio de 2001, em parceria com a COPPE/UFRJ e a PUC-Rio. Em julho de 2001 estaremos organizando a *Primeira Escola de Inverno de Mineração e Metalurgia*, focalizando a *Ecotecnia*, para os melhores estudantes de graduação do setor mínero-metalúrgico, de universidades brasileiras, da América do Sul e originários de universidade de países da Comunidade de Língua Portuguesa, e que será constituída de cursos e palestras proferidos por especialistas do CETEM e renomados profissionais e autoridades do setor.

Rio de Janeiro, Junho de 2000.

**Fernando Freitas Lins**  
Diretor

# Programa 1

---

## TECNOLOGIA AMBIENTAL E RECICLAGEM

**Objetivo:** Realizar estudos, diagnósticos, pesquisas e desenvolvimento de tecnologias limpas de reciclagem de materiais do ciclo produtivo e de disposição segura de materiais rejeitados, visando à sustentabilidade da indústria minero-metalúrgica e áreas correlatas.

**Justificativa:** A crescente importância assumida em escala mundial, dos temas relacionados ao meio ambiente, tem se traduzido em exigências cada vez maiores ao desempenho ambiental da indústria brasileira. Assim, um dos principais desafios que pesquisadores e gerentes do setor mineral deverão enfrentar no início do novo milênio será, sem dúvida, criar as condições para a produção segundo os princípios do desenvolvimento sustentável. Prevalecerão aquelas tecnologias que incorporarem em seu desenvolvimento os princípios da sustentabilidade. Assim, a minimização do uso da energia e de materiais, do impacto ambiental e a maximização da satisfação social serão características fundamentais desde a concepção do projeto, sua instalação, operação, e até o descomissionamento.

A legislação deverá impor crescentes restrições às descargas de resíduos industriais, ao desmatamento e à qualidade do ar, água e solo, o que representará significativa pressão ambiental sobre a indústria. Por outro lado, seus acionistas deverão exigir, cada vez mais, elevados padrões de qualidade ambiental, para com isso alcançar a melhor imagem pública de suas empresas e, conseqüentemente, contribuir para garantir o retorno de seus investimentos. A sociedade civil organizada, as organizações não governamentais e a imprensa, por sua vez, deverão crescer em importância como demandantes de qualidade ambiental.

Este complexo cenário é completado com a presença de obstáculos de natureza econômica, advindos de um mercado internacional globalizado e cada vez mais competitivo, em que barreiras não tarifárias de natureza ambiental tendem a se tornar mais importantes. Parte da resposta a ser apresentada pela indústria brasileira a este conjunto de desafios é a incorporação da dimensão ambiental ao processo de escolha de suas tecnologias de produção e a opção por tecnologias limpas e reciclagem.

---



## Projeto 1.1 – Tecnologias de Reabilitação e Controle Ambiental em Mineração

**Objetivo:** O projeto, de caráter pluridisciplinar, tem por objetivo principal o desenvolvimento e a aplicação de tecnologias para a recuperação ambiental de áreas impactadas pela atividade mineiro-metalúrgica.

**Meta:** Estabelecer parcerias com empresas do segmento mineiro-metalúrgico operando no país, para a realização de trabalhos conjuntos de laboratório e de campo, para recuperação ambiental de áreas mineradas, contando com a participação do CANMET (Canadá). Parte integrante da estratégia de trabalho do projeto é o envolvimento de agências governamentais em suas atividades.

(apoio: CIDA, CNPq e empresas interessadas) [Out/1998 - Mar/2002].

## Projeto 1.2 – Tecnologias de Tratamento de Efluentes

---

**Objetivo:** Desenvolver processos alternativos para a remoção e reciclagem de metais pesados das indústrias mineiro-metalúrgica e química, bem como tratar resíduos sólidos e efluentes gasosos dessas indústrias, utilizando rotas químicas, eletrolíticas e biológicas, para atender as exigências, cada vez maiores, dos órgãos de controle ambiental.

### Metas:

- Remoção de cromo de efluentes de curtumes e galvanoplastia.  
(parceria: KFA - Alemanha; apoio: CNPq) [Jul/1999 - Mar/2001] {responsável: Luis G. Santos Sobral}.
- Remoção de metais pesados de efluentes em bioreator anaeróbio - fontes de carbono alternativas.  
(parceria: COPPE-PEQ) [Jul/1998 - Jul/2001] {responsável: Márcia Monteiro M. Gonçalves}.
- Remoção de hidrocarbonetos de petróleo de solos contaminados.  
(parceria: EQ/UFRJ, CENPES; apoio: CTPETRO). [Out/1999 - Mar/2001] {responsável: Ronaldo L. C. dos Santos}.
- Recuperação eletrolítica de cianeto e metais pesados de licores e efluentes cianídricos.  
(parceria: EQ/UFRJ) [Jan/1999 - Jul/2001] {responsável: Ronaldo L. C. dos Santos}.
- Utilização de carvão do processo LTC (*low temperature conversion*) para tratamento de efluentes.  
(parceria: CENPES; apoio: CTPETRO) [Jul/2000 - Dez/2001] {responsável: Luis G. S. Sobral}.
- Retenção de efluentes gasosos da indústria siderúrgica com calcários e argilas.  
(apoio: CNPq e FAPERJ) [Jan/1998 - Dez/2000] {responsável: Wilma de C. Pereira}.
- Utilização de vermiculita como adsorvente de compostos orgânicos poluentes.  
[Mai/2000 - Abr/2002] {responsável: Silvia C. Alves França}.



### Projeto 1.3 – Reciclagem e Reaproveitamento de Materiais

---

**Objetivo:** Viabilizar a reciclagem de plásticos e baterias em pequena escala industrial e focar a questão da reciclagem de materiais automotivos, do ponto de vista das exigências da legislação ambiental e das estratégias de seleção de materiais, bem como viabilizar a reciclagem do fosfogesso recuperado a partir de subprodutos, com menor impacto ambiental. Pretende-se assim informar e capacitar a indústria de materiais automotivos e de fosfogesso, e de seus subprodutos no Brasil, para aumentar sua competitividade no mercado, contribuindo para um menor impacto ambiental de suas linhas de produção. Pretende-se ainda realizar um estudo da aplicação/mercado para os produtos rejeitados - fosfogesso, cloreto de cálcio, nitrato de cálcio, terras-raras, urânio, estrôncio e eventualmente outros elementos.

**Metas:**

- Estudar a reutilização de material plástico e metais na indústria automobilística, adequados a reduzidas capacidades de processamento, bem como estudar a seleção de materiais dentro do novo paradigma ambiental, identificando oportunidades para os produtores de materiais no Brasil, diante das estratégias das montadoras mundiais.

(parceria: COPPE-PEP) [Abr/2000 - Dez/2001] {responsável: Heloísa Medina}.

- Estudar e desenvolver processos de reciclagem de plásticos.

(parceria: PUC-Rio) [Abr/2001 - Dez/2002] {responsável: Marisa Monte}.

- Desenvolver processo hidrometalúrgico para reciclagem de baterias automotivas.

[Jan/2000 - Jul/2001] {responsável: Roberto E. Trindade}.

- Desenvolver processos para a reciclagem de baterias domésticas.

[Jan/2000 - Jul/2001] {responsável: Roberto E. Trindade}.

- Estudar a viabilidade técnica e econômica de aproveitamento de rejeitos da produção de ácido fosfórico - fosfogesso.

[Jul/2001 - Dez/2001] {responsável: Francisco Lapido}.

### Projeto 1.4 – Estudos de Impactos Ambientais de Metais Pesados

---

**Objetivo Geral:** Caracterizar a distribuição, o comportamento e o destino de metais pesados no meio ambiente, particularmente em áreas sujeitas à emissão de efluentes e rejeitos provenientes de atividades minero-metalúrgicas. Como objetivos específicos do projeto destacam-se:

- Consolidar uma metodologia que permita a avaliação da evolução temporal dos níveis de metais pesados nos sedimentos do Rio Paraíba do Sul, como um indicador da qualidade das águas superficiais, numa perspectiva histórica (Fase I).

- Traçar as curvas de enriquecimento/empobrecimento de metais pesados em toda a bacia do rio Paraíba do Sul, ao longo dos últimos 50 anos (Fase II).



- Estudar e propor metodologia para imobilização de arsênio em efluentes de mineração.
- Estudar a influência de parâmetros físico-químicos e da sazonalidade na transferência de mercúrio para a cadeia trófica aquática.
- Avaliar o risco ecológico e à saúde humana causado pela ingestão de pescado eventualmente contaminado por mercúrio.
- Consolidar uma metodologia analítica para determinação expedita de mercúrio em peixes.

#### **Metas:**

- Estudar a aplicabilidade da metodologia de avaliação histórica da poluição por metais pesados, a programas governamentais de gerenciamento de bacias hidrográficas, bem como identificar os locais de acumulação preferencial de metais pesados ao longo do rio Paraíba do Sul e ao longo do tempo.

(parceria: UERJ; apoio: FAPERJ) [Jan/2000 - Mar/2001] {responsável: Saulo R. Pereira}.

- Estabelecer a combinação de métodos que minimizem a solubilidade do arsênio em efluentes.

[Ago/2000 - Jul/2001] {responsável: Ricardo Melamed}.

- Avaliar o efeito de ácidos orgânicos, pH e eletrólitos na bioacumulação de mercúrio em peixes.

[Jan/2000 - Dez/2001] {responsável: Ricardo Melamed}.

- Avaliar os processos de bioacumulação de mercúrio em peixes considerando critério de amostragem seletiva (espécie, tamanho, etc.).

[Jan/2000 - Dez/2001] {responsável: Zuleica Castilhos}.

- Introduzir a metodologia analítica de análise expedita de mercúrio em peixes em programas governamentais ou privados, de monitoramento ambiental.

[Mar/2000 - Jul/2001] {responsável: Allegra V. Yallouz}.

# Programa 2

---

## INOVAÇÃO EM PROCESSOS MÍNERO-METALÚRGICOS

**Objetivo:** Realizar estudos, pesquisas e desenvolvimento ou melhorias de tecnologias visando aumentar a produtividade, diminuir custos, ou obter produtos diferenciados, de modo a aumentar a competitividade tecnológica do setor minero-metalúrgico.

**Justificativa:** No processo de globalização em curso, os mercados, as organizações empresariais, os produtos e serviços estão sendo internacionalizados, acarretando a minimização das barreiras protecionistas. A abertura já provocou uma melhoria da produtividade e da qualidade dos produtos nacionais, mas, de modo geral, se requer o incremento da competência tecnológica das empresas brasileiras. Essa situação se aplica ao setor minero-metalúrgico, particularmente às micros, pequenas e médias empresas. Verifica-se, também, a necessidade de agregar valor aos produtos, para fazer frente a um comércio internacional cada vez mais competitivo.

É de se esperar, portanto, que o setor minero-metalúrgico, em consonância com as transformações decorrentes da globalização, intensifique seus esforços no sentido de incorporar inovações tecnológicas ao ciclo produtivo, otimizando custos, produtividade e qualidade, e agregando valor a seus produtos ou desenvolvendo produtos diferenciados, sem prescindir dos preceitos da sustentabilidade.

O CETEM, com base na sua experiência acumulada para desenvolver e adequar processos de tratamento de minérios e metalurgia extrativa, está qualificado para executar um programa de ações voltado para a inovação de tecnologias, que contribuam, efetivamente, para a maximização do aproveitamento dos recursos não renováveis.

---



## Projeto 2.1 – Tecnologias de Processamento de Ouro

---

**Objetivo:** Contribuir com o desafio de extrair ouro de minérios cada vez mais complexos, preservando o meio ambiente e mantendo-se sempre atualizado com as questões relativas a este metal.

**Metas:**

- Investigar a separação de ouro de minérios sulfetados, como àqueles contendo pirita e arsenopirita, por meio da flotação.

(apoio: CNPq) [Ago/2000 - Jul/2002] {responsável: Marisa B. M. Monte}.

- Otimizar a cianetação de minérios de ouro com a introdução de um catalisador como agente oxidante adicional ao processo, bem como investigar a utilização de tiosulfato de sódio na lixiviação de minério de ouro com elevado teor de cobre.

(parceria: PUC-Rio e CVRD; apoio: PADCT) [Mar/1999 - Abr/2001] {responsável: Roberto E. Trindade}.

- Obter o ouro a partir de minérios refratários diretamente por meio de eletrooxidação, sem passar pela etapa de cianetação (evitando consumo excessivo de cianeto e protegendo o meio ambiente).

(apoio: empresa Hydromet - Canadá) [Jan/1999 - Dez/2001] {responsável: Luiz G. S. Sobral}.

## Projeto 2.2 – Tecnologias Aplicadas a Melhorias no Tratamento de Minérios

---

**Objetivo:** Buscar soluções tecnológicas para melhorar ou viabilizar o beneficiamento de minérios brasileiros e o aproveitamento de rejeitos, além de manter atualizadas as técnicas analíticas pertinentes à caracterização dos materiais envolvidos nesses beneficiamentos.

**Metas:**

- Simular interações entre reagentes e minerais na flotação por modelagem molecular (*software* Cerius 2).

(parceria: EPUSP e UFRJ/EQ) [Jan/2001 - Dez/2002] {Júlio Guedes}.

- Otimizar a recuperação de finos de minérios, de rejeitos estocados e de carvão empregando os processos de microclassificação e de concentração centrífuga.

(apoio: empresas) [Jul/2001 - Dez/2002] {responsável: Mário V. Possa}.

- Obter um concentrado de carvão com baixos teores de cinzas e enxofre que atendam às especificações para fabricação de coque de fundição.

(parceria: EPUSP) [Mar/1998 - Fev/2001] {responsável: Antonio R. Campos}.

- Investigar o desempenho da ação microbiana como reagente na flotação seletiva entre hematita e quartzo.

(parceria: PUC-Rio; apoio: CNPq) [Jan/1999 - Dez/2000] {responsável: Luciana Mesquita}.

- Avançar e consolidar as técnicas de caracterização tecnológica: DR-X quantitativa, infravermelho qualitativo e quantitativo, análises térmicas (ATD-

TG) e análises de imagens, visando melhorar a capacitação analítica e padrão de qualidade do setor de caracterização.

(parceria: Universidade de Utah) [Jul/2000 - Dez/2001] {responsável: Reiner Neumann}.

### **Projeto 2.3 – Tecnologias Aplicadas à Recuperação de Metais Especiais**

---

**Objetivo:** Definir rotas de processamento de concentrados de xenotima e de anatásio visando a recuperação de metais especiais, principalmente os metais de terras raras e titânio.

**Metas:**

- Definir as condições de lixiviação alcalina de concentrados de xenotima.

(parceria: EQ/UFRJ) [Jan/1999 - Dez/2001] {responsável: Juliano P. Barbosa}.

- Recuperar, via extração por solventes, os elementos de terras raras pesados contidos em soluções típicas da lixiviação de concentrados de xenotima.

(parceria: EQ/UFRJ) [Jan/1999 - Jul/2001] {responsável: Ivan Ondino C. Masson}.

- Estudar rotas tecnológicas de aproveitamento de concentrados de anatásio e as terras-raras associadas.

(apoio: empresas, em perspectiva) [Jul/2001 - Dez/2002] {responsável: Francisco Lapido}.

### **Projeto 2.4 – Editoração de Livros em Tecnologia Mineral**

---

**Objetivo:** Editorar livros, no total de quatro, na área de tecnologia mineral, incluindo as etapas de elaboração, impressão e distribuição junto ao setor mineral e afins. Cada livro será elaborado de forma a se prestar como instrumento de consulta aos estudantes de graduação e pós-graduação das áreas afins, e a profissionais da área minero-metalúrgica.

**Metas:**

- Livro Usinas de Beneficiamento de Minérios do Brasil, 2ª Edição – Revisada e ampliada).

(parceria: várias empresas; apoio: PADCT) [Jan/1999 - Mai/2001] {responsável: João Sampaio}.

- Livro Usinas Metalúrgicas de Não-Ferrosos do Brasil.

(parceria: várias empresas; apoio: PADCT) [Jan/1999 - Jul/2001] {responsável: Luis G. S. Sobral}.

- Livro Extração de Ouro no Brasil.

(parceria: várias empresas; apoio: PADCT) [Jan/1999 - Jul/2001] {responsável: Roberto E. Trindade}.

- Livro Tratamento de Minérios, 3ª Edição – Revisada e ampliada.



(parceria: autores de várias instituições) [Jan/2000 - Dez/2001] {responsável: Adão Benvindo da Luz}.

### **Projeto 2.5 – Modelagem Molecular do Comportamento de Petróleo em Processo de Refino**

---

**Objetivo:** Desenvolver técnicas físico-químicas que serão utilizadas na caracterização dos componentes de frações pesadas de petróleos, especialmente asfaltenos, com a finalidade de modelar suas respectivas estruturas tridimensionais, visando otimizar processos de refino.

**Metas:**

- Selecionar e testar técnicas de análise e caracterização dos constituintes de frações pesadas com a finalidade de obter informações sobre o seu peso molecular, composição elementar, grupos funcionais e combinações de subunidades moleculares.
- Modelar estruturas tridimensionais a partir de parâmetros analíticos.

(parceria: EQ/UFRJ, CBPF, IQ/UFF, IME, CENPES; apoio: CTPETRO) [Jan/2001 - Dez/2002] {responsável: Roberto R. Coelho}.

# Programa 3

---

## MINERAIS E ROCHAS INDUSTRIAIS

**Objetivo:** Tornar a produção dos minerais e rochas industriais do País mais competitiva, mediante o desenvolvimento de tecnologias que permitam melhorar a sua funcionalidade bem como encontrar novos usos para esses bens.

**Justificativa:** Os minerais industriais apresentam aspectos que os diferenciam dos metálicos. Suas propriedades físicas e químicas, e não os metais neles contidos, determinam o seu uso em processos industriais, na maioria das vezes com múltiplas funções. Os minerais industriais são usados diretamente ou após seu beneficiamento, como componentes especiais ou aditivos de formulações. Parte significativa dos minerais industriais encontra aplicações na indústria após operações unitárias de beneficiamento muito simples, tais como moagem e classificação. Como consequência, os produtos resultantes são de pouco valor agregado.

Aumentar o valor agregado dos seus produtos pressupõe desenvolver processos que resultem na modificação de suas propriedades físicas e/ou químicas. Isto sugere a implementação de linhas de pesquisa voltadas para a obtenção de minerais modificados que, ao aumentarem a sua funcionalidade, poderão atender a demandas específicas, atuais ou novas, do mercado, ou se constituírem em produtos alternativos, de menor preço.

O Brasil apresenta um enorme potencial geológico para mármore, granitos e sucedâneos, de diferentes padrões estéticos, homogêneos e movimentados. Essa aparente vantagem comparativa só poderá se materializar com o desenvolvimento e aprimoramento de técnicas voltadas para ampliar a competitividade do setor de lavra e beneficiamento de rochas ornamentais.

Para que ocorra o desenvolvimento e seja ampliado o poder de competição do setor de rochas ornamentais no Brasil, é de fundamental importância dominar as técnicas de avaliação e caracterização tecnológica de jazidas, do desenvolvimento de modelos de simulação de lavra, escolha de tecnologias adequadas de beneficiamento aos diferentes tipos de rocha, uniformidade e garantia de qualidade de produtos, normas técnicas e minimização do impacto ambiental resultante das atividades de lavra e beneficiamento, preparação de recursos humanos e um esforço agressivo de *marketing*.

---



### Projeto 3.1 – Capacitação em Métodos de Lavra e Caracterização Tecnológica de Rochas Ornamentais

---

**Objetivo:** Capacitar o CETEM no desenvolvimento e adequação de métodos de lavra e na realização de estudos de caracterização tecnológica de rochas ornamentais, provenientes dos principais pólos do País, contemplando as várias etapas da cadeia produtiva do setor.

**Metas:**

- Implantar métodos de ensaios de alterabilidade.

[Mar/2001 - Dez/2001] {responsável: }.

- Capacitar o CETEM para atuar nas melhorias das técnicas de lavra, bem como desenvolver procedimentos para minimizar o impacto ambiental nas etapas de lavra e beneficiamento.

(parceria: EPUSP; apoio: CBPM, ABIROCHAS) [Mar/2001 - Dez/2002] {responsável: Adriano Caranassios}.

### Projeto 3.2 – Novo Polo de Fertilizantes no Nordeste do Brasil

---

**Objetivo:** Estudar a viabilidade de implantação de um novo pólo de fertilizantes no Nordeste do Brasil, bem como cooperar com o Programa CYTED/RIMIN no Projeto "Fertilizantes en Iberoamerica".

**Metas:**

- Estudo de caracterização e concentração do minério fosfático de Angico dos Dias.

(apoio: PADCT, empresa Galvani) [Jan/1999 - Dez/2000] {responsável: Fernando F. Lins}.

- Identificar e analisar as possíveis fontes produtivas de fosfato, potássio e nitrogênio disponíveis no Nordeste do Brasil e definir a melhor localização do polo.

[Jan/2000 - Dez/2000] {responsável: Gildo de Araújo Sá}.

- Realizar uma análise econômico-financeira da melhor alternativa industrial, a ser determinada pelos estudos desenvolvidos, objetivando qualificar e quantificar o investimento empresarial mais indicado para um futuro projeto.

[Jan/2000 - Dez/2000] {responsável: Gildo de Araújo Sá}.

- Participar nos estudos sobre fosfato e potássio a serem definidos em conjunto com o CYTED/RIMIN.

(parceria: empresas produtoras; apoio: CYTED/RIMIN) [Jul/1999 - Dez/2001] {responsável: Gildo de Araújo Sá}.

- Estudar rota alternativa (clorídrica ou nítrica) para a produção de ácido fosfórico para fertilizante, em substituição à rota sulfúrica convencional.

(parceria: Escola de Minas de Saint-Étienne - França; apoio: empresa Galvani) [Jan/2001 - Dez/2001] {responsável: Francisco Lapido}.

### Projeto 3.3 – Tecnologias para Valorização de Minerais Industriais

---

**Objetivo:** Melhorar as propriedades físico-químicas de minerais industriais de importância econômica para utilização como carga, cobertura e outros usos funcionais, aumentando a pureza dos produtos finais, modificando suas propriedades físico-químicas, de forma a torná-los mais competitivos.

**Metas:**

- Aumentar a alvura de um caulim, fazendo a remoção do  $\text{TiO}_2$ , por meio de floculação seletiva com recuperações superiores aos processos obtidos atualmente.

[Jul/1999 - Dez/2000] {responsável: Adão Benvindo da Luz}.

- Estudar e introduzir melhorias no processo de produção da diatomita, atualmente empregado pela empresa baiana CIEMIL.

(parceria: NATRONTEC; apoio: PADCT, CIEMIL) [Dez/1999 - Dez/2000].

- Modificação de minerais (caulinita, zeólita, smectita, vermiculita, atapulgita) por processos físicos e químicos, de forma a conferir novas propriedades, tais como, aumento de espalhamento de luz, brilho, oleofilidade, retenção de contaminantes etc.

[Set/2000 - Ago/2002] {responsável: Marisa B. M. Monte}.

- Estudar, em nível de laboratório, por meio de flotação, um processo que permita a separação calcita-dolomita visando prover a indústria de mais uma alternativa de carbonato de cálcio.

[Jul/2001 - Dez/2002] {responsável: João Sampaio}.

- Estudar, em nível de laboratório, por meio de floculação seletiva, um processo que permita a purificação de um concentrado de nefelina sienito, fazendo a remoção dos minerais de ferro.

[Jul/2001 - Dez/2002] {responsável: João Sampaio}.

- Fazer um diagnóstico dos minerais industriais usados como insumos na perfuração de poços de petróleo, envolvendo estudo de mercado, caracterização tecnológica, depósitos e minas em operação e o estágio da arte da tecnologia empregada nos processos de produção.

(parceria: UFPE, UFPB; apoio: CTEPETRO, CBPM) [Jan/2001 - Dez/2002] {responsável: Adão Benvindo da Luz}.

### Projeto 3.4 – Gemas e Pedras Preciosas: Técnicas Não Destrutivas de Identificação e Fonte de Informação

---

**Objetivos:**

- Criar o laboratório gemológico no CETEM para a realização de ensaios não destrutivos avançados, ainda não disponíveis nos laboratórios de gemologia convencionais existentes no Brasil, visando à distinção segura entre gemas naturais, tratadas e sintéticas, viabilizando assim a emissão de certificados de origem. As técnicas deverão ser disponibilizadas ao setor (associações de joalheiros, IBGM, penhor da CEF, pessoas físicas) mediante a contratação dos serviços do Laboratório de Gemologia do CETEM.



- Garantir, ao grande público interessado e/ou envolvido diretamente com gemas no Brasil, o acesso, em português, a informações de cunho científico-tecnológico sobre pedras preciosas via rede mundial de computadores, com ênfase inicialmente nos trabalhos de pesquisa e serviços realizados no Laboratório de Gemologia do CETEM.
- Treinamento dos alunos de graduação do Curso de Geologia da UFRJ em Gemologia, compromisso este assumido com a Universidade e o DAAD (Serviço Alemão de Intercâmbio Acadêmico), quando da doação dos equipamentos ao Laboratório de Gemologia do CETEM.

#### **Metas:**

- Capacitação em microscopia de imersão, de espectrometria de infravermelho e de UV-VIS-NIR voltadas ao estudo das pedras preciosas.  
[Jul/2000 - Dez/2002] {responsável: Jorgen Schnellrath}.
- Construir um "site" gemológico, atrelado à "home page" do CETEM, onde serão disponibilizadas informações sobre os trabalhos de pesquisa e serviços realizados no Laboratório de Gemologia do CETEM. Pressupõe-se divulgar o Brasil como o "Paraíso das Pedras Preciosas" e para a comunidade internacional poderá ser disponibilizada ainda uma versão em inglês do "site".  
[Jul/2001 - Dez/2001] {responsável: Jorgen Schnellrath}.
- Montar um curso de gemologia eminentemente prático para os alunos de Geologia da UFRJ, a ser ministrado no Laboratório de Gemologia do CETEM (período indeterminado).

(parceria e apoio: empresas, associações e agências/fundos de fomento; em perspectiva).

# Programa 4

---

## GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS MINERAIS

**Objetivo:** Desenvolver metodologias e instrumentos de gestão e informação para auxiliar a tomada de decisão, planejamento e implementação de atividades e projetos que visem aprimorar o nível de sustentabilidade da exploração econômica de bens minerais.

**Justificativas:** A produção de bens minerais no Brasil, em geral, tem se caracterizado por possuir arcabouço legal mais atualizado e completo do que práticas consolidadas de gestão necessárias para implementá-lo. Os gestores, tanto de agências de governo quanto administradores privados, necessitam aprimorar e ampliar o conjunto de ferramentas e metodologias que permitam atender aos novos conceitos sociais, econômicos e ambientais, bem como lidar com as questões éticas envolvidas. A fim de alcançar o objetivo proposto, este Programa pretende, em síntese, trabalhar nas seguintes questões:

- *Abordagem alternativa de problemas gerados pela produção mineral informal e busca de suas soluções:* Trata-se do desenvolvimento de modelos de gestão que buscam a aproximação e articulação entre as partes intervenientes no problema, de forma a evitar ou contornar conflitos de interesse e de responsabilidade. Dentre essas se encontram a formação de redes cooperativas entre instituições técnico-científicas, agências de governo e entidades privadas, e as técnicas alternativas de administração/solução de conflitos e disputas.
  - *Informação e treinamento para a tomada de decisão:* Trata-se de desenvolver sistemas de informações que privilegiem o seu tratamento por parte de pesquisadores do CETEM e ênfase à divulgação de informação de maior valor para o cliente. O treinamento de gestores será uma das preocupações principais. Ambas atividades visam aprimorar a qualidade do processo de tomada de decisão.
  - *Subsídios para o aprimoramento do arcabouço legal referente ou interferente na atividade de produção mineral:* A legislação sobre os recursos não renováveis é um dos pontos fundamentais para o desenvolvimento sustentável dos recursos naturais, desde que se estabeleçam práticas de gestão condizentes que tornem as regras exeqüíveis e passíveis de serem respeitadas. Este Programa contemplará estudos sobre questões polêmicas da atualidade, tais como: o novo Código de Mineração, os pontos de superposição entre legislação mineral e ambiental, a mineração em terras indígenas e/ou em áreas sob administração do Estado, e questões de comércio internacional pertinentes aos setores mineral e metalúrgico.
-



#### **Projeto 4.1 – Gestão de Redes Cooperativas de Pesquisa e Informação**

---

**Objetivo:** Agrupar a capacitação hoje dispersa por vários órgãos, empresas e associações no Brasil, visando dinamizar, num primeiro momento, o setor de rochas ornamentais brasileiro, fazendo também com que o CETEM desempenhe um papel de articulador de competências no setor.

**Metas:**

- Consolidação da Rede Cooperativa – RETECMIN/RJ, apoiada pela FAPERJ e FINEP, e extensão da parceria do CETEM com a RETECMIN/RJ para outras áreas de produção mineral do estado do Rio de Janeiro.  
(parcerias: DRM, UFRJ, REDETEC, INT, UENF; apoio: FAPERJ, FINEP) [Out/1998 - Mai/2001] {responsável: Carlos C. Peiter}.
- Estabelecimento e desenvolvimento da Rede Cooperativa de Tecnologia e Qualidade em Rochas Ornamentais - RETEQ-ROCHAS.  
(parceria: diversas instituições e empresas; apoio: ABIROCHAS) [Set/1999 - indeterminado] {responsável: Gildo de Araújo Sá}.
- Parceria com a CBPM (Bahia) para implantação do Projeto Pedreira-Escola.  
(apoio: CBPM, RIMIN/CYTED) [Mai/2001 - Dez/2002] {responsável: Gildo de Araújo Sá}.
- Realização de encontros anuais, objetivando o acompanhamento da evolução do Setor de Rochas Ornamentais e da RETEQ-ROCHAS.  
{responsável: Carlos C. Peiter}.
- Continuação dos projetos apoiados pelo SEBRAE/FINEP no Setor de Rochas Ornamentais.
- Coordenação da elaboração de catálogo de rochas ornamentais brasileiras.  
(parcerias: IPT, NUTEC, INT e outras instituições; apoio: ABIROCHAS) [Jan/2000 - Dez/2001] {responsável: Carlos C. Peiter}.

#### **Projeto 4.2 – O Desafio da Sustentabilidade da Mineração na Amazônia: Aspectos Sociais, Econômicos, Ambientais e Legais**

---

**Objetivo:** Dar continuidade à linha de pesquisa sobre os aspectos sociais, econômicos, ambientais e legais envolvidos com a sustentabilidade da atividade de mineração na Amazônia. Serão analisados, com maior profundidade, tópicos específicos que despertam a atenção nacional e internacional, como a mineração em terras indígenas e o garimpo. Será construído um quadro social, econômico e ambiental da região Amazônica no contexto da atividade mineral. Pretende-se que os resultados e conclusões deste projeto possam servir de importante subsídio para os órgãos públicos que lidam com o gerenciamento dos recursos minerais, e também para a comunidade científica e agências de fomento.

**Metas:**

- Conhecer e avaliar a situação atual da mineração na região criando uma base de dados que possibilite observar a evolução da atividade econômica nos últimos anos e fazer estudos prospectivos.
- Construir um quadro com uma visão multidisciplinar acerca do garimpo, da mineração em terras indígenas e dos principais impactos causados por estes.
- Analisar a eficiência na implementação de uma política sustentável para os temas selecionados, estudando, comparativamente, experiências de países que se encontram em fases mais avançadas.
- Propor mecanismos e instrumentos de gestão.

(parceria e apoio: instituições diversas; em perspectiva) [Out/2000 - Set/2002] {responsável: M. Laura Barreto}.

---

**Projeto 4.3 – Globalização e Integração Regional**

---

**Objetivo:** Criar um núcleo de reflexão de pesquisa sobre globalização do comércio de produtos minerais e dar continuidade ao núcleo já atuante no MERCOSUL, visando coletar dados e elaborar análises bem como disponibilizar o quadro referencial e de informação que será obtido.

**Metas:**

- Atualizar a informação dispersa sobre a globalização criando um acervo sistemático de informação.
- Dar continuidade ao banco de dados do MERCOSUL (contínuo).
- Construir um quadro de referência e disponibilizar o banco de dados.
- Propor mecanismos e instrumentos para a gestão pública.

(parceria e apoio: instituições diversas; em perspectiva) [Dez/2000 - Dez/2001] {responsável: Francisco Fernandes}.

---



# Projeto Especial 1

---

## CIÊNCIA E TECNOLOGIA PARA AGREGAÇÃO DE VALOR A MINERAIS PARA EXPORTAÇÃO

**Objetivo Geral:** Produzir estudo prospectivo visando identificar pesquisas tecnológicas para agregação de valor a minerais para exportação e estabelecer as respectivas prioridades de execução.

**Justificativa:** O setor mineral brasileiro pode incrementar substancialmente sua já expressiva contribuição aos saldos da balança comercial. O potencial geológico do país, e a ainda expressiva participação de agregados de produtos de origem mineral que compõe a pauta de importações sinalizam que os investimentos devem ser direcionados para duas frentes: uma voltada ao conhecimento da geologia brasileira e ao desenvolvimento de tecnologias voltadas à exploração mineral e a outra direcionada à melhoria dos processos tecnológicos destinados a promover *up grades* no elenco final de produtos já disponíveis. É nessa segunda frente que se situa o escopo desse projeto especial.

No caso de setores primários (ou tradicionais), como o setor mineral, não são os produtos finais de alta tecnologia, obviamente, que se têm em vista, mas o desenvolvimento de produtos em condições de melhor qualidade, dirigidos a mercados específicos (nichos) e com maior conteúdo tecnológico, mediante a incorporação de melhorias ao produto e diminuição de custos de produção, portanto mais competitivos. O apoio a pequenas e médias empresas, isoladas ou em *clusters*, apresenta-se, pois, como uma estratégia promissora. Como decorrência desse esforço, oportunidades de substituição competitiva de importações também poderão ser realizadas, contribuindo positivamente para a balança comercial.

### **Metas:**

- Estudo de mercado e identificação de oportunidades de agregar valor a minerais destinados à exportação e divulgá-lo à comunidade mineiro-metalúrgica.

[Nov/2000 - Abr/2001] {coordenador: Carlos C. Peiter}

- Implementar, no CETEM, pesquisas de inovação tecnológica para algumas das oportunidades identificadas, através dos programas em curso, como as mais promissoras para a agregação de valor a minerais.

[Mai/2001 - Dez/2002] {coordenador: Adão Benvindo da Luz}.

(parceria e apoio: instituições diversas; BNDES e Fundo Setorial de Mineração).

---

# Projeto Especial 2

---

## RECURSOS HÍDRICOS E MINERAÇÃO

**Objetivo Geral:** Desenvolver estudos visando identificar, melhor compreender e controlar a qualidade da água na lavra e no processamento mineral, abrangendo os seguintes objetivos específicos:

- Estudar a utilização da água na mineração à luz das novas regulamentações e restrições, em processo de implantação ou de elaboração.
- Intensificar e divulgar as melhores práticas de gerenciamento de utilização da água na lavra e no processamento minero-metalúrgico.
- Desenvolver metodologia para construção do balanço de água na lavra e no processamento de minérios, envolvendo os fluxos primários, de reciclagem e de efluentes.
- Estudar o impacto do processo minero-metalúrgico na água subterrânea (lençol freático).
- Desenvolver tecnologia e estratégias de controle de uso e do impacto da água.

**Justificativa:** O crescimento industrial, aliado ao crescimento populacional, vem aumentando, cada vez mais, a demanda por recursos hídricos, tais como rios, nascentes etc. A criação da ANA - Agência Nacional de Águas, como agência regulatória dos recursos hídricos, por sua vez, deve trazer para as empresas minero-metalúrgicas uma maior preocupação face à utilização de água em seus processos produtivos, em decorrência de adição de custos.

A água participa em todas as fases do processamento mineral: i) nos processos de lavra, durante o desmonte hidráulico e dissolução de sais; ii) em praticamente todas as etapas de beneficiamento (moagem, classificação, separação etc.) e hidrometalurgia; iii) no transporte hidráulico de mineroduto, de rejeitos para bacias de decantação etc.

Dessa forma, torna-se necessário o desenvolvimento de técnicas e procedimentos para um uso mais racional dos recursos hídricos, mediante, dentre outros, a minimização das perdas d'água nas etapas de desaguamento, a reciclagem de efluentes, o tratamento de águas superficiais contendo matérias orgânicas e de suspensões coloidais e a dessalinização de águas de aquíferos do cristalino, dentre outros.

### Metas:

- Capacitar o CETEM para elaborar procedimentos nas novas questões relativas aos recursos hídricos na mineração.
- Elaborar procedimentos para gerenciamento da água na lavra e no processamento mineral.



- Avaliar a qualidade da água para o circuito de processamento, identificando espécies prejudiciais aos processos (estudos de caso).
- Elaborar recomendações para controle dos mecanismos limitantes do processo, mediante: i) capacitação nas operações unitárias de separação sólido-líquido: desaguamento mecânico, espessamento/clarificação e filtragem; ii) Capacitação em mecanismos de coagulação e floculação.
- Capacitar o CETEM em análise de águas.

(parceria: instituições diversas; em perspectiva; apoio: Fundo Setorial de Recursos Hídricos e empresas; em perspectiva) [Out/2000 - Dez/2002] {coordenador: Adão Benvindo da Luz}.

---

# **Programa de Ações Internas**

---

## **QUALIDADE, PRODUTIVIDADE E INFORMAÇÃO**

**Objetivo:** Elevar o nível de qualificação dos recursos humanos integrantes do quadro técnico do CETEM, nas áreas de: sistemas de avaliação e garantia da qualidade; certificação de produtos e serviços laboratoriais; comercialização de tecnologias geradas; estruturação e gerenciamento de sistemas de informação.

**Justificativa:** As ações propostas contribuirão para melhor integração do corpo técnico do CETEM, através do compartilhamento de informações de interesse comum, e para uma interação mais eficaz do CETEM com outros órgãos de P&D e com clientes, visando, em última instância, a consolidação do Centro como referencial de excelência em P&D, por seus parceiros e clientes.

### **Metas:**

- Preparação e avaliação do CETEM, em dois ciclos, segundo os critérios de excelência do PNQ – Programa Nacional da Qualidade.

[Mar/2001, Fev/2002] {responsável: **Walter Hildebrand**}.

- Implementar e certificar (ISO 9000) sistema de gestão nos laboratórios de Química Analítica.

[Jan/2000 - Jul/2001] {responsável: **Maria Alice C. Goes**}.

- Migrar e desenvolver sistemas corporativos para o ambiente web.

[Jan/2000 - Dez/2001] {responsável: **Jackson Figueiredo**}.

- Manter atualizadas as bases de dados da Biblioteca do CETEM bem como dinamizá-la para ser um núcleo de informações, mediante uso de tecnologias de informação.

[Jan/2001 - Dez/2002] {responsável: **Jackson Figueiredo**}.

- Implementar sistema, em rede interna, de acompanhamento físico e financeiro dos Programas e Projetos.

[Out/2000 - Jan/2001] {responsável: **Augusto Wagner**}.

---