



# Da Rio 92 à Rio+20

O CETEM e a pesquisa sustentável dos recursos minerais



**CETEM**  
CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL



**PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA**

DILMA VANA ROUSSEFF

Presidenta

MICHEL MIGUEL ELIAS TEMER LULIA

Vice-Presidente

**MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO**

MARCO ANTONIO RAUPP

Ministro da Ciência, Tecnologia e Inovação

LUIZ ANTONIO RODRIGUES ELIAS

Secretário Executivo

ARQUIMEDES DIÓGENES CILONI

Subsecretário de Coordenação das Unidades de Pesquisa

**CETEM - CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL**

FERNANDO ANTONIO FREITAS LINS

Diretor

ANDRÉA CAMARDELLA DE LIMA RIZZO

Coordenadora de Planejamento, Acompanhamento e Avaliação

ARNALDO ALCOVER NETO

Coordenador de Análises Mineraias

CARLOS CÉSAR PEITER

Coordenador de Apoio Tecnológico à Micro e Pequena e Empresa

CLAUDIO LUIZ SCHNEIDER

Coordenador de Processos Mineraias

COSME ANTÔNIO DE MORAES REGLY

Coordenador de Administração

RONALDO LUIZ CORREA DOS SANTOS

Coordenador de Processos Metalúrgicos e Ambientais

Da Rio 92 à Rio+20: O CETEM  
e a Pesquisa Sustentável dos  
Recursos Minerais

---



Da Rio 92 à Rio+20: O CETEM  
e a Pesquisa Sustentável dos  
Recursos Minerais

**CETEM**

Rio de Janeiro  
Junho de 2012

Editores

Francisco Rego Chaves Fernandes  
Fernando Antonio Freitas Lins  
Roberto C. Villas-Bôas

Pesquisa

Allegra Viviane Yallouz	Luis Gonzaga Santos Sobral
Andrea Camardella de Lima Rizzo	Luiz Carlos Bertolino
Carlos César Peiter	Maria de Fátima D. S. Lima
Claudio Luiz Schneider	Marisa Bezerra de Mello Monte
Débora Monteiro de Oliveira	Paulo Sérgio Moreira Soares
Francisco Mariano da R. de Souza Lima	Renata de Carvalho Jimenez Alaminio
Francisco Rego Chaves Fernandes	Roberto C. Villas-Bôas
Francisco Wilson Holanda Vidal	Roberto Carlos da Conceição Ribeiro
Ivan Ondino C. Masson	Ronaldo Luiz Correia dos Santos
Keila Valente de Souza	Zuleica Carmen Castilhos

Apoio Técnico

Daniel Teixeira, Danielle Gomes e Raquel Lucena

Capa

Vera Lúcia Espírito Santo S. Ribeiro

Diagramação

Paulo Cesar Veiga Guimarães

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade  
exclusiva dos editores.

---

Da Rio 92 à Rio+20: O CETEM e a Pesquisa Sustentável dos Recursos Minerais/ Francisco Rego Chaves Fernandes, Fernando Antonio Freitas Lins, Roberto C. Villas-Bôas (Ed.). - Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2012.

94p.: il.

1. Sustentabilidade. 2. Recursos Minerais. 3. Rio+20. I. Centro de Tecnologia Mineral. II. Francisco Rego Chaves Fernandes (Ed.). III. Fernando Antonio Freitas Lins (Ed.). IV. Roberto C. Villas-Bôas (Ed.).

---

ISBN 978-85-61121-91-4

CDD - 622.7

## Sumário

Apresentação .....	7
<i>Marco Antonio Raupp – Ministro da Ciência, Tecnologia e Inovação</i>	
Prefácio .....	9
<i>Fernando A. Freitas Lins – Diretor do CETEM</i>	
Da Rio 92 à Rio+20: O CETEM e a pesquisa sustentável dos recursos minerais.....	11
Publicações do CETEM: Livros e Séries .....	31
1. Sustentabilidade .....	31
2. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável.....	42
3. Meio Ambiente – Geral .....	46
4. Meio Ambiente – Mercúrio e garimpos de ouro .....	49
5. Meio Ambiente – Temático e diversos .....	61
6. Inovação.....	79
7. Resíduos e Reciclagem .....	83



## Apresentação

O Brasil de hoje, que recebe a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20, é bem diferente do que sediou há 20 anos a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano, conhecida como Rio 92. Entre as duas conferências, sobretudo nos últimos dez anos, o país consolidou sua democracia e tornou-se uma das maiores economias do mundo.

No entanto, ainda temos muito a avançar. A nova ordem econômica mundial baseia-se no conhecimento como forma de gerar inovação. Para fazer frente a esse desafio, é necessário definir com clareza as políticas públicas capazes de assegurar a sustentabilidade social, ambiental e econômica. O fomento à inovação e a consolidação da base científica e tecnológica são necessários para se chegar a uma economia verde.

O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação coloca à disposição da sociedade a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, que contempla o período 2012 a 2015. O documento consolida ações e programas destinados a enfrentar cinco desafios:

- 1) Redução da defasagem científica e tecnológica que ainda separa o Brasil nas nações mais desenvolvidas;
- 2) Expansão e consolidação da liderança brasileira na economia do conhecimento da natureza;
- 3) Ampliação das bases para a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento de uma economia de baixo carbono;
- 4) Consolidação do novo padrão de inserção internacional do Brasil; e
- 5) Superação da pobreza e redução das desigualdades sociais e regionais.

Para fazer frente a tais desafios, o governo definiu instrumentos de política de ciência, tecnologia e inovação.

Os institutos de pesquisa científica e tecnológica, organizações de interesse social, agências de fomento, empresas públicas que compõem o sistema MCTI atuam nas mais variadas áreas do conhecimento e estão geograficamente distribuídos por várias unidades da federação. Atuam em parceria com os segmentos interessados da sociedade e do mundo corporativo e pretendem ampliar essas colaborações. Uma das maneiras é divulgar seu trabalho e mostrar como seus projetos são importantes para o desenvolvimento social e econômico do país.

Este livro mostra como é possível fazer essa interação com a sociedade. Relata as ações do Centro de Tecnologia Mineral - CETEM nestes 20 anos que separam a Rio 92 da Rio+20. É um exemplo do alinhamento dos institutos de pesquisa com as diretrizes básicas do MCTI, segundo as características de cada área de atuação.

Com esta iniciativa, o CETEM oferece sua contribuição aos objetivos da Rio+20. Mostra como se faz a intermediação das políticas de Estado com a execução prática do conhecimento científico, tendo sempre em conta as necessidades da sociedade brasileira.

Marco Antonio Raupp

Ministro de Estado da Ciência, Tecnologia e Inovação

## Prefácio

Esta publicação apresenta os objetivos e os desdobramentos dos principais projetos desenvolvidos pelo CETEM, nos últimos 20 anos, na linha do desenvolvimento sustentável da mineração, período entre as conferências Rio 92 e Rio+20. Vai de trabalhos pioneiros, inclusive em escala global, sobre o mercúrio no meio ambiente, até os mais sofisticados processos minerometalúrgicos de ponta, passando por uma gama considerável de “tecnologias sociais” desenvolvidas.

Como destaques, saliento que no texto apresentado em seguida se explicitam as primeiras atuações do CETEM em sustentabilidade, um ano antes da Rio 92 e já em plena vigência da Constituição-cidadã brasileira, com o Programa de Desenvolvimento Ambiental e o Projeto Poconé (MT) centrado em mercúrio, ouro e garimpeiro. Aborda também nesta linha de pesquisa o programa internacional Mercúrio Global, em 2002, com âmbito na Amazônia e na Indonésia.

Apresenta dois estudos de caso de contaminação humana decorrente da atividade mineral, um na Bahia e outro no Rio de Janeiro. E ainda uma abordagem da territorialidade dos municípios mineradores avaliando as vantagens e desvantagens da atividade para as comunidades, em mais de vinte estudos de caso, de Grandes Minas e APLs, pré-anunciando alguns pressupostos da futura licença social para a mineração.

Detalham-se no texto mais de duas dezenas de projetos em curso no CETEM sobre resíduos da mineração (remediação, reutilização e reciclagem), um enfoque de grande atualidade. Originados tanto no descarte urbano dos bens eletrônicos e dos materiais de demolição e da construção civil, que para a seu aproveitamento requerem uma “mineração urbana”, quanto naqueles rejeitos que são gerados em centenas de empreendimentos minerometalúrgicos

localizados por todo o território nacional. O livro também resume cerca de 160 trabalhos e publicações do CETEM, classificados por sustentabilidade, indicadores, tecnologia social, meio ambiente, resíduos e reciclagem.

Fernando Antonio Freitas Lins  
Diretor do CETEM

# Da Rio 92 à Rio+20: O CETEM e a Pesquisa Sustentável dos Recursos Minerais

---

## 1. Introdução

No século passado existia a crença, tanto por parte da maioria da população quanto por parte dos governantes, de que o meio ambiente era uma fonte inesgotável de recursos naturais. No entanto, problemas ambientais foram se agravando e forçaram uma revisão do aproveitamento destes. A partir daí, o meio ambiente começou a receber maior atenção das comunidades científicas e acadêmicas, dos políticos, da mídia e quiçá da sociedade de um modo generalizado.

Esta atenção culminou na execução de uma série de eventos internacionais muito relevantes com o intuito de debater o tema.

Em junho de 2012 acontece no Brasil a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, mais conhecida por Rio+20. Ela ocorre exatos vinte anos após a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92) e dez anos após o *'2002 World Summit on Sustainable Development'* – WSSD (ou Rio+10), realizado em Joahnesburgo.

Todas essas iniciativas têm em comum a discussão, implantação e consagração do conceito de Desenvolvimento Sustentável.

Neste texto será mostrado um apanhado histórico de como em 1989 se iniciou dentro do Centro de Tecnologia Mineral - CETEM essa temática e a sua incorporação nas principais linhas de pesquisa (até 2012).

## O CETEM

O CETEM é um instituto de pesquisa vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação - MCTI, que, desde a sua criação, em 1978, tem-se dedicado ao desenvolvimento tecnológico nas

áreas relacionadas com a tecnologia mineral. O Centro era vinculado ao MME - Ministério de Minas e Energia, patrocinado pelo DNPM- Departamento Nacional da Produção Mineral e subordinado à CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais.

Em janeiro de 1989 passou a ser uma das unidades de pesquisa do CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, e no ano 2000, o CETEM migrou do CNPq para o MCTI e integra a SCUP - Subsecretaria de Coordenação das Unidades de Pesquisa.

Ao longo dos 34 anos de atividade, o Centro alcançou prestígio nacional e internacional através de suas contribuições para o desenvolvimento do setor minerometalúrgico do país e com o firme propósito de pautar a sua missão e suas atividades de pesquisa integradas aos princípios do Desenvolvimento Sustentável.

### **Os fundamentos do Desenvolvimento Sustentável**

A discussão sobre a utilização dos recursos naturais pela sociedade está presente no pensamento econômico desde o começo de sua formação e remontam a 1798, com a publicação do 'Ensaio sobre a população', do economista Thomas Malthus. Nesse livro, o autor desenvolveu uma teoria demográfica afirmando que o ritmo de crescimento populacional seria mais acelerado que o ritmo de crescimento da produção de alimentos (progressão geométrica *versus* progressão aritmética) e que as possibilidades de aumento da área cultivada se esgotariam enquanto que a população mundial continuaria crescendo.

Paralelamente, em 1817, o economista David Ricardo formulou a Lei dos Retornos Decrescentes, que também alertava sobre os limites da exploração dos recursos naturais. Em sua teoria, cada vez mais os produtores aumentariam os seus esforços e tempo de trabalho para obterem a mesma quantidade produzida, uma vez que a terra diminuiria, gradualmente, sua fertilidade.

Dessa forma estabeleceu-se a distinção de recursos naturais

renováveis e recursos naturais não renováveis e essa conceituação mantém-se até os dias de hoje.

As primeiras preocupações com a grande quantidade de produtos não reaproveitados pela sociedade transformando-se em uma problemática ambiental e suas consequências foram reconhecidas formalmente na reunião do Clube de Roma, em 1968, e assim foi solicitado um estudo liderado por Dennis Meadows. O estudo, intitulado 'Limites do Crescimento', foi publicado em 1972 e ficou conhecido como 'Crescimento Zero', pois pregava a necessidade de paralisar o crescimento econômico mundial em vista do virtual esgotamento de recursos naturais no futuro, o que levaria ao colapso da civilização.

### **Os grandes fóruns mundiais**

Em 1972, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, também conhecida como Conferência de Estocolmo, reuniu países industrializados e em desenvolvimento para discutir como conciliar ambiente e qualidade de vida. As discussões contaram com a presença de 113 países e mais 400 instituições governamentais e não-governamentais. Dois grupos potencializaram os debates: o dos países desenvolvidos, que defendia o 'desenvolvimento zero', e o das nações menos desenvolvidas, que apelava para o 'desenvolvimento a qualquer custo'.

Como resultado, as decisões finais incluídas na Declaração sobre o Ambiente Humano introduziu na agenda política internacional a dimensão ambiental como condicionadora e limitadora do modelo tradicional de crescimento econômico e do uso dos recursos naturais.

Alguns anos mais tarde, em 1983, a Organização das Nações Unidas criou a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento.

Em 1987, foi divulgado o Relatório Brundland (*Our common future* - Nosso futuro comum), um dos primeiros esforços globais

para se criar uma agenda visando a mudança de paradigma no modelo de desenvolvimento humano. No trabalho dessa Comissão influíram os trabalhos científicos sobre a destruição da camada de ozônio, mudanças climáticas e os impactos do uso da energia no meio ambiente. Daí se originou o conceito de Desenvolvimento Sustentável como sendo: *“o Desenvolvimento Sustentável é aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades”*.

Cinco anos depois a comunidade internacional voltou a se reunir ao redor do tema na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), mais conhecida como ECO 92, Rio 92, Cúpula ou Cimeira da Terra, em 1992, no Rio de Janeiro. O objetivo principal desse encontro foi buscar meios de conciliar o desenvolvimento socioeconômico com a conservação e proteção dos ecossistemas da Terra.

Os compromissos específicos adotados pela Conferência Rio 92 incluem duas convenções, uma sobre Mudança do Clima e outra sobre Biodiversidade, e também uma Declaração sobre Florestas. A Conferência aprovou, igualmente, documentos de objetivos mais abrangentes e de natureza mais política: a Declaração do Rio e a Agenda 21.

A Agenda 21 pode ser definida como um instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis, em diferentes bases geográficas, que concilia métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica. Assim, após a Rio 92 ficou acordado que todos os países produziram suas Agendas 21 Nacionais. O processo de elaboração da Agenda 21 Brasileira foi coordenado pela Comissão de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável (CPDS) de 1997 a 2002 e contou com o envolvimento de quase 40 mil pessoas de todo o Brasil. Um dos objetivos delineado neste documento foi a promoção de Agenda 21 Local e o Desenvolvimento Integrado e Sustentável (objetivo nº 13).

A Conferência consagrou de uma vez por todas o conceito de Desenvolvimento Sustentável e contribuiu para a mais ampla conscientização de que os danos ao meio ambiente eram majoritariamente de responsabilidade dos países desenvolvidos.

Reconheceu-se, ao mesmo tempo, a necessidade de os países em desenvolvimento receberem apoio financeiro e tecnológico para avançarem na direção do Desenvolvimento Sustentável. Porém, os compromissos adotados na Conferência foram alvo de críticas, dentre as quais a fraca interação entre o meio ambiente e o desenvolvimento, permeado pelas questões populacionais e de crescentes índices de miséria em várias partes do mundo.

Os preparativos para o próximo Encontro de Cúpula Mundial Sobre Meio Ambiente em Johannesburgo motivaram várias ações no contexto da mineração e, finalmente, sua inserção nesse tema, especialmente em função de alguns desastres ambientais que ocorreram no período. Em 2000, a própria indústria mineral global, preocupada com a percepção da sociedade quanto aos sinergismos entre as atividades extrativas e o meio ambiente, propôs uma ação conjunta, financiada por 28 das maiores empresas de mineração participantes do Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável – WBCSD (*World Business Council of Sustainable Development*), reunindo os diversos segmentos da sociedade, instituições públicas e privadas, sindicatos de trabalhadores, centros de pesquisa, universidades, comunidades indígenas, ONGs, entre outros.

A agenda de debates incluiu os temas: energias renováveis, responsabilidade ambiental das empresas e a promoção do Desenvolvimento Sustentável.

A Rio+10 obteve progressos como, por exemplo, os avanços nos meios criados para punir empresas que poluam o meio ambiente e o estabelecimento de mecanismos que prevejam que países compartilhem internacionalmente os lucros que obtêm da exploração de seus recursos.

### **O CETEM e a proposta de sustentabilidade**

A Constituição Federal de 1988, ou ‘Constituição Cidadã’, foi a primeira a tratar do meio ambiente, abrindo espaços à participação da população na preservação ambiental, impondo o dever de

defender o meio ambiente e colocando como direito fundamental de todos os cidadãos brasileiros a proteção ambiental.

Com o processo de democratização em curso no Brasil, foi sendo incorporado ao CETEM, pela primeira vez e de forma muito clara, um conjunto de exigências e de requisitos de caráter ambiental. Assim, antes mesmo da Rio 92, os princípios do Desenvolvimento Sustentável e a questão social já eram pauta dentro do CETEM para melhor implementar as políticas públicas necessárias para o correto uso dos bens minerais. Os recursos minerais que eram comumente classificados apenas como recursos não-renováveis passaram a ser primordialmente avaliados se estão sendo processados de forma sustentável ou não sustentável.

Em se tratando de recursos naturais é preciso ressaltar que, no Brasil, a mineração faz parte da ocupação territorial e da história do país. Mas a exploração intensiva e predatória dos garimpos e minas, principalmente a partir dos anos de 1970, geraram impactos muito adversos que perduram e um amplo trabalho é necessário, com base nos conceitos e diretrizes da sustentabilidade definidos na Agenda 21 da Rio 92 e ampliados em 2002 na Conferência de Johannesburgo. Seus impactos e a competição pelo uso e ocupação do solo têm causado e causam sérios conflitos socioambientais.

A visualização dessa situação se expressa na grande quantidade de resíduos abandonados e expostos às intempéries que se tornam fontes de contaminantes ao meio ambiente e à população circunvizinha.

A seguir serão apresentados os principais destaques das linhas de pesquisa realizadas pelo CETEM que incorporam o Desenvolvimento Sustentável.

### **O Programa de Desenvolvimento de Tecnologia Ambiental e o Projeto Poconé**

Em 1991, o CETEM obteve a aprovação do Congresso Nacional para um grande Programa de Desenvolvimento de Tecnologia

Ambiental – DTA, onde se destacou a execução do ‘Projeto Mercúrio – Poconé’; um projeto piloto de envergadura nacional. O projeto tratou das questões socioambientais e econômicas dos garimpos de ouro brasileiros e dos garimpeiros. Estudo pioneiro no Brasil, a se preocupar com a questão do mercúrio em garimpo, do ponto de vista global, segundo os pilares tecnológico, ambiental, social, econômico e de sustentabilidade. A pesquisa foi realizada, também pioneiramente, em parceria com diversas universidades e centros de pesquisas, nacionais e estrangeiras, na área ambiental, social e de saúde, dando um caráter multidisciplinar ao estudo.

Os resultados desse projeto foram relatados na Rio 92 junto com outras entidades, consorciadas, como a Universidade Federal Fluminense – UFF, a Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ e a Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, sobre áreas indígenas, meio ambiente e suas inter-relações com a atividade extrativa mineral.

### **Projeto Mercúrio Global**

Em 2002 o CETEM participou de uma concorrência internacional para execução de projetos de pesquisa no âmbito do ‘Projeto Mercúrio Global – Remoção de Barreiras para a Introdução de Tecnologias Limpas de Mineração Artesanal e Extração de Ouro’ (*Global Mercury Project - Removal of Barriers to the Introduction of Cleaner Artisanal Gold Mining and Extraction Technologies*). O projeto envolveu diversos países, incluindo o Brasil e a Indonésia e objetivou avaliar a contaminação ambiental por mercúrio oriunda da mineração artesanal de ouro, sugerida como potencial fonte de contaminação de águas internacionais, sendo financiado pelos órgãos internacionais: Fundo Mundial para o Meio Ambiente (*Global Environment Facility – GEF*), Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (*United Nations Development Programme – UNDP*) e Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (*United Nations Industrial Development Organization – UNIDO*). Uma abordagem integrada foi aplicada para descrever a

distribuição e o comportamento do mercúrio no meio ambiente e seus efeitos adversos à saúde humana, permitindo a compreensão dos impactos negativos causados pela emissão ambiental e à exposição humana. Ainda, o envolvimento de organizações de garimpeiros em ambos os países durante a concepção e execução dos projetos proporcionou novas abordagens e a continuidade às ações previstas.

No Brasil, o CETEM e o IEC - Instituto Evandro Chagas realizaram a avaliação ambiental e da saúde (AA&S) em duas áreas de garimpo de ouro na Amazônia Brasileira – São Chico e Creporizinho. Os pesquisadores iniciaram as campanhas de campo em Itaituba (PA) visando a amostragem de solos, sedimentos e biota, além de descreverem as etapas do processo produtivo e caracterizarem tecnologicamente as amostras ambientais.

Paralelamente, na Indonésia, o CETEM e IMF - Instituto de Medicina Forense da Universidade de Munique (Alemanha) realizaram a avaliação ambiental e da saúde (AA&S) em duas áreas de garimpo de ouro localizadas em North Sulawesi (Talawaan) e Central Kalimantan (Galangan). O grupo de pesquisa foi composto por 11 pesquisadores (7 do CETEM e 4 do IMF) e iniciou os trabalhos em outubro de 2003.

### **Campanha de esclarecimento sobre os efeitos do mercúrio à saúde humana**

No Brasil, após a realização da avaliação ambiental e da saúde, o CETEM coordenou uma Campanha de esclarecimento sobre os efeitos do mercúrio à saúde humana, que contou com a participação de inúmeras instituições governamentais e não governamentais e produziu materiais lúdicos com informações didáticas direcionadas aos garimpeiros de ouro, além de diversos módulos de cursos de capacitação para agentes municipais e para garimpeiros, realizados em Itaituba (PA).

### **Estudos de caso de grave contaminação humana: Santo Amaro da Purificação (BA) e Queimados (RJ)**

Vem sendo desenvolvidas no CETEM linhas programáticas direcionadas às demandas de sustentabilidade ambiental e social das atividades mineradoras, buscando estratégias viáveis economicamente para solucionar os passivos ambientais. Nesse sentido, destacam-se pesquisas em andamento sobre a contaminação por resíduos do beneficiamento de chumbo em Santo Amaro (BA) e o armazenamento irregular de resíduos da mineração em Queimados (RJ).

No caso de Santo Amaro (BA), a escória depositada por uma empresa que fazia parte de um complexo minerometalúrgico para produção de ligas de chumbo contaminou o solo e a água por metais pesados, e o CETEM busca a proposição de ações mitigadoras para o grande passivo ambiental lá formado.

Em Queimados (RJ), a população lida com as consequências das atividades inadequadas de um centro de tratamento de resíduos que funcionou entre 1987 e 1998. Os resíduos advindos de grandes empresas mineradoras e também de outras indústrias permaneciam armazenados na área e contribuíram para a contaminação do solo e da água subterrânea por metais pesados.

O CETEM apoia estudos e pesquisas na região para dimensionar os impactos da contaminação da área e propor alternativas para a sua remediação.

### **Mudança positiva do marco regulatório sobre resíduos**

O Brasil mudou recentemente o marco regulatório sobre os resíduos e que contempla os resíduos da mineração. O sistema ambiental anterior passava para o município, ou seja para toda a sociedade, a responsabilidade da sua gestão. O novo regime contempla o princípio Poluidor-Pagador, em que cada atividade econômica é responsável pelos resíduos que gera. Essa atual mudança no marco legal data de 2010, Lei nº. 12.305 dos Resíduos Sólidos.

### **A importância da Mineração Urbana e do reaproveitamento dos resíduos gerados pelos empreendimentos minerometalúrgicos**

O CETEM observou a necessidade de pesquisar diferentes linhas científico-tecnológicas para o aproveitamento de resíduos. Estes, podem ser gerados junto dos locais dos empreendimentos das diferentes atividades minerometalúrgicas da cadeia de produção dos bens metálicos, ou ainda pertencerem ao grande conjunto de rejeitos gerados na produção de minerais industriais (não-metálicos), espalhados nas milhares de explorações minerais, localizadas um pouco em toda a parte. Outra vertente é a geração de rejeitos nos espaços urbanos pela atividade da construção e demolição (RCD) e pelo chamado lixo tecnológico.

Na temática da extração de metais que não são aproveitados, foram realizados diversos projetos, dentre eles, na mineração de ouro em grandes empresas o aproveitamento de minerais secundários presentes nos rejeitos (galena, esfalerita, calcopirita, etc.), além do aproveitamento dos minerais presentes nos rejeitos de minas de cobre e de zinco. Pesquisa-se ainda a viabilidade de processos produtivos para o aproveitamento dos minérios de baixos teores.

Na produção das largas dezenas de bens não-metálicos, geram-se muitos resíduos descartados por empreendimentos produtivos, com riscos ao meio ambiente e à saúde humana. Foram realizados pelo CETEM projetos concernentes à obtenção de areia artificial a partir de finos da brita em pedreiras; sucata da construção civil para criar o mercado de agregados reciclados; aplicação de resíduos de rochas ornamentais, gerados tanto na extração das rochas ornamentais quanto em seu beneficiamento, em compósitos poliméricos, pavimentação asfáltica, cosméticos e corretivos agrários; reaproveitamento de resíduos da cerâmica e o aproveitamento de resíduos do quartzito que podem ser utilizados na fabricação de vidros e argamassa.

Há de se considerar também a reciclagem de bens minerais que se encontram nos produtos finais de consumo de massa, concentradas nos centros urbanos, onde se localizam hoje a

grande maioria da população brasileira, principalmente no que tange aos equipamentos e dispositivos eletrônicos sofisticados e que entram em obsolescência muito rapidamente. A preocupação com a recuperação e reciclagem traz à tona a importância da Mineração Urbana. Seguindo a linha do reaproveitamento do lixo urbano temos também a extração de metais do grupo da platina a partir de catalisadores automotivos exaustos e a extração de metais de base e metais preciosos a partir de sucatas eletrônicas através de estudos de eletrolixiviação e de biolixiviação. Ainda foram realizadas pesquisas voltadas para a reciclagem de alumínio de embalagens de alimentos através de uma rota biotecnológica de extração e recuperação de alumínio.

O método de biolixiviação se apresenta dentro dessa linha como inovação e alternativa no que tange à economia de insumos e de energia e à ausência de emissões gasosas, pois apresenta, como ponto de partida, a recuperação dos metais em suas formas metálicas para posterior comercialização e utilização no setor industrial.

Ainda quanto aos efeitos da contaminação de solos e águas superficiais, desde 2005 o CETEM tem desenvolvido estudos utilizando bioensaios com organismos aquáticos e terrestres, tendo como principal objetivo atender aos estudos de avaliação ambiental de áreas mineradas e/ou industriais, utilizando amostras de solos, efluentes, resíduos ou passivos de atividades minero-metalúrgicas, bem como, na escolha de alternativas tecnológicas limpas. Todos os ensaios implantados tem também grande potencial de aplicação na avaliação da eficácia de técnicas de biorremediação de solos impactados por áreas mineradas e/ou industriais

### **Os impactos negativos da mineração do carvão**

Outra vertente também trabalhada no Centro tem sido a remediação através de intervenções de imobilização mitigatória, visando cessar os impactos negativos e nocivos advindos da mineração de carvão. No caso de Santa Catarina (SC), foi

desenvolvido um tratamento de resíduos adequando a remoção de metais pesados de efluente da mineração de carvão. Também na região sul foi realizada a aplicação de cinzas de carvão de termoelétrica na remoção de metais de efluentes da mineração. Ainda relacionado ao tema é possível citar a aglomeração seletiva de finos de carvão, o tratamento de efluentes através de espessador de lamelas, o desenvolvimento de uma tecnologia de controle da geração de drenagem ácida de mina, além da realização da gestão de resíduos sólidos geradores de drenagem ácida de minas com o uso de coberturas secas.

### **Responsabilidade social corporativa e licença social**

Ao se entender sustentabilidade como a articulação de políticas sociais, ambientais e econômicas que viabilizem a qualidade de vida da sociedade hoje e no futuro, é fundamental encontrar consensos para realizar ou não a extração mineral numa determinada região. A convivência da mineração com outros usos do solo depende do ordenamento territorial onde estejam previstas as prioridades e necessidades da sociedade.

Em decorrência das discussões sobre sustentabilidade, a sociedade passou a acompanhar e questionar a respeito da responsabilidade social da empresa de mineração. Nesse contexto surgiram indagações sobre os benefícios e malefícios que a atividade mineral traz ao seu entorno, ou seja, questões sobre a responsabilidade social das empresas e a atuação do Estado (Município, Estado e União) junto das comunidades.

Com o advento da globalização, um grupo minerador depende cada vez mais das suas atividades estarem em conformidade com as obrigações legais, ou seja, de estarem cumprindo com as normas legais vigentes, muitas vezes ligadas às questões socioambientais que, na maioria das vezes, ultrapassam os limites da mina.

Há um leque muito grande de questões sociais ao longo da cadeia produtiva da indústria extrativa mineral e nas suas relações com o ambiente local de produção, levando à necessidade de

uma tríplice licença: título minerário, licença ambiental e licença social, esta última construída através de processos de consulta, participação e de um sólido diálogo entre empresa-governo-comunidade local.

Paulatinamente, essa temática vai sendo incorporada aos projetos desenvolvidos pelo CETEM. Exemplos dessa iniciativa são evidenciados no projeto 'Grandes Minas e APLs de base mineral x Comunidade Local'. Iniciado em 2010 e patrocinado pela Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (SGM) do Ministério de Minas e Energia (MME), o principal objetivo foi destacar se as grandes minerações e APLs, instaladas e em operação no Brasil, geraram benefícios sustentáveis líquidos para as comunidades onde as respectivas minas estão situadas.

Como resultados, foram realizados 21 estudos de casos (14 grandes minas e 7 APLs). Como resultado adicional consolidou-se a criação do 'Banco de Dados Recursos Minerais e Comunidade: Impactos Humanos, Socioambientais e Econômicos', que constitui a compilação de uma série de registros - disponíveis na mídia acadêmica, científica e jornalística - ligados à mineração no país. Dentro desse Banco de Dados é possível destacar os impactos de diversas naturezas gerados pela atividade mineral, onde vários deles estão vinculados diretamente com a questão dos Resíduos Sólidos e dos passivos ambientais. Ainda foi formada uma rede temática multidisciplinar de pesquisa a partir da congregação de especialistas de diferentes instituições (universidades e centros de pesquisas) com perfil acadêmico nas áreas de recursos minerais, desenvolvimento sustentável, desenvolvimento regional e grandes empreendimentos, meio ambiente, comunidade local.

### **Pequenas e médias empresas mineradoras, os APL's**

O CETEM também atua junto às pequenas e médias empresas mineradoras a partir das demandas governamentais de apoio aos APLs - Arranjos Produtivos Locais. Destacam-se os projetos de criação de novas alternativas tecnológicas para produção de

rochas ornamentais que buscam principalmente a minimização do impacto negativo e o aumento da produtividade.

As intervenções do Centro nesse sentido ocorreram em muitos estados, como por exemplo:

a) no projeto 'Rochas Ornamentais em Santo Antônio de Pádua – RJ', o CETEM realizou um estudo sobre o tratamento dos efluentes gerados nas serrarias de Santo Antônio de Pádua visando a recuperação de água e dos finos de rochas para evitar o assoreamento dos rios e córregos da região. Através do estudo desenvolvido conseguiu recuperar 95% da água utilizada e proporcionou a sua reutilização nas serrarias. Além disso, por meio de parceria com o INT - Instituto Nacional de Tecnologia, estudou uma aplicação industrial para os finos de rochas onde os resultados apontaram usos favoráveis deste resíduo na fabricação de argamassa e produtos cerâmicos (tijolos e telhas). Concluído o estudo, uma fábrica de argamassa foi instalada no local e produz hoje 450 t/dia do produto.

b) no projeto 'Adequações tecnológicas para a arte em pedra sabão em Mata dos Palmitos-MG' marca a atuação do CETEM junto a instituições federais e universidades para desenvolver tecnologias limpas para minimizar os impactos da produção. A comunidade rural de Mata dos Palmitos, Ouro Preto (MG), vive há cerca de um século do artesanato da pedra-sabão; sua atividade era desenvolvida de forma rudimentar e provocava grande emissão de poeira mineral, o que colocava em risco a saúde dos trabalhadores e acabou por gerar um grande impacto ambiental. O CETEM desenvolveu máquinas que minimizam essa geração de poeiras além de criar uma unidade para a capacitação de artesãos, considerada referência para a introdução de Tecnologias Limpas.

c) ainda na temática APLs, o CETEM através de parcerias com a SEDET - Secretaria Estadual do Desenvolvimento Econômico e Tecnológico, o SEBRAE - Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, a FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos e outras instituições criou o projeto 'Arranjo Produtivo Local (APL) de Opala', em 2005, para solucionar os conflitos entre agricultores e empresários na região de Pedro II, a 200 km de Teresina (PI).

### **A questão do gênero**

Pode-se dizer que a concepção de projetos de pesquisa integrando como um dos pilares a questão do gênero é ainda incipiente no CETEM, mas que teve um marco no Centro com a realização do Ciclo de Conferências 'A questão de gênero e trabalho infantil na pequena mineração sul-americana', no âmbito do projeto financiado pelo CNPq/PROSUL - Programa Sul-Americano de Apoio às Atividades de Cooperação em Ciência, Tecnologia e Inovação, da Assessoria de Cooperação Internacional / Programas Multilaterais do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação do Brasil. O objetivo principal foi criar um espaço de reflexão, discussão e pesquisa sobre gênero e trabalho infantil em atividades de pequena mineração na Argentina, Bolívia, Peru e Brasil. As informações mais relevantes foram reunidas em um livro pioneiro que, ao invés de esgotar os assuntos tratados, convida a todos a refletir sobre os temas e disponibiliza, de forma organizada, as informações reunidas e as reflexões geradas nas conferências e nos trabalhos de campo.

### **Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós**

Por fim, a grande experiência do CETEM em trabalhos multidisciplinares executados na Amazônia Brasileira e a capacidade do Centro em articular apoios institucionais foram fatores preponderantes para o êxito na proposição de coordenação do esforço conjunto de mais de uma dezena de instituições científicas nacionais, com o objetivo geral de formar uma rede de pesquisas científicas, multidisciplinar e multi-institucional. Mais de 40 pesquisadores e técnicos participaram, além de centenas de pessoas que apoiaram as atividades do projeto, gerando dados primários com vistas à conservação e uso sustentado dos recursos naturais da região. Os principais resultados do estudo foram apresentados em um livro.

### **Inovação tecnológica**

No quesito Inovação tecnológica, o Centro reúne esforços na área de redução e economia de energia na execução de processos minerometalúrgicos, a partir do desenvolvimento de rotas tecnológicas mais sustentáveis. Por meio do Projeto AGROMIN o Centro desenvolveu pesquisas para o uso de minerais industriais na agricultura com base em amostras de zeólitas coletadas no Maranhão (MA) e Tocantins (TO). Os produtos minerais modificados em laboratório liberaram gradativamente nutrientes para as plantas melhorando a fertilidade dos solos e a retenção de água.

Na mesma temática, o projeto ‘Caracterização Tecnológica do Minério de Angico dos Dias/Caracol (BA/PI) Visando o Aproveitamento de Fosfato e Terras-Raras’, teve como objetivo principal desenvolver um processo de concentração a seco para o minério fosfático – apatítico, tendo em vista à escassez de água na região. Rotas alternativas de lixiviação ácida para a obtenção do ácido fosfórico foram estudadas para recuperar os subprodutos e minimizar os impactos ambientais, além de estudar novas maneiras de se reutilizar a água durante o processo.

Os esforços na área de redução e economia de energia também são aplicados em outro projeto cuja finalidade é a simulação e o escalonamento de prensas de rolo de alta pressão (PRAP) visando a aplicação na moagem de rochas para rochagem.

A inovação tecnológica com foco ambiental é desenvolvida no projeto de dessulfurização de rejeitos de Criciúma (SC) a partir da remediação dos rejeitos que contém enxofre na forma de pirita. O objetivo central do processo é diminuir significativamente o teor do enxofre para que o rejeito possa ser descartado sem causar impacto ambiental, ou seja, sem gerar drenagem ácida.

### **Panorama atual do Desenvolvimento Sustentável**

A Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20, será realizada de 13 a 22 de junho de

2012, na cidade do Rio de Janeiro. A Rio+20 deverá contribuir para definir a agenda do Desenvolvimento Sustentável para as próximas décadas.

O documento 'O futuro que queremos', também conhecido como Rascunho Zero da Conferência da ONU sobre Desenvolvimento Sustentável apresenta os posicionamentos da Organização para os temas que serão abordados na Conferência Rio+20. A Conferência terá dois temas principais: (i) a economia verde no contexto do Desenvolvimento Sustentável e da erradicação da pobreza; e (ii) a estrutura institucional para o Desenvolvimento Sustentável.

Sob o tema 'economia verde', o desafio é pensar um novo modelo de desenvolvimento que seja ambientalmente responsável, socialmente justo e economicamente viável, tornando-se uma ferramenta para o Desenvolvimento Sustentável.

Sob o tema 'estrutura institucional' insere-se a discussão sobre a necessidade de fortalecimento do multilateralismo como instrumento legítimo para solução dos problemas globais, aumentando-se a coerência na atuação das instituições internacionais relacionadas aos pilares social, ambiental e econômico do desenvolvimento.

Embora o evento almeje elaborar um plano de ação para construir um mundo sustentável, compatível com o aumento populacional, ainda não há consenso em relação ao balanço crescimento – sustentabilidade.

Para o Ministério do Meio Ambiente um dos desafios é promover o engajamento da sociedade de modo diferente do acontecido há 20 anos, por meio da concretização de objetivos para a concepção de políticas mais limpas para o Desenvolvimento Sustentável. O Ministério das Relações Exteriores, enfatiza que a Rio+20 não trata somente de meio ambiente e que o conceito de Desenvolvimento Sustentável ainda está associado ao discurso ambiental, mas deve ser entendido também em termos econômicos e sociais.

Corroborando com os ministérios, a Presidenta Dilma Rousseff também defendeu que a Rio+20 não é uma Conferência somente sobre meio ambiente, mas também sobre economia verde, erradicação da pobreza e governança internacional para o

Desenvolvimento Sustentável. Reiterou várias vezes a combinação “*crescer, incluir, proteger e preservar*” como mote e resumiu que a nova missão é propor um novo paradigma de crescimento.

Os ideais apresentados acima são a base da visão presente e futura do CETEM, que pretende continuar sendo uma referência brasileira em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação na área de Tecnologia Mineral, Ambiental e de Inclusão Social, atuando de forma integrada por meio de grupos de pesquisa e projetos em temas estratégicos de interesse nacional.

---

*Renata C. J. Alamino, Keila Valente de Souza,  
Maria de Fátima D. S. Lima, Francisco R. C. Fernandes  
e Zuleica C. Castilhos.*

### **Referências bibliográficas**

- BARRETO, M. L. Mineração e Desenvolvimento Sustentável: Desafios para o Brasil. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2001. 215p.
- BRASIL. Comitê Nacional de Organização Rio+20. Rio+20: como chegamos até aqui. 2011. Disponível em: <[http://www.rio20.gov.br/sobre\\_a\\_rio\\_mais\\_20/rio-20-como-chegamos-ate-aqui/at\\_download/file](http://www.rio20.gov.br/sobre_a_rio_mais_20/rio-20-como-chegamos-ate-aqui/at_download/file)>.
- BRASIL. Comitê Nacional de Organização Rio+20. Sobre a Rio+20. 2011. Disponível em: <[http://www.rio20.gov.br/sobre\\_a\\_rio\\_mais\\_20](http://www.rio20.gov.br/sobre_a_rio_mais_20)>.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental, Departamento de Cidadania e Responsabilidade Socioambiental, Coordenação da Agenda 21. Agenda 21 local. Resultados selecionados. Brasília: MMA, 2011. 64p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental, Departamento de Cidadania e Responsabilidade Socioambiental. Agenda 21 – Site. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=18>>.

- BRASIL. Ministério da Cultura. Conferência Cultura e Sustentabilidade na Rio+20. Contexto das Conferências Mundiais de Meio Ambiente. Site. Disponível em: <<http://www.cultura.gov.br/riomais20/desconferencia/2012>>.
- CMMAD - COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Nosso futuro comum. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991. 430p.
- FERNANDES, F. R. C.; LIMA, M. H. R.; TEIXEIRA, N. S. Grandes minas e comunidade: algumas questões conceituais. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2007. 58p.
- GOLDEMBERG, J. Rio 92: Dez anos depois. Revista Textos do Brasil - Edição nº 09 - Rio+10: o Brasil rumo do Desenvolvimento Sustentável. Pg. 65-66. Ministério das Relações Exteriores. 2002. Disponível em: <<http://www.dc.mre.gov.br/imagens-e-textos/revista-textos-do-brasil/portugues/revista9-mat9.pdf>>.
- MINC, C. Minc propõe que países assumam metas de desenvolvimento verde na Rio+20. Blog. 29 abril 2011. Disponível em: <<http://carlosminc.ning.com/profiles/blogs/minc-propoe-que-paises-assumam>>.
- SCLIAR, C. Agenda 21 e o setor mineral. Caderno de Debate Agenda 21 e Sustentabilidade. 2004. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/\\_arquivos/caderno\\_setormineral.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/caderno_setormineral.pdf)>



# Publicações do CETEM: Séries e livros

---

## 1. SUSTENTABILIDADE

### **Mineração e desenvolvimento sustentável**

Maria Laura Barreto, 2001

Livro avulso 59

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/Desenv\\_sustentavel/  
desenv\\_sustentavel.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/Desenv_sustentavel/desenv_sustentavel.pdf)

O objetivo principal foi a obtenção de uma imagem atualizada e relevante da mineração e do desenvolvimento sustentável no país, expressa em um relatório nacional, fruto de um trabalho de pesquisa e de um processo participativo envolvendo os diversos atores do setor mineral brasileiro. É apresentada uma síntese das dimensões econômicas, institucionais, ambientais e sociais do setor mineral brasileiro no período de 1980 a 2000.

### **Ensaio sobre a sustentabilidade da mineração no Brasil**

Maria Laura Barreto (Ed.), 2001

Livro avulso 55

Este volume trata de algumas das questões do desenvolvimento sustentável, seus desafios e propostas, no âmbito do mundo globalizado. É um dos pouquíssimos textos em língua portuguesa disponíveis ao leitor e estudioso interessados na solução da equação que envolve proporcionar um crescimento da indústria mineral, a qual promove uma intervenção antropogênica direta nos ecossistemas naturais, bem como na sociedade circundante, e os princípios do desenvolvimento sustentável.

### **A indústria extrativa mineral e a transição para o desenvolvimento sustentável**

Hariessa Cristina Villas-Bôas, 2011

Livro avulso 10

<http://www.cetem.gov.br/publicacao/livros/industria-extrativa-transicao-sustentavel.pdf>

Aborda o conceito de Desenvolvimento Sustentável, Eco-92, Agenda 21. Aborda também uma discussão sobre a definição e evolução do conceito de responsabilidade social, distinção entre indicador e índice, indicadores de sustentabilidade, entre outros. E por fim apresenta um guia prático para a construção de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável para a indústria extrativa mineral.

### **Pequeña minería y minería artesanal en Iberoamérica**

Roberto C. Villas-Bôas e Ana Maria Aranibar, 2003

Livro avulso 48

Foi realizado entre 23 e 29 de março de 2003, na Bolívia, construindo-se de três etapas básicas: a primeira, com reunião de apresentação dos participantes; a segunda, reunindo-se com autoridades e personalidades chaves na Bolívia para as questões de ciência e tecnologia, bem como mineração; e a terceira, constituída das visitas realizadas aos centros mineiros de Tipuani e Guanay, fundamentais para a compreensão dos problemas e eventuais soluções associadas à pequena mineração na Bolívia.

**Mineração em terras indígenas: a procura de um marco legal**

Hariessa Cristina Villas-Bôas, 2005

Livro Avulso 23

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/livros/mineracao\\_terras\\_indigenas.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/livros/mineracao_terras_indigenas.pdf)

Acerca da mineração em terras indígenas no Brasil, analisando a procura de seus marcos legais.

**Gênero e trabalho infantil na pequena mineração: Brasil, Peru, Argentina e Bolívia**

Zuleica Carmen Castilhos, Maria Helena Machado Rocha Lima e Nuria Fernández Castro, 2006

Livro Avulso 29

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/livros/genero\\_e\\_trabalho\\_infantil.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/livros/genero_e_trabalho_infantil.pdf)

O livro Gênero e trabalho infantil na pequena mineração em alguns países sul-americanos é resultado de um Ciclo de Conferências do Projeto A questão de gênero e trabalho infantil na pequena mineração sul-americana.

**Tendências tecnológicas Brasil 2015**

Francisco R. C. Fernandes, Gerson M. M. de Matos, Zuleica Carmem Castilhos, Adão Benvindo da Luz, 2007

Livro avulso 38

<http://www.cetem.gov.br/publicacao/ttb2015.pdf>

Estudo prospectivo, centrado na Visão de Futuro e nos Desafios Tecnológicos e Sistêmicos, nas áreas de Geociências e Tecnologia Mineral. Elaboração de uma agenda de prioridades para os desafios tecnológicos, visando servir como subsídio à tomada de decisões em âmbito governamental.

**Recursos minerais e sustentabilidade territorial - Vols. I e II –  
Grandes Minas e Arranjos Produtivos Locais**

Francisco Rego Chaves Fernandes (Eds.), Maria Amélia Rodrigues da Silva Enríquez (Eds.) e Renata de Carvalho Jimenez Alamino (Eds.), 2011

Livro Avulso 03

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/livros/Vol\\_2\\_APL\\_TOTAL.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/livros/Vol_2_APL_TOTAL.pdf)  
[http://www.cetem.gov.br/publicacao/livros/Vol\\_1\\_Grandes\\_Minhas\\_Total.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/livros/Vol_1_Grandes_Minhas_Total.pdf)

Foram realizadas campanhas na forma de estudos de caso sobre o desenvolvimento socioeconômico das comunidades locais e de entorno das regiões onde ocorrem atividades mineradoras. A pesquisa teve como objetivo destacar se as atividades minerais atualmente instaladas e em operação no Brasil geram benefícios sustentáveis líquidos para as suas comunidades. Uma ampla rede temática de pesquisa foi instituída a partir da congregação de especialistas de diferentes instituições (universidades e centros de pesquisas), reforçando o compromisso com questões tão atuais quanto os recursos minerais, o desenvolvimento sustentável, o desenvolvimento regional e o meio ambiente.

**Importância e função dos fertilizantes numa agricultura sustentável**

Francisco E. Lapido Loureiro e Marisa Nascimento, 2003

SED 53

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-53.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-53.pdf)

Dá-se início, com este texto, à publicação de 14 monografias subordinadas à temática Fertilizantes e Sustentabilidade na Agricultura - Uma Abordagem Mínero-Química-Metalúrgica. Serão consideradas, no contexto brasileiro, fontes e rotas, tanto convencionais como alternativas.

### **Fertilizantes: agroindústria e sustentabilidade**

Francisco E. Lapido-Loureiro, Ricardo Melamed e Jackson de Figueiredo Neto, 2009  
Livro Avulso 12 CD\_Rom

São 25 capítulos agrupados em cinco blocos temáticos, antecedidos da Abertura, que apresenta uma síntese sobre a evolução e caracterização do agronegócio brasileiro.

### **Agrominerais para o Brasil**

Francisco Rego Chaves Fernandes, Adão Benvindo da Luz, Zuleica Castilhos, 2010  
Livro Avulso 05  
[http://www.cetem.gov.br/agrominerais/novolivro/agromineirais\\_para\\_o\\_brasil.pdf](http://www.cetem.gov.br/agrominerais/novolivro/agromineirais_para_o_brasil.pdf)

O objetivo deste capítulo é apresentar um panorama atual e perspectivas do mercado dos agrominerais no Brasil no início de 2010, inserindo-se em pesquisa realizada no âmbito do projeto “Estudo Prospectivo Relativo aos Agrominerais e Seus Usos na Produção de Biocombustíveis Líquidos com Visão de Longo Prazo (2035)”.

### **Ecorregião aquática Xingu-Tapajós**

Zuleica Carmen Castilhos e Paulo Andreas Buckup, 2011  
Livro Avulso 07  
[http://www.cetem.gov.br/publicacao/livros/livro\\_aquarios.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/livros/livro_aquarios.pdf)

Este livro apresenta os principais resultados de um amplo estudo sobre a Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, realizado através do esforço conjunto de várias instituições científicas, com o objetivo geral de formar uma rede de pesquisas científicas, multidisciplinar e multi-institucional, para consolidar as informações disponíveis, identificar lacunas do conhecimento e gerar dados primários úteis à conservação e ao uso sustentado dos recursos naturais da região.

**Tecnologias Limpas en las indústrias extractivas mínero-metalúrgica y Petroleras**

Roberto Villas Bôas e Mário Sanchez, 2006

Livro Avulso 39

<http://www.cetem.gov.br/publicacao/livros/Tecnologias%20Limpas%20en%20Industrias%20Extractivas.pdf>

Consociam-se o Programa CYTED, o Projeto ALFATECLIM e a AECI para a condução dos exercícios sobre tecnologias limpas, realizados em Santa Cruz de la Sierra, Bolívia, agora discutindo as áreas da mineração, petróleo e gás.

**Ordenación del territorio y la industria extractiva minera en el Peru**

Roberto C. Villas Bôas e Arsenio G. Martinez, 2006

Livro avulso 40

Este trabalho é resultado de dissertação de mestrado apresentada a Universidade Internacional de Andalucía, Espanha.

**Panorama do setor de materiais e suas relações com a mineração: uma contribuição para a implementação de linhas de P & D**

Marcello M. Veiga e José Octávio Armant Paschoal, 1991

SED 16

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-16.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-16.pdf)

Tal preocupação no CETEM se deve à resposta às questões: Para onde caminha o “mundo” dos materiais? Nele, onde se encaixam os minerais? Qual o papel do Brasil na área mineral mundial? E qual aquele do CETEM? Para que se possa estruturar a busca a estas respostas, foi instituído um Fórum de Prospectiva e Avaliação Tecnológica.

### **Algumas reflexões sobre a ciência nas economias de baixa renda**

Roald Hoffman, 1993

SED 020

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-20.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-20.pdf)

Alimentos, combustíveis e materiais! Estas são as questões que o crescimento populacional, em um ambiente global, faz aos cientistas, engenheiros, economistas, políticos e administradores de todo o mundo. Como desenvolver um ambiente sustentável utilizando uma ciência sustentável? Essas são as perguntas e respostas trazidas pelo Prêmio Nobel de Química Roald Hoffmann.

### **Desenvolvimento sustentável: materiais, tecnologia e desenvolvimento industrial no Brasil**

Roberto C. Villas Bôas, 1995

SED 25

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-25.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-25.pdf)

Este artigo aborda as questões colocadas pelo desenvolvimento de políticas sustentáveis em relação à tecnologia de materiais e ao crescimento industrial no Brasil. Sendo assim, questões sobre como reduzir o uso de energia, minimizar os impactos ambientais e maximizar a satisfação social na busca dos objetivos de um desenvolvimento sustentável em uma política de materiais nacionais são discutidas.

### **Mineração e desenvolvimento econômico: a questão nacional nas estratégias de desenvolvimento do setor mineral (1930-1964) volume I e volume II**

Ana Lúcia Villas-Bôas, 1995

SED 29

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-29II.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-29II.pdf)

Esta monografia, dividida em dois volumes, busca ser uma reflexão sobre o que a mineração representou, do ponto de vista

geopolítico e suas derivantes, no desenvolvimento econômico nacional, ao longo dos períodos que vão de 1930 a 1964 e 1964 a 1984.

### **Elementos estratégicos e geopolíticos da evolução recente dos materiais**

Sarita Abagli, 1996

SED 30

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-30.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-30.pdf)

Elaborado como ponto de partida para um maior aprofundamento sobre as questões relacionadas à compreensão do papel desempenhado pelos materiais no mundo moderno.

### **Abordagem participativa na gestão de recursos minerais**

Carlos César Peiter e Roberto C. Villas Bôas, 2001

SED 51

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-51.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-51.pdf)

O trabalho de campo realizou-se em uma área típica de pedreiras artesanais no município de Santo Antônio de Pádua, noroeste do Estado do Rio de Janeiro, na qual foi implementada uma metodologia de apoio à gestão de recursos naturais, denominada abordagem participativa.

### **Sustentabilidade da mineração: oportunidades para Canadá e Brasil**

Geraldo Milioli e Mary Louise McAllister, 2004

SED 57

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-57.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-57.pdf)

Complexidade é o adjetivo para as forças sociais interligadas - econômicas, ambientais e políticas - que estão moldando o investimento mineral e o comércio ambiental de hoje em dia. Estes desenvolvimentos, associados a muitas características

compartilhadas, têm levado a vários empreendimentos de risco entre dois países que possuem um suporte considerável no setor mineiro: Canadá e Brasil.

**Grandes Minas e Comunidades: algumas questões conceituais**

Francisco Rego Chaves Fernandes, Maria Helena Machado Rocha Lima e Nilo da Silva Teixeira, 2007

SED 73

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-73.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-73.pdf)

Este livro apresenta algumas considerações conceituais sobre a mineração e o desenvolvimento sustentável, as inter-relações entre Grandes Minas e as Comunidades Locais e, ainda, sobre o estado da arte da responsabilidade socioambiental das empresas de mineração. Os efeitos adversos da mineração para a sociedade têm bastante peso, levando a necessidade de uma tríplice licença: título minerário, licença ambiental e licença social.

**A Grande Mina e a Comunidade: Estudo de Caso da Grande Mina de Ouro de Crixás em Goiás**

Francisco Rego Chaves Fernandes, Maria Helena Machado Rocha Lima e Nilo da Silva Teixeira, 2007

SED 74

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-74.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-74.pdf)

Ao se iniciar este estudo de caso esperava-se encontrar um município com robusto desenvolvimento socioeconômico. Entretanto, constatou-se que após mais de 10 anos de operação ininterrupta de um grande empreendimento mineral de ouro, essa atividade não trouxe para a Comunidade localizada na sua área de influência, indicadores sociais e econômicos que caracterizam uma elevação de qualidade de vida da população.

**Geopolítica dos novos materiais: o caso da extração em pequena escala e do desenvolvimento de novos materiais**

Roberto C. Villas Bôas, 1992

STM 59

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_stm/stm-59.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_stm/stm-59.pdf)

Apresenta as preocupações dos empresários de mineração sobre as curvas de declínio na demanda de metais e discute algumas questões sobre como a desmaterialização e a transmaterialização podem afetar o mundo dos minerais. Os ciclos econômicos e seus efeitos no consumo de minérios e metais são apresentados. Como ilustração, é apresentado um estudo de caso sobre a produção de um sal de cobre.

**Sistemas de gestão integrada em pequenas e médias empresas do setor mineiro-metalúrgico**

Cleber José Cunha Dutra, Paulo Sérgio Moreira Soares e Mario Valente Possa, 2005

SGPA 01

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sgpa/sgpa-01.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sgpa/sgpa-01.pdf)

Sugerido um roteiro de trabalho que orienta os passos de implementação de Sistemas de Gestão, de modo a reduzir consequências negativas comuns aos processos de implantação.

**Controle de documentos e da legislação pertinente às organizações na implantação/operação de SGA**

Roberto de Barros Emery Trindade, Gustavo Araujo e Josimar Ribeiro de Almeida, 2005

SGPA 03

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sgpa/sgpa-03.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sgpa/sgpa-03.pdf)

A presente indicação técnica tem por objetivo orientar o estabelecimento de procedimentos para o controle de documentos aplicáveis a um Sistema da Gestão Ambiental SGA.

**Orientação básica para planejamento de ações preventivas em sistemas de gestão**

Gustavo Henrique de Souza Araújo, Josimar Ribeiro de Almeida, Bianca Mendes Longo, Laís Alencar de Aguiar e Roberto de Barros Emery Trindade, 2006

SGPA 05

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sgpa/sgpa-05.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sgpa/sgpa-05.pdf)

A presente indicação técnica oferece elementos básicos para o estabelecimento de procedimentos necessários ao planejamento de ações preventivas em sistemas de gestão.

**Planejamento estratégico, competitividade e sustentabilidade na indústria: dois casos de não-metálicos no Rio de Janeiro**

Gilberto Dias Calaes, 2006

Livro Avulso 28

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/livros/Planejamento-Competitividade-Sustentabilidade\\_IndustriaMineral.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/livros/Planejamento-Competitividade-Sustentabilidade_IndustriaMineral.pdf)

Enfocando o setor de rochas ornamentais e brita, propõe modelo de planejamento e gestão para o desenvolvimento das atividades extrativas da mineração, integrando planejamento estratégico, desenvolvimento sustentável e competitividade empresarial e setorial.

**Brazil-Canada seminar on mine rehabilitation**

Juliano Peres Barbosa, Paulo Sérgio Moreira Soares, Brenda Dixon e Bryan Tisch, 2003

Livro avulso 43

Nesta obra encontram-se reunidos trabalhos que discutem as mais avançadas tecnologias ambientais hoje empregadas por empresas líderes no setor mineral brasileiro e canadense e aquelas em desenvolvimento no CETEM Centro de Tecnologia Mineral – e no CANMET – Canada Centre for Mineral and Energy Technology.

## 2. INDICADORES

### **Uma apresentação de indicadores de sustentabilidade para a indústria de extração mineral**

Roberto C. Villas Bôas, Deborah Shields, Slavko Šolar, Paul Anciaux e Güven Önal, 2005

Livro Avulso

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/livros/review\\_indicators\\_sustainability.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/livros/review_indicators_sustainability.pdf)

O presente livro está dividido em três partes. A primeira contém uma introdução e síntese; a segunda versa sobre os indicadores propriamente ditos, fatos, exercícios e proposições na América, Europa, Ásia, Oceania e África; e a terceira parte trata de alguns importantes aspectos sobre a sustentabilidade do ouro e operações unitárias.

### **Indicadores de sustentabilidade para as indústrias de extração mineral**

Roberto C. Villas Bôas, 2006

SED 68

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-68.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-68.pdf)

Nos últimos anos, os conceitos e objetivos do desenvolvimento sustentável vêm sendo estendidos, com sucesso, aos recursos minerais, e uma volumosa literatura vem sendo produzida sobre as inter-relações entre desenvolvimento sustentável, recursos minerais e necessidades sociais.

**Indicadores de desenvolvimento sustentável para a indústria extrativa**

Roberto C. Villas Bôas, 2009

Livro avulso

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/livros/GuiaPratico\\_Indicadores.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/livros/GuiaPratico_Indicadores.pdf)

Trata-se de um guia prático para a construção de indicadores de desenvolvimento sustentável para a indústria extrativa.

**Indicadores de sustentabilidade para a indústria extrativa mineral: estudos de caso**

Roberto C. Villas Bôas, 2011

Livro Avulso 4

<http://www.cetem.gov.br/publicacao/livros/indicadores-studos-casos-rev08.pdf>

O Capítulo 1 trata sobre desenvolvimento sustentável e mineração; o Capítulo 2 faz um questionamento sobre a existência de Minas Sustentáveis; o Capítulo 3 versa sobre a lógica da sustentabilidade; o Capítulo 4 aponta o que existe de ações e indicadores na indústria; o Capítulo 5 fala sobre comunidades e empreendimentos mineiros; e, por fim, o Capítulo 6 apresenta quatro estudos de caso: Prospecção Geológica, a mineração de urânio, a mineração de fosfato e o tório, respectivamente.

### **Indicadores de sustentabilidade e uma agenda positiva para o comércio exterior brasileiro**

Saulo Rodrigues Filho, Ilê Maria Krahl, Gian Marco Zampieron, César Antonio Schenini e Jorge Alberto Alcalá Vela, 2004  
SED 54

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-54.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-54.pdf)

O presente trabalho objetiva identificar indicadores de desenvolvimento sustentável, potenciais ou disponíveis, aplicáveis à realidade brasileira para uma atuação do Brasil no comércio exterior com base em padrões sustentáveis.

### **Avaliação dos arranjos produtivos locais através da matriz sustentabilidade**

Carlos Cesar Peiter e Roberto Cerrini Villas Boas, 2008  
SED 75

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-75.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-75.pdf)

Demonstra a utilização da matriz de sustentabilidade como uma ferramenta para avaliar o impacto e os resultados da implementação de políticas públicas, bem como para avaliar as ameaças à sustentabilidade, mediante um exercício aplicado a um arranjo produtivo de rochas ornamentais no Brasil.

### **Indicadores do desenvolvimento sustentável relacionados com o setor da pedra natural**

Carlos Cesar Peiter, 2011  
SED 80

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-80.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-80.pdf)

Apresenta um panorama histórico do entendimento dos princípios do DS voltados aos recursos naturais não-renováveis focalizando a atividade mineral e, em especial, o segmento das rochas ornamentais.

**Neutralização de emissão de gases de efeito estufa: um indicador de desenvolvimento sustentável nas responsabilidades socioambiental empresarial e individual**

Eraldo José Brandão, Luis Gonzaga Santos Sobral, Ana Claudia Nioac de Salles e Sueli Mello Braga, 2008

STA 44

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-44.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-44.pdf)

O presente trabalho objetiva a formulação de um novo indicador na responsabilidade socioambiental individual e empresarial levando em consideração as emissões de gases de efeito estufa e a possibilidade da neutralização dessas emissões.

**Seleção de indicadores de estado e avaliação de sensibilidade dos sistemas naturais às ações antrópicas**

Gustavo Araujo, Lais Alencar de Aguiar, Josimar Ribeiro de Almeida, Paulo Sergio Moreira Soares e Roberto de Barros Emery Trindade, 2005

SGPA 02

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sgpa/sgpa-02.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sgpa/sgpa-02.pdf)

São apresentadas orientações básicas com sugestões de indicadores capazes de avaliar a sensibilidade de sistemas naturais às ações antrópicas. A avaliação é feita por meio dos seguintes componentes naturais: solo, clima, atmosfera, águas interiores, vegetação e fauna.

### 3. MEIO AMBIENTE EM GERAL

#### **Recursos minerais da Amazônia: alguns dados sobre situação e perspectivas**

Francisco R.C. Fernandes e Irene C.M.H. de Medeiros Portela,  
1991

SED 14

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-14.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-14.pdf)

A Amazônia é sempre alvo de interesse pelo fascínio que exerce sobre o homem comum a sua vastidão e complexidade natural. Entretanto, tanto uma quanto outra, sendo mal conhecidas, são constantemente reféns de opiniões apaixonadas, tendenciosas, que apenas arranham a verdadeira essência de seus mistérios e dificultam seu verdadeiro desvendar. No entanto, o que é conhecido a respeito da potencialidade amazônica?

#### **Política de aproveitamento de areia no estado de São Paulo: dos conflitos existentes às compatibilizações possíveis**

**Hidelbrando Hermann, 1991**

SED 18

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-18.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-18.pdf)

A areia, sendo um insumo industrial básico nas áreas de construção civil, metalúrgica, siderúrgica, vidreira, e outras, vem tendo aceitação crescente, mormente quando sua disponibilidade se faz junto ao mercado consumidor. Daí os conflitos resultantes, no âmbito da sócio-economia dos municípios brasileiros, que afetam muitas vezes de maneira irreversível, o solo e as águas.

### **Desativação de minas**

Adão Benvido da Luz e Eduardo Camilher Damasceno, 1996  
STA 14

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-14.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-14.pdf)

São apresentados alguns problemas relacionados com a desativação de minas de carvão e de urânio, no Brasil. Chama-se a atenção para o maior grau de dificuldade na desativação de uma mina, quando a implantação do projeto não foi precedida de um estudo de impacto ambiental. Por último, são apontadas as principais técnicas usadas na desativação de mina, bem como as suas controvérsias.

### **Gestão ambiental: uma avaliação das negociações para a implantação da ISO 14.000**

Gisela A. Pires do Rio, 1996  
SED 33

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-33.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-33.pdf)

O andamento das negociações para a implantação da ISO 14.000, como sistema de gestão ambiental da empresa, é de particular relevância para o caso das indústrias extrativas, em especial as de mineração e metalurgia, dado que neste segmento, estarão centradas as grandes forças de pressão ecológicas as quais deverão ser enfrentadas e contrabalanceadas pelas empresas produtoras em geral.

### **Avaliação de risco ecológico: conceitos básicos, metodologia e estudo de caso**

Ana Paula de Castro Rodrigues, Zuleica Carmen Castilhos,  
Ricardo Gonçalves Cesar, Nádia Regina Pereira Almosny, Ana  
Rosa Linde-Arias, Edison Dausacker Bidone, 2011  
SED 78

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-78.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-78.pdf)

A avaliação de risco ecológico proposta pela USEPA relaciona a intensidade da poluição ambiental aos riscos associados ao meio ambiente. O objetivo é auxiliar a tomada de decisão relativa às alternativas de controle ambiental, recuperação de área degradada e/ou gerenciamento dos recursos naturais.

### **Avaliação de risco à saúde humana: conceitos e metodologia**

Zuleica Carmen Castilhos, Aline Machado de Castro, Alinne dos Santos Ramos, Cristiane Andrade de Lima e Ana Paula de Castro Rodrigues, 2005

SED 65

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-65.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-65.pdf)

A metodologia de avaliação de risco à saúde humana preconizada pela United States Environmental Protection Agency - USEPA (1989) expressa o risco à saúde humana por meio de estimativas numéricas, permitindo estabelecer prioridade de áreas impactadas e a avaliação de técnicas de recuperação ambiental destas áreas.

### **Estuários tropicais: sumidouros ou fontes ambientais?**

Egbert K. Duursma, 1995

STA 06

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-06.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-06.pdf)

O maior escoamento terrestre de sedimentos fluviais e de água doce para os oceanos do mundo ocorre entre 30 N e 30 S. Estas duas descargas ocorrem em velocidades diferentes e tem a sua conseqüência para o transporte de contaminantes. Como a maioria dos contaminantes são “fortemente” adsorvidos à matéria particular, conclui-se que os estuários e as regiões costeiras, onde os sedimentos fluviais são depositados, são sumidouros de contaminantes.

### **Recuperação do ouro por amalgamação e cianetação: problemas ambientais e possíveis alternativas**

Vicente Paulo de Souza e Fernando A. Freitas Lins, 1989  
STM 44

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_stm/stm-44.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_stm/stm-44.pdf)

Neste trabalho é apresentada uma breve revisão dos processos de amalgamação e cianetação e seu emprego no Brasil, procurando-se destacar os aspectos ambientais envolvidos na aplicação desses processos e os malefícios decorrentes dos mesmos. As possíveis alternativas são abordadas com base em revisão da literatura

### **Poconé: um campo de estudos do impacto ambiental do garimpo**

Marcello Mariz da Veiga, Francisco R. C. Fernandes, Luis Henrique Farid, José Eduardo B. Machado, Antônio Odilon da Silva, Luis Drude de Lacerda, Alexandre Pessoa da Silva, Edinaldo de Castro e Silva, Rosane V. Martins, João A. Imbassahy, Wolfgrand C. Pfeiffer, Wanderley R. Bastos e Vicente de Paula Souza, 1991

STA 1

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-01.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-01.pdf)

A localização estratégica do município, próximo à reserva ecológica do Pantanal, motivou a decisão do CETEM de estabelecer um programa de Desenvolvimento de Tecnologia Ambiental na região. No local, constatou-se a existência de uma lagoa artificial, Tanque dos Padres, na rodovia transpantaneira, assoreada com mais de 300.000m<sup>3</sup> de rejeitos de garimpo, cujas notícias locais consideravam-na um “pote de ouro e mercúrio”. As atividades de pesquisa abordaram, ainda, o garimpeiro, suas relações de trabalho, seu papel na sociedade local e reflexos no contexto nacional.

### **Mercúrio na Amazônia: uma bomba relógio química?**

L. D. Lacerda e W. Salomons, 1992

STA 03

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-03.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-03.pdf)

Este relatório trata do uso cada vez maior e da dispersão cada vez mais ampla do mercúrio através da ecologicamente sensível área amazônica e apresenta os resultados desse estudo. Os sete primeiros capítulos dão uma visão geral do conhecimento atual, embora escasso, de que se dispõe sobre o comportamento do mercúrio na Amazônia. O último capítulo integra as informações disponíveis e apresenta algumas especulações sobre o destino do mercúrio no complexo ecossistema da floresta tropical amazônica.

### **Fontes de mercúrio no Brasil**

Rui C. Hasse Ferreira e Luiz Edmundo Appel, 1991

SED 13

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-13.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-13.pdf)

O mercúrio tem sido indigitado como um dos grandes vilões da agressividade provocada ao meio ambiente pela atividade industrial. De onde vem este mercúrio? Quem o utiliza por segmento industrial? Qual o perfil da sua taxa de utilização ao longo do decênio? Quanto é perdido no meio ambiente? Quanto é consumido nos garimpos?

### **Recuperações ambientais em garimpo estável de ouro: um estudo de caso**

Irene C.M.H. de Medeiros Portela, 1991

SED 15

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-15.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-15.pdf)

As áreas de garimpo no Brasil apresentam as mais variadas tipologias de relações de trabalho, que devem ser identificadas e analisadas, delas se extraindo as lições de como, e de que maneira,

poderão ser introduzidas eventuais modificações tecnológicas no processo produtivo de forma a, ou aumentar a produção, ou minimizar o impacto ambiental do processo produtivo utilizado. Este trabalho, ora trazido à discussão da comunidade minero-metalúrgica, apresenta o estudo de caso dos garimpos de Poconé.

**Diagnóstico preliminar dos impactos ambientais causados pelo garimpo do ouro em Alta Floresta/MT: um estudo de caso**

Luiz Henrique Farid, Jose Eduardo B. Machado, Marcos P. Gonzaga, Saulo R. Pereira Filho, André Eugênio F. Campos, Nelson S. . Ferreira, Gersino D. da Silva, Carlos R. Tosar, Wolney Câmara, Sandra S. Hacon, Diana de Lima, Vangil Silva, Luiz Roberto M. Pedroso, Ednaldo de Castro E Silva e Lais A. Menezes, 1992  
STA 02

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-02.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-02.pdf)

Os estudos da equipe fazem parte de um sistema integrado, coordenado pelo CETEM, para traçar um diagnóstico preliminar dos efeitos ambientais da garimpagem do ouro em Alta Floresta-MT. Foram avaliados os aspectos sociais, biológicos, da geoquímica ambiental, da saúde humana e da tecnologia mineral numa tentativa de produzir o quadro mais amplo possível para a compreensão da atividade de garimpagem. A importância econômica da região é refletida diretamente no próprio município que, tendo sido uma região principalmente agrícola, tornou-se um pólo regional de apoio à prospecção do ouro em um espaço de tempo relativamente curto.

**Aspectos diversos da garimpagem de ouro**

Fernando Freitas Lins, 1992

STM 54

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_stm/stm-55.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_stm/stm-55.pdf)

Esta monografia reúne as experiências de onze profissionais, distribuídas ao longo dos seus domínios de interesse e ação, nos quais buscam orientar e direcionar aqueles que manifestam desejos de se aprofundarem nas várias questões ligadas ao garimpo de ouro.

### **Uma abordagem crítica da legislação garimpeira: 1967-1989**

Maria Laura Barreto, 1993

SED 19

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-19.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-19.pdf)

O trabalho expõe os conceitos norteadores da atividade mineral, tal como delineados na Constituição Brasileira, promulgada em 1988, e como estes conceitos foram apresentados e discutidos durante a fase da Constituinte. Ainda como se insere a nova concepção legal da garimpagem, ou seja, o regime de permissão de lavra, no âmbito do seu relacionamento com o todo da atividade mineral, bem como com as questões do meio ambiente.

### **Estudo dos impactos ambientais decorrentes do extrativismo mineral e da poluição mercurial no Tapajós (pré-diagnóstico)**

Rita Maria Rodrigues, Artur F. S. Mascarenhas, Ambrósio Hajime Ichihara, Terezinha Maria Cid Souza, Edison Dausacker Bidone, Victor Bellia, Sandra Hacon, Alberto Rogério B. Da Silva, João Bosco P. Braga e Bernard Stilianidi Filho, 1994

STA 04

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-04.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-04.pdf)

Realização de diagnóstico socioeconômico e avaliação das potencialidades associativas; identificação e análise dos fatores impactantes; desenvolvimento, aperfeiçoamento de tecnologias

de extração, beneficiamento e recuperação de ouro e mercúrio; ocupação alternativa consorciada com extrativismo mineral; e ampla difusão de tecnologias, dados e informações ambientais necessárias à formação de uma consciência pública sobre a necessidade de preservação da qualidade ambiental.

### **Poluição mercurial: parâmetros técnico-jurídicos**

Maria Laura Barreto e Anna Christiana Marinho, 1995

SED 27

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-27.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-27.pdf)

As legislações sobre os efeitos básicos gerados pela presença dos metais pesados no meio ambiente, ora apresentam critérios de parâmetros técnicos contraditórios entre si, ora não apontam com precisão a espécie química causadora da necessidade de contenção dos elementos, dentro das faixas de concentração toleradas.

### **Utilização do aguapé no tratamento de efluentes com cianetos**

Marcus Granato, 1995

STA 05

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-05.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-05.pdf)

O estudo, desenvolvido em laboratório e em duas etapas, teve por objetivo avaliar a potencialidade de utilização do aguapé, *Eichornia crassipes* (Mart.) Solms, no tratamento de efluentes contendo cianetos.

### **Avaliação da poluição por metais pesados na garimpagem de ouro**

Saulo Rodrigues Filho e John Edmund L. Maddock, 1995  
STA 07

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-07.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-07.pdf)

Durante os últimos 13 anos, o ouro tem sido explorado na região de Poconé, Mato Grosso, Brasil, utilizando-se métodos de garimpo. Nesta pesquisa, os níveis de base dos metais foram determinados através da análise de sedimentos e dos solos não afetados pelas atividades de mineração, localizadas rio acima das interferências antropogênicas. O estudo realizado em Poconé se concentra em Hg, Cu, Pb, Zn, Fe e Mn. Além disso, visa avaliar o nível de contaminação em sedimentos, solos e água, tendo em conta as águas de drenagem diretamente afetadas pela mineração do ouro.

**Metais pesados em sedimentos estuarinos: manguezais dos rios tributários Subaé e Paraguaçu da Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil**

J. F. Paredes, et al, 1995

STA 09

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-09.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-09.pdf)

Procurou-se examinar a dispersão de metais pesados em sedimentos de manguezais e de fundo de drenagem das duas principais bacias hidrográficas da região ocidental do Recôncavo da Bahia, correspondentes ao complexo estuarino do Rio Paraguaçu e ao estuário do Rio Subaé. As pesquisas efetuadas permitiram diagnosticar uma situação crítica em relação à região estuarina do Rio Subaé.

**Metais pesados nas sub-bacias hidrográficas de Poconé e Alta**

### **Floresta**

Saulo Rodrigues Filho, 1995

STA 10

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-10.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-10.pdf)

O presente estudo estabelece os níveis de background de metais pesados a partir de amostras de sedimentos e solos, isentas de interferências causadas pela atividade garimpeira. Na região de Poconé o estudo abrange os metais Hg, Cu, Pb, Zn, Fe e Mn, enquanto que na região de Alta Floresta o mercúrio foi o único metal estudado.

### **Diagnóstico ambiental das áreas submetidas à garimpagem de ouro em Rio Preto-MG**

Antônio José L. A. Ramos e Saulo Rodrigues Filho, 1996

STA 11

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-11.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-11.pdf)

A mineração informal (garimpo) de ouro aluvionar, no Brasil, teve uma grande expansão na década de 80, com a elevação da cotação do ouro no mercado internacional. Essa corrida do ouro pôde ser registrada não só na Amazônia (onde foi mais intensa), mas também em outras regiões, como no rio Preto, que situa-se entre as três maiores regiões metropolitanas do País.

### **Emissões de mercúrio na queima de amálgama: estudo da contaminação de ar, solos e poeira em Poconé/MT**

Alexandre Pessoa da Silva, et al, 1996

STA 13

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-13.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-13.pdf)

A queima do amálgama nas lojas de ouro das cidades nas áreas de garimpo tem sido indicada como fonte de emissão de mercúrio metálico em áreas urbanas com sérios agravos à saúde dos seus

funcionários e da população nas suas vizinhanças. Para avaliar estas emissões foram analisadas amostras de ar, solos e poeira doméstica coletadas em 53 domicílios da cidade.

**Projeto Itaituba: programa de desenvolvimento de tecnologia ambiental**

Alexandre Pessoa da Silva, 1997

STA 18

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-18.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-18.pdf)

Durante os anos de 1992 e 1993, o CETEM desenvolveu, na bacia do rio do Rato, Médio Tapajós (PA), o Projeto Itaituba de estudos de diagnóstico ambiental.

**Exposição ao mercúrio e os efeitos à saúde entre os moradores urbanos devido à comercialização de ouro em Poconé / MT, Brasil**

Volney de M. Câmara, Alexandre Pessoa da Silva, Marcus

Vinicius Maciel, Fátima Pivetta e Maurício Andrade Perez, 1997

STA 19

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-19.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-19.pdf)

Foi realizado um estudo epidemiológico comparativo do tipo seccional com o objetivo de avaliar os níveis de exposição e os efeitos causados por emissões de mercúrio metálico na atmosfera provenientes de casas compradoras de ouro na população residente do Município de Poconé, MT.

**Atividades garimpeiras no Brasil: aspectos técnicos, econômicos e sociais**

Jocy Gonçalo de Miranda, Moacir Cipriani, Raimundo Augusto C.

Mártires, Wagner José Giaconi, 1997

SED 38

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-38.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-38.pdf)

A monografia vem a contribuir para com as discussões, ainda

poucas, na literatura nacional e estrangeira, sobre as questões do garimpo, seus aspectos de atividade extrativa, seus problemas legais gerando conflitos quase que desnecessários se a atividade fosse melhor percebida por aqueles que lidam com os destinos da mineração no Brasil.

### **Otimização de amostrador de mercúrio nas fases vapor e particulado atmosférico**

Rozane V. Marins, Jailson B. de Andrade, Pedro A. P. Pereira, Elizabeth C. Paiva e Heloisa H. M. Paraquetti, 1999  
STA 21

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-21.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-21.pdf)

Objetivou testar e calibrar amostradores do tipo denuders impregnados especialmente para a coleta diferenciada das fases vapor e particulado atmosférico de mercúrio, na região amazônica de Alta Floresta (MT), em atmosfera urbana e próxima à floresta em região de garimpo.

### **Distribuição de mercúrio em solos e sedimentos lacustres na região de Alta Floresta, MT**

Luiz Drude de Lacerda, Mário Gomes Ribeiro Jr., Margareth de Souza, Gisele Antunes Ayres, 1999  
STA 23

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-23.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-23.pdf)

A distribuição de Hg em solos superficiais da região rural de Alta Floresta mostrou-se fortemente influenciada pela localização de fontes potenciais de Hg e pela cobertura vegetal.

### **Mercúrio na Bacia de Tapajós**

Roberto C. Villas Bôas, Christian Beinhoff e Alberto Rogerio da Silva, 2001

Livro avulso 49

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/Mercury/Mercury\\_in\\_the\\_Tapajos\\_Basin.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/Mercury/Mercury_in_the_Tapajos_Basin.pdf)

A iniciativa do Global Environment Fund das Nações Unidas, através do projeto remoção de barreiras para a redução da poluição global do mercúrio a partir de mineração de ouro artesanal, que desenvolverá estudos visando a criar um modelo de garimpo sustentável para a região, mereceu todo o apoio governamental.

### **Mecanismos de interação físico-química e mobilidade do mercúrio em solos, sedimentos e rejeitos de garimpo de ouro.**

Ricardo Melamed e Roberto C. Villas Bôas, 2002

STA 25

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-25.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-25.pdf)

O mercúrio é utilizado na sua forma elementar (Hg<sup>0</sup>) em diversos setores industriais, tais como: na indústria soda-cloro, na fabricação de lâmpadas fluorescentes e na recuperação de ouro nos garimpos. A emissão de mercúrio proveniente da indústria, de modo geral, tem contribuído de forma drástica para a biomagnificação do mercúrio (Hg) na cadeia alimentar, que por sua vez tem preocupado órgãos governamentais e ambientalistas. Experimentos conduzidos no laboratório investigaram as interações físico-químicas do Hg em rejeitos, solos e sedimentos de rio de regiões garimpeiras do Brasil.

### **Evolução temporal da poluição por metais pesados em sedimentos**

**do rio Paraíba do Sul, estado do Rio de Janeiro.**

Saulo Rodrigues Filho, Mário Gomes Ribeiro Júnior, Arnaldo Alcover Neto, Marilu de Menezes Silva, Eurico Zimbres, Allegra Viviane Yallouz, Zuleica Castilhos, Anderson Rocha da Silva, João Felipe Mitre de Araújo, 2002

STA 26

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-26.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-26.pdf)

O presente estudo busca avaliar a evolução temporal da poluição por metais pesados no rio Paraíba do Sul, a partir de sedimentos de planície de inundação. Os metais estudados são: As, Pb, Cu, Cr, Ni, Zn, Fe e Mn. A área de estudo situa-se entre as cidades de Resende e Volta Redonda, onde há uma significativa concentração de empreendimentos industriais.

**Acumulação de mercúrio em Tucunarés da Amazônia**

Ysrael Marrero Vera, Roberto José de Carvalho, Zuleica Carmen Castilhos e Maria Josefina Reyna Kurtz, 2007

SGPA 08

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sgpa/sgpa-8\\_final.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sgpa/sgpa-8_final.pdf)

O objetivo deste trabalho é estudar a bioacumulação de mercúrio na espécie tucunaré (*Cichla sp*), predador de topo da cadeia alimentar, a partir de um modelo matemático.

**Avaliação da potencial acumulação de mercúrio em peixes dos reservatórios (previstos) de Jirau e de Santo Antônio, Rio Madeira, RO**

Zuleica Carmen Castilhos e Ana Paula de Castro Rodrigues, 2008

SED 76

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-76.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-76.pdf)

Na região amazônica, a utilização do mercúrio para amalgamar

o ouro tornou-se comum, fazendo com que grandes quantidades deste metal pesado fossem liberados para o ambiente. Com a atual necessidade de produção de energia para sustentar o crescimento econômico brasileiro, o maior potencial hidroelétrico encontra-se justamente em rios amazônicos, dentre eles o rio Madeira, que possui projetos para construção de duas hidroelétricas (AHE Jirau e AHE Santo Antônio) em andamento atualmente.

## 5. MEIO AMBIENTE: TEMÁTICOS E DIVERSOS

**Sistema contínuo e biossorção de metais pesados por uma biomassa seca de uma alga parda**

Antônio Carlos A. da Costa, Luciana Maria S. de Mesquita e João Tomovsky, 1996

STA 12

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-12.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-12.pdf)

A biossorção de metais pesados por uma biomassa seca de uma alga parda foi estudada. Foi empregado um sistema contínuo para o tratamento de um efluente complexo de uma indústria brasileira produtora de zinco. Resultados preliminares indicaram uma cinética rápida para o processo.

**Transporte de produtos químicos tóxicos através de solos: um desafio ambiental para a indústria de mineração**

Ricardo Melamed, 1997

STA 16

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-16.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-16.pdf)

A tecnologia utilizada na disposição de rejeitos provenientes da indústria minero-metalúrgica é de fundamental importância para a qualidade das águas subterrâneas e superficiais. Este trabalho descreve a importância dos mecanismos de sorção, como resultado da interação de compostos químicos com a superfície dos minerais, na mobilidade de elementos tóxicos.

**Sistema de reação de fluxo para a remoção de metais pesados a**

### **partir de um processo biológico**

Luis G. S. Sobral, 1999

STA 20

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-20.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-20.pdf)

Neste estudo foi examinada a remoção de zinco, cádmio e cobre de uma solução aquosa em meio sulfato, derivada do processo de distorção desses metais da biomassa.

### **Recursos hídricos e tratamento de águas na mineração**

Ana Paula Almeida e Adão Benvindo da Luz, 2001

STA 24

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-24.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-24.pdf)

Alguns aspectos relacionados à política e ao gerenciamento dos recursos hídricos, abordando também alguns conceitos básicos de hidrogeologia. Processos tradicionais e potenciais para o tratamento das águas oriundas dos processos de lavra e de processamento mineral são discutidos.

### **Flotação aplicada à remoção de metais pesados**

Maurício Leonardo Torem e Rui de Góes Casqueira, 2003

STA 28

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-28.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-28.pdf)

A tecnologia de tratamento dos efluentes líquidos que contêm metais pesados vem sofrendo os ajustes necessários para o enquadramento do efluente tratado às rigorosas normas ambientais vigentes.

### **Avaliação do potencial de drenagem ácida de rejeitos da indústria**

### **mineira**

J. R. J. Zumarán Farfan, O. Barbosa e Vicente Paulo de Souza, 2004  
STA 29

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-29.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-29.pdf)

O objetivo do presente trabalho é avaliar o potencial de geração de drenagem ácida dos rejeitos do beneficiamento do carvão do estado de Santa Catarina e sedimentos dragados da lagoa de Jacarepaguá do estado do Rio de Janeiro, no Brasil.

### **Tecnologia de sistemas passivos para o tratamento de drenagem ácida de minas**

Roberto de Barros Emery Trindade e Paulo Sérgio Moreira Soares, 2004

STA 30

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-30.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-30.pdf)

Drenagem ácida de minas (DAM) é a solução aquosa ácida gerada quando minerais sulfetados presentes em resíduos de mineração (rejeito ou estéril) são oxidados em presença de água. Trata-se de um dos mais graves impactos ambientais associados à atividade de mineração.

### **Produção de sulfeto em reator do tipo UASB e sua potencial aplicação na remoção de metais pesados de efluentes**

Andréa Camardella de Lima Rizzo e Selma Gomes Ferreira Leite, 2004

STA 32

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-32\\_I.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-32_I.pdf)

Diversas operações realizadas nas indústrias de galvanoplastia e de eletrodeposição, dentre outras, bem como nas mineradoras, geram efluentes e lixívias aquosas contendo metais pesados em meio sulfato.

### **Sistema contínuo e biossorção de metais pesados por uma**

### **biomassa seca de uma alga parda**

Antônio Carlos A. da Costa, Luciana Maria S. de Mesquita e João Tomovsky, 1996

STA 12

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-12.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-12.pdf)

A biossorção de metais pesados por uma biomassa seca de uma alga parda foi estudada. Foi empregado um sistema contínuo para o tratamento de um efluente complexo de uma indústria brasileira produtora de zinco. Resultados preliminares indicaram uma cinética rápida para o processo.

### **Estudo da vermiculita como adsorvente de óleo e metal pesado**

José Fernandes de Oliveira Ugarte e Marisa Bezerra de Mello Monte, 2005

STA 34

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-34.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-34.pdf)

Os resultados da adsorção e dessorção mostraram que a vermiculita absorveu quantidade elevada de óleo, com eficiência de 98% e liberação de 90% do óleo incorporado, além de manter a hidrofobicidade do material para ser usado em ensaios posteriores.

### **Remoção de mercúrio de efluentes líquidos da indústria soda-cloro usando *sargassum sp.***

Luis Gonzaga Santos Sobral, André Luiz Ventura Fernandes, Renata de Barros Lima, Débora Monteiro de Oliveira e Priscila Gonçalves Xavier, 2006

STA 36

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-36.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-36.pdf)

Neste trabalho, realizou-se a avaliação da captação de mercúrio iônico contido em efluentes líquidos por uso da macroalga marinha *Sargassum sp.*, facilmente encontrada no litoral nordeste do Brasil.

### **Biorremediação de solos contaminados por petróleos: ênfase no uso**

### **de biorreatores**

Andréa C. de Lima Rizzo, Selma Gomes Ferreira Leite, Adriana Ururahy Soriano, Ronaldo Luis Correa dos Santos e Luis Gonzaga dos Santos Sobra, 2006

STA 37

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-37.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-37.pdf)

A elevada potencialidade do uso de microrganismos, apontados na literatura como agentes degradadores das mais diversas substâncias, aliada ao cada vez mais frequente emprego da biotecnologia, indicam o tratamento biológico como um dos mais eficientes meios de reduzir os efeitos adversos dos hidrocarbonetos sobre o meio ambiente.

### **Recuperação de metais preciosos a partir de lamas anódicas de processos de eletrorefino de cobre, prata e ouro**

Gabrielle Nogueira Bard, Luis Gonzaga Santos Sobral e Renata de Barros Lima, 2006

STA 38

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-38.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-38.pdf)

Esse trabalho teve como objetivo avaliar as rotas de tratamento de lamas anódicas provenientes dos processos de eletrorefino de ouro, prata e cobre.

### **Fitorremediação: o estado da arte**

Débora Monteiro de Oliveira, Diego Valentim Crescente Cara, Priscila Gonçalves Xavier, Luis Gonzaga dos Santos Sobral, Renata de Barros Lima e Alexandre Loureiro de Almeida, 2006

STA 39

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-39.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-39.pdf)

A fitorremediação é uma tecnologia que utiliza sistemas vegetais como agente de descontaminação, a fim de remediar água e solos contaminados por poluentes de origem orgânica (hidrocarbonetos,

pesticidas, compostos clorados, nitrogenados, e explosivos) e inorgânica (metais e elementos radioativos).

### **Estado da arte dos processos físico-químicos de remoção de selênio de efluentes industriais**

André Luiz Ventura Fernandes, Ronaldo Luiz Correia dos Santos e Luis Gonzaga Santos Sobral, 2006

STA 40

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-40.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-40.pdf)

Revisão bibliográfica acerca dos processos físico-químicos de remoção de selênio em efluentes e, ainda, identifica algumas das principais fontes de emissão de selênio para o ambiente.

### **Processos biológicos de remoção de selênio de efluentes**

Andrea C. de Lima Rizzo, Valéria Millioli, Judith Liliana S. Lemos, Érica Valdman e Ronaldo Luiz Correia dos Santos, 2007

STA 42

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-42.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-42.pdf)

O objetivo do presente trabalho é analisar, criticamente, as possibilidades de remoção do selênio de efluentes por processos biológicos.

### **Revisão acerca da utilização de microrganismos na biorremediação de rejeitos industriais contendo metais pesados**

Judith Liliana Solórzano Lemos, Marion Cony Carlos, Yaci Pira-Tatá Maria Marcondes Farias e Ronaldo Luiz Correa dos Santos, 2008

STA 43

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-43.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-43.pdf)

Este trabalho visa fazer uma compilação bibliográfica e, a partir

dela, avaliar criticamente e explicar alguns dos mecanismos de interação metais-microrganismos, assim como a aplicação de métodos biológicos para a remediação de áreas contaminadas. Busca, ainda, além de identificar microrganismos com melhor potencial de remoção de metais, apontar para futuras aplicações em biorremediação.

**Emprego de fungos filamentosos na biorremediação de solos contaminados por petróleo: estado da arte**

Sabrina Dias de Oliveira, Judith Liliana Solórzano Lemos, Claudia Afonso Barros e Selma Gomes Ferreira Leite, 2008  
STA 45

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-45.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-45.pdf)

O presente trabalho reúne uma série de artigos científicos e outras referências recentes para discutir assuntos relevantes na conjuntura atual, tais como poluição do solo por meio do derramamento de petróleo, tipos de tratamentos biológicos convenientes, com destaque para a biorremediação, e perspectivas da aplicação de fungos filamentosos nos processos de biodegradação.

**Implantação de tecnologias de remediação de água subterrânea contaminada por gasolina em postos de abastecimento: estudo em campo e em microcosmos**

Aline Alves Soares, Cláudia Duarte da Cunha e Selma Gomes Ferreira Leite, 2008  
SAT 48

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-48.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-48.pdf)

O objetivo deste trabalho foi investigar, preliminarmente, a contaminação de solo e água subterrânea por gasolina em posto de abastecimento localizado em indústria metalúrgica no Rio de Janeiro.

**Remoção de óleo e arsênio de efluente industrial utilizando xisto**

**retortado**

Patrícia Ferreira Prado, Cláudia Duarte da Cunha, Selma Gomes Ferreira Leite e Fernando Jorge Santos Oliveira, 2008

STA 49

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-49.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-49.pdf)

Neste trabalho foi demonstrado o potencial de uso do xisto retortado como material sorvente de óleo e arsênio provenientes de um efluente real de uma Unidade de Beneficiamento de Minério de Xisto.

**Biorremediação de solo impactado com óleo cru: avaliação da potencialidade da utilização de surfatantes**

Valéria Souza Millioli, Luiz Gonzaga Santos Sobral, Eliana Flávia Camponese Sérvulo e Denize Dias de Carvalho, 2008

STA 50

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-50.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-50.pdf)

O objetivo do trabalho foi descrever algumas contribuições técnicas nos últimos anos em que se tem utilizado surfatante como auxiliares na biorremediação, além de uma revisão bibliográfica sobre solo, petróleo, surfatantes e suas utilizações, bem como alguns testes eco toxicológicos que podem ser utilizados para avaliar o comportamento dos surfatantes quando adicionados ao solo.

**Utilização da fibra da casca de coco verde como suporte para a formação de biofilme visando o tratamento de efluentes**

Bianca de Souza Manhães de Azevedo, Andréa Camardella de Lima Rizzo, Selma Gomes Ferreira Leite, Luis Gonzaga dos Santos Sobral, Danielle Reichwald e Gustavo Mendes Walchan, 2008

STA 51

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-51.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-51.pdf)

Pode-se destacar na biotecnologia ambiental a utilização de

suportes para adesão de microrganismos e formação de biofilme com capacidade para remover poluentes orgânicos e inorgânicos presentes nos efluentes. Por este motivo, o estudo acerca de novos tipos de suporte para crescimento de biofilme tem sido amplamente realizado empregando materiais como: polímeros, cerâmicas, pedra brita, casca de arroz e casca de coco, destacando- se, esse último, como um material promissor, visto que é um resíduo de baixo custo e encontrado com facilidade.

### **Biolixiviação: utilização de micro-organismos na extração de metais**

Débora Monteiro de Oliveira, Eliana Flávia Camporese Sérvulo, Luis Gonzaga Santos Sobral e Gabriel Henrique Costa Peixoto, 2010  
STA 53

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-53.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-53.pdf)

O objetivo do presente trabalho é apresentar uma revisão bibliográfica sobre biolixiviação com a abordagem dos principais aspectos do processo, a saber: micro-organismos envolvidos, mecanismos de biolixiviação e os fatores que influenciam no processo.

### **Avaliação da biodisponibilidade de contaminantes orgânicos em solo contaminado**

Maria Clara S. C. L. Telhado, Selma Gomes Ferreira Leite, Andréa Camardella de Lima Rizzo e Danielle Reichwald Claudia D. da Cunha, 2010  
STA 56

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-56.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-56.pdf)

A biodisponibilidade, do ponto de vista de processos, pode ser definida como interações físicas, químicas e biológicas que determinam a exposição de seres vivos a substâncias em solos e sedimentos. O presente trabalho investigou se a extração química

com Hidroxipropil Ciclodextrina Beta.

**Avaliação ecotoxicológica de efluentes da indústria carbonífera**

Zuleica Carmen Castilhos, Silvia Gonçalves Egler, Hudson Jean Bianchini Couto, Silvia Cristina Alves França, Jorge Rubio, Cristiane Moreira dos Reis Pereira, Patricia Correa Araujo, 2011  
STA 61

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-61.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-61.pdf)

Os efluentes oriundos do beneficiamento de carvão mineral, após diferentes tratamentos, foram avaliados através de testes ecotoxicológicos.

**Biorremediação de água subterrânea contaminada com gasolina e análise molecular da comunidade bacteriana presente**

Cláudia Duarte da Cunha, Selma Gomes Ferreira Leite, Alexandre Soares Rosado e Mário do Rosário, 2008  
STA 47

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-47.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-47.pdf)

A avaliação de algumas condições como a presença de microrganismos hidrocarbonoclasticos no sítio contaminado, além da presença de biossurfactantes e enzimas-chave no processo de biodegradação se faz necessária para a implantação da melhor estratégia de tratamento.

**Impactos radiológicos da indústria do fosfato**

Horst Monken Fernandes, Mônica A. Pires Rio e Mariza R. Franklin, 2004  
SED 56

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-56.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-56.pdf)

Tem sido reconhecido que várias indústrias não-nucleares

têm o potencial de causar impactos radiológicos ambientais e ocupacionais significativos. Estudos apontam que o principal problema dessas indústrias são os resíduos/rejeitos gerados no processo operacional. É ainda apresentado um estudo de caso a partir dos dados coletados em uma indústria de fosfato no Brasil.

### **Implicações das interações químicas do solo sobre a gestão de fertilizantes em latossolos**

Ricardo Melamed, 2004

SED 59

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-59.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-59.pdf)

A agricultura no Brasil é praticada predominantemente em latossolos, solos que se encontram em estágio avançado de intemperismo, com predominância de óxidos de ferro e alumínio. O foco é uma abordagem sobre o manejo racional do emprego de fertilizantes em sistemas de produção agrícola enfatizando os aspectos e as interações físico-químicas dos latossolos.

### **Fertilizantes e sustentabilidade: o potássio na agricultura brasileira, fontes e rotas alternativas**

Marisa Nascimento e Francisco E. de Vries Lapido Loureiro,  
2004

SED 61

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-61.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-61.pdf)

Faz-se uma abordagem das fontes tradicionais e potenciais, dos aspectos econômicos e geoestratégicos e das características/perspectivas da demanda/consumo. Referem-se ainda fontes não convencionais de potássio e rotas tecnológicas para seu aproveitamento que, a médio prazo, possam tornar o País menos dependente de importações.

### **Fabricação de um fertilizante organo-fosfatado**

Carlos Alberto Ikeda Oba, 2004

SED 62

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-62.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-62.pdf)

O trabalho apresenta a alternativa de produção de um fertilizante organo-fosfatado, baseado no processo Humifert, desenvolvido pelos pesquisadores franceses F. Sternicha e A. Bernard, de simples fabricação, através de solubilização nítrica dos fosfatos, a partir da mistura de rochas fosfáticas moídas e de matérias orgânicas umidificadas.

### **Críticas ao modelo brasileiro de fertilizantes fosfatados de alta solubilidade**

Arthur Pinto Chaves e Carlos Alberto Ikeda Oba, 2004

SED 63

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-63.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-63.pdf)

O trabalho apresenta uma crítica ao modelo de fabricação de fertilizantes de alta solubilidade implantado no Brasil e importado dos países industrializados, todos eles localizadas em regiões de clima temperado.

### **Micronutrientes na agricultura brasileira: disponibilidade, utilização e perspectivas**

Álvaro Vilela de Resende, 2004

SED 64

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-64.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-64.pdf)

O uso de micronutrientes na agricultura brasileira é tema complexo e ainda controvertido. Os micronutrientes ocorrem em teores muito baixos no solo e têm sua dinâmica bastante afetada pelas características do mesmo.

### **Lixiviação bacteriana do sulfato de cobre de baixo teor da Caraíba**

Vicente Paulo de Souza, 1980

STM 12

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_stm/stm-12.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_stm/stm-12.pdf)

Foram realizados estudos em escala de bancada com o minério sulfato de cobre de baixo teor da Caraíba, utilizando-se bactérias do gênero *thiobacillus* isoladas do próprio minério. A biolixiviação em condições ideais apresentou uma extração de 51% do cobre contido em um período de 30 dias.

### **O problema do germânio no Brasil**

Roberto C. Vilas Boas, Maria Dionízia C. DS Santos e Vicente Paulo de Souza, 1992

STM 57

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_stm/stm-57.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_stm/stm-57.pdf)

Tem-se conhecimento de que, desde a década de 50, o Brasil vem demonstrando espaçadamente interesse pelo Germânio e pesquisando fontes comerciais do elemento para sua recuperação. Este trabalho demonstra a obsolescência de algumas pesquisas e que ainda não foram descortinados, sob o ponto de vista tecnocomercial, materiais suficientemente ricos em germânio para uma recuperação econômica.

### **Degradação de cianetos por hipoclorito de sódio**

Antonio Carlos Augusto da Costa, 1992

SMT 60

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_stm/stm-60.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_stm/stm-60.pdf)

O emprego de hipoclorito de sódio para degradação de cianetos a partir de soluções de cianeto de sódio e de cianetos metálicos foi avaliado, em escala de laboratório, em reatores agitados.

### **Tiouréia e bromo como lixivantes alternativos na cianetação do ouro**

Roberto de Barros Emery Trindade, 1994

STM 67

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_stm/stm-67.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_stm/stm-67.pdf)

É apresentada uma revisão das principais publicações referentes à tiouréia e ao sistema bromo/brometo como reagentes alternativos ao cianeto na hidrometalurgia do ouro, incluindo o trabalho desenvolvido no CETEM com o sistema “brometo + agente oxidante”.

**Beneficiamento mineral: potencialidades dos microrganismos como reagentes de flotação**

Luciana Maria Souza Mesquita, Fernando A. Freitas Lins e Maurício Leonardo Torem, 2002

STM 81

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_stm/stm-81.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_stm/stm-81.pdf)

A literatura recente vem apontando a potencialidade do uso de espécies microbianas como reagentes de flotação na separação hematita-quartzo, corindum quartzo, apatita-dolomita e pirita-carvão, na chamada bioflotação.

**Avaliação do uso do solo no entorno da UHE de Porto Primavera utilizando o geoprocessamento e sensoriamento remoto**

Luzia Alice Ferreira de Moraes, Ronaldo Luiz Correa dos Santos, Edvard Elias de Souza Filho e Luis Gonzaga Santos Sobral, 2006  
SGPA 06

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sgpa/sgpa-06.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sgpa/sgpa-06.pdf)

Este trabalho teve como objetivo identificar os impactos relativos ao uso do solo, principalmente em relação à degradação causada pela extensão inundada de áreas no entorno da barragem de Porto Primavera, São Paulo, Brasil.

**Metodologia de aplicação do geoprocessamento na avaliação da**

**contaminação de metal pesado em solo: estudo de caso em área confinada de indústria**

Luzia Alice Ferreira de Moraes, Ronaldo Luiz Correa dos Santos e Luis Gonzaga dos Santos Sobral, 2006

SGPA 07

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sgpa/sgpa-7.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sgpa/sgpa-7.pdf)

O presente trabalho visa demonstrar a metodologia de emprego da ferramenta geoprocessamento na avaliação da contaminação por metal pesado no interior de uma indústria, usando a construção de modelos numéricos de terreno (MNT).

**Impactos ambientais na bacia hidrográfica de Guapi/Macacu e suas consequências para o abastecimento de água nos municípios do leste da Baía de Guanabara**

José Roberto da Costa Dantas, Josimar Ribeiro de Almeida e Gustavo Aveiro Lins, 2007

SGPA 10

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sgpa/sgpa-10\\_final.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sgpa/sgpa-10_final.pdf)

A importância da preservação da bacia hidrográfica de Guapi/Macacu foi evidenciada durante os anos de 2001 e 2002, uma vez que três principais cidades da região do Leste da Baía de Guanabara tiveram sérios problemas com o abastecimento de água.

**Avaliação de impactos ambientais: estudo de caso**

Jaqueline de Oliveira Abi-Chahin, Josimar Ribeiro de Almeida e Gustavo Aveiro Lins, 2008

SGPA 11

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sgpa/sgpa-11\\_final.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sgpa/sgpa-11_final.pdf)

Estradas são vitais para o crescimento da economia de uma

nação. Contudo, os impactos ecológicos causados por estradas têm sido considerados por muitos autores um dos principais fatores responsáveis pela perda de biodiversidade no mundo.

### **Controle da poluição hídrica gerada pelas atividades automotivas**

Marcelo Bernardes Secron, Gandhi Giordano e Olavo Barbosa Filho, 2010

SGPA 12

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sgpa/sgpa-12.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sgpa/sgpa-12.pdf)

O presente estudo avaliou treze diferentes atividades automotivas na região metropolitana do Rio de Janeiro através de um protocolo de monitoramento proposto, envolvendo os parâmetros: Surfactantes, DQO, óleos e graxas, RNFT, material sedimentável e pH.

### **Metodologia para o monitoramento da qualidade das águas da Bacia Carbonífera Sul Catarinense: ferramenta para gestão em poluição ambiental**

Zuleica Carmen Castilhos, Edison Dausacker Bidone, Ricardo Gonçalves Cesar, Silvia Gonçalves Egler, Nadja Zim Alexandre, Marcus Bianchini e Teresinha Nascimento, 2010

SGPA 13

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sgpa/sgpa-13.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sgpa/sgpa-13.pdf)

O objetivo deste trabalho é avaliar os fluxos fluviais de contaminantes e seu balanço de massa para três bacias impactadas pela mineração de carvão na região carbonífera sul catarinense: Araranguá, Tubarão e Urussanga.

### **Carvão brasileiro: tecnologia e meio ambiente**

Paulo Sergio Moreira Soares, Maria Dionísia Costa dos Santos,  
Mario Valente Possa, 2008  
Livro avulso 24

Aborda os diferentes aspectos ambientais da mineração do carvão:  
lavra, processamento, impactos sobre o meio físico, revegetação,  
fitorremediação e gestão de áreas impactadas.

### **Análise e avaliações de impactos ambientais**

Josimar Ribeiro de Almeida e Paulo Sergio Moreira Soares,  
Livro Avulso 32  
<http://www.cetem.gov.br/publicacao/livros/analysis.htm>

Contém fundamentos e aplicações de diferentes técnicas e busca  
satisfazer os profissionais que, em suas atividades, dedicam-se à  
prática da análise e avaliação de impactos ambientais.

### **Processos biohidrometallurgical: uma abordagem prática**

Luís Gonzaga Santos Sobral, Débora Monteiro de Oliveira e  
Carlos Eduardo Gomes de Souza, 2011  
Livro Avulso 02  
[http://www.cetem.gov.br/publicacao/livros/banner\\_  
biohydrometallurgical.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/livros/banner_biohydrometallurgical.pdf)

Aborda os aspectos práticos dos processos biobidrometalurgicos,  
a exemplo da biolixiviação de sulfetos minerais, a bio-  
disponibilização de nutrientes de agro-minerais, a biorremediação  
de solos contaminados com petróleo, entre outros.

### **Ingeniería ambiental subterránea y aplicaciones**

Vidal Félix Navarro Torres e Carlos Dinis da Gama, 2012

Livro avulso 01

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/livros/Livro\\_Ing\\_Amb\\_Subterranea\\_v2.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/livros/Livro_Ing_Amb_Subterranea_v2.pdf)

Este livro trata da engenharia subterrânea ambiental, estruturado pelo conceito de meio ambiente subterrâneo, uma interação dinâmica e abrangente mútuo dos quatro domínios principais: atmosfera subterrânea, a água do solo, rocha e componentes biológicos.

## 6. INOVAÇÃO

### **Tecnologia alternativa para produção de berílio metálico**

Roberto Ottoni Portela Couto, 1997

SED 39

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-39.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-39.pdf)

Berílio: pode-se produzir ou não no Brasil? Quais são os impedimentos para isso, além do mercado?

### **Caulim e carbonato de cálcio: competição na indústria de papel**

Eduardo Augusto de Carvalho e Salvador Luiz M. de Almeida, 1997

SED 41

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-41.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-41.pdf)

Caulim e carbonato de cálcio são insumos da indústria papelreira. Suas aplicações, suas razões de utilização e tendências de aumento de consumo são discutidas, levando em conta alterações tecnológicas e restrições ambientais.

### **Inovação tecnológica e setores da indústria extrativa e de transformação mineral**

Maria Helena M. Rocha Lima, 2001

SED 49

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-49.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-49.pdf)

O objetivo é contribuir com uma análise da inovação tecnológica e seus efeitos no crescimento industrial brasileiro, com ênfase na indústria extrativa e de transformação mineral.

### **Briquetagem e a sua importância para a indústria**

Walter Shinzel e Regina Célia M. da Silva, 1981

#### STM 17

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_stm/stm-17.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_stm/stm-17.pdf)

Apresenta-se uma revisão das tecnologias de briquetagem com ênfase nas características do produto no estado natural, intermediário e final no processo. São mostrados exemplos práticos de processos industriais. A utilização de finos pode ser facilitada e feita mais eficientemente pela briquetagem.

#### **Paládio: extração e refino, uma experiência industrial**

Luís Gonzaga S. Sobral, Marcus Granato e Roberto B. Ogando, 1992

#### STM 61

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_stm/stm-61.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_stm/stm-61.pdf)

A definição da rota tecnológica de processamento deste material envolveu uma série de estudos em escala de laboratório, seguida de uma confirmação em escala piloto e de imediata implantação e operação em escala industrial.

#### **Atapulgita do Piauí para a indústria farmacêutica**

José Pereira Neto, Salvador L. M. de Almeida e Ronaldo de Miranda Carvalho, 1993

#### STM 64

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_stm/stm-64.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_stm/stm-64.pdf)

Este trabalho teve por objetivo desenvolver processos para o aproveitamento da atapulgita de Guadalupe-PI, visando sua aplicação na indústria farmacêutica.

#### **Zeólitas: propriedades e usos industriais**

Adão Benvindo da Luz, 1994

STM 68

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_stm/stm-68.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_stm/stm-68.pdf)

Ficou evidenciado que os catalisadores à base de zeólitas sintéticas são bastante utilizados no refino de petróleo e na indústria petroquímica e que as zeólitas naturais apresentam um bom potencial de aplicação na área ambiental.

### **Utilização do calcário do Cariri cearense como agregado mineral em pavimentação asfáltica**

Roberto Carlos da C. Ribeiro, Julio Cesar Guedes Correia, Peter Rudolf Seidl, Jorge Barbosa Soares, Francisco Wilson Holanda Vidal e Livia Pinheiro de Araujo, 2006

STM 86

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_stm/stm-86.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_stm/stm-86.pdf)

A região do Cariri cearense se apresenta como um importante pólo mineral, no que tange à sua rica reserva de calcário sedimentar laminado e cristalino. O calcário cristalino é extraído e processado em fornos tipo caieiras e, em sua grande maioria, é utilizado na indústria de cal. Este trabalho buscou estudar outra aplicação para este calcário cristalino, optando-se pela sua utilização como insumo na pavimentação asfáltica.

### **Reciclagem de automóveis: estratégias, práticas e perspectivas**

Heloisa Vasconcellos de Medina, 2003

STA 27

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-27.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-27.pdf)

Estudo sobre reciclagem de materiais automotivos como parte de um estudo de caso do projeto Reciclagem e Recuperação de Materiais. Ele explora os impactos ambientais do automóvel e as novas formas de inovar na produção e na reciclagem que estão conduzindo à reestruturação dessa indústria.

### **Inovação em materiais na indústria automobilística**

Heloisa Vasconcellos de Medina, 2001

SED 48

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-48.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-48.pdf)

Dividido em cinco capítulos, o texto se inicia com um panorama do automóvel e de sua indústria, seguido da história dos materiais automotivos e do processo de substituição de materiais, e das principais tendências para os novos materiais e tecnologias associadas. Passa então ao contexto do Projeto Clio II e apresentação da gestão de P&D e os novos materiais na Renault, para chegar à análise dos cinco exemplos selecionados.

## 7. RESÍDUOS

### **Resíduos de origem eletrônica**

Fábio Henrique Silva dos Santos e Carlos Eduardo Gomes de Souza, 2010

STA 57

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-57.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-57.pdf)

Lixo eletrônico, e-lixo, rejeitos e/ou resíduos eletrônicos, entre outros; são termos comumente utilizados para equipamentos eletrônicos quando estes tornam-se obsoletos, e são conseqüentemente, descartados. Devido à crescente aceleração do setor, a indústria de eletrônicos apresenta uma elevada taxa de inovação, o que gera a necessidade de substituição dos equipamentos em um período cada vez mais curto.

### **Tendências da reciclagem de materiais na indústria automobilística**

Flávio de Oliveira Marques e Luiz Antonio de Meirelles, 2006

SED 71

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-71.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-71.pdf)

O trabalho foca o estudo de caso realizado em uma montadora no Brasil e compara o avanço da reciclabilidade do automóvel face às legislações ambientais europeias e seus reflexos no Brasil.

### **Ecoeficiência aplicada à redução da geração de resíduos sólidos**

Cristina Lúcia Silveira Sisinho, Andréa Camardella de Lima

Rizzo e Ronaldo Luiz Corrêa dos Santos, 2011

SED 79

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-79.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-79.pdf)

A ecoeficiência aparece como uma ferramenta capaz de auxiliar na não geração/redução da geração, identificado os aspectos econômicos e ambientais relativos à produção de resíduos sólidos.

**Aglomerado seletivo de finos de carvão de Santa Catarina: estudos preliminares**

Lauro Santos N. da Costa, 1981

STM 16

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_stm/stm-16.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_stm/stm-16.pdf)

Todo o estudo foi realizado em amostras de carvão pré-lavado (CPL) e finos naturais, provenientes dos Lavadores da Companhia Próspera S.A.. Entre os principais parâmetros influentes no processo de aglomeração seletiva foram estudados: granulometria; diferentes tipos e concentração de óleo; grau de agitação; tempo de condicionamento; pH.

### **Lixiviação bacteriana de cobre de baixo teor em escala de bancada**

Teresinha R. de Andrade e Francisca Pessoa de França, 1984

STM 33

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_stm/stm-33.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_stm/stm-33.pdf)

A influência da variação da concentração de inóculo inicial de células de *Thiobacillus ferro oxidans* na lixiviação bacteriana foi estudada em ensaios realizados com o minério sulfetado de cobre de baixo teor. O minério de cobre de baixo teor de Caraíba mostrou-se passível de lixiviação por via bacteriana.

### **Recuperação do ouro por amalgamação e cianetação: problemas ambientais e possíveis alternativas**

Vicente Paulo de Souza e Fernando A. Freitas Lins, 1989

STM 44

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_stm/stm-44.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_stm/stm-44.pdf)

Neste trabalho é apresentada uma breve revisão dos processos de amalgamação e cianetação e seu emprego no Brasil, procurando-se destacar os aspectos ambientais envolvidos na aplicação desses processos e os malefícios decorrentes dos mesmos. As possíveis alternativas são abordadas com base em revisão da literatura.

### **O transporte de metais pesados no solo no contexto da disposição de resíduos sólidos**

Sergio Moreira Soares, Lidia Yokoyama e Denize Dias de  
Carvalho Freire, 2005

STA 33

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-33.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-33.pdf)

Revisão dos conceitos básicos envolvidos no transporte de metais pesados no solo, no contexto da disposição final de resíduos sólidos industriais. De forma complementar, são apresentados também alguns exemplos da aplicação desses conceitos na escolha de estratégias para remediação do solo contaminado com metais pesados.

#### **Uma biotecnologia emergente para o tratamento de resíduos com acumuladores de metal**

Antônio Carlos A. da Costa, 1997

STA 17

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-17.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-17.pdf)

Etapas bem definidas foram conduzidas, incluindo-se a seleção da biomassa mais adequada ao processo para emprego como material acumulador de metais, condução de experimentos em regime contínuo com efluentes sintéticos e efluentes reais, estudos sobre as condições ideais de distorção dos metais, bem como escalonamento e avaliação econômica de uma unidade contínua de tratamento.

#### **Gestão de resíduos sólidos geradores de drenagem ácida de minas com o uso de coberturas secas**

MariLUce de Oliveira Ubaldo, Laura de Simone Borma e Maria  
Claudia Barbosa, 2006

SGPA 04

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sgpa/sgpa-04.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sgpa/sgpa-04.pdf)

Este trabalho apresenta uma revisão dos conceitos básicos para o estudo da mitigação da drenagem ácida de minas através do

uso de coberturas secas e descreve, de forma simplificada, as principais equações utilizadas pelo programa computacional SoilCover, que pode ser utilizado para o projeto de coberturas.

**Análise de risco aplicada à gestão de rejeitos: uma revisão aplicada aos depósitos de rejeitos radioativos próximos à superfície**

Laís Alencar de Aguiar, Paulo Sérgio Moreira Soares, Paulo Fernando Ferreira Frutuoso e Melo e Antonio Carlos Marques Alvim, 2007

SGPA 09

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sgpa/sgpa-9\\_final.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sgpa/sgpa-9_final.pdf)

Rejeitos radioativos são resultantes da geração de energia nuclear e do uso de material radioativo na indústria, pesquisa científica e medicina. Estes rejeitos emitem radiação ionizante e representam perigo potencial para a saúde humana e o meio ambiente.

**Eco-concepção para a qualidade da reciclagem do aço e do alumínio automotivos**

Heloiisa Vasconcellos de Medina, 2006

SIQ 01 01

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-01.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-01.pdf)

O avanço tecnológico contínuo dos materiais, as novas ligas metálicas, os compósitos de matriz metálica e as associações do tipo aço/cobre no automóvel vêm tornando mais complexos não só os materiais e os sistemas automotivos, mas também a separação e recuperação, através da reciclagem dos metais contidos nas peças de reposição e nos veículos em fim de vida, além de comprometer a qualidade do material recuperado.

**Tratamento de areia de praia contaminada por óleo cru utilizando reagente de Fenton**

Valéria Souza Millioli, Denize Dias de Carvalho Freire e Magali  
Christe Cammarota, 2004

STA 31

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-31.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-31.pdf)

Este trabalho teve como objetivo principal avaliar a eficiência do reagente de Fenton na oxidação e/ou remoção de óleo cru aderido à areia de praia contaminada após um vazamento ocorrido na Baía de Guanabara, em Janeiro de 2000.

### **As rochas e os minerais industriais como elementos de desenvolvimento sustentável**

Benjamin Calvo Perez, 2001

SRMI 03

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_srmi/srmi-03.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_srmi/srmi-03.pdf)

O presente trabalho tem por objetivo fazer uma apresentação básica das rochas e minerais Industriais (RMI), e ressaltar sua importância como matérias primas de utilização ampla e crescente, na sociedade desenvolvida.

### **Aproveitamento de rejeito de pedreiras de Santo Antônio de Pádua – RJ**

Salvador Luiz Matos de Almeida e Arthur Pinto Chaves, 2002

SRMI 06

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_srmi/srmi-06.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_srmi/srmi-06.pdf)

Estudos de britagem e peneiramento foram realizados com rejeitos de uma pedreira de Santo Antônio de Pádua RJ, com a finalidade de produzir agregados para a construção civil. O projeto tem, um apelo ambiental indiscutível visto que promoverá um aproveitamento de rejeitos que hoje são gerados em quantidades muito significativas e são dispostos de uma maneira desordenada gerando enorme impacto ambiental.

### **Aplicação de resíduos de mármore na produção de cosméticos**

Carolina Nascimento de Oliveira, Roberto Carlos da Conceição

Ribeiro e Joedy Patrícia Cruz Queiroz, 2010

STA 54

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-54.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-54.pdf)

O beneficiamento de rochas ornamentais gera uma quantidade significativa de resíduos, que representam um grave problema ambiental. Para buscar maneiras de mitigar o impacto gerado por esses resíduos, sugere-se seu aproveitamento na aplicação no setor de cosméticos, como carga em sabonetes.

**Utilização de resíduos oriundos do corte de rochas ornamentais na correção da acidez e adubação de solos tropicais**

Ramires Ventura Machado, Roberto Carlos da C. Ribeiro, Felipe Vaz Andrade, Renato Ribeiro Passos e Luiz Felipe Mesquita, 2010

STA 55

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sta/sta-55.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-55.pdf)

O objetivo do trabalho foi avaliar a aplicação de resíduos oriundos do corte de rochas ornamentais como corretivos da acidez do solo e/ou como fontes de nutrientes para a agricultura. Foram conduzidos experimentos em laboratório (incubação) e em casa de vegetação.

**Utilização do calcário do Cariri cearense como agregado mineral em pavimentação asfáltica**

Roberto Carlos da C. Ribeiro, Julio Cesar Guedes Correia, Peter Rudolf Seidl, Jorge Barbosa Soares, Francisco Wilson Holanda Vidal e Livia Pinheiro de Araujo, 2006

STM 86

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_stm/stm-86.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_stm/stm-86.pdf)

A região do Cariri cearense se apresenta como um importante pólo mineral, no que tange à sua rica reserva de calcário sedimentar

laminado e cristalino. O calcário cristalino é extraído e processado em fornos tipo caieiras e, em sua grande maioria, é utilizado na indústria de cal. Este trabalho buscou estudar outra aplicação para este calcário cristalino, optando-se pela sua utilização como insumo na pavimentação asfáltica.

### **Utilização de rejeitos de rochas ornamentais em misturas asfálticas**

Roberto Carlos da C. Ribeiro, Julio Cesar G. Correia, Peter Rudolf Seidl, Jorge Barbosa Soares, Salvador Luiz M. de Almeida e Eduardo A. de Carvalho, 2007

STM 87

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_stm/stm-87.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_stm/stm-87.pdf)

O município de Santo Antônio de Pádua situa-se ao noroeste do estado do RJ, possuindo uma quantidade expressiva de pedreiras e serrarias de rochas ornamentais. Pesquisas realizadas pela Coordenação de Apoio Tecnológico à Micro e Pequena Empresa CATE/CETEM viabilizaram a construção de tanques para o recolhimento dos rejeitos nas serrarias, bem como sua utilização em argamassas. Neste contexto, surge a ideia de utilização deste rejeito mineral na composição da mistura asfáltica, em substituição aos agregados minerais comumente utilizados.

### **Pó-de-rocha como fertilizante alternativo para sistemas de produção sustentáveis em solos tropicais**

Ricardo Melamed, José Carlos Gaspar e Norbert Miekeley, 2007  
SED 72

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-72.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-72.pdf)

A elevada demanda da agricultura brasileira por fertilizantes, a qual não consegue ser atendida pela indústria nacional, poderia ser adicionalmente suprida pela utilização de pó-de-rocha, que é um produto obtido a partir do beneficiamento simples de matérias-primas de ampla distribuição geográfica, diminuindo-

se os gastos com importação e ampliando as alternativas para o mercado consumidor.

### **Técnicas alternativas para a modificação do caulim**

Marisa Bezerra de Mello Monte, Paulo Renato Perdigão de Paiva e Flávia Elias Trigueiro, 2003

SRMI 08

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_srmi/srmi-08.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_srmi/srmi-08.pdf)

Foi feita uma revisão do caulim e, por fim, foi realizado um estudo das técnicas alternativas para a modificação do caulim visando o seu emprego na indústria do papel e da tinta. As modificações devem ser capazes de proporcionar o melhoramento de algumas propriedades do caulim tais como opacidade, alvura, facilidade de impressão à tinta, brilho, entre outras.

### **Pegmatitos do Nordeste: diagnóstico sobre o aproveitamento racional e integrado**

Adão Benvindo da Luz; Fernando A. Freitas Lins; Bernardo Piquet; Mário Jorge Costa; José Mário Coelho, 2003

SRMI 09

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_srmi/srmi-09.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_srmi/srmi-09.pdf)

Quando se aborda o tema Mineração e Pegmatitos no Nordeste, há unanimidade de opiniões sobre a natureza empírica, predatória, sem um mínimo de técnica da engenharia de minas, de métodos antiquados e socialmente perversos desta atividade, da forma como é praticada até hoje. Concluimos pela concepção de um projeto piloto.

### **Estudo de alterabilidade de rochas silicáticas para aplicação ornamental**

Roberto Carlos da Conceição Ribeiro, Julio Cesar Guedes  
Correia, Juliana Maceira Moraes e Adriano Caranassios, 2008  
SRMI 10

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_srmi/srmi-10.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_srmi/srmi-10.pdf)

O padrão cromático é o principal atributo considerado para qualificações de uma rocha na sua utilização como material para revestimento, mas outro parâmetro igualmente importante é a alterabilidade.

**Aproveitamento de feldspato pegmatítico da região Borborema-Seridó para produção de vitrocerâmica feldspática reforçada com leucita**

Carla Napoli Barbato, Tsuneharu Ogasawara e João Alves  
Sampaio, 2008  
SRMI 13

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_srmi/srmi-13.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_srmi/srmi-13.pdf)

No Brasil, as principais fontes comerciais de feldspato são os pegmatitos, rochas de composição basicamente graníticas. Os pegmatitos da região Borborema-Seridó, localizados nos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, são constituídos basicamente por minerais de quartzo, feldspato, mica e caulim, entre outros. O principal processo de beneficiamento dos pegmatitos é a flotação, que proporciona a separação, em escala industrial, dos minerais (feldspato, quartzo e mica) com descarte das impurezas, como os minerais de ferro.

**Estudos de caracterização tecnológica e beneficiamento do caulim da Região Borborema-Seridó (RN)**

Fernanda Arruda Nogueira Gomes da Silva, Flávio Teixeira da Silva, Adão Benvindo da Luz e João Alves Sampaio, 2008  
SRMI 14

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_srmi/srmi-14.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_srmi/srmi-14.pdf)

Neste trabalho, foram realizados estudos de caracterização tecnológica e beneficiamento do caulim da região Borborema-Seridó (RN). Os resultados confirmam a possibilidade do uso deste caulim nas indústrias de papel, tinta, cerâmica, entre outras.

**Anais do seminário resíduos: tecnologias e sustentabilidade**

Francisco Rego Chaves Fernandes e Claudio Luiz Schneider,  
2011

Livro Avulso 09

[http://www.cetem.gov.br/publicacao/livros/residuos\\_tecnologias\\_sustentabilidade02.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/livros/residuos_tecnologias_sustentabilidade02.pdf)

A publicação desses Anais é resultado do seminário homônimo apresentado no dia 13 de Junho de 2011 no CETEM. A divulgação do assunto tema desse livro demonstra o compromisso do Centro com as questões ambientais ligadas à problemática dos Resíduos provenientes dos recursos minerais, em consonância com a Lei nº 12.305 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.



Texto composto em Trade Gothic, corpo 10/13.5.  
Impresso em junho de 2012  
na Singular Gráfica e Editora Ltda.



**CETEM**  
CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL

Ministério da  
Ciência, Tecnologia  
e Inovação

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA

