

BIORREMEDIAÇÃO DE SOLOS CONTAMINADOS

Nova tecnologia para recuperação de solos argilosos contaminados por derramamento de petróleo está sendo desenvolvida por pesquisadores do CETEM. O estudo inclui a criação de biorreatores móveis inéditos, que podem ser transportados para o local da contaminação e que usam microorganismos normalmente encontrados na região, em processo mais rápido e barato que o usual.

A pesquisa, que se caracteriza como o marco da entrada do CETEM na área ambiental relacionada a petróleo, foi iniciada oficialmente em outubro de 1999. Para isso, formou-se um grupo de pesquisa sobre o tema, liderado por Ronaldo Santos e que conta com a participação de Adriana Ururahy Soriano e Márcia Gonçalves.

Embora frequentes no Brasil, os solos argilosos são pouco estudados, em termos de tratabilidade. Conforme a quantidade de argila presente na região, a interação entre o contaminante e o solo é grande, dificultando sua recuperação. Essa realidade é agravada pelo fato de o solo argiloso absorver muita água. "Isso faz com que seja difícil que o oxigênio e os nutrientes – indispensáveis ao processo de degradação da matéria orgânica por microorganismos – permeiem o solo", diz Adriana.

Em geral, no Brasil, quando ocorre um derramamento em uma região desse tipo, retira-se o material do local e leva-se para uma área de disposição de resíduos da empresa responsável pela atividade poluidora.

Mas, a partir do mo-

mento em que é extraído da região de contaminação, o solo passa a ser um resíduo, também chamado passivo ambiental, que se acumula e demanda tratamento. "Como pode ser uma fonte de contaminação no futuro e, além disso, prejudica a imagem da empresa, há um esforço crescente no sentido de desenvolver tecnologias para reduzir o passivo ambiental", afirma Adriana.

Em uma primeira etapa da pesquisa, financiada pela Agência Nacional de Petróleo, os pesquisadores do CETEM caracterizaram diferentes solos existentes no país, detectando quais os microorganismos presentes nos mesmos e quais as condições ideais para tais microorganismos se desenvolverem.

"No processo que estamos propondo, usamos microorganismos presentes no próprio solo e criamos condições para que eles cresçam e degradem os contaminantes", explica Adriana, lembrando que esses processos precisam ser realizados com cuidado, para não contaminar lençóis freáticos que por ventura passem na região. "Para evitar riscos como esses, propomos que

a descontaminação seja feita no local, mas num sistema fechado, de forma que o solo seja extraído e colocado em unidades móveis", ressalta Márcia.

Para as duas pesquisadoras, há várias vantagens em realizar a descontaminação em um sistema fechado: permite controlar as condições do processo (pH, temperatura, nutrientes etc.); é mais fácil estimular a ação dos microorganismos e viabilizar a redução do tempo necessário para o tratamento; não oferece risco de contaminação ao meio ambiente.

Os biorreatores propostos pelos pesquisadores do CETEM são diferentes dos equipamentos tradicionais que, em geral, requerem a introdução de grandes quantidades de água. "Os equipamentos tradicionais encarecem o processo, porque demandam que se trabalhe com quantidades reduzidas de contaminantes e exigem a recuperação da água adicionada", diz Adriana, afirmando que a adoção de configurações de biorreatores não convencionais permite que se trate uma quantidade maior de solo, em menor tempo.

"É importante frisar que, no que se refere a processos biológicos, cada caso é um caso", lembra Adriana. "O reator é o mesmo, mas cada vez que o processo for usado para um resíduo diferente, ele precisará ser adaptado às novas variações. Por isso, estamos desenvolvendo um processo que tenha certa versatilidade e que possa ser aplicado em uma ampla faixa de variação", ressalta.



EDITORIAL

A atividade mineira, com os seus mitos e realidades, foi a grande força impulsionadora do desenvolvimento da América Latina. Não esquecer que a ocupação inicial, no Brasil, associada à extração do pau-brasil e à da cana-de-açúcar se deu apenas no litoral “arranhando as costas como caranguejos” (Frei Vicente do Salvador, 1627 – *História do Brasil*). Foi nas suas andanças pelos sertões, em busca de metais preciosos, que se deu início à interiorização.

Assim, no âmbito das comemorações dos 500 anos da história do Brasil e considerando a importância que a mineração teve na construção da Iberoamérica, desde os primórdios da sua colonização até os dias de hoje, o CETEM, com apoio de instituições e de empresas, realiza nos dias 29 e 30 de junho do corrente ano o Seminário “*Brasil 500 anos: A construção do Brasil e da América Latina pela Mineração: Histórico, Atualidade, Perspectivas*”.

Ao promover esse fórum, o CETEM dá um contributo para a definição das grandes linhas que deverão nortear o desenvolvimento sustentável e cooperativo da indústria mineira na América Latina.

Fernando Freitas Lins, diretor do CETEM

EXPEDIENTE

ESTE É UM INFORMATIVO TRIMESTRAL DO CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL (CETEM), CENTRO DE PESQUISAS VINCULADO AO CNPq/MCT. DIRETOR FERNANDO FREITAS LINS
DIRETOR ADJUNTO JULIANO PERES BARBOSA **DEPTO. DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS** ADÃO BENVINDO DA LUZ
DEPTO. DE METALURGIA EXTRATIVA RONALDO SANTOS
DEPTO. DE QUÍMICA ANALÍTICA MARIA ALICE DE GOES
DEPTO. DE ESTUDOS E DESENVOLVIMENTO CARLOS CESAR PEITER **DEPTO. DE ADMINISTRAÇÃO** COSME REGLY
EDITOR E JORNALISTA RESPONSÁVEL LUISA MASSARANI **PROJETO GRÁFICO** PATRÍCIA SALLES **REVISÃO** GISELE SAMPAIO
EDITORIAÇÃO ELETRÔNICA VERA LESS **ILUSTRAÇÃO** VI-TORVANI SOARES **COLABORARAM NESTA EDIÇÃO** JACKSON DE FIGUEIREDO NETO, MARISA B. DE MELLO MONTE, RICARDO MELAMED E ROBERTO DE BARROS EMERY TRINDADE
ENDEREÇO UFRJ, RUA 4, QUADRA D, ILHA DO FUNDÃO, CEP 21941-590. **TELEFONE** (021) 560-7222
TELEFAX (021) 290-9196 E 590-3047
E-MAIL cetem.info@cetem.gov.br
HOME-PAGE <http://www.cetem.gov.br/>

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA INDÚSTRIA MINERAL

As indústrias de extração de minerais metálicos são as que apresentam o maior nível de inovação tecnológica, considerando-se o setor de indústria extrativa e de transformação mineral brasileiro. “O resultado é surpreendente”, analisa Maria Helena Rocha Lima, pesquisadora do CETEM, que está realizando a pesquisa como tema de seu doutoramento.

Em sua avaliação, uma possível explicação para esse resultado é a entrada em operação de Carajás e da Mineração Rio do Norte desde os anos 80 na produção, mudando o patamar e a escala de produção e permitindo a introdução de tecnologia embutida em máquinas e equipamentos.

Em segundo lugar nesse ranking, está a indústria do cimento, que sofreu mudança de tecnologia, passando da via úmida para a seca. “O desenvolvimento dessa tecnologia foi anterior, mas foi sendo implementada na indústria brasileira paulatinamente”, explica.

Na outra ponta, com resultados negativos, está a siderurgia e a metalurgia dos não-ferrosos. “É importante observar que estou medindo tanto o nível de progresso técnico de uma indústria em relação a outra, como o acréscimo de inovação, no período de 1988 a 1995”, enfatiza. Ambas são indústrias que tiveram elevados investimentos públicos acompanhados de acentuado processo de modernização tecnológica no passado recente e, no entanto, não se apresentaram como indústrias inovadoras.

No que diz respeito às indústrias de metalurgia dos não-ferrosos, Rocha Lima

explica que são multinacionais que não desenvolvem tecnologia em nosso país. Considerando as demais indústrias, o setor de produtos farmacêuticos ficou em primeiro lugar no ranking de inovação tecnológica, sendo seguido por transportes.

Para buscar mensurar o nível de inovação tecnológica das indústrias brasileiras, Rocha Lima usa a patente como variável, a partir de modelo estatístico gerado com base no banco de dados Yale Technology Concordance e nos dados de produção do IBGE (valor adicionado, número de trabalhadores, consumo de energia e de combustível, ativo total das empresas etc.). O Yale Technology Concordance, desenvolvido na Yale University, foi construído em cima de informações geradas durante duas décadas em banco de patentes do Canadá e pode ser alimentado com dados de outros países, como o Brasil, a exemplo das informações usadas por Rocha Lima. “Entre as vantagens de se usar patente como indicador de inovação está o fato de ser uma medida confiável sobre o grau de inventividade e pode responder questões importantes sobre crescimento econômico”, diz.

Para Rocha Lima, a atual conjuntura mundial exige produtos com conteúdo tecnológico cada vez maior. Além disto, a competição entre as empresas faz com que seja necessário reduzir custos e a inovação tecnológica é uma forma de viabilizar essa redução. E finaliza: “É preciso de inovação tecnológica para ter novos produtos e poder reduzir custos para competir melhor nesse mercado globalizado.”

MAIOR VALOR PARA MINERAIS INDUSTRIAIS

O CETEM está buscando estratégias para agregar valor aos minerais industriais, por meio de técnicas capazes de modificar sua estrutura ou superfície, conforme aprovado dentro da programação trienal da instituição, para o período 2000-2002. “O objetivo é tornar a produção de minerais industriais do país mais competitiva”, afirma Adão Benvindo da Luz, chefe do Depto. de Tratamento de Minérios do CETEM.

Segundo ele, serão desenvolvidos processos que vão permitir realizar modificações nas propriedades físicas e/ou químicas dos minerais industriais, visando aumentar sua funcionalidade e permitindo que os produtos resultantes atendam aos novos mercados ou sejam produtos alternativos de menor preço.

Em geral, o beneficiamento de minerais industriais é relativamente simples e as técnicas usadas, tais como moagem e classificação, já são bastante conhecidas pelas empresas. “Como consequência, os produtos resultantes são de menor valor agregado”, diz.

Os minerais industriais apresentam aspectos que os diferenciam dos metálicos. Suas propriedades – e não os metais neles contidos – determinam seu uso em processos industriais, na maioria das vezes com múltiplas funções. Os minerais industriais são usados diretamente após extração ou após seu beneficiamento, como componentes especiais ou aditivos de formulações. Há uma gama ampla e variada de aplicações, entre elas, na produção de vidro e tinta.

NÃO HÁ OBSTÁCULOS REAIS PARA A PESQUISA MINERAL

Engenhosidade, dinheiro e persistência. Com esses três ingredientes, a pesquisa mineral está garantida, acredita John Ralston. Professor de físico-química e processamento de minerais e diretor do Ian Wark Research Institute (IWRI), na Austrália, Ralston afirma que, atualmente, não há obstáculos reais que inviabilizem as investigações nessa área. O IWRI, que pertence à University of South Australia, concentra metade de suas pesquisas na área mineral e caracteriza-se por ter forte vínculo com as empresas. Recentemente, foi assinado acordo de cooperação técnico-científica entre o CETEM e o IWRI. Os projetos de cooperação, ainda em fase de definição, deverão envolver empresas brasileiras e australianas. Entrevista concedida à jornalista Luisa Massarani. Colaboração Marisa Monte e Ricardo Melamed (CETEM).

O IWRI mantém forte relação com as indústrias. Só na home-page da instituição, por exemplo, estão listadas 55 indústrias patrocinadoras. Como se dá a relação do IWRI com essas entidades?

Os patrocinadores provenientes da indústria financiam projetos de pesquisa de longa duração, sendo responsáveis pelo staff e pelos alunos que fazem pesquisa. Há, ainda, muitas outras companhias que não aparecem naquela listagem, que se relacionam com o IWRI por meio de consultorias de curta duração.

O grupo de Ciência de Colóide e Processamento de Minerais, que o senhor chefia, realiza 50% de pesquisa fundamental e 50% de pesquisa aplicada. Como é a interação entre esses dois tipos de atividade?

Cada uma é fundamental para o sucesso da outra. Por exemplo, os problemas aplicados às vezes não revelam novas áreas em que o conhecimento existente é fraco, catalisando a pesquisa fundamental. Frequentemente, a pesquisa fundamental abre a porta para novas aplicações.

Um dos objetivos do IWRI é fornecer a base para as inovações no processamento e na fabricação. Por favor, descreva quais as principais inovações resultantes das atividades do IWRI, especialmente no que se refere à pesquisa mineral.

Mudanças importantes têm ocorrido nas



Fernando Lins, João Sampaio, Adão Benvindo da Luz e Marisa Monte (esquerda para a direita), do CETEM, conheceram os laboratórios e as linhas de pesquisa desenvolvidas pelo IWRI, por ocasião do congresso "Flotation 2000", em março, em Adelaide, Austrália. Os pesquisadores foram recepcionados pelo Prof. Ralston (à direita), que esteve no CETEM em 1996, por uma semana, proferindo palestras e ministrando curso.

atividades de processamento existentes (por exemplo, a introdução de um novo dispersante não iônico no processamento de minérios de níquel finos), levando a graus de qualidade e recuperações aumentadas. Um impacto importante de nossa pesquisa é fazer com que as pessoas da indústria gradativamente se dêem conta de como o conhecimento de química de polpa é importante para o controle de uma usina de processamento mineral.

Quais são as perspectivas futuras para a pesquisa mineral no IWRI e quais os principais obstáculos para elas?

Procedimentos de separação de partícula ultrafina; minimização de água em processamento e rejeito; uso de nanotecnologia em separação de minerais; prognóstico de constantes cinéticas a partir dos princípios básicos e o desenvolvimento paralelo de um

modelo robusto de flotação; investigação *in situ* de superfícies minerais durante o processamento. Não há obstáculos reais: é preciso engenhosidade, dinheiro e persistência.

Como ocorre a transferência de tecnologia do IWRI para as indústrias?

Por meio de encontros com as empresas financiadoras, visitas ao local e cursos curtos. A transferência de tecnologia em si é feita por meio de patentes em várias áreas, por exemplo, tratamentos de superfície e introdução de um novo método para tratar partículas finas. Mas os institutos de pesquisa não devem cair na armadilha de pensar que uma patente é uma mina de ouro: ela não é, exceto em casos muito raros. O desenvolvimento incremental dos processos existentes frequentemente fornecem retornos muito mais significativos para todas as instituições envolvidas.

