

## AVALIAÇÃO DE JAZIDA DE MINÉRIO DE FERRO COM O MÉTODO DE SEÇÕES PARALELAS

LEANDRO SILVA<sup>1</sup>; RICARDO SOUZA<sup>2</sup>; ANTÔNIO SILVA JR<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – leandrofs@ymail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – ricardo.radtke10@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – alves.geoestatistica@gmail

### 1. INTRODUÇÃO

A avaliação de jazidas de um depósito mineral é um procedimento técnico que tem por objetivo estimar a quantidade e qualidade do minério, dando subsídios aos estudos econômicos, de planejamento de lavra e beneficiamento (CONDE, 1995). Ela é resultado da integração de diversos fatores, como: conhecimento da geologia do depósito; precisão na obtenção de parâmetros do minério (teor, espessura, densidade); determinação do comportamento destes parâmetros. O conceito de avaliação de reservas está diretamente conectado a outros dois conceitos. Recurso mineral que é uma concentração ou depósito na crosta da Terra, de material natural, sólido, em quantidade e teor e/ou qualidades tais que, uma vez pesquisado, exhibe parâmetros mostrando, de modo razoável, que seu aproveitamento econômico é factível na atualidade ou no futuro; e reserva mineral que é a parte do recurso para a qual demonstra-se viabilidade técnica e econômica para produção. A viabilidade técnica e econômica inclui considerações sobre elementos modificadores, tais como fatores de lavra e beneficiamento, de economia e mercado, legais, ambientais e sociais, justificando-se a avaliação, envolvendo análise de lucratividade, em um dado tempo (GROSSI, 1996). Existem diversos métodos para obtermos a avaliação de uma reserva, um destes métodos é o de seções paralelas que visa a definição de volume, tonelagem e teor médio do depósito utilizando perfis de amostragens paralelos. Trata-se de um método simples pois utiliza apenas fórmulas de média ponderada e desenho de seções geológicas feitas através de sondagens para obtenção da avaliação final do depósito.

Neste trabalho o método de seções paralelas será aplicado em uma jazida de minério de ferro com objetivo de avaliar os recursos e reservas minerais. A área de estudo está localizada no centro-sul de Minas Gerais, no Quadrilátero Ferrífero (QF), que possui uma área de aproximadamente 7 mil quilômetros, na borda sul do Cráton do São Francisco (ALMEIDA, 1977). O QF é caracterizado pelo arranjo grosseiramente quadrangular de sinclinais onde afloram sedimentos plataformais do Supergrupo Minas, de idade Paleoproterozóica, separados por estruturas antiformais irregulares com terrenos arqueanos do tipo *greenstone* do Supergrupo Nova Lima, e domos de rochas cristalinas Arqueanas e Proterozóicas, (MACHADO ET AL. 1992).

### 2. METODOLOGIA

O banco de dados contendo as variáveis de hematita, itabirito e estéril para a interpretação final do minério de ferro apresenta informações de 55 furos de sondagem onde foram feitas amostragens a cada 10m em cada furo, totalizando 1055 amostras. Os dados de localização real da área de estudo foram suprimidos,

contudo serão apresentados dados de posicionamento fictícios para cada furo de sondagem.

Em um primeiro momento a análise exploratória dos dados (análise estatística) foi realizada para um conhecimento prévio do banco de dados. Com estes dados em mãos, foi feita a quantificação do recurso, onde foram medidas as áreas de influência de cada furo de sondagem, isto é, as características de um furo de sondagem foram estendidas até as meias distâncias dos furos adjacentes. Os furos de sondagem foram realizados com distância de 100m entre si, logo as áreas de influência foram delimitadas como a metade da distância entre cada furo (50m). Após esta etapa foram calculados os teores médios ponderados de cada furo, onde para cada furo de sondagem uma amostra foi coletada a cada 10m de profundidade. Com estas áreas calculadas, foi possível elaborar o teor médio para cada área de influência dos furos, onde o teor de cada furo foi multiplicado pelo valor total da área de cada variável correspondente ao furo de sondagem. O volume de cada seção foi calculado através da área total de cada uma das variáveis Itabirito, Hematita e Estéril, multiplicado por 100, (pois as seções foram projetadas em 2D, logo multiplicou-se pela distância entre os furos para se obter a terceira dimensão). A tonelagem foi obtida através da multiplicação do volume pela densidade de cada variável, onde as densidades de Itabirito, Hematita e Estéril foram estimadas em 3,9, 3,6 e 1,7, respectivamente.

Para a quantificação das reservas foram delimitadas cavas para a abertura da lavra de extração do minério. Com estas cavas projetadas, os mesmos passos utilizados para a delimitação de recurso foram empregados para a delimitação de reserva.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme as especificações técnicas do projeto, as cavas desenhadas nas seções foram abertas com uma angulação máxima de  $40^\circ$  para que não haja um desmoronamento dos taludes na abertura da cava. Seis seções foram modeladas com diferentes informações em cada furo de sondagem, onde cada uma delas obteve resultados distintos que foram somados para a relação final de minério de ferro, (Figura 1).

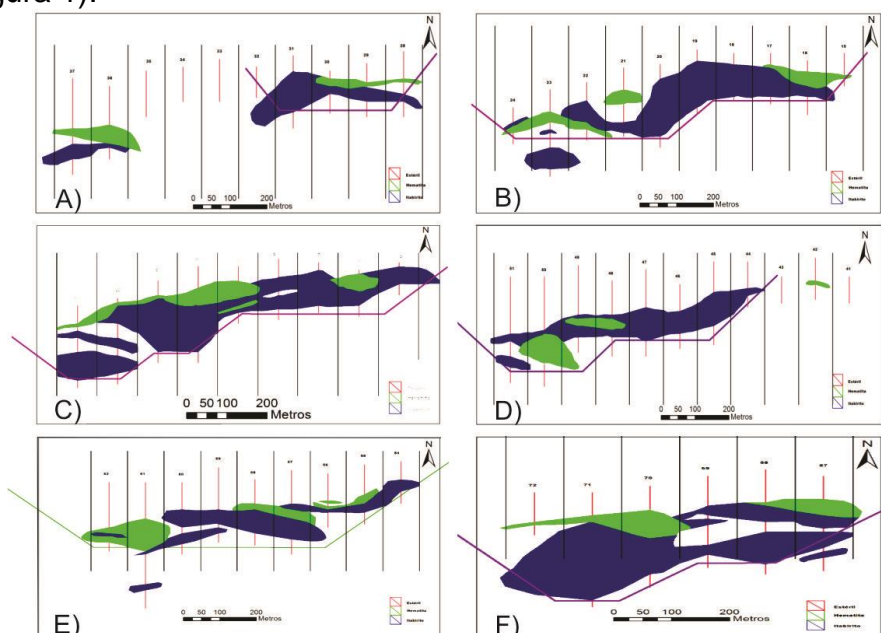


Figura1- Demonstrando as seções/cavas para a área de estudo, onde A), B), C), D), E), F) representam, respectivamente as seções/cavas 1,2,3,4,5,6.

A seção 1 foi proposta com 3 taludes para uma extração maior do minério, a maior concentração dos teores de Itabirito nesta seção encontra-se no furo 7. A Hematita apresenta-se de forma constante estando presente nos furos 7 a 11, onde há uma maior concentração de minério nos furos 7 e 8. A cava para a seção 2 foi definida em 2 patamares, onde há uma maior concentração de Itabirito que se estende dos furos 17 ao furo 20. A Hematita está presente em forma de lentes com espessura média de 50m, tendo a espessura máxima no furo 16. A seção 3 apresenta uma concentração grande de Itabirito no furo 31 com aproximadamente 100m na parte mais espessa, é encontrado também nos furos 28 a 30, 36 e 37. A Hematita está presente nos furos 28, 29, 30, 36 e 37; sendo a sua porção mais próxima à superfície topográfica no furo 30. O Itabirito presente na seção 4 encontra-se como uma camada constante que se estende do furo 44 ao furo 51. A Hematita está presente nos furos 42, 48, 49 e 50, sendo seu maior volume no furo 50 e o menor volume no furo 42. As rochas mineralizadas nesta seção estão em profundidades de cerca de 80 a 100. O Itabirito está presente em todos os furos da seção 5, em forma de camadas e/ou lentes, tendo espessura máxima localizada nos furos 57 e 58. A hematita está presente nos furos 55, 56, 57, 58, 61 e 62, sendo o seu maior volume no furo 61. Por fim, o Itabirito da seção 6 está contido em todos os furos, exceto no furo 72. No furo 71 há um volume de rocha mineralizada com mais de 200m de espessura. A Hematita está presente nos furos 67, 68, 70, 71 e 72 em forma de lentes.

Cada uma das cavas e perfis obtiveram resultados diferentes para a relação estéril/minério (REM), conforme a Tabela 1. Esta relação demonstra a quantidade de estéril e minério presente em cada uma das seções. Com a implementação da cava houve um melhor aproveitamento do minério comparando com a relação média para as seções.

Tabela 1- Demonstrando a relação entre estéril/minério presente entre seção e cava.

	Seção 1	Seção 2	Seção 3	Seção 4	Seção 5	Seção 6	Global
REM Seção	0,334	0,481	1,389	1,122	0,984	0,414	0,787
REM Cava	0,357	0,425	0,239	1,073	1,036	0,478	0,601

Por fim o somatório dos teores médios, volume e tonelagens, das variáveis Itabirito, Hematita e Estéril foram compilados na Tabela 2, demonstrando os resultados finais de recurso e reserva (seções e cavas, respectivamente) da área de estudo.

Tabela 2- Demonstrando os resultados finais de teor médio, volume e tonelagem das variáveis.

Avaliação		Teor médio	Volume	Tonelagem
Recurso	Itabirito	47,758	33301263	129874926
	Hematita	65,282	10346358	37246888
	Estéril	-	66540443	113118753
Reserva	Itabirito	47,805	31594811	123219765
	Hematita	65,289	10201696	36726106
	Estéril	-	68200863	115941468

## 4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos através das análises estatísticas demonstraram que há um maior número de ocorrência do Itabirito, que encontra-se presente em 46 furos, enquanto que a Hematita está presente em 33 furos. A estatística demonstrou ainda que o número de amostras coletadas em cada furo (amostragem feita a cada 10 metros), é maior para o Itabirito do que para a Hematita, cerca de 30% o total das amostras coletadas contem Itabirito e cerca de 10% contém Hematita. Apesar de já ter sido identificado um cenário positivo para a exploração, estes resultados podem ainda ser refinados na cava para um melhor aproveitamento de minério.

O método das seções paralelas mostrou-se satisfatório para a área de estudo, tendo em vista a grande continuidade lateral dos corpos mineralizados em praticamente todas as seções. Entretanto, por ser um método que estima a continuidade lateral dos corpos, pode não ser o mais eficiente para a delimitação da tonelage de minério a ser extraído, pois ele baseia-se apenas nos teores de furos de sondagens e suas respectivas áreas de influência para delimitar o volume total de rocha.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. F. M. 1977. **O CRATON DE SÃO FRANCISCO**. REV. BRAS. GEOCIÊNCIAS, 7 (4): 349 – 364

CONDE, R. P e YAMAMOTO, J. K. **AValiação de Reservas por Métodos Convencionais: Um Estudo de Caso na Mina de Canoas 2 (PR)**. *Bol. IG-USP, Sér. Cient.* [online]. 1995, vol.26, pp. 13-28. ISSN 0102-6283.

GROSSI SAD, J.H. E VALENTE, J., **“RESERVAS E RECURSOS MINERAIS – UMA REVISÃO”**, ed. IBRAM, Belo Horizonte (MG), Brasil, 1996;

MACHADO, N. & CARNEIRO, M. A., 1992. **U-PB EVIDENCE OF THE LATE ARCHEAN TECTONO-THERMAL ACTIVITY IN THE SOUTHERN SÃO FRANCISCO SHIELD, BRAZIL**. CANADIAN JOURNAL OF EARTH SCIENCES, 29: 2341-2346.