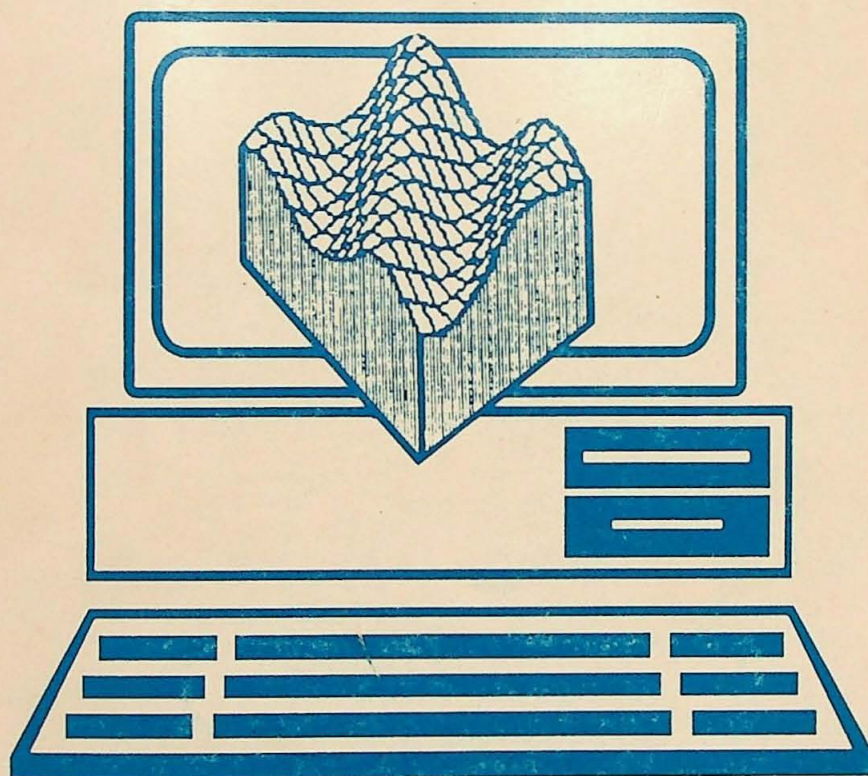


VI SIMPÓSIO DE QUANTIFICAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

**BOLETIM DE RESUMOS
EXPANDIDOS**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS
CAMPUS DE RIO CLARO**

24/05/95 a 26/05/95

O ERRO GEOMÉTRICO RELATIVO NA AVALIAÇÃO DE RESERVAS: ESTUDO DE CASO DO MINÉRIO RESIDUAL DE FOSFATO DE ANITÁPOLIS-SC

Roberto Hisayoshi Sameshima¹
Jorge Kazuo Yamamoto²

Introdução

O erro geométrico consiste na diferença entre o volume determinado nos limites exatos da mineralização e o volume calculado por algum método de avaliação de reservas, a partir de informações dos trabalhos de pesquisa. Este erro acompanha os resultados da avaliação de reservas seja pelos métodos convencionais ou computacionais, segundo a classificação de Yamamoto & Bettencourt (1992).

Ocorrência do Erro Geométrico

Nos métodos convencionais, o erro geométrico ocorre quando se calcula um volume como produto de uma superfície por uma altura média ou a área média por uma distância, sendo este tipo definido como erro de borda (Matheron 1962). Outro tipo de erro é o de terminação, definido também por aquele autor, que é cometido nas extremidades do depósito. Considere-se o caso de cálculo de reservas pelo método dos perfis. Nas extremidades do depósito, geralmente estima-se uma reserva indicada estendendo-se as características das seções limites. Esta extensão pode-se dar:

-aplicando-se a meia distância entre as seções adjacentes (Figura 1A):

$$V = S \frac{L}{2}$$

-supondo-se a continuidade do depósito na forma de cunha (Figura 1B):

$$V = S \frac{L}{2}$$

-ou supondo-se a continuidade do depósito na forma de uma figura cônica (Figura 1C):

$$V = \frac{S}{3} L$$

Portanto, o erro de terminação de Matheron (1962) é atribuído ao valor correspondente à reserva indicada, segundo a classificação de reservas adotada no País (DNPM, 1987).

¹ Pós-Graduando do Departamento de Geologia Econômica do IGc-USP

² Departamento de Geologia Econômica do IGc-USP

No caso dos métodos computacionais, a reserva é determinada como a somatória dos blocos de cubagem que estão dentro do limite interpretado da mineralização. Portanto, o erro geométrico ocorre na aproximação do limite mineralizado pelo limite dos blocos, como está ilustrado nas Figuras 2 e 3.

O Erro Geométrico Relativo no Cálculo de Reservas do Minério Residual de Fosfato do Complexo Alcalino de Anitápolis-SC

A avaliação do erro geométrico relativo para a reserva do minério residual foi feita através da utilização dos métodos dos perfis (padrão e linear), computacionais e cálculo de volumes por modelos digitais de superfícies (MDS).

Para a avaliação das reservas utilizou-se de 48 furos de sondagem, a densidade do minério foi considerado como sendo $2,0 \text{ t/m}^3$ (Vergara 1980). Os teores globais da jazida foram calculados de acordo com cada método empregado.

a) cálculo de reservas pelos perfis

As reservas do minério residual foram calculados pelos métodos dos perfis padrão e lineares. Os perfis foram construídos com um espaçamento de 200m na direção E-W, totalizando 7 perfis geológicos. A Tabela 1 apresenta os resultados dos volumes e suas respectivas reservas para os métodos dos perfis. O teor global foi obtido através da média ponderada pela área da seção.

Tabela 1 - Resultados de volumes e reservas pelos métodos dos perfis padrão e lineares.

Perfis padrão		Perfis lineares	
Volume ($\times 10^6 \text{ m}^3$)	Reserva ($\times 10^6 \text{ t de P}_2\text{O}_5$)	Volume ($\times 10^6 \text{ m}^3$)	Reserva ($\times 10^6 \text{ t de P}_2\text{O}_5$)
27,33	4,624	27,57	4,665

b) cálculo pelos métodos computacionais-IPD

O depósito mineral foi dividido em blocos de $100 \times 100 \times 10 \text{ m}$, onde a interpolação dos teores para os blocos feita pelo método do inverso da potência da distância. Esta divisão em blocos resultou em 287 blocos de cubagem, onde o bloco é considerado para o cômputo do volume se o seu centro geométrico pertence aos limites da mineralização. O teor global foi definido através do teor médio dos blocos. A Tabela 2 apresenta os resultados das reservas.

Tabela 2 - Resultados de volumes e reservas pelos métodos computacionais.

Método	Teor global (%)	Volume ($\times 10^6 \text{ m}^3$)	Reserva ($\times 10^6 \text{ t de P}_2\text{O}_5$)
IPD	8,67	28,70	4,97

c) cálculo de reservas a partir de modelos digitais de superfícies - MDS

Apesar de não ser um método de avaliação de reservas, o MDS pode ser utilizado para avaliação de volumes entre superfícies, como por exemplo, topo e base de uma camada de minério. O volume pode ser calculado como a diferença entre duas superfícies ou entre uma superfície e um plano *datum*. O método empregado para a interpolação dos MDS's foi a

triangulação e o teor global para o depósito foi obtido pela média ponderada pela espessura. A Tabela 3 apresenta os resultados das reservas por este método.

Tabela 3 - Resultados de volumes e reservas pelos método do MDS.

Volume entre MDS's (x10 ⁶ m ³)	Teor global (%)	Reserva (x10 ⁶ t de P ₂ O ₅)
23,43	8,26	3,87

Considerações Finais

Comparando-se os resultados obtidos, verifica-se que as reservas determinadas a partir de MDS foram subestimadas em relação às demais. Por outro lado, aquela determinada pelo IPD foi maior que todos os outros métodos. Considerando-se que as reservas calculadas pelos métodos dos perfis são baseados nas seções interpretadas pelo geólogo, pode-se utilizá-las como referência para avaliação do erro geométrico relativo, conforme a seguinte equação:

$$EG = \frac{RM - RPP}{RPP} \times 100(\%)$$

onde RPP é a reserva pelo método dos perfis padrão e RM é a reserva por outro método.

Entre os dois métodos, foi escolhido o dos perfis padrão, pois o cálculo de volumes usando a fórmula de frustum proporciona resultados mais precisos em relação ao método dos perfis lineares que faz uso da área média.

Os resultados dos erros geométricos assim encontram-se na Tabela 4

Tabela 4 - Resultados do erro geométrico relativo de reservas para cada método.

Método	Erro geométrico (%)
Perfis lineares	0,89
MDS	-16,31
IPD	7,48

O método dos perfis lineares é o que proporcionou a menor variação de volume e conseqüentemente o menor erro geométrico, pois permite uma interpretação nas seções geológicas, que são de grande importância na avaliação de reservas.

Os métodos computacionais ao dividirem o corpo mineral em blocos de cubagem, de dimensões compatíveis com a amostragem, sempre resultarão em reservas superestimadas. Por outro lado, as reservas calculadas por MDS mostraram valores menores, devido à pouca informação para a confecção de MDS mais precisos. O objetivo deste trabalho foi mostrar que a utilização de métodos computacionais pode levar a superestimativa de reservas, causada pela simples aproximação do limite mineralizado pelos blocos de cubagem. A diferença observada em relação à reserva determinada a partir de MDS deve-se à interpolação linear entre os pontos de amostragem, não considerando a declividade do terreno como pode ser observado na Figura 4.

Tendo em vista o exposto, pode-se considerar que o método dos perfis (padrão ou lineares), permitindo a interpretação geológica das seções, é aquele que proporciona resultados compatíveis com a forma do corpo de minério, bem como volumes e reservas adequados à geometria do depósito.

Referências Bibliográficas

DNPM-Departamento Nacional da Produção Mineral - 1987 - *Código de Mineração e Legislação Correlativa*. Brasília, DFPM. 333p.

Matheron, G. - 1962 - *Traite de geostatistique appliqué*. Bureau de Recherches Géologique et Minières. 14, tome I e II. 357p.

Vergara, V. D. - 1980 - Pesquisa geológica desenvolvida no Complexo Alcalino de Anitápolis. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31, Camboriú, 1980, *Anais...* Camboriú, SBG. v.4, p.2502-2517.

Yamamoto, J.K. & Bettencourt, J.S. - 1992. *Avaliação de jazidas*. Apostila do curso. São Paulo, Instituto de Geociências-USP. 113p.

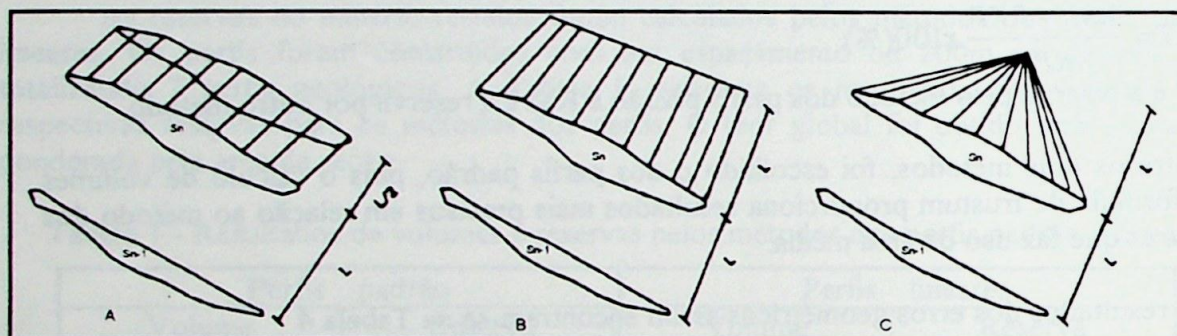


Figura 1 - Blocos de cubagem de diferentes formas para a mesma equação.

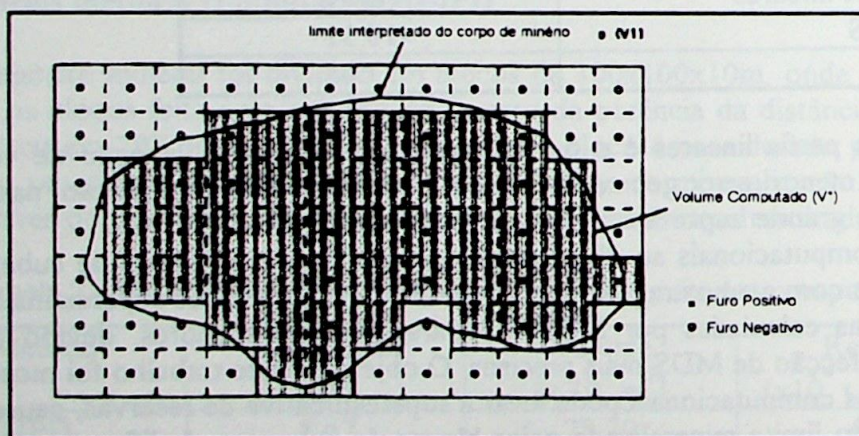


Figura 2 - Diferença entre o limite interpretado do corpo de minério (V) e o limite a ser computado (V^*)

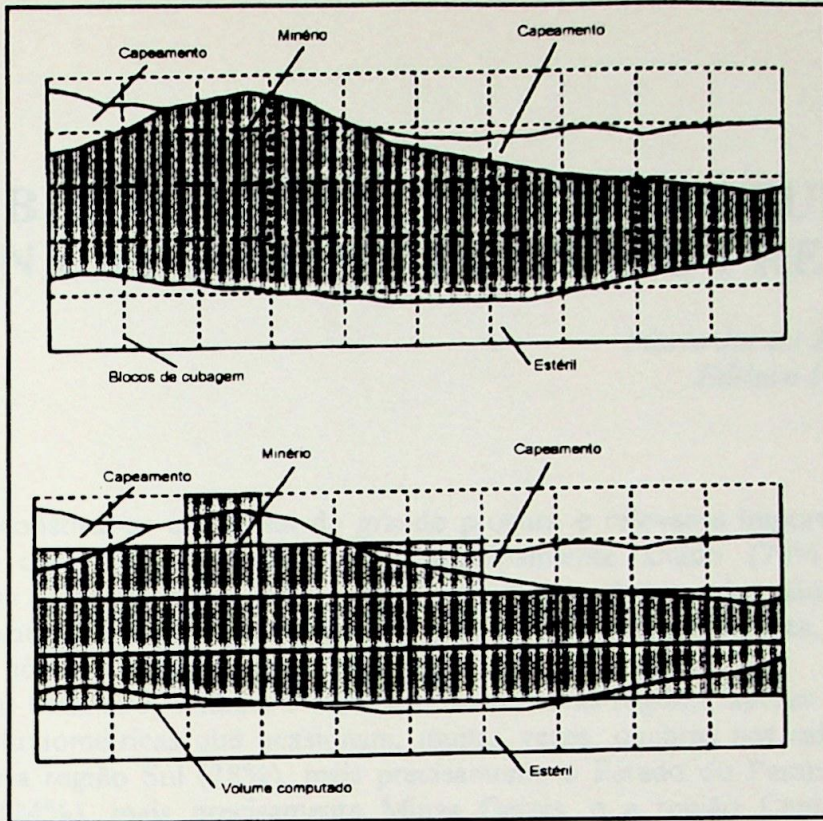


Figura 3 - Perfil de uma camada de minério (acima) e os problemas da separação de minério do estéril (abaixo).

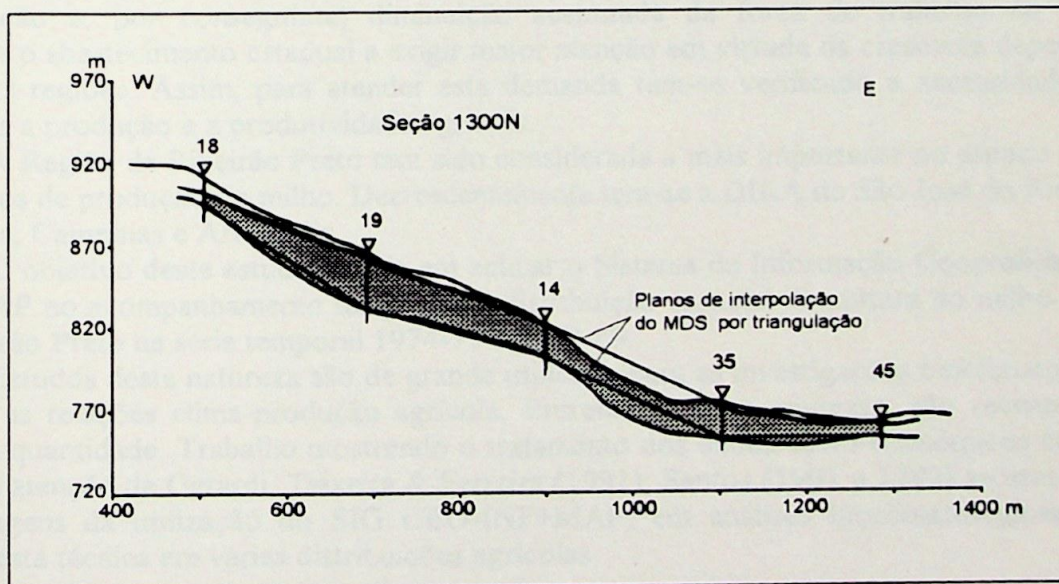


Figura 4 - Seção mostrando uma camada de minério a partir da interpretação geológica e os planos de triângulos utilizados pelo MDS.