

REAVALIAÇÃO DOS RECURSOS/RESERVAS MINERAIS DA MINA DE CAJATI (SP) POR METODOLOGIA GEOESTATÍSTICA

George Barros^{*}
Jorge Kazuo Yamamoto*

Este trabalho tem por objetivo principal a determinação dos recursos/reservas minerais da Mina de Cajati (SP), aplicando-se a metodologia geoestatística.

A Mina de Cajati localiza-se na região conhecida por Vale do Ribeira, no Sudoeste do Estado de São Paulo e está inserida no Complexo Ultramáfico Carbonatítico de Jacupiranga, que corresponde a uma ocorrência brasileira clássica de rochas alcalinas.

A área vem sendo explorada pela Empresa Serrana de Mineração desde a década de 40, onde, a partir da rocha carbonatítica, a apatita é o principal mineral de minério.

Iniciou-se o estudo com uma análise estatística do banco de dados da mineração, onde foi possível observar a distribuição de frequências dos teores, através dos histogramas e dos parâmetros estatísticos.

A seguir, efetuou-se a seguir a análise geoestatística, genericamente conhecida por krigagem, na qual são estimados teores de blocos de lavra a partir dos teores das amostras dos furos de sonda.

Paralelamente a esta análise, foi elaborado, através dos dados de sondagens e de campo, o modelo tridimensional do depósito, com o objetivo de conhecer a geometria do corpo de minério.

A partir deste cálculo, tem-se uma base para os estudos de viabilidade técnica e econômica, como, por exemplo, produção anual, vida útil provável da mina, métodos de beneficiamento, além de outros investimentos. Nota-se então que o cálculo de reservas é de grande importância para o sucesso da mineração, devendo esta avaliação ser a mais confiável possível.

O trabalho clássico sobre o entendimento do depósito foi o realizado por Melcher (1965). Gaspar (1989) indica que o carbonatito resultou de 5 intrusões sucessivas que levaram a diferentes tipos de carbonatito, de acordo com feições mineralógicas e petrográficas.

Análise Estatística

Para esta análise estatística, procedeu-se a regularização das amostras, adotando-se uma altura de dez metros, que é atualmente a altura das bancadas adotada na lavra.

A Tabela 1 mostra os parâmetros estatísticos dos dados após a regularização.

Tabela 1 : Parâmetros estatísticos dos dados regularizados

	Média	Desvio Padrão	CV	Assimetria	Curtose
P ₂ O ₅	4,828	1,652	0,342	0,093	3,364
MgO	4,086	1,855	0,454	0,937	3,441

O histograma de distribuição de frequências para os dados regularizados encontra-se nas figuras 1a e 1b, onde foram utilizadas 50 classes.

* Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental – IGc - USP

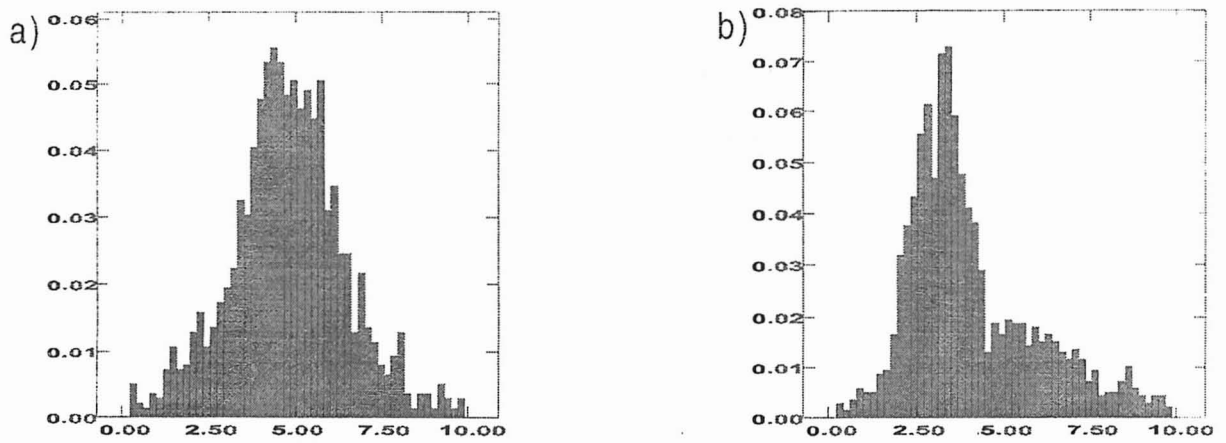


Figura 1 – Histograma de distribuição de freqüências dos teores – a) P_2O_5 , b) MgO

Os histogramas mostram que a distribuição de freqüências dos teores de P_2O_5 obedece a uma distribuição normal, comprovado pelo grau de assimetria, muito baixo (0,093). Já a distribuição dos teores de MgO apresenta uma assimetria positiva. Neste mesmo gráfico, nota-se que ocorre mais de uma população, que apresentam teores distintos. As amostras que compõem estas populações localizam-se em áreas restritas, podendo o estudo ser feito individualmente para cada população. Além disso, estas populações possuem valores de teores distintos, conforme a tabela 2, onde pode-se observar os parâmetros estatísticos destas populações. Na figura 2 pode-se observar que a distribuição destas populações obedece a uma concentração localizada.

Tabela 2 – Parâmetros estatísticos das três populações em estudo

	Média	Desvio Padrão	CV	Assimetria
P_2O_5 - Norte	4,706	1,964	0,417	0,162
MgO - Norte	4,632	1,934	0,418	0,537
P_2O_5 - Central	4,685	1,638	0,350	0,151
MgO - Central	4,661	1,968	0,422	0,519
P_2O_5 - Sul	5,063	1,646	0,325	-0,007
MgO - Sul	3,075	1,041	0,339	1,736

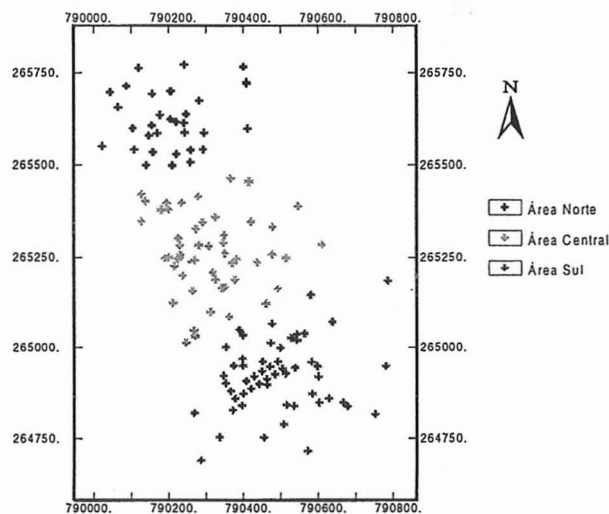


Figura 2 – Localização das 3 populações de amostras

Análise Geoestatística

Foram construídos variogramas em duas direções (D1 e D2) contidas em um plano horizontal, além de outro (D3), contido em um plano vertical. A partir da análise variográfica percebeu-se uma maior continuidade espacial dos dados na direção vertical, o que pode ser explicado pela natureza intrusiva do corpo de minério.

Para a estimativa dos teores foi construído um modelo de blocos, com os mesmos parâmetros de blocos de lavra utilizados na mineração, e que correspondem a 25 X 25 X 10 metros. Esta estimativa baseou-se na krigagem ordinária.

Cálculo da Reserva

Estimados os teores de P_2O_5 e MgO para cada bloco, determinou-se a reserva mineral, através da equação $R = VDT$, sendo V o volume do bloco, D a densidade, igual a $2,7 \text{ ton/m}^3$ e T o teor estimado para cada bloco. Deste modo, foram considerados, para este estudo, o volume do bloco igual a 6250 m^3 e a densidade aparente do minério igual a $2,7 \text{ ton/m}^3$, determinada em ensaios laboratoriais e adotada na mineração.

Pode-se observar na figura 3, como exemplificação, o resultado obtido na bancada zero.

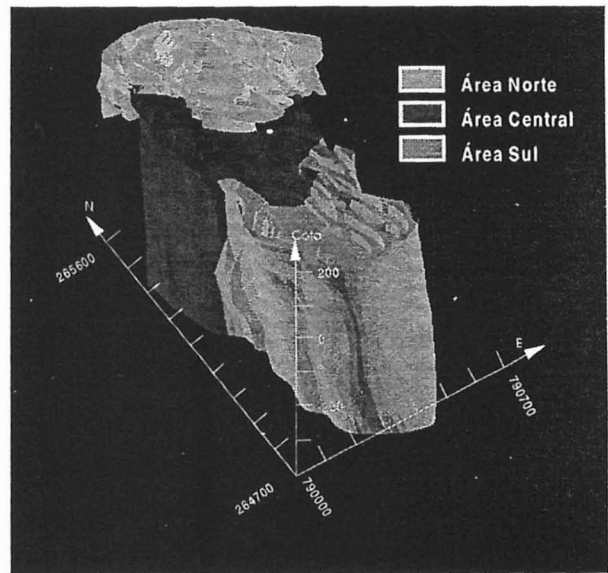
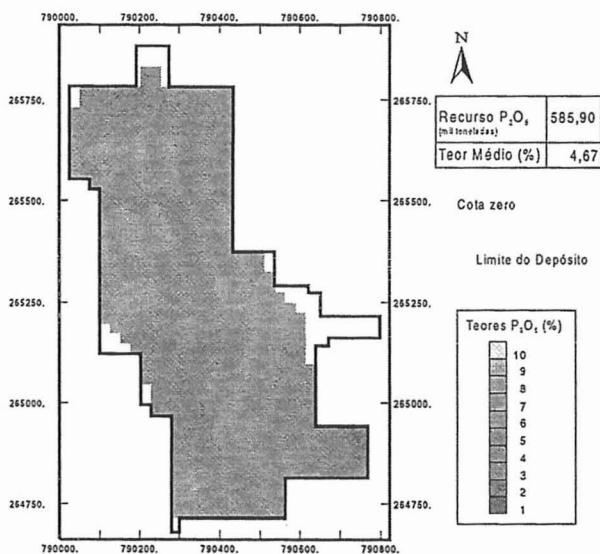


Figura 3 : Valores estimados por krigagem para a bancada zero

Figura 4 – Modelo tridimensional do corpo carbonatítico

Modelagem do Corpo Geológico

A elaboração deste modelo levou em conta os parâmetros da gênese do corpo, bem como suas relações de contato com a encaixante. A adição deste modelo com o anteriormente existente para o restante do corpo foi feita através do software Vulcan, Este modelo pode ser observado na Figura 4.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho percebe-se a importância de uma análise estatística prévia dos dados antes de se iniciar uma análise geoestatística. O simples cálculo de distribuição de frequências garantiu a

divisão da área estudada, possibilitando um estudo diferenciado para cada sub-região. O fato de comportamentos distintos nas populações destas áreas indica o acerto nesta divisão.

Um ponto que deve ficar claro é o fato da Serrana adotar divisões diferentes para os carbonatitos, a partir dos teores de magnésio. A divisão adotada neste trabalho foi feita a partir da análise estatística, onde observou-se populações de dados concentradas em regiões delimitáveis. Entretanto, a rocha foi denominada simplesmente carbonatito, não levando-se em consideração diferenças mineralógicas que ocorrem no corpo. Como já foi mencionado, o corpo carbonatítico é fruto de cinco intrusões, com características químicas que apresentam diferenças entre si (Gaspar, 1989). Um estudo pormenorizado poderia ser realizado para uma melhor caracterização do depósito, evoluindo assim, para uma melhor compreensão da geoestatísticas dos corpos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gaspar, J. C. - 1989. Geologie et mineralogie du complexe carbonatique de Jacupiranga, Brésil. França. 344p. (Tese de Doutorado. U. E. R. De Sciences Fondamentales et Appliquées, Université d'Orleans).
- Melcher, G. C. - 1965. Os Carbonatitos de Jacupiranga . Bol. Fac. Fil. Cie. e Letras da Universidade de São Paulo. Boletim N° 282, Geol. 21. SP, 73 pp.