

ABORDAGENS HIDROGEOQUÍMICAS NO GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS NO SETOR DE MINERAÇÃO

Eduardo dos Santos Costa; Rafael Cavalcanti de Albuquerque; Mauro Prado; Thaís de Paula Marteleto; Carolina Bittencourt de Abreu; Mariana Werle; Lara Lima Lange.

INTRODUÇÃO

A aplicação do gerenciamento de áreas contaminadas (GAC) no setor mineral vem se intensificando nos últimos anos, em decorrência dos recentes desastres ambientais envolvendo o setor, visando minimizar os impactos das atividades minerárias no meio ambiente e proteger a saúde pública, além do cumprimento das obrigações legais e promoção da sustentabilidade do setor a longo prazo. Entretanto, a abordagem tradicionalmente adotada no GAC em âmbito nacional, é voltada, principalmente, à caracterização e remediação de áreas impactadas por substâncias orgânicas, enquanto espécies químicas inorgânicas costumam ser as principais fontes de contaminação em áreas de extração e beneficiamento mineral, sendo necessário o entendimento dos processos geoquímicos relacionados para uma melhor condução do caso. Neste resumo estão citadas algumas abordagens de GAC no contexto da mineração, com enfoque na elaboração do Modelo Conceitual Geoquímico (MCG).

DESENVOLVIMENTO

A elaboração de um Modelo Conceitual Geoquímico (MCG) deve considerar processos físico-químicos, termodinâmicos e cinéticos que controlam a mobilidade e disponibilidade ambiental dos contaminantes inorgânicos, tanto no meio saturado quanto insaturado. Assim como no Modelo Conceitual de Área (MCA) clássico, a robustez do MCG aumenta conforme obtenção de novos dados durante as etapas do GAC, permitindo um maior refinamento do modelo. A Figura 1 resume a evolução do MCG ao longo das etapas de GAC.



Figura 1. Etapas do GAC e evolução do MCG.

A avaliação preliminar envolve o levantamento de informações locais e regionais sobre a geologia, hidrogeologia, modelo genético do depósito, dados geoquímicos prévios (prospecção mineral, monitoramentos de condicionantes ambientais e investigações

anteriores), etapas do processo de beneficiamento etc. Nesta fase, a disponibilidade de dados ambientais costuma ser escassa, entretanto, é possível a formulação de um MCG teórico, com base nos dados levantados e observações diretas realizadas presencialmente na avaliação.

Na investigação confirmatória, o principal objetivo é a constatação ou não de contaminação relacionadas às áreas fonte e fontes potenciais identificadas, por meio da descrição detalhada do perfil pedológico, com identificação visual de fases mineralógicas (quando possível), e das análises químicas utilizadas para constatação de contaminação nos solos (ex. EPA 3050B) e matrizes líquidas. Idealmente, além das análises legalmente requeridas, as matrizes líquidas devem ser analisadas contemplando cátions e ânions maiores em fase dissolvida, possibilitando avaliar a saturação das espécies químicas frente às condições físico-químicas medidas in situ e a atualização do MCG, direcionando as próximas etapas da investigação.

Durante a etapa de investigação ambiental detalhada e análises de risco, além da delimitação dos passivos identificados, caracterização dos parâmetros hidráulicos do aquífero e da quantificação dos riscos associados, ensaios adicionais podem ser necessários para refinar o entendimento dos processos geoquímicos envolvidos na disponibilidade ambiental das substâncias químicas de interesse (SQIs) e calibrar o MCG, possibilitando a elaboração de modelos numéricos preditivos com menor grau de incerteza. Dentre eles, destaca-se a caracterização mineralógica (qualitativa e quantitativa) nas diversas unidades hidroestratigráficas identificadas, composição química total das matrizes sólidas e ensaios cinéticos, em casos de potencial de geração de drenagem de mina.

Modelos numéricos geoquímicos podem ser utilizados na seleção de técnicas de remediação, em especial as que envolvem precipitação mineral (mineralização) por meio de mudanças físico-químicas do meio, simulando as reações envolvidas através de softwares que utilizam bancos de dados termodinâmicos de fases minerais e aquosas, como o PHREEQC (PARKHURST & APPELO, 1999). Sendo possível simular as reações que podem ocorrer na interação das fases minerais solutos presentes na área com os reagentes selecionados, além de ser possível definir as doses ótimas e tempo de consumo/reposição destes, possibilitando a otimização de recursos e maior eficiência na remediação. Entretanto, para essas simulações é necessário um bom conhecimento de Hidrogeoquímica, em especial sobre as taxas e cinéticas das reações envolvidas na solubilização e precipitação mineral, sendo por vezes necessário ajustes dos fatores de escala entre os dados experimentais e o cenário avaliado.

CONCLUSÃO

O MCG é resultado da integração de dados geológicos, hidrogeológicos, geoquímicos e hidrogeoquímicos levantados ao longo das etapas do GAC. A avaliação crítica e acurada dos dados geoquímicos e ambientais, realizada por profissional capacitado, é de suma importância para a sua elaboração de forma robusta, possibilitando tomadas de decisão acuradas que levem a otimização de recursos e aceleram o processo de reabilitação da área e encerramento do caso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PARKHURST, D.L.; APPELO, C.A.J. User's Guide to PHREEQC (Version 2) - A Computer Program for Speciation, Batch-Reaction, One-Dimensional Transport, and Inverse Geochemical Calculations. U.S. Geological Survey, Water Resources Investigations Report 99-4259, Washington DC, 1999.