

**PROPOSTA DE MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE JAZIDAS
MINERAIS PARA FORMAÇÃO DE GARANTIA REAL
EM OPERAÇÕES DE CRÉDITO**

*João de Aquino Limaverde**

Resumo: A partir de uma conceituação do que seja uma jazida mineral, da definição da terminologia normalmente em uso em projeto de mineração, das características das reservas existentes e da ligeira discussão relativa ao entendimento do que seja propriedade mineral, procurou-se posicionar o problema da avaliação econômica das jazidas minerais em face das exigências das instituições financeiras de garantias reais relativas aos valores contratados. Com base nos dados do plano de aproveitamento econômico da jazida e da caracterização dos parâmetros de avaliação, define-se o que seja o valor do direito de lavra. Esse valor pode ser calculado de várias maneiras, sendo apresentados três métodos: fluxo de caixa descontado, fórmula de Hoskold e fórmula de Finlay. Defende-se, para o propósito em tela, o método do fluxo de caixa descontado como o mais indicado e mais seguro, haja vista englobar maior racionalidade na ponderação de todas as variáveis na apuração dos custos e valor tributável do projeto, de modo que se pode fazer análise de sensibilidade quanto à variação de qualquer termo.

1. INTRODUÇÃO

Existe, de uma maneira geral, certa dificuldade para se estabelecer o valor venal de uma jazida mineral, em virtude da interveniência no processo de um conjunto de variáveis com as quais a maioria dos avaliadores está pouco afeita.

* Geólogo, economista e técnico em desenvolvimento do BNB-ETENE.

Desse conjunto de variáveis destacam-se aquelas de ordem legal, especificamente no que diz respeito à propriedade, e aquelas relativas ao próprio entendimento técnico sobre o que seja uma jazida mineral: suas peculiaridades como recurso natural não-renovável, suas características mineralógicas, tecnologia de processo etc.

Essas dificuldades que existem não só para o avaliador, como também, muitas vezes, para o próprio minerador, têm causado problemas para a efetivação de muitos contratos de financiamento, quando o minerador deseja dar em garantia do empréstimo a própria jazida mineral ou seu direito de explorá-la.

Do ponto de vista legal, o primeiro impasse surge quando se questiona a natureza jurídica do título que concede a lavra. A indagação mais comum se refere ao direito de propriedade, uma vez que a portaria ministerial que outorga a lavra o faz a título de concessão, haja vista que a Constituição reserva a propriedade do subsolo à Nação.

Ainda com respeito à questão jurídica, levanta-se o problema da transferência do direito minerário em caso de inadimplência do tomador e consequente execução da garantia por parte da instituição bancária. O problema está no fato de que somente às empresas de mineração organizadas no País, autorizadas a funcionar como tais pelo Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), é permitido exercer a atividade de mineração. Isto implica automática impossibilidade de uma agência de desenvolvimento ou de investimento receber uma mina como ressarcimento de débito, a não ser que constitua uma empresa de mineração, como reza a lei, coisa que, para alguns bancos, torna-se desinteressante.

No que se refere às especificidades da própria jazida mineral, a dificuldade reside em escolher os parâmetros técnicos e econômicos capazes de definir-lhe um valor. Do ponto de vista técnico, ressaltam, em primeiro plano, os elementos definidores da jazida: reservas e teores; e, em seguida, aqueles de ordem tecnológica relativos ao processo produtivo, recuperação, volumes e teores mínimos lavráveis etc.

Pelo exposto, pode-se aceitar como procedente a assertiva de que existem, realmente, dificuldades para avaliar um empreendimento mineral.

O presente documento pretende pôr em discussão o assunto mediante a apresentação de propostas que possam ser aperfeiçoadas quer tecnicamente, quer pela experiência adquirida por ocasião do seu uso em algum projeto porventura analisado por órgãos financiadores.

A oportunidade do tema deve-se à descoberta paulatina da vocação mineral do subsolo nordestino em decorrência da acumulação de conhecimentos técnicos resultantes de estudos, mapeamentos, prospecções e pesquisas desenvolvidas na Região.

Como está explicitado no resumo deste documento, pretende-se desenvolver o tema sob três ângulos distintos: o primeiro constitui uma abordagem conceitual e descritiva do empreendimento mineiro; o segundo tenta posicionar o problema da avaliação econômica da jazida diante da caracterização do plano de aproveitamento do depósito mineral e da definição das variáveis do projeto; e o terceiro apresenta métodos de avaliação, considerados apropriados, acompanhados das devidas indicações de uso.

2. JAZIDA MINERAL

2.1. Conceituação

Alguns autores limitam-se a definir jazida mineral como “a concentração local de uma ou mais substâncias úteis”(2) acrescentando, ainda, uma extensão do conceito de “substâncias úteis”, que seriam todas aquelas naturais, mesmo fósseis de origem orgânica, como petróleo e carvão.

Por outro lado, mister se faz conceituar bem o termo **jazida** para distingui-lo de **ocorrência mineral** que, sob a égide da definição citada, jamais poderia ser diferenciado. Qualquer concentração anômala de substâncias minerais localizadas pode ser entendida, no conceito acima, como ocorrência ou jazida.

Do ponto de vista puramente mineralógico, talvez não importe fazer diferença. Entretanto, pela ótica da economia, é necessário definir se determinada concentração, localizada, de substâncias úteis é economicamente explorável ou não.

Logo, segundo o conceito econômico, jazida mineral é toda concentração localizada de minerais úteis da qual se conhecem as características quantitativas e qualitativas, os parâmetros locacionais e as condições de infraestrutura que, em conjunto, justificam o seu aproveitamento.

Assim, fica bem explicitada a diferença que deve existir entre jazida mineral e ocorrência ou depósito.

Para complementar a conceituação deve-se dizer que uma jazida passa a denominar-se mina quando são iniciadas as atividades de exploração.

2.2. Terminologia Básica

Com o objetivo de facilitar o entendimento apresentam-se, a seguir, os termos comumente utilizados no linguajar da mineração:

Mineral — Elemento ou composto químico resultante de processo inorgânico, de composição química definida, encontrado naturalmente na crosta terrestre.

Rocha — Agregado natural, formado por um ou mais minerais, que constitui a parte sólida essencial da crosta terrestre. A denominação de rocha não implica que os minerais constituintes se encontrem consolidados. Assim, conceitualmente, uma areia é uma rocha tanto quanto o é um granito, muito embora tenham características, composição e propriedades diferentes.

Minério — Rocha que, sob condições favoráveis, pode ser explorada industrialmente para extração de uma ou mais substâncias úteis, visando à satisfação das necessidades da sociedade.

Mineral-Minério — Todo mineral componente do minério que é recuperado e aproveitado no processo de mineração.

Ganga — Parte constituída pelos minerais não-aproveitáveis do minério, também conhecida por rejeito.

Teor — Relação percentual, em peso, entre o mineral-minério, ou a substância útil e o minério.

Concentrado — Produto resultante do processo de beneficiamento do minério mediante uma série de operações que promovem a separação da ganga e o conseqüente aumento da proporção das substâncias úteis.

Metalurgia — Conjunto de operações que visam à obtenção da substância metálica contida no concentrado.

Subproduto — Substância ou elemento útil, obtido no processo de beneficiamento ou metalurgia, que, isoladamente, não poderia ser recuperada com economicidade, mas que, em decorrência da obtenção do produto principal, é aproveitada secundariamente, aumentando, assim, a rentabilidade do empreendimento.

Teor-Limite — Teor da substância útil encontrada no minério, abaixo do que se torna antieconômica a operação de mineração. Esse teor é variável no tempo em função dos avanços tecnológicos na engenharia de processos de beneficiamento.

Mineração a Céu Aberto — Técnica de exploração mineral que consiste no desmonte superficial do minério, geralmente pela ação de explosivos, seguida de retirada e transporte do minério desmontado para as instalações de beneficiamento e transformação, quando for o caso.

Mineração Subterrânea — Técnica de exploração mineral desenvolvida com a escavação de um poço vertical (*shaft*) ou inclinado, de onde partem galerias laterais de exploração e serviço. Toda a mineração ocorre subterraneamente, levando-se à superfície o minério desmontado e em condições de entrar no processo de beneficiamento e transformação. Semelhantemente às minerações a céu aberto, também as subterrâneas são desmontadas com o uso de explosivos.

Reserva — Corresponde à quantidade de minério, mineral-minério ou elemento útil, detectado em um certo e determinado local, através do processo de pesquisa. O regulamento do Código de Mineração* distingue três tipos de reservas:

a) **Medida** — A tonelagem de minério computada pelas dimensões reveladas em afloramentos, trincheiras, galerias, trabalhos subterrâneos e sondagens, na qual o teor é determinado pelos resultados de amostragens pormenorizadas, devendo os pontos de inspeção, amostragem e medida estarem tão aproximadamente esparejados e o caráter geológico tão bem definido que as dimensões, a forma e o teor da substância mineral possam ser perfeitamente estabelecidos. A tonelagem e o teor computados devem ser rigorosamente determinados dentro dos limites estabelecidos, os quais não devem apresentar variação superior ou inferior a 20% da quantidade verdadeira.

* Artigo 26, Parágrafo Único, do Decreto n. 62.934, de 2 de julho de 1968.

b) **Indicada** — A tonelagem e o teor do minério, computados parcialmente, de medidas e amostras específicas, ou de dados de produção, e parcialmente por extrapolação, até distância razoável, com base em evidências geológicas.

c) **Inferida** — Estimativa feita com base no conhecimento das características geológicas do depósito mineral, havendo pouco ou nenhum trabalho de pesquisa.

Prospecção Mineral — Conjunto de operações destinadas a descobrir e localizar uma ocorrência mineral de interesse econômico.

Pesquisa Mineral — Conjunto de operações destinadas a quantificar, qualificar e avaliar a economicidade de lavra de uma ocorrência mineral, após o que esta poder-se-ia denominar jazida, caso seja provada a viabilidade econômica de sua mineração.

2.3. Discussões Relativas à Propriedade Mineral

A Constituição do Brasil, promulgada em 24 de janeiro de 1967, ao referir-se à organização nacional, estabelece que compete à União legislar sobre jazidas, minas e outros minerais. Quando a Carta Magna dispõe sobre a ordem econômica e social, estabelece que as jazidas, minas e demais recursos minerais são objeto de propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento industrial.

Ainda sobre o tema, a legislação determina que a exploração e o aproveitamento das jazidas, minas e demais recursos minerais estão sujeitos à autorização ou concessão federal, na forma da lei, exclusivamente a brasileiros ou a sociedades organizadas no país.

No que se refere aos direitos do proprietário do solo, a Carta Magna assegura-lhe participação nos resultados da lavra igual ao dízimo do imposto sobre minerais, decorrente da exploração da jazida.

O Código de Mineração* estabelece os critérios e normas segundo os quais se dá o aproveitamento econômico das jazidas minerais.

* Decreto-lei n. 227, de 28 de fevereiro de 1967, regulamentado pelo Decreto 62.934, de 2 de julho de 1968.

Os dispositivos legais existentes asseguram ao titular da lavra o direito pleno de explorar a jazida até sua exaustão, desde que os trabalhos sejam desenvolvidos em obediência aos dispositivos legais pertinentes à matéria. Disso resulta, para o concessionário, uma forma de direito de propriedade, haja vista que a jazida passa a integrar o seu patrimônio por ocasião de sua exploração legalizada. Além do mais, o Código de Mineração assegura ao titular do direito de lavra a faculdade de negociar seu título, tal como seus demais bens particulares.

Ora, para negociar um bem ou um direito, necessário se faz atribuir-lhe um valor. Como a reserva mineral propriamente dita, por si mesma, não tem valor econômico efetivo, mas apenas potencial, somente o seu aproveitamento racional, executado segundo projeto técnico e de viabilidade econômica, aprovado pelo DNPM, é que lhe atribuirá um valor econômico. Assim, é fundamental que haja projeto de viabilidade econômica do aproveitamento do bem mineral para que se possa calcular o valor da jazida. Fica claro, portanto, que o valor vai depender de um conjunto de variáveis, sendo as principais:

- a) montante de capital envolvido;
- b) mercado consumidor;
- c) preços dos produtos;
- d) características do minério;
- e) reservas; e
- f) processo tecnológico adotado.

O equacionamento dessas variáveis permite definir um valor presente para o resultado financeiro do empreendimento, dentro do período de vida útil considerado, que corresponde ao valor da jazida.

A realização desse patrimônio somente é possível pela titulação concedida pelo governo.

Nos casos em que as reservas são de enormes proporções, o valor atribuído à parcela que excede a quantidade necessária ao desenvolvimento do projeto de mineração, num período superior a 20 anos, é tido como marginal pelos conceitos da matemática financeira. Por esta razão não deve ser considerada para efeito do cálculo do valor do direito minerário.

Pelo exposto, e ainda por considerar que o título de concessão de lavra é contabilizado no ativo da empresa de mineração, julga-se ser este uma propriedade alienável, mesmo existindo peculiaridades intrínsecas relativas aos direitos, deveres e características do titular. Necessário se faz, entretanto, que se estabeleça uma faixa de preço, calculada segundo métodos amplamente aceitos, e que sirva de referência à objetiva valorização do direito de lavra a preço de mercado.

3. PROBLEMA DA AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA JAZIDA MINERAL

3.1. Plano de Aproveitamento Econômico

Já foi dito que o bem mineral enquanto não minerado se constitui um recurso potencial de propriedade da Nação. O título de concessão de lavra atribui a quem o detém o direito de usufruir esse potencial mediante um empreendimento industrial em que o empresário haverá de mobilizar capital, trabalho e tecnologia.

Os métodos e técnicas de mobilização dos fatores de produção envolvidos constituem o **plano de aproveitamento econômico**, cuja estrutura básica está definida nos artigos 48 e 50 do Regulamento do Código de Mineração.

O corpo do plano compõe-se das seguintes partes:

- a) caracterização espacial e geológica da jazida;
- b) processo tecnológico de lavra e beneficiamento;
- c) edificações e infra-estrutura; e
- d) demonstrativo de viabilidade econômica.

A caracterização espacial e geológica da jazida compreende toda a cartografia básica, topográfica e geológica, locacional e de detalhes, acompanhadas de seus respectivos memoriais descritivos.

Nessa parte são definidas as variáveis de projeto referentes à localização, vias de acesso, distâncias até os centros consumidores, meios de transportes e comunicações existentes. Deverá ser determinada, em escala cadastral, toda a disposição espacial da mineração, desde a frente de lavra, no caso de mina a céu aberto, ou embocadura de túneis e "shafts", no caso de subterrânea, até instalações de beneficiamento, obras civis e infra-estrutura.

A caracterização geológica implica conhecimento detalhado da mineralização, sua disposição estrutural, condicionamento petrográfico, volume lavrável e teores principais e secundários ou subprodutos.

O capítulo referente ao processo tecnológico de lavra e beneficiamento é escrito basicamente em função de estudos efetuados em laboratório, em escala piloto e lavra experimental. Os parâmetros aí obtidos são de importância fundamental para a definição de um tamanho mínimo para o empreendimento.

O projeto de edificações e infra-estrutura é condicionado pelas informações obtidas nas fases anteriores e consiste no dimensionamento das obras civis e infra-estruturais, tais como abastecimento de água, saneamento, comunicações e transportes e proteção ambiental, entre outras.

O capítulo relativo à demonstração da viabilidade econômica é fundamental para conhecer o valor patrimonial da jazida.

Definido todo o processo de mineração, procede-se ao levantamento dos custos relativos à produção e aos investimentos necessários. Somam-se a essas variáveis econômicas as referentes ao mercado, ou seja, preços internos e externos, oferta e demanda, participação percentual do empreendimento no mercado etc.

Todos esses dados serão devidamente analisados de forma que se chegue ao cálculo da rentabilidade do empreendimento, taxa interna de retorno, receita total e lucros previstos.

É sempre conveniente proceder-se a análises de sensibilidade em função de mudanças inesperadas nas hipóteses de mercado aceitas, para ter segurança quanto à capacidade de o projeto suportar às variações do mercado. É nessa fase que se deve determinar o ponto de nivelamento do projeto e analisá-lo à luz das variáveis intrínsecas à jazida, tais como mudanças de teor, variações de espessuras lavráveis etc.

Assim, elaborado o plano de aproveitamento econômico do empreendimento mineral, pode-se, então, fazer o cálculo do valor da jazida, utilizando-se os dados do projeto.

3.2. Caracterização dos Parâmetros de Avaliação

Do ponto de vista da avaliação de uma jazida mineral, duas variáveis são consideradas de fundamental importância, pois nelas se apóia toda e qualquer metodologia de cálculo: a rentabilidade do empreendimento e o tempo.

A rentabilidade confere à jazida mineral o valor que por si só ela não tem, sendo necessário imprimir-lhe uma dinâmica que permita seu aproveitamento com obtenção de lucros.

O tempo também é variável importante em virtude de por ele ser medido o fluxo de caixa que se verifica no empreendimento, pois, em decorrência da remuneração do capital, uma unidade monetária no instante "t" tem maior poder aquisitivo do que essa mesma quantia no instante "t + n" (valor-tempo do dinheiro).

Paralelamente a essas duas variáveis, há que supor a definição de outras duas: o mercado e a tecnologia.

Com relação ao mercado, o mais importante é a existência de demanda que possa absorver a produção prevista. Merece ressaltar, como característica importantíssima, que se trata de uma demanda derivada. Com efeito, sendo o bem mineral um insumo básico para a indústria de transformação, sua maior ou menor demanda no mercado depende diretamente do comportamento da demanda daqueles produtos finais ou intermediários fabricados com a matéria-prima mineral. Há, realmente, grande sensibilidade do mercado de bens minerais ao comportamento da economia como um todo.

A tecnologia tem sua influência marcante na rentabilidade, haja vista que, com o aperfeiçoamento dos processos tecnológicos de beneficiamento, torna-se possível lavrar minérios com teores cada vez mais baixos, aumentando, dessa forma, a reserva disponível e, em decorrência, reduzindo custos.

Depreende-se do que foi dito que o valor do direito de lavra depende do aproveitamento que se há de fazer do minério, uma vez que a necessidade de montar uma estrutura de produção, mais ou menos sofisticada, depende do produto final desejado. Logo, o valor do direito de lavra varia em função da escala de produção (definida pelo cotejo entre investimentos, receitas e custos).

4. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

4.1. Fluxo de Caixa Descontado

O método do fluxo de caixa consiste em determinar para todo o período de existência do projeto, desde a fase de implantação até o final de sua vida útil, os valores das entradas e saídas de recursos financeiros relativos aos investimentos e aos dispêndios de operação.

A tabela 01 apresenta, de forma condensada, as diferentes rubricas de uso, geralmente aceitas em qualquer projeto industrial de mineração, segundo as quais se dão as entradas e saídas de recursos financeiros que resultam no fluxo de caixa.

Pela nomenclatura adotada no quadro em referência, o fluxo de caixa é a soma algébrica, em cada ano, do total dos investimentos (item I.4) com o lucro resultante da operação (item II.11).

De posse do fluxo de caixa do projeto, a avaliação é feita com base numa taxa interna de retorno estipulada, capaz de anular o valor atual líquido do empreendimento.

Em outras palavras, o valor dos direitos de lavra é determinado:

- a) calculando-se o valor de todas as entradas financeiras, descontadas para o ano inicial de implantação, levando-se em conta a taxa interna de retorno adotada e o período em que ocorrerem;
- b) calculando-se o valor de todas as saídas de recursos financeiros, descontadas, também para o ano inicial de implantação, parcela na qual se inclui o valor dos direitos de lavra, considerando-se a taxa de retorno estipulada e o período de ocorrência;
- c) como esses dois valores devem ser iguais, pois foram determinados à taxa interna de retorno, o valor dos direitos de lavra é encontrado, algebricamente, pela expressão:

TABELA 1
FLUXO DE CAIXA (*)

Fluxo de Caixa ()																	
Fases		"m" Anos de Implantação						"n" Anos de Operação									
Anos		-(m-1)	-(m-2)	-(m-3)	-(m-4)	...	-2	-1	0	1	2	3	...	n-2	n-1	n	n+1
Itens																	
I – Investimentos																	
1. Inversões, Substituições e Valores Residuais																	
2. Valor dos Direitos de Lavra																	
3. Capital de Giro																	
4. Soma (1 + 2 + 3)																	
II – Operação																	
5. Receita																	
6. Custo Total																	
7. Lucro antes do IR																	
8. Encargos de Capital																	
8.1. Depreciação																	
8.2. Amortização																	
8.3. Exaustão																	
9. Lucro Tributável (7-8)																	
10. Imposto de Renda (35% de 9)																	
11. Lucro após IR (7-10)																	
III – Fluxo de Caixa do Projeto (4 + 11)																	

(*) Segundo Ávila de Sousa, 1980.

$$VD + \Sigma VS = \Sigma VE' \quad (1)$$

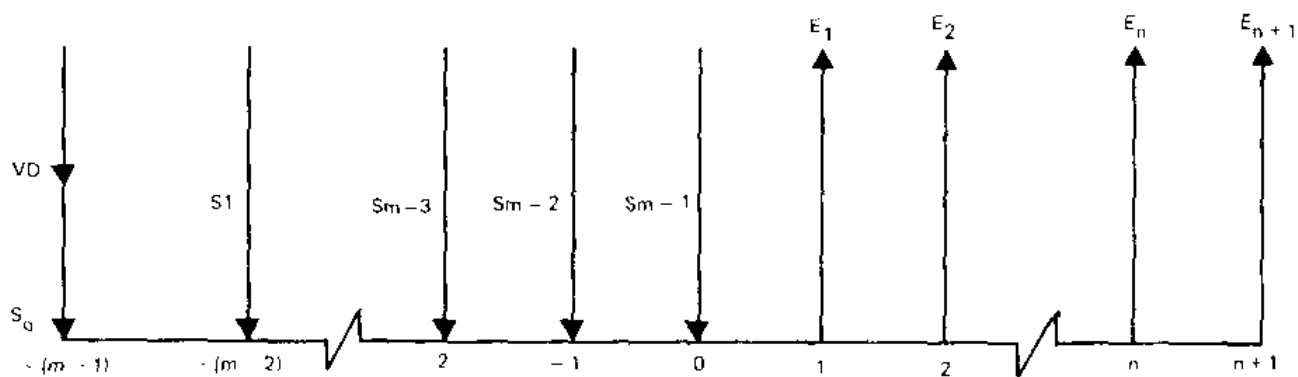
onde

VD = Valor dos Direitos de Lavra.

ΣVS = Somatório de todas as saídas de recursos financeiros, ano a ano, atualizadas para o ano inicial de implantação.

$\Sigma VE'$ = Somatório de todas as entradas de recursos financeiros, ano a ano, atualizadas para o ano inicial de implantação.

Com base nos recursos de que dispõe a matemática financeira, pode-se calcular o VD a partir da visualização apresentada a seguir, relativa aos dados obtidos no Quadro 01.



Onde:

S = saídas de recursos decorrentes dos investimentos

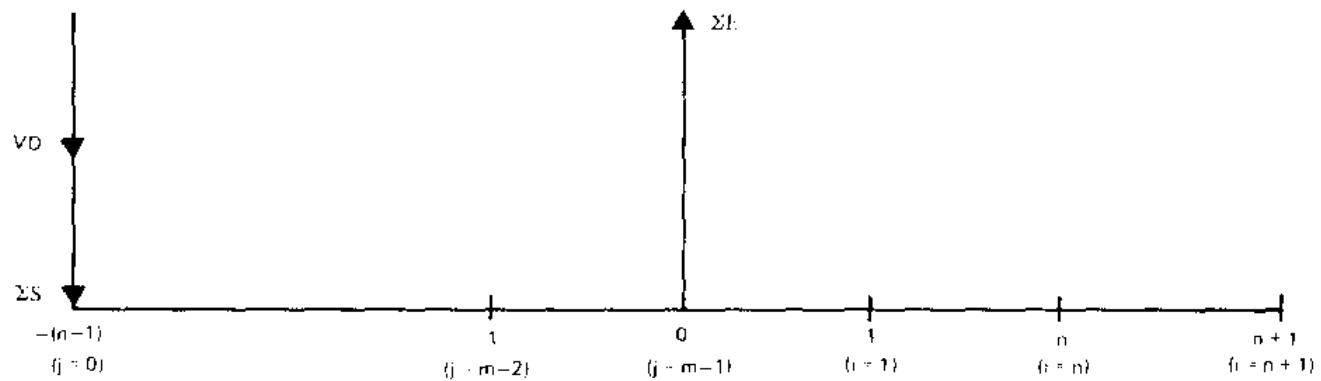
E = entradas de recursos devidas à operação

m = número de anos da fase de implantação

n = número de anos da fase de operação (vida útil)

O ano zero é o último ano de implantação. No tempo $n + 1$ (ano seguinte ao término da vida útil) ocorrem as apropriações do imposto de renda do ano "n" e a recuperação do capital de giro e de valores residuais dos bens.

Um fluxo de caixa equivalente pode ser assim esquematizado:



onde:

$$\Sigma E = \sum_{i=1}^{n+1} E_i (1+r)^{-i} \quad (2)$$

$$\Sigma S = \sum_{j=0}^{m-1} S_j (1+r)^{-j} \quad (3)$$

Os índices “i” e “j” correspondem, respectivamente, aos números de anos dos períodos de operação e implantação.

Descontando-se o valor de ΣE para o início do primeiro ano de implantação, ou seja, calculando-se o seu valor para aquele ano à taxa interna de retomo “r”, e, em seguida, fazendo-o igual a $\Sigma S + VD$, tem-se:

$$\Sigma E (1+r)^{-(m-1)} = \Sigma S + VD \quad (4)$$

donde

$$VD = \Sigma E (1+r)^{-(m-1)} - \Sigma S \quad (5)$$

A expressão (5) fornece o valor máximo dos direitos de lavra (VD), uma vez escolhida a taxa de desconto, ou taxa interna de retorno, do fluxo de caixa para se obter E e S pelas equações (2) e (3), respectivamente.

Apresenta-se, a seguir, um exemplo numérico com o objetivo de demonstrar como poderia ser calculado o valor dos direitos de lavra por esse método.

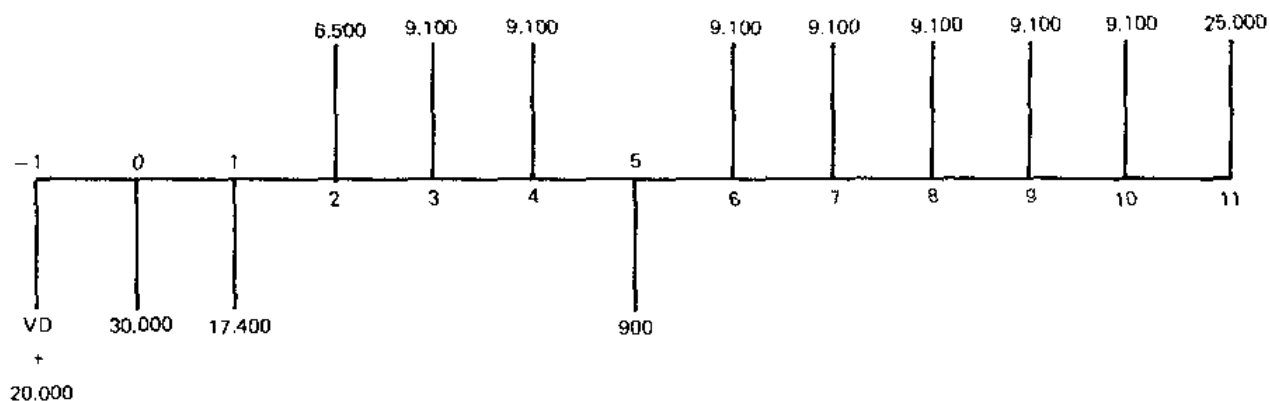
Considere-se o caso explicitado na Tabela 02, onde constam números fictícios referentes a um determinado projeto de mineração que terá dois anos de implantação e operação durante 10 anos. Nele há necessidade de substituições de equipamentos no quinto ano de operação.

TABELA 2
VALORES FICTÍCIOS REFERENTES A UM PROJETO DE MINERAÇÃO

Unidade: Cr\$ 1.000

Itens	Anos		Implantação		Operação								Apropriação	
	- 1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
I - Investimentos														
1. Inversões, Substituições e Valores Residuais	-5.000	-10.000					-10.000							5.000
2. Direitos de Lavra	VD													
3. Capital de Giro			-5.000											5.000
4. Soma (1 + 2 + 3)	- VD -5.000	-10.000	-5.000				-10.000							10.000
II - Operação														
5. Receitas			30.000	40.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000		
6. Custo Total			-20.000	-24.000	-30.000	-30.000	-30.000	-30.000	-30.000	-30.000	-30.000	-30.000		
7. Lucro antes do IR			10.000	16.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000		
8. Encargos de Capital														
8.1. Depreciação			-3.000	-3.000	3.000	-3.000	-3.000	-3.000	-3.000	-3.000	-3.000	-3.000		
8.2. Amortização			-2.000	-2.000	-2.000	-2.000	-2.000	2.000	-2.000	-2.000	-2.000	-2.000		
8.3. Exaustão			-1.000	-1.000	1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000		
9. Lucro Tributável			4.000	10.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000		
10. Imposto de Renda			1.400	3.500	4.900	4.900	4.900	4.900	4.900	4.900	4.900	4.900		
11. Lucro após IR			2.600	6.500	9.100	9.100	9.100	9.100	9.100	9.100	9.100	9.100		
12. Fluxo de Caixa	- VD -5.000	-10.000	2.400	6.500	9.100	9.100	-900	9.100	9.100	9.100	9.100	9.100		10.000

O fluxo de caixa aparece na última linha e revela saldos negativos nos dois primeiros anos de implantação e no primeiro e quinto anos de operação. A sua representação gráfica é dada a seguir, lembrando que $m = 2$ e $n = 10$.



(Unidades em Cr\$ 1.000)

Os cálculos referentes a ΣE e ΣS , aplicando-se as fórmulas (2) e (3) e estipulando-se uma taxa de desconto de 24% ao ano, são apresentados tabulados a seguir.

a) cálculo das saídas de recursos descontados para o ano $-(m-1)$

$$\begin{aligned} S_0 &= 5.000.000,00 \times (1 + 0,24)^0 = 5.000.000,00 \\ S_1 &= 10.000.000,00 \times (1 + 0,24)^{-1} = 8.064.520,00 \end{aligned}$$

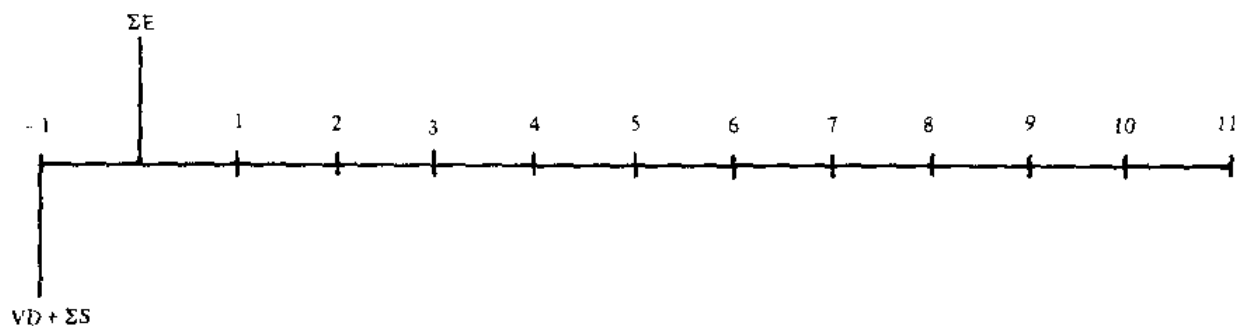
$$\Sigma S = 13.064.520,00$$

b) cálculo das entradas de recursos descontados para o ano $n-10$.

$$\begin{aligned} E_1 &= - 2.400.000,00 \times (1 + 0,24)^{-1} = - 1.935.484,80 \\ E_2 &= 6.500.000,00 \times (1 + 0,24)^{-2} = 4.227.366,00 \\ E_3 &= 9.100.000,00 \times (1 + 0,24)^{-3} = 4.772.831,70 \\ E_4 &= 9.100.000,00 \times (1 + 0,24)^{-4} = 3.849.063,40 \\ E_5 &= - 900.000,00 \times (1 + 0,24)^{-5} = - 306.997,20 \\ E_6 &= 9.100.000,00 \times (1 + 0,24)^{-6} = 2.503.291,70 \\ E_7 &= 9.100.000,00 \times (1 + 0,24)^{-7} = 2.018.780,40 \\ E_8 &= 9.100.000,00 \times (1 + 0,24)^{-8} = 1.628.033,70 \\ E_9 &= 9.100.000,00 \times (1 + 0,24)^{-9} = 1.312.948,00 \\ E_{10} &= 9.100.000,00 \times (1 + 0,24)^{-10} = 1.058.821,40 \\ E_{11} &= 10.000.000,00 \times (1 + 0,24)^{-11} = 938.343,00 \end{aligned}$$

$$\Sigma E = 20.066.997,30$$

Os valores acima de ΣS e ΣE podem ser usados para o desenho do gráfico seguinte que corresponde ao fluxo de caixa descontado.



Para se calcular VD é necessário descontar "E" para o início do primeiro ano de implantação.

Tem-se, então:

$$\Sigma E' = 20.066.997,30 (1 + 0,24)^{-1} = 16.183.070,00$$

e o valor de VD será:

$$\begin{aligned} VD &= \Sigma E' - \Sigma S = 16.183.070,00 - 13.064.520,00 \\ VD &= 3.118.550,00 \end{aligned}$$

Pelo exposto, fica claro que, com base no método apresentado, o valor de uma jazida depende, essencialmente, das variáveis econômicas que regulam o projeto de aproveitamento do minério, além, é claro, daquelas intrínsecas à jazida, tais como: teor, reserva, tecnologia de processamento, as quais, por sua vez, terão suas influências nos itens custo e vida útil.

Considerando esses fatos, apresenta-se ligeira apreciação a respeito de como deverão ser determinadas, em projeto mineral, as diversas rubricas constantes no Quadro 01.

a) Investimentos

Não diverge muito do que é considerado na maioria dos projetos industriais. Compõe-se, geralmente, das seguintes parcelas:

- **investimentos fixos:** todos aqueles destinados a obras, serviços e maquinaria;
- **substituição dos investimentos fixos:** ocorre sempre ao término da vida útil de cada bem de capital;

- **valores residuais:** ao invés de serem ônus para a empresa são uma forma de recuperação de capital; entretanto, esta parcela deve ser alocada, para efeito de apropriação, como parcela subtrativa do valor de reposição dos novos equipamentos;
- **direitos de lavra:** são a incógnita do sistema e o Objetivo do método é determiná-la;
- **capital de giro:** é um item de vários componentes num projeto mineral; os principais são: estoques de minério na mina e na usina, estoques de material em processamento, estoques de concentrados na usina, no mercado e em trânsito, despesas administrativas e de vendas, recursos em caixa e bancos, contas a receber menos contas a pagar e material direto e indireto nos estoques reguladores dos almozarifados da mina e da usina.

b) Operação

Os diversos itens dessa rubrica representam o contexto do sistema de comercialização vigente no país, considerando-se os encargos de capital e tributários, estando assim distribuídos:

- **receita:** é toda entrada de recursos financeiros decorrentes das vendas de mercadorias ou oriundas de fontes não-operacionais, tais como aplicações no mercado financeiro, juros de mora etc.;
- **custo total:** é formado por todos os gastos realizados pela empresa para fazer funcionar o projeto; geralmente se decompõe em duas parcelas: custo direto de lavra e/ou beneficiamento e custo indireto de produção. Na primeira são contabilizados os custos relativos a material direto e mão-de-obra direta; na segunda, todas as despesas relacionadas com mão-de-obra indireta (gerentes, vigias etc.); material indireto (peças de reposição, material elétrico etc.); energia, combustíveis e lubrificantes; conservação de estradas; deposição de rejeitos e estéreis; trabalhos de preparação e desenvolvimento (galerias, poços etc.); amostragem e laboratórios; seguros, alugueis, “royalties”, impostos; oficina de manutenção, água, comunicação, além de outras;
- **lucro antes do imposto de renda:** é o resultado da diferença entre receitas e custos;

- **encargos de capital:** são despesas não-financeiras da empresa, reconhecidas pela legislação tributária que objetivam a recuperação do investimento e compõem-se de depreciação, amortização e exaustão;
- **depreciação:** é da competência da administração do imposto de renda publicar o prazo de vida médio admissível, em condições normais, para cada espécie de bem, sendo que, opcionalmente, a quota anual de depreciação para bens aplicados exclusivamente na exploração de usinas, cujo período de exploração seja inferior ao tempo de vida útil desses bens, poderá ser determinada em função do volume da produção de cada ano e sua relação com a reserva conhecida da mina;
- **amortização:** refere-se aos dispêndios com direitos de duração limitada, tais como patentes, processos, concessões, ou seja, bens de natureza incorpórea em que o limite de duração é determinado por lei ou contrato;
- **exaustão:** trata-se de uma quota anual cujo objetivo econômico é recuperar o capital investido na aquisição ou obtenção dos direitos de lavra em virtude da discriminação física da reserva no decorrer da atividade de mineração; sua aplicação é regulada pela legislação tributária que considera a exaustão real e a incentivada;
- **lucro tributável:** é o resultado da subtração dos encargos de capital do lucro antes do imposto de renda, sobre o qual incide a alíquota de 35% desse imposto;
- **lucro após o imposto de renda:** é a parcela restante da operação de tributação;
- **fluxo de caixa:** é o resultado da soma algébrica do total da rubrica investimento, normalmente com sinal negativo, com a parcela do lucro após imposto de renda.

Dois últimos pontos devem ser considerados, ainda, com relação a esse método. Referem-se ao cálculo do valor da jazida, quando ela já se encontra em operação, e aos sinais algébricos que devem ser aplicados nas diferentes rubricas do fluxo de caixa.

No primeiro caso, sugere-se, como maneira mais simples, descontar todos os valores para o ano em que está operando a usina, levando-se em conta seu projeto original e atentando-se para o fato de que os fluxos de caixa passados implicam uma diminuição do valor dos direitos de lavra, o que era de esperar, pois a jazida vai-se exaurindo a cada dia de operação.

Com referência aos sinais algébricos das rubricas no fluxo de caixa, deve-se atentar para a regra simples de que todo recurso que entra tem sinal positivo e todo recurso que sai tem sinal negativo.

Por certo, muitas outras variáveis poderiam ser discutidas para o aperfeiçoamento do método. Entretanto, pelo fato de cada caso ter suas peculiaridades, preferiu-se apresentar a forma mais geral e deixar o detalhe por conta do analista, quando se fizer necessário.

4.2. Fórmula de Hoskold

A fórmula de Hoskold, em sua expressão mais generalizada, pode ser escrita como segue:

$$VPo = \frac{VSo(1+r)^n}{1-r' \frac{(1+r)^n - 1}{r}}$$

Onde

- VPo = Valor do investimento total de um empreendimento mineral, descontado para a data zero, ou seja, data do início da operação.
- VSo = Valor dos lucros anuais proporcionados pelo empreendimento mineral, descontados para a data zero (início das operações).
- r = Taxa conveniente de juros que, aplicada a um fundo de reserva anual (formado por parcela dos lucros), recuperará VPo ao final do empreendimento.
- r' = Taxa especulativa de juros segundo a qual deverá ser remunerado o investimento total, ano a ano. Há atratividade no investimento quando essa taxa for superior à proporcionada por setores alternativos da economia.
- n = Número de anos correspondentes à vida útil do empreendimento.

O cálculo de VSo é feito pela seguinte fórmula:

$$VSo = \sum_{i=1}^n A_i(1+r)^{-i}$$

em que "A" corresponde aos lucros anuais durante o período de "i" anos de operação da jazida.

Para encontrar o valor dos direitos minerários, na data de sua aquisição (aqui considerada "m" anos antes do que denominou-se data zero), desconta-se VPo para essa data à taxa de diferimento "r", ou seja, taxa de juros conveniente para aplicação aos custos iniciais de capital no período de implantação.

Tem-se então:

$$VP = VPo(1+r)^{-m}$$

Considerando-se que o valor do investimento total (VP) é igual aos custos iniciais de capital (VC), adicionados ao valor dos direitos de lavra (VD), resta apenas calcular VC para que se tenha VD.

O valor VC é obtido pela capitalização, à taxa de juros "r", dos custos iniciais de Capital na data de aquisição dos direitos minerários, aqui denominada data zero, ou seja:

$$VC = \sum_{j=0}^m C_j(1+r)^{-j}$$

O valor dos direitos minerários será então à data de sua aquisição:

$$VD = VP - VC$$

Vale observar que:

- se $r = r' = r''$, o valor dos direitos minerários calculados pela fórmula de Hoskold é igual ao obtido pelo método do fluxo de caixa descontado.
- quanto maior r, maior é VD e vice-versa, e
- quanto maior r', menor é VD.

Apresenta-se, a seguir, um exemplo para esclarecimento.

Imagine-se o caso do exemplo anterior em que o investimento programado deverá zerar os lucros programados no Quadro 02. A taxa conveniente r foi estipulada em 24% a.a.; a taxa especulativa, r' , em 16% a.a. e a taxa de diferimento, r'' , 15% a.a. Como no caso anterior, " n " será igual a 10. Os custos de capital também serão os mesmos, com período igual de implantação.

Deseja-se calcular, pelo método de Hoskold, o valor dos direitos minerais que se podem atribuir ao projeto.

O cálculo de V_{So} se dará da seguinte forma:

$$\begin{array}{rcl}
 A_1 & = & 2.600.000,00 \times (1 + 0,08)^{-1} = 2.407.407,60 \\
 A_2 & = & 6.500.000,00 \times (1 + 0,08)^{-2} = 5.572.705,50 \\
 A_3 & = & 9.100.000,00 \times (1 + 0,08)^{-3} = 7.223.871,20 \\
 A_4 & = & 9.100.000,00 \times (1 + 0,08)^{-4} = 6.688.773,00 \\
 A_5 & = & 9.100.000,00 \times (1 + 0,08)^{-5} = 6.193.305,30 \\
 A_6 & = & 9.100.000,00 \times (1 + 0,08)^{-6} = 5.734.547,00 \\
 A_7 & = & 9.100.000,00 \times (1 + 0,08)^{-7} = 5.309.759,00 \\
 A_8 & = & 9.100.000,00 \times (1 + 0,08)^{-8} = 4.916.447,90 \\
 A_9 & = & 9.100.000,00 \times (1 + 0,08)^{-9} = 4.552.265,90 \\
 A_{10} & = & 9.100.000,00 \times (1 + 0,08)^{-10} = 4.215.056,30 \\
 \hline
 V_{So} & & = 52.814.136,70
 \end{array}$$

Em função do que, V_{Po} será:

$$V_{Po} = \frac{52.814.136,70 \times (1 + 0,08)^{10}}{1 + 0,16 \frac{(1 + 0,08)^{10} - 1}{0,08}} = \frac{114.021.496,00}{3,31784}$$

$$V_{Po} = 34.366.182,80$$

e VP será:

$$VP = 34.366.182,80 \times (1 + 0,15)^{-2} = 25.985.782,00$$

Para o cálculo dos direitos minerários precisa-se, então, calcular VC, que é feito como segue:

$$\begin{array}{rclcl}
 C_{v0} & = & 5.000.000 (1 + 0,15)^{-0} & = & 5.000.000,00 \\
 C_{v1} & = & 10.000.000 (1 + 0,15)^{-1} & = & 8.695.650,00 \\
 C_{v2} & = & 5.000.000 (1 + 0,15)^{-2} & = & 3.780.720,00 \\
 C_{v5} & = & 10.000.000 (1 + 0,15)^{-5} & = & 4.971.770,00 \\
 & & & & \hline
 & & & & 22.448.140,00
 \end{array}$$

Finalmente,

$$\begin{aligned}
 VD &= 25.985.782,00 - 22.448.140,00 \\
 VD &= 3.537.642,00
 \end{aligned}$$

Verifica-se que o valor conseguido por esta fórmula tem a ordem de grandeza do da anterior.

4.3. Fórmula de Finlay

Finlay desenvolveu raciocínio semelhante ao de Hoskold objetivando o cálculo do valor do investimento total, aqui considerado como sendo os custos iniciais de capital mais o valor dos direitos minerários.

Hoskold imaginou que o lucro anual se subdivide em duas parcelas: uma (A1) correspondendo aos juros anuais sobre o investimento total (VPo) e outra (A2) que, capitalizada durante o período de vida útil a uma taxa segura, r, deverá recuperar o valor VPo.

A diferença básica entre a fórmula de Hoskold e a de Finlay é que, nesta, a parcela A2 destinada à formação do fundo de reserva para recuperação do capital investido é exigida no início de cada ano ao invés de no final, como é o caso da fórmula de Hoskold.

Assim, a fórmula geral de Finlay torna-se:

$$VPo = \frac{VSo(1+r)^n \times (1+r)^{-1}}{\frac{1+r'(1+r)^n - 1}{r}}$$

em que todos os termos têm o mesmo significado já descrito anteriormente quando se apresentou a fórmula de Hoskold.

Note-se que a diferença está apenas no termo $(1 + r)^{-1}$ no numerador da fração, fazendo com que os valores ali explicitados sejam considerados com a antecedência de um período (ano).

A exemplificação dessa fórmula pode ser feita com os mesmos valores atribuídos à anterior.

Assim, o valor de VPo (Cr\$ 34.366.182,00) deverá ser multiplicado pelo fator $(1 + 0,08)^{-1}$ para se encontrar o VPo da fórmula de Finlay, que será:

$$VPo = 34.366.182,00 \times 1,08^{-1} = 31.820.541,00$$

A partir desse valor procede-se como no caso anterior para se obter VD; tem-se então:

$$VP = 31.820.541,00 \times (1 + 0,15)^{-2} = 24.060.911,00$$

Finalmente, uma vez que VC é igual a Cr\$ 22.448.140,00, o valor de VD será:

$$VD = 24.060.911,00 - 22.448.140,00 = 1.612.771,00$$

Vê-se que o valor obtido é bem inferior aos anteriores, o que era de esperar desde que todos os saldos anuais de caixa foram tomados com antecedência de um período.

5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Como ficou demonstrado, a propriedade de uma mina decorre de um direito de concessão que, independentemente de qualquer conotação jurídica, tem um valor contabilizado no ativo da empresa e pode ser considerado sob dois aspectos:

- a) direito obtido — quando a empresa requereu pesquisa e, seguindo os trâmites do Código de Mineração, obteve o direito de lavra, incorrendo, assim, em dispêndios com pesquisa, elaboração do plano de aproveitamento econômico, taxas e outras despesas dessa natureza, que, totalizadas, representam o valor original dos direitos de lavra;

- b) direito adquirido — quando a empresa comprou de terceiros o direito de lavra através de escritura pública de cessão, caso em que o valor da contrapartida financeira passa a ser contabilizado no ativo como valor do direito de lavra.

A legislação brasileira dispõe que o bem mineral, enquanto estiver na jazida, é de propriedade da Nação, tornando-se propriedade privada após sua extração, beneficiamento e retirada do local da jazida, momento em que se dá o fato gerador do imposto único sobre minerais.

Esse fato é de importância fundamental para o cálculo do valor do direito de lavra, que, por sua vez, dependerá do aproveitamento econômico que se der à jazida. Assim, um conjunto de variáveis técnicas e econômicas contribuem para o cálculo deste valor.

A premissa fundamental para que se possa atribuir a uma jazida valor além dos investimentos realizados, repousa na aceitação de que se acrescentando uma parcela correspondente ao direito minerário no item investimentos, por ocasião da elaboração do projeto de viabilidade, ainda assim há economicidade na operação.

Isto quer dizer que haverá uma igualdade de valores entre o somatório de todos os saldos de caixa anuais e o total de investimentos mais o valor do direito minerário, desde que:

- a) a taxa de desconto seja a taxa interna de retorno;
- b) todos os descontos, quer dos investimentos quer dos saldos anuais de caixa, sejam feitos para a mesma data.

Fica, dessa forma, evidente que o valor do direito minerário será uma função de: taxa de desconto, custo de produção, vida útil e investimentos necessários. Essas variáveis, por sua vez, dependem de outras tantas, tais como: preço do produto, tecnologia de processo, teor do minério, reserva lavrável etc.

Dentre os métodos existentes na matemática financeira para cálculos dessa natureza, foram apresentados três: fluxo de caixa descontado, fórmula de Hoskold e fórmula de Finlay.

Sugere-se que seja utilizado o método do fluxo de caixa descontado, por englobar maior racionalidade na ponderação de todas as variáveis na apuração dos custos e valor tributável do projeto, de modo que se possa fazer análise de sensibilidade quanto à variação de qualquer termo.

Por fim, sugere-se aos órgãos financiadores que estudem a possibilidade de aceitar o valor do direito de lavra como garantia real em projetos de empréstimos de empresas de mineração.

Tal procedimento poderá viabilizar o aporte de capital de trabalho para muitas pequenas e médias empresas de mineração que, dispondo como principal patrimônio sua jazida mineral, muitas vezes ficam impossibilitadas de ter acesso ao crédito em virtude das exigências de garantias reais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 – BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Avaliação econômica dos direitos minerários**. Brasília, 1980 (Avulso, 4).
- 2 – LEINZ, Viktor & LEONARDOS, O. Henry. **Glossário geológico**. 2. ed. São Paulo, Ed. Nacional, 1977.
- 3 – MACKENZIE, B. W. & BILODEAU, M.L. – Lectures notes in applied mineral economics. International Course on Applied Mineral Economics, João Pessoa, AGID/CPRM/UNESCO, 1980.
- 4 – MARANHÃO, R. J. L. **Introdução à pesquisa mineral**. Fortaleza, BNB. ETENE, 1982.
- 5 – SOUZA, Petain Ávila de. Roteiro para elaboração de um laudo de avaliação econômica dos direitos minerários. Recife, XXX Congresso Brasileiro de Geologia, 1978.

Abstract. Based on a set of starting points — the mineral deposit concept, the terminology normally used in mineral projects, the characteristics of existing reserves and a brief discussion on what one ought to understand as a mineral property — the author tries to design the fittest economic evaluation method for mineral deposits, the one that meets the financial agencies requirements regarding real estate collateral of contracted loan values. The economic exploration plan and the characteristics of the evaluation yardsticks provide the needed data to define the mining right value. There are many ways to calculate this value. The author presents three: the discounted cash flow, the Hoskold's formula and the Finlay's formula. For the current aimed purposes, the author points out the discounted cash flow as the most recommended and most safe, for it assures more rationality in weighting all the variables for cost and taxable value estimations in the project, in such a way that one can make sensitivity analysis regarding the variations of any category.