

Métodos de Modelagem Geológica em Depósito de Ferro no Quadrilátero Ferrífero: Uma Análise Comparativa

Gabriela Fonseca Abreu – CSN Mineração

Letícia Muniz da Costa Cardoso – CSN Mineração

Rodrigo da Conceição Lordão – CSN Mineração

Ronaldo Pereira da Silva Filho – CSN Mineração

Evangelina Maria Apparicio – PPM Projetos

Márcia Mika Saito – MMSAITO Consultoria e Geologia

RESUMO

A modelagem geológica desempenha papel fundamental na indústria da mineração, ao interpretar a configuração tridimensional dos corpos geológicos. Esta prática não apenas aprimora a compreensão dos depósitos, mas também guia decisões em todas as fases do ciclo de vida de uma mina. Dentro deste contexto, a escolha do método de modelagem apropriado é fundamental, dada sua influência direta na estimativa de recursos e reservas minerais, planejamento de lavra, e análise de viabilidade econômica. Este estudo se aprofunda na análise comparativa entre três métodos de modelagem geológica — explícita, implícita e probabilística por krigagem de indicadores — aplicados a um depósito de ferro situado no Quadrilátero Ferrífero. O objetivo principal deste trabalho é elucidar qual abordagem melhor se alinha às características geológicas específicas e à densidade de dados disponíveis para o depósito em questão. A modelagem explícita, conduzida de forma manual e por interpretação direta de dados geológicos, destaca-se pela sua capacidade de incorporar a experiência do profissional e capturar a complexidade e as nuances dos corpos geológicos. Embora vantajosa, a abordagem manual e a subjetividade inerente a este processo podem resultar em variações interpretativas, tornando o método menos ágil para atualizações futuras, além de desafiador em termos de reprodutibilidade. Em contraste, a modelagem implícita emprega algoritmos de interpolação avançados, essenciais para automatizar a delimitação tridimensional dos corpos geológicos, oferecendo uma abordagem para minimizar a subjetividade e as inconsistências comuns aos processos manuais. O principal benefício desta metodologia reside em sua agilidade para assimilar novas informações, possibilitando atualizações do modelo conforme novos dados se tornam disponíveis. Contudo, uma limitação é a potencial redução de precisão ao delinear os contatos geológicos. A modelagem probabilística por krigagem de indicatrizes, ao transformar informações geológicas em dados binários, individualiza as diferentes litologias, facilitando a identificação das zonas minerais, possuindo vantagens e desvantagens similares à modelagem implícita. A análise comparativa dos resultados gerados nos três tipos de modelos geológicos, constatou que a densidade e distribuição dos dados exercem uma influência significativa sobre a diferença volumétrica de cada método.

Em áreas com alta densidade de dados as diferenças volumétricas entre os modelos tendem a ser mínimas (2-3%), enquanto em regiões com dados escassos a variação é mais pronunciada, em média de 25%, chegando a valores maiores do que 200% para domínios com poucas amostras. Em síntese, a escolha do método de modelagem é dependente de vários fatores, incluindo os objetivos específicos do projeto, disponibilidade de dados e a complexidade geológica do depósito. Através dessa abordagem, o estudo reforça a importância de uma estratégia de modelagem personalizada, reproduzível, e que possa otimizar as práticas de exploração, planejamento e operação.

Palavras-chave: Modelagem Geológica. Krigagem de Indicadores. Modelagem Explícita. Modelagem Implícita.