

AVALIAÇÃO DE JAZIDAS MINERAIS

Octavio Barbosa (1)

e

Alceu Fabio Barbosa (2)

A avaliação de jazidas minerais e minas é assunto que vai crescendo de importância a cada momento, no Brasil, dado o impulso das atividades mineiras do País nos últimos anos.

O Conselho Nacional de Minas e Metalurgia, em suas reuniões, tem focalizado a questão por mais de uma vez, e acentua a necessidade de estabelecer-se uma fórmula que venha resolver definitivamente o delicado problema.

É nosso objetivo neste artigo fazer alguns comentários sobre a fórmula de Hoskold, largamente usada na Inglaterra e nos Estados Unidos da América do Norte na avaliação de jazidas e minas, divulgar sua origem e consequências e preconizar sua aplicação aos casos brasileiros. Como se trata de uma fórmula aceita sem mais discussões nos países de língua inglesa, pensamos que a sua aceitação por nosso meio técnico virá sanar a lacuna existente, e evitar maiores debates em torno de uma questão já resolvida em outros países. O assunto não exige solução brasileira. A fórmula é impessoal e apenas seus termos devem sofrer as limitações impostas pelo ambiente da economia nacional.

Avaliar uma jazida ou mina é determinar o seu valor venal ou o seu valor em dinheiro, pelo qual os direitos sobre a propriedade mineral, reservas e inversões iniciais, possam ser transferidos de um vendedor a um comprador voluntários. São motivos frequentes para avaliação: a transferência a outros proprietários, a dissolução — organização ou fusão de companhias, pendências judiciais, tributação, etc.

(1) Prof. Catedrático de Mineralogia Petrografia e Geologia da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

(2) Prof. da Cadeira "Jazidas Minerais e Legislação de Minas", da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Precede a avaliação a determinação cuidadosa da reserva mineral e do teor recuperável ou valor unitário da substância útil, por meio de pesquisa detalhada, conforme exige o Código de Minas brasileiro.

Só excepcionalmente, no caso de reservas de aproveitamento integral imediato ou em prazo muito curto, é que se determina o valor da jazida com base na multiplicação direta da reserva útil pelo valor corrente no mercado. Na maioria dos casos, decorre intervalo variável entre o aproveitamento da parte mais acessível da jazida e da menos acessível, intervalo que é função da produção anual e da reserva, isto é, da vida da mina.

O aproveitamento total das reservas obedece, portanto, a uma determinada marcha anual de trabalho, e os lucros do empreendimento estão sujeitos ao mesmo ritmo. O lucro anual é o quociente do lucro total pelo número de anos da mina e é suposto igualmente distribuído por todos os anos. É definido por Truscott (1), pag. 160, como sendo o *dinheiro legitimamente distribuído anualmente como dividendo ordinário*.

Parece claro que em um depósito mineral que está sendo atualmente avaliado, para uma vida mais ou menos longa, o lucro anual deve ser computado pelos seus valores atuais, mediante uma taxa fixa que em cada ano reproduza o valor correspondente ao quociente mencionado anteriormente; o lucro correspondente ao 15.º ano não terá atualmente o mesmo valor do lucro do 5.º ano. É um caso de juros compostos.

Nascem daí as considerações que vão nos permitir a dedução da fórmula de Hoskold, que está apoiada indiretamente na definição do *valor* de uma jazida ou mina, que compreende também outras inversões iniciais, definição esta que é, segundo Lewis (2), pág. 520, e Truscott (ob. cit.), pág. 162, e Young (3), pág. 689, em resumo, a seguinte: *O valor de um depósito mineral é a soma dos valores atuais do lucro anual, previsto para a sua fase de lavra e industrialização*.

É uma definição aceitável em princípio, porque é coerente avaliar-se uma indústria em função dos lucros que ela nos proporciona. Dela decorrem diversas consequências. Assim, um mesmo depósito mineral pode ter valores diferentes, no mesmo momento, dependendo do fim e da transformação da substância mineral. A uma jazida de calcareo, para fabricação da cal, deve ser atribuído um valor diferente do que aquele que ela teria na fabricação de cimento. Os lucros em cada caso são bem diferentes. O caso ideal de valor único para a jazida, seria alcançado mediante a paridade de lucros em ambas as indústrias.

(1) Truscott, S. J. — Mines Economics. 1937. Mining Publications Ltd. London.

(2) R. S. Lewis — Elements of Mining. 2.ª ed., 1941. J. Wiley & Sons. N. Y.

(3) Young, G. J. — Elements of Mining. 1932. Mac Graw-Hill Book Co. N. Y.

A posição das partes interessadas no negócio de um depósito mineral deve ser também levada em consideração pelo engenheiro encarregado da avaliação. O concessionário que vende substância mineral não pode pretender para a sua jazida um valor igual ao que ela teria se outro concessionário lavrasse e transformasse a mesma substância. O primeiro opera com pequena inversão inicial em substância, em geral, de baixo valor, ao passo que o segundo dispense grandes somas iniciais em instalações de superfície, subterrâneas, beneficiamento e metalurgia, para obter produto de alto valor e imediata utilização pelo homem. O valor, como definimos, compreende não só o valor da jazida como também a soma de todas as inversões. Tudo está em função do destino e transformação da substância mineral.

As reservas de matéria prima não mineral das indústrias são praticamente ilimitadas, e as inversões destas indústrias não têm, de modo geral, dependências fundamentais com aquelas reservas; não raro a instalação de indústrias congêneres estimula o aumento da reserva.

No caso de depósitos minerais a coisa é diferente. As reservas são quasi sempre grandezas finitas e relativamente escassas quando comparadas com a matéria prima de outras indústrias. A inversão inicial é função da reserva e há elo estreito entre elas e o valor da jazida, vida da mina e transformação da substância mineral. Mesmo no caso de simples concessionários vendedores de substâncias minerais, cada ano que passa ele vê suas reservas diminuídas.

A fórmula de Hoskold, para grandes jazidas, atribue valores para as reservas até 50 anos de vida, que é um limite extremo das previsões humanas. Além desta idade o valor da jazida é sensivelmente constante e a reserva excedente terá apenas um valor potencial não computável. Só além deste limite excepcional é que os depósitos minerais poderiam ser equiparados a outras fontes comuns de matérias primas para a indústria.

É interessante observar que o valor de uma mina decresce gradualmente à medida que se exaurem suas reservas, e no fim de sua vida todo o capital invertido deve ter sido reembolsado com certa margem de lucros.

Estas e outras considerações que poderiam ser acrescentadas justificam plenamente o cálculo do valor de um depósito mineral em função do lucro anual.

*

* *

Para a determinação do lucro anual e portanto do valor, é necessário o exame de diversos elementos. No caso de mina em lavra estes dados são

facilmente obtidos e a avaliação não oferece dificuldades. No caso de jazidas virgens a avaliação é mais difícil porém quasi sempre pode-se determinar-lhe o valor.

Além da reserva e teôr recuperável devem ser considerados detalhadamente (Lewis, ob. cit. pág. 520) e (Truscott, ob. cit. pág. 159):

1.º — *Preço futuro dos produtos:*

O preço dos produtos, que influirá diretamente na determinação do lucro anual, deve ser estimado o mais rigorosamente possível. Os preços correntes podem ser adotados, porém é aconselhável tomar a média dos últimos 25 ou 30 anos. No caso de venda da substância mineral procede-se da mesma maneira. O estudo das condições dos mercados, em cada caso, facilitará a tarefa do avaliador.

2.º — *Despesas de produção:*

Incluem as despesas anuais de mineração, beneficiamento do minério, operações metalúrgicas, fretes e carretos, despesas de venda dos produtos, administração e despesas gerais, fundo de reserva para amortização da inversão inicial, e uma parcela de 10% para eventuais. No caso de jazidas em início de lavra quasi todos estes elementos são adotados por analogia a minas e usinas congêneres ou ainda por valores médios, que sejam a expressão mais exata das condições de trabalho.

3.º — *Vida da mina*

A vida da mina depende da intensidade da lavra. É claro que toda a reserva não pode ser extraída de uma vez. É necessário certo tempo para organização, instalação, preparo da mina, etc., de modo que as reservas são aproveitadas mediante certa produção anual. Para mercado ilimitado, tanto mais intensa a lavra tanto maiores os lucros na mineração. Muitas minas de grandes reservas são equipadas para vida longa, 35 a 50 anos. Outras minas, de pequena reserva ou cuja pesquisa é muito dispendiosa, são inicialmente equipadas para uma vida de 7 a 10 anos. Determinadas maiores reservas no curso da lavra, novas ampliações e inversões serão realizadas na perspectiva de vida mais longa. Se a avaliação se processa logo após a terminação das pesquisas, em geral a lavra iniciar-se-á de um a três anos depois, e o valor da jazida deve ser modificado de acôrdo com este retardo da produção.

4.º — *Riscos da mineração:*

Riscos existem em qualquer empreendimento, porém em mineração eles são maiores. Ha certo risco na determinação da reserva que é feita em amostras que se supõe sejam representativas de toda a massa do minério. Durante a lavra podem ocorrer circunstâncias prejudiciais à marcha normal dos trabalhos, e os preços do metal estão sujeitos a oscilações, que podem refletir desfavoravelmente.

Devido a estes riscos adota-se uma taxa mínima de 10% sobre a inversão total, que é uma das parcelas do dividendo anual a ser distribuido. Esta taxa, r' , é dita remunerativa e habitualmente oscila de 10% a 15%; em casos raros em que o empreendimento envolve grandes riscos o valor desta taxa pôde ir até 50%.

A outra parcela do dividendo anual é o fundo de reserva; é uma quantia que se acumula anualmente, a uma taxa de juros bancarios, r , e é destinada a reembolsar no fim da vida da mina, toda a inversão inicial. Não é paga anualmente e sim acumulada nas despesas de produção (item 2.º).

5.º — *Inversão inicial:*

Esta inversão presuppõe a existência de capital suficiente para a compra de terras e da jazida, do equipamento completo da mina, das instalações de beneficiamento do minério e metalurgia. Se a jazida não está aberta, despesas de desenvolvimento ou traçagem, são necessárias. As grandes minas são verdadeiras vilas ou cidades, com todas as exigências de povoamento, escolas, diversões, etc., que representam despesas iniciais. Ao capital necessário deve ser acrescida uma soma destinada a enfrentar as despesas do minério em extração e tratamento, e de um estoque para diversos meses.

*

* *

Confrontadas a inversão e a renda dentro do esquema delineado, pode-se deduzir o lucro anual. Sendo L_a o lucro anual, a expressão do valor atual de L_a em cada ano obtem-se da seguinte maneira: A quantia L_a colocada a juros compostos, em n anos, à taxa r , torna-se $L_a(1+r)^n$. Esta soma tem por valor atual L_a ; qual será o valor atual de L_a em n anos?

Seja X_n este valor, por proporção simples e direta tem-se:

$$X_n = \frac{L_a}{(1+r)^n} \text{ no fim do } n.^{\circ} \text{ ano}$$

analogamente:

$$X_{n-1} = \frac{L_a}{(1+r)^{n-1}} \text{ no fim do } (n-1) \text{ ano}$$

⋮

$$X_1 = \frac{L_a}{(1+r)} \text{ no fim do primeiro ano}$$

$$X_1 + X_2 + \dots + X_{n-1} + X_n = L_a \left(\frac{1}{(1+r)} + \frac{1}{(1+r)^2} + \dots + \frac{1}{(1+r)^{n-1}} + \frac{1}{(1+r)^n} \right)$$

Por definição esta soma é o valor do depósito mineral. Os termos entre parentesis, representam a soma de uma progressão geométrica cujo primeiro termo é igual a razão, iguais ambos a $\frac{1}{(1+r)}$. Sendo V_m esse valor, vem:

$$V_m = \frac{\frac{1}{1+r} \left[1 - \frac{1}{(1+r)^n} \right]}{1 - \frac{1}{1+r}} \times L_a = L_a \frac{(1+r)^n - 1}{r(1+r)^n}$$

ou

$$(1) \quad V_m = \frac{L_a}{\frac{r}{(1+r)^n - 1} + r}$$

Esta é a fórmula que nos dá o valor em função do lucro anual, da vida da mina e da taxa de amortização. É a fórmula dita de taxa simples. Pode ser escrita:

$$(2) \quad L_a = \frac{V_m r}{(1+r)^n - 1} + V_m r$$

O lucro anual ou dividendo é em cada ano a soma de duas parcelas. A primeira é a denominada fundo de reserva e representa uma soma ou anuidade que deve ser separada dos lucros anuais para reembolsar, a juros bancários, a soma dispendida na inversão inicial, inclusive o valor

da jazida, no fim de n anos. A segunda parcela corresponde ao dividendo efetivamente distribuído anualmente.

A fórmula à taxa simples não é freqüentemente usada na avaliação de jazidas, e sim esta fórmula modificada com a denominação de fórmula de Hoskold. Os acionistas ou participantes da indústria mineral deverão receber como dividendo anual não uma quantia $V_m \times r$, isto é, com a mesma taxa de amortização, que é relativamente baixa, e sim uma quantia $V_m \times r'$, a uma taxa r' , tanto maior quanto maior o risco corrido no empreendimento. A finalidade desta última taxa é proporcionar aos acionistas um dividendo anual compensador, ao passo que o seu capital desembolsado será restituído a juros bancários, conforme indica a fórmula (2). Por analogia com esta fórmula, o lucro anual L_a será composto de uma parcela V'_m que, à taxa r , no fim de n anos, devolverá a inversão inicial V_m , e de outra parcela $V_m \times r'$ que é o dividendo anual efetivamente distribuído. Assim:

$$\begin{aligned} L_a &= V'_m + V_m \times r' \\ L_a - V_m \times r' &= V'_m \end{aligned}$$

$$[L_a - V_m \times r'] \frac{(1+r)^n - 1}{r} = V'_m \frac{(1+r)^n - 1}{r} = V_m$$

$$(3) \quad V_m = \frac{L_a}{\frac{r}{(1+r)^n - 1} + r'}$$

Esta é a fórmula de Hoskold, a duas taxas, cujo emprêgo na avaliação de jazidas aconselhamos para os casos brasileiros. Ela inclui o valor da inversão inicial e da jazida, porque o lucro anual é precisamente o resultado do confronto das despesas totais iniciais com o lucro total previsto na mineração. A inversão inicial deve, portanto, representar uma parcela pequena do valor dado em (3), no máximo 30% a 40%, porque das reservas da jazida deve sair o dinheiro para amortizar todas as inversões e dar ainda certa margem de lucro.

Exemplos:

1.º) Qual o preço que deve ser pago por uma mina completamente equipada se o lucro anual previsto é CR \$ 10.000.000,00 durante 25 anos, a taxa remunerativa sendo 15% e a taxa de amortização sendo 10%?

$$V_m = \frac{10.000.000}{\frac{0,10}{(1+0,10)^{25} - 1} + 0,15} = \text{Cr. \$ } 63.200.000,00$$

Este seria o valor a ser pago pela mina. Interpretamos dizendo que CR \$ 9.480.000,00 são os dividendos do primeiro ano correspondentes a 15% da inversão inicial, ao passo que 10.000.000 — 9.480.000,00 é o fundo de reserva que se acumulará anualmente, durante 25 anos, à taxa de 10% para repôr a inversão inicial de CR \$ 63.200.000,00. Do segundo ano em diante os dividendos supostos irão diminuindo, ao passo que o fundo de reserva irá se acumulando até uma quantia igual à inversão inicial, de modo que L_a fica constante. É o que exprimem as fórmulas (2) e (3).

2.º) Jazidas de bauxita da Cia. Brasileira de Alumínio em Poços de Caldas.

Reservas: 5.000.000 toneladas, $r = 10\%$, $r' = 15\%$

Cálculo de L_a : A capacidade da fábrica de Rodovalho será de 7.200 toneladas de alumínio nos 10 primeiros anos, mas é provável que seja dobrada nos 10 seguintes e, no mínimo, triplicada, depois de 20 anos. Em 50 anos, consumirá assim 3,5 milhões de toneladas de suas reservas. O lucro por tonelada de alumínio pode ser avaliado no mínimo em 800 cruzeiros, ou 200 cruzeiros por tonelada de bauxita. Donde:

$$L_a = 70.000 \times 200 = \text{Cr.} \$ 14.000.000,00$$

Portanto:

$$V_m = \frac{14.000.000}{\frac{0,10}{1,10^{50}-1} + 0,15} = \text{Cr.} \$ 134.000.000,00$$

Quando o primeiro dos autores foi perito de avaliação dessas jazidas em 1942, para ser mais conservador e estar dentro da realidade do empreendimento preferiu supor que elas se esgotassem em 50 anos, exportando bauxita, o que poderia, ao preço de oferta de então, deixar lucro de 40 cruzeiros por tonelada, o que daria:

$$V_m = \text{Cr.} \$ 23.300.000,00$$

3.º) Jazidas de calcáreo da Cia Cimento Portland Paraná em Rio Branco, proximidades de Curitiba.

Reservas: 7.500.000 toneladas. (Há outras concessões em Cerro Azul).

Cálculo de L_a : A capacidade da fábrica de Curitiba está prevista para 60 mil toneladas anuais nos 5 primeiros anos, 120 mil anuais nos seguintes

5 anos e 180 mil anuais depois de 10 anos. Portanto, números redondos, as reservas de Rio Branco darão para 30 anos. O lucro industrial de uma tonelada de cimento é da ordem de 30 cruzeiros, o que dará 20 cruzeiros para uma tonelada de calcáreo. Donde:

$$L_a = 250.000 \times 20 = 5.000.000$$

$$V_m = \frac{5.000.000}{\frac{0,10}{1,10^{30}-1} + 0,15} = \text{Cr.}\$ 31.600.000,00$$

Da mesma maneira que no exemplo anterior, o segundo dos autores quando foi perito de avaliação dessas jazidas em 1943, avaliou-as como se estivessem sendo vendidas à Cia. Cimento Portland Paraná, como realmente era o caso, calculando o lucro anual na base de 4,50 cruzeiros de lucro por tonelada de calcáreo, o que deu para o valor da jazida:

$$V_m = \text{Cr.}\$ 7.000.000,00$$

Êstes exemplos servem para mostrar que a experiência do engenheiro é quasi tudo na avaliação, pois fica ao seu critério, escolher o valor de L_a . Êles mostram mais, assim como outros exemplos que os autores conhecem, que o *valor da jazida*, em si, *não deve ir geralmente* além de um quarto do valor do empreendimento. Essa é uma limitação importante, a nosso ver, a introduzir no cálculo da avaliação, quando se colocando nas piores condições o engenheiro acha, pela fórmula de Hoskold, valores acima de 25% do total do empreendimento. Assim a soma dos lucros anuais, dados pela fórmula de Hoskold, estão destinados a pagar o valor da jazida (inferior a 25% do total), o valor de outras inversões (inferior a 30%, 40% do total) e a dar o restante em dividendos reais.

A fórmula de Hoskold, quando n cresce, tende para o valor limite

$$V_m = \frac{L_a}{r}$$

Êste valor é atingido praticamente para $n = 50$ anos. Como consequência, o valor de uma jazida cujo aproveitamento, em função da produção anual, excede de 50 anos, é constante. O excesso de reserva não tem valor algum *atualmente*.

Se decorrerem alguns anos sem que a mina entre em produção, é necessário calcular o valor atual do valor dado pela fórmula de Hoskold. Se houver m anos de retardo, o valor atual real será:

$$(5) \quad V'_m = \frac{1}{(1+r')^m} \times \frac{L_a}{\frac{r}{(1+r)^n - 1}}$$

ou

$$(6) \quad V_m = \frac{1}{(1+r)^m} \times \frac{L_a}{\frac{r}{(1+r)^n - 1}}$$

Conforme a taxa adotada. Estes valores diferem pouco um do outro quando o intervalo não vai além de 3 anos.

* * *

Em "Mineração e Metalurgia" de janeiro-fevereiro deste ano, n.º 46, vol. VIII, o prof. Emygdio Ferreira da Silva Junior, catedrático da Escola Nacional de Minas e Metalurgia de Ouro Preto e conselheiro do Conselho Nacional de Minas e Metalurgia, apresenta um processo seu de avaliação de jazidas. Para tanto, deduz algumas fórmulas de cálculo, na primeira das quais o valor global do empreendimento é igualado ao valor da jazida mais o valor das instalações da mina e do beneficiamento do minério, o que está certo por definição.

Em outra fórmula esse valor global é igualado ao resultado da capitalização da parcela anual de amortização em tantos anos quantos forem os da duração do empreendimento, o que também está economicamente certo.

Com mais uma fórmula relativa ao lucro anual do empreendimento, julga ter então o referido autor os elementos para avaliar a jazida. Dá em seguida três exemplos nos quais as taxas de dividendo anual são respectivamente 10%, 12% e 14%, igualados os demais elementos. Fazendo-se os três cálculos respectivos, vê-se que o valor da jazida cai enormemente, para pequenas diferenças de taxa. Por essas razões os autores julgam mais aceitável a fórmula de Hoskold.