



## Student Chapter – USP NEWS

### Society of Economic Geologists

# O que é a Modelagem Geológica 3D e como pode ser realizada?

A Modelagem Geológica é uma representação computacional da geologia de uma área de interesse, na qual ocorreu coleta de dados amostrais através de sondagens, caracterizando as litologias, estruturas e geoquímica. O modelo é fundamental para visualização e identificação do padrão de mineralização e as relações entre o corpo mineralizado e a rocha encaixante, além de gerar informações como tonelagem, continuidade, variabilidade do teor, etc. É de extrema importância para um projeto de mineração, dado que apresenta forte impacto na estimativa e classificação de recursos, que são peças fundamentais para a previsão econômica e planejamento de produção (McLennan e Deutsch, 2006).

É possível classificar a modelagem geológica tridimensional em duas maneiras: determinística, na qual resulta em apenas um cenário possível, e que pode ser subdividida em dois métodos, explícita ou implícita; ou probabilística, na qual tem como resultado inúmeros cenários dependendo da probabilidade mínima aceitável da característica considerada.

Inicialmente, a modelagem explícita é um método feito de maneira manual, através da interpretação de variáveis geológicas em seções transversais. Inicialmente são criadas essas seções transversais aos furos de sondagem, nas quais podemos ligar pontos de contato do corpo mineralizado, a partir de vetores bidimensionais, chamados de *strings*, e em seguida, é necessário interpolar as strings para criar superfícies ou sólidos tridimensionais, chamados de *wireframes*. Finalmente, é possível usar os *wireframes* para gerar um modelo de blocos tridimensional, basta definir o tamanho dos eixos X, Y e Z de cada bloco.

É importante ressaltar que por ser manual, a qualidade da modelagem depende da interpretação e experiência do profissional responsável, portanto pode apresentar viés, uma vez que os modeladores podem ter interpretações e resultados diferentes para uma mesma base de dados. Além disso, por ser um método simples e direto, a grande maioria dos softwares o adota, porém apresenta a desvantagem de não permitir a quantificação da incerteza global, além de levar muito tempo para sua confecção (Rossi e Deutsch, 2014). Alguns exemplos de softwares são o *Datamine Studio RM* e o *Vulcan*.

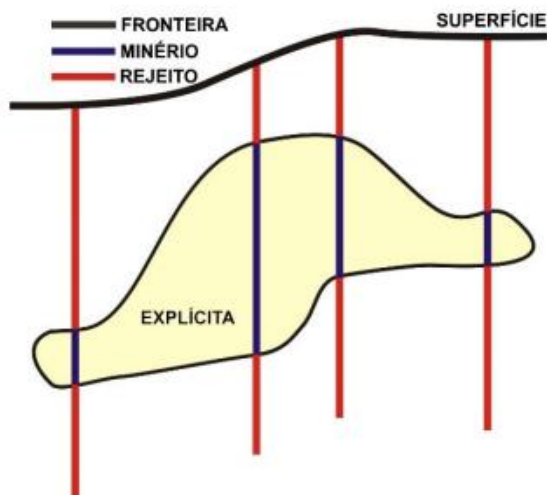


Figura 1. Modelagem Explícita. Fonte: McLennan e Deutsch (2006).

Como forma de alternativa de modelagem geológica determinística, temos o método de modelagem implícita, que é mais rápido e necessita de menos intervenção do modelador resultando em menos enviesamentos (Knight et al., 2007). Ela é realizada por um método de ajuste de uma superfície, a pontos e amostras, por interpolação, indo direto para a geração de wireframes, sem a necessidade de criar seções e strings. Entre algumas de suas outras vantagens, podemos fazer com que duas ou mais litologias preencham todo o domínio e façam contatos entre si não permitindo a existência de espaços vazios entre elas. Um exmplo de software que trabalha com o método implícita é o *Leapfrog*.

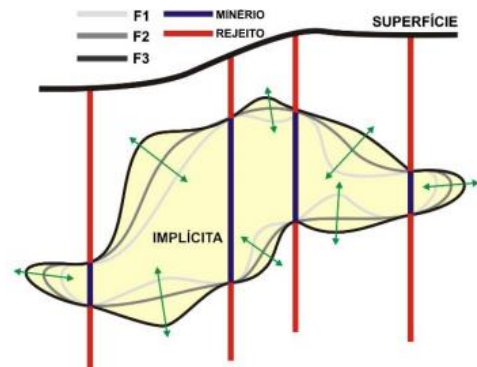


Figura 2. Modelagem Implícita, as setas verdes em indicam contração ou expansão da superfície modelada para além do condicionamento imposto pelas sondagens. Fonte: McLennan e Deutsch (2006).

Entretanto, para depósitos minerais mais complexos, muitas vezes só a modelagem explícita ou implícita não é suficiente, e é necessário aplicar a modelagem mista. Ela envolve aspectos da modelagem explícita que podem ser utilizados de forma complementar na implícita, que as vezes não apresenta resultados tão satisfatórios por falta de informação ou pela presença de litologias e estruturas complexas. A interpretação do responsável é fundamental para o processo, mas deve haver equilíbrio para não ocorrer as limitações típicas da modelagem explícita.

Já a modelagem probabilística tem como resultado inúmeros cenários que podem ser acessados a partir da variação da probabilidade mínima aceitável da ocorrência da característica a ser modelada. É utilizada para uma área de estudo com geologia bem heterogênea, na qual podemos definir, por exemplo, o teor de corte, representado por 0 e 1, e esse teor irá indicar qual a probabilidade da área ser de uma determinada unidade geológica.

## BIBLIOGRAFIA

- Carboni, L., 2022. Modelagem tridimensional elaborada pelos métodos implícito, explícito e probabilístico aplicados a mineralização do depósito de Ambrósia, Paracatu - MG. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Kikuda, A. T., 2022. Uso da função distância na modelagem geométrica de corpos de minério e proposta da distância estratigráfica aplicada ao cálculo de variogramas experimentais. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Knight, R. H., Lane, R. G. G., Ross, H. J., Abraham, A. P. G., Cowan, E.J., e Cowan, J., 2007, Implicit Ore Delineation: Proceedings of Exploration 07 Fifth Decennial International Conference on Mineral Exploration, p. 1165-1169.
- McLennan, A.J.; Deutsch, C.V., 2006. Implicit Boundary Modeling (BOUNDSIM). Centre for Computational Geostatistics, Report 6. Edmonton, Alberta. p. 102-1 - 102-23.
- Rossi, M. E., and Deutsch, C. V., 2014, Mineral resource estimation: New York: Springer, p. 332.