

CENTRO MORAES RÊGO

II SIMPOSIO DE MINERAÇÃO

Capitulo III

AVALIAÇÃO ECONOMICA DE JAZIDAS MINERAIS

LUIZ DO AMARAL DE FRANÇA

Cia. Vale do Rio Doce

Apresentação

Este texto foi elaborado para as aulas da Disciplina de Lavra e Beneficiamento - Aspectos Econômicos, Parte de Economia dos Recursos Minerais, do I Curso de Economia Especializada promovido pelo Ministério das Minas e Energia em convênio com a Fundação Getúlio Vargas (Projeto PLANFAP - CAEEB), no segundo semestre de 1971.

O trabalho se divide em três partes. A primeira contém a conceituação teórica da avaliação econômica de jazidas minerais, mostrando o modelo usualmente adotado para este fim, descrevendo os critérios de avaliação, e considerando ainda o cálculo de "Royalties", a influência dos financiamentos na rentabilidade dos Projetos e as técnicas mais comuns de tratamento das estimativas e da incerteza. A segunda se refere ao estudo de um caso, no qual se demonstra em detalhes a aplicação prática da conceituação antes desenvolvida. A terceira inclui uma análise sucinta da legislação do Imposto de Renda no que se refere aos encargos das inversões - depreciação, amortização e exaustão de jazidas -, a dedução de algumas fórmulas da Matemática Financeira e a apresentação de quatro ábacos dos seus principais fatores e, finalmente, o desenvolvimento de um modelo matemático simples para a otimização da exploração de minas.

Tendo em vista o escopo do texto e as limitações do tempo de preparo do mesmo e de apresentação do assunto aos participantes do Curso, a matéria não foi tratada com a necessária profundidade, tendo sido baseada, principalmente, na bibliografia citada no final.

### Agradecimento

Este trabalho foi preparado com a colaboração de diversas pessoas ligadas à Companhia Vale do Rio Doce.

Destacou-se a importante participação do Eng<sup>o</sup> Luiz Sérgio Cardoso de Oliveira no estudo da Mina Rio Claro (capítulo II), com auxílio dos Engenheiros Ulisses Rodrigues de Freitas, Otávio Neves e Roberto Novis Botelho, e do Economista Hélio Tavares Lopes da Silva.

Contribuíram com idéias e sugestões úteis sobre todo o trabalho o Engenheiro Abelardo de Lima Puccini e o Dr. Graciano Sá.

O anexo III.1 foi revisto pelo Bacharel Valdemar Fernando de Souza, pelo Economista Luiz Costa e Silva e pelo Contador José de Almeida Melo.

O Dr. Samir Zraick programou para computador o exemplo numérico constante do anexo III.3.

A Srta. Heidi Gonçalves Coutinho foi responsável pela datilografia e apresentação gráfica.

A todos meus melhores agradecimentos.

Rio de Janeiro, dezembro de 1971.



## I. CONCEITUAÇÃO TEÓRICA

### I.1 - INTRODUÇÃO

Os investimentos em mineração se caracterizam pela limitação de sua vida útil; uma vez extraído todo o minério economicamente explorável existente na jazida, é forçoso o encerramento das operações. Impõe-se, assim, que durante a vida útil da mina o investidor receba de volta o capital aplicado, acrescido de remuneração compatível com os riscos do empreendimento.

A avaliação econômica de uma jazida mineral permite o cálculo do valor de compra da mesma, no estado de desenvolvimento em que se encontra. Qualquer jazida mineral só tem valor na medida em que permite a realização de lucros ao longo de sua exploração. Portanto, o valor da jazida não pode ser calculado em função de elementos econômicos ou financeiros ocorridos no passado, mas sim em função do que se prevê, à época da avaliação, que ocorrerá no futuro.

Assim, a avaliação de uma jazida mineral se baseia em estimativas de grandezas econômicas futuras, a saber: (a) vida útil da mina, obtida a partir da tonelagem total de minério existente e das taxas anuais de extração; (b) custos iniciais, vidas úteis e valores residuais dos equipamentos e instalações necessários para colocá-la em operação, bem como respectivas substituições; (c) receitas anuais de venda dos produtos; (d) custos anuais de produção, transporte, administração e comercialização; (e) capital de giro; (f) condições de financiamentos que possam ser obtidos para a instalação inicial da mina; (g) imposto de renda a ser pago ao longo da vida útil da mina.

É óbvio que, quanto mais realistas forem as previsões dessas grandezas, melhores serão os resultados da avaliação. No entanto, previsões contêm inevitavelmente muito de subjetivo, que depende da experiência pessoal do avaliador e dos especialistas - engenheiros de minas e metalurgistas, pesquisadores de mercado, administradores - que participem dos estudos. Portanto, é de se esperar que: primeiro, o trabalho de avaliação seja feito por uma equipe de profissionais e não por uma única pessoa; segundo, duas equipes diferentes, avaliando a mesma jazida mineral, cheguem a resultados diversos. Além disso, o preço a ser efetivamente utilizado na transação de compra e venda da jazida depende de condições especiais do comprador e do vendedor em relação ao negócio, e será provavelmente diferente dos valores avaliados pelas suas respectivas equipes. Não obstante, os resultados da

avaliação são da maior importância, especialmente para o comprador, uma vez que permitem: (a) o estabelecimento de uma referência de preço para as negociações; (b) uma visão antecipada dos gastos e dos lucros do empreendimento, devidamente localizados no tempo; (c) um conhecimento prévio aproximado das condições financeiras do negócio, do tempo de maturação, dos anos críticos em que os desembolsos superam os recebimentos, do esforço financeiro exigido; (d) a fixação de um quadro de referência para o posterior controle dos resultados da exploração.

Uma avaliação realista só pode ser feita após concluídos os trabalhos de prospecção que permitem a medida da quantidade de minério existente e sua qualidade. Em decorrência, são estabelecidas as técnicas de extração, de beneficiamento e de tratamento do minério, e conseqüentemente são estimados os custos das respectivas instalações, os custos de produção, e os preços de venda dos produtos. Não obstante, frequentemente é necessário que se preparem estimativas preliminares referentes a jazidas apenas parcialmente conhecidas. Nestes casos, o avaliador deve estimar também os custos de prospecção requeridos para que se tenha um conhecimento da jazida suficiente para a decisão de se investir em máquinas e instalações; além disso, deve o avaliador deixar clara a característica preliminar e provisória dos resultados de sua avaliação, e recomendar que o preço final da transação só seja estabelecido após os trabalhos de prospecção. Deve, finalmente, aumentar os coeficientes de risco habitualmente introduzidos nos cálculos, o que levará a um valor mais conservador para a jazida.

Ao tratar com valores monetários que ocorrerão em épocas diferentes, há que se reconhecer, em qualquer análise econômica, o chamado "valor-tempo" do dinheiro; por causa da existência de juros, um cruzeiro hoje vale mais do que a perspectiva de um cruzeiro daqui a um ano ou em alguma outra data posterior. Usando-se taxas adequadas de juros compostos, pode-se calcular valores equivalentes aos recebimentos e desembolsos, em datas diferentes daquelas em que realmente ocorrerão. Conforme o critério de cálculo a ser aplicado na avaliação, diferentes taxas de juros devem ser utilizadas, cada uma com seu significado específico. O uso do conceito de equivalência permitirá, ainda, o cálculo dos "royalties" a serem pagos no caso da jazida ser arrendada e não comprada.

I.2 - O MODELO ECONÔMICO: FLUXO DE CAIXA

A avaliação econômica de uma jazida mineral pode ser considerada um capítulo da Análise de Investimentos, que por sua vez é uma parte da Engenharia Econômica, visto que são necessários os conhecimentos tanto dos Engenheiros como dos Economistas. Em ambas as ciências, Engenharia e Economia, a realidade dos fenômenos analisados é normalmente tão complexa que se torna impraticável a consideração de todas as variáveis que interferem nos resultados. Consequentemente, há que se estabelecer um modelo que represente com razoável aproximação os principais elementos que compõem o sistema a ser analisado.

Na Análise de Investimentos, o modelo adotado é o fluxo de caixa do investimento considerado. Como o nome indica, o fluxo é eminentemente financeiro, e se traduz pelo conjunto de recebimentos e de desembolsos do investidor devidamente localizados no tempo. Outras vantagens e desvantagens do investimento, não quantificáveis em moeda, são denominadas imponderáveis e levadas em consideração fora do modelo.

A montagem do fluxo de caixa é feita mediante a estimativa dos elementos a seguir indicados.

a) Reservas de minério e vida do Projeto

As reservas minerais devem ser quantificadas por nível e por qualidade (química e granulométrica). Além do minério medido, deve-se avaliar o inferido, embora este último não seja considerado nos cálculos, ficando como reserva para eventual utilização no futuro. A tonelagem a ser extraída, beneficiada, estocada e vendida em cada ano deve ser estabelecida, e depende usualmente das limitações do mercado. O nível ótimo de extração pode ser determinado por modelos de complexidade variada de pesquisa operacional, que incluem restrições como a capacidade do mercado, as limitações físicas da mina, capacidade dos meios de transporte dos produtos até o mercado consumidor etc. O anexo III.3 mostra alguns desses modelos.

b) Custos iniciais de Capital

Os custos de capital só podem ser estimados após fixada a taxa de produção anual, bem como determinada a tecnologia de extração e beneficiamento dos minérios, e elaborado um anteprojeto das instalações e dos equipamentos a serem utilizados. Uma lista detalhada deve ser feita, sob os seguintes itens principais:

- (1) Preço de compra da jazida (por enquanto desconhecido, fazendo-se uma estimativa inicial com base em preços de compra de jazidas semelhantes, quando possível);
- (2) Custos dos estudos técnicos e econômicos e dos projetos de engenharia;
- (3) Custos pré-operacionais (correspondentes à fase inicial de produção quando a qualidade dos produtos ainda está sendo testada);
- (4) Instalações e equipamentos de mineração e transporte interno;
- (5) Instalações e equipamentos de beneficiamento e tratamento do minério;
- (6) Instalações gerais (oficinas, escritórios, residências, escolas, hospitais, recreação, etc.);
- (7) Caminhões, quando o transporte rodoviário da mina ao destino for feito pelo minerador.

Cada unidade deve ter indicados seus custos de aquisição (ou construção), montagem e instalação, sua vida útil econômica, sua taxa legal de depreciação anual e seu valor residual (preço de venda ao fim da vida útil), bem como o respectivo cronograma financeiro de desembolsos. Os custos de construção devem ser desdobrados em pessoal, material e outras despesas, de forma a permitir sua atualização caso o Projeto seja adiado.

c) Substituições de equipamentos

Os equipamentos e instalações de uma Empresa de mineração constituem um complexo cujas partes têm diferentes vidas úteis. Normalmente os edifícios e instalações fixas têm vida útil igual ou superior à vida da mina, apresentando ainda boas condições de utilização quando todo o minério economicamente explorável tiver sido retirado; assim, não há em geral qualquer substituição de tais parcelas do ativo fixo. Já com as máquinas, equipamentos e instalações móveis ocorre o oposto: em regra, é necessário substituí-las ao longo da exploração da jazida, e os custos dessas substituições constituem importantes desembolsos que devem ser incluídos no fluxo de caixa. Por outro lado, quando se substitue um equipamento, pode-se geralmente vendê-lo como equipamento usado, ou pelo menos como sucata, por um preço que deve ser estimado e incluído no fluxo de caixa como um recebimento no



mesmo ano do desembolso, correspondente ao custo do equipamento novo.

d) Receita líquida das vendas

A previsão dos preços de venda é um fator básico e merece especial cuidado. A análise de dados estatísticos de produção, consumo e preços de comercialização, e suas respectivas tendências, pode ser de grande utilidade. Um cuidadoso estudo dos consumidores e dos competidores é necessário quando o mercado é complexo; é preciso estimar a futura divisão do mercado entre os atuais e novos prováveis fornecedores, e determinar os preços de venda decorrentes. O estudo de mercado deve ainda evidenciar a aceitabilidade dos produtos quanto à sua qualidade (composição química e física). Se for possível a prévia assinatura de acordos comerciais ou mesmo de contratos a longo prazo, os preços e quantidades estarão assim previamente estabelecidos, o que elimina importante parcela de incerteza do Projeto. Sendo o objetivo do avaliador a estimativa da receita líquida das vendas, deve-se levar em conta os prêmios e as multas devidos a variações de teor metálico, granulometria etc., em relação aos padrões estabelecidos, aos quais correspondem os preços básicos contratuais. Outras receitas não decorrentes da venda dos produtos, como prestação de serviços a terceiros, venda de energia elétrica produzida etc., devem ser também estimadas, quando for o caso.

e) Custos de produção

Os custos de produção devem ser detalhadamente estimados, desdobrados em seus principais componentes por natureza: pessoal, material, peças sobressalentes, impostos e taxas, energia elétrica, alugéis, serviços contratados. Devem também ser listados separadamente por fase dos serviços: extração, transporte interno, beneficiamento e tratamento do minério, estocagem, recuperação, e carregamento em vagões (ou caminhões). É útil tabelar os custos por ano e por tonelada. Convém ainda separar os custos de operação daqueles de manutenção, constituindo estes últimos parcela significativa, ao contrário do que ocorre nas indústrias de transformação, em que tais custos são secundários. Os custos de pessoal devem incluir os acréscimos decorrentes da legislação trabalhista, de responsabilidade do empregador, bem como provisões para substituições de empregados em férias, acidentes, doentes, em repouso semanal, etc. É importante pré-estabelecer quantos turnos de trabalho serão adotados, sendo frequentes dois ou mesmo três turnos diários. É preciso considerar ainda, na estimativa da força de trabalho, as reduções de produtividade em serviço no



turno, as condições insalubres eventualmente existentes, e a influência de condições climatéricas adversas em serviços ao ar livre ou em minas subterrâneas. O custo do transporte do pessoal para as frentes de trabalho deve também ser estimado. O consumo de materiais deve ser previsto por fase dos serviços, sendo os principais itens (explosivos, combustíveis, lubrificantes, brocas, correias transportadoras, etc.) especificamente indicados, podendo os demais ser englobados. As peças sobressalentes devem ser listadas em correspondência com os respectivos equipamentos. Os impostos e taxas são calculados de acordo com a legislação vigente, sendo o imposto único sobre minerais o principal componente, não se incluindo aqui o imposto de renda. Os demais itens de custos são estimados conforme as condições peculiares de cada projeto.

f) Custos de transporte

No caso de transporte ferroviário, um acordo tarifário especial pode ser obtido com substanciais reduções de preço em relação às tarifas oficiais. Na hipótese de transporte rodoviário, os preços podem ser obtidos mediante entendimentos com as empresas especializadas no ramo, ou, os custos devem ser estimados, caso o minerador pretenda se encarregar de tais serviços. As tarifas e taxas portuárias devem ser obtidas nos respectivos portos comerciais, consideradas as despesas de carga e descarga, ocorrendo frequentemente a necessidade da constituição de estoques reguladores nos portos, no caso de exportações. O transporte marítimo, quando ocorrer, deve ser previamente negociado. A viabilidade econômica dos projetos de mineração depende fundamentalmente dos custos de transporte dos produtos desde as minas até os mercados consumidores, devendo pois este item merecer especial atenção do avaliador.

g) Custos de administração

Os custos administrativos incluem todos os salários do pessoal de engenharia e de administração, o respectivo material consumido, aluguéis de escritórios, luz, comunicações, despesas de viagem, treinamento de pessoal e seguros. Inclue ainda despesas médicas e hospitalares, de educação e de recreação do pessoal.

h) Custos de comercialização

Os custos de comercialização compreendem os salários do pessoal de "marketing" e de vendas, respectivas despesas de viagem, despesas com propaganda e comissões de intermediários; estas últimas cos

tumam ser expressivas no caso das exportações.

i) Capital de giro

O capital de giro pode ser uma importante parcela do capital total necessário para um novo Projeto. É necessário estimá-lo cuidadosamente, não só calculando sua componente inicial, como os acréscimos acaso necessários ao longo do tempo, principalmente quando são previstos futuros aumentos no nível das operações.

O capital de giro deve cobrir as seguintes parcelas:

- (1) Estoques de minério das minas, valorizados pelos respectivos custos de produção e beneficiamento, não se incluindo depreciação, amortização ou exaustão em tais custos;
- (2) Estoques de minério em trânsito para os mercados, valorizados pelos custos de produção e beneficiamento acrescidos do imposto único sobre minerais e do frete ferroviário (ou rodoviário), inclusive o estoque regulador no porto de embarque no caso de exportações, não se incluindo em tais custos parcelas de depreciações, amortizações ou exaustão;
- (3) Despesas de administração correspondentes ao ciclo de produção e beneficiamento, transporte e embarque;
- (4) Almoxarifados de materiais e peças sobressalentes, aos preços de aquisição;
- (5) Recursos financeiros disponíveis em Caixa e em Bancos;
- (6) Custo das mercadorias vendidas a prazo, não se incluindo parcelas não financeiras (depreciações, amortizações, exaustão), inclusive as correspondentes despesas de administração;
- (7) Contar a pagar, relativas aos materiais e serviços adquiridos para pagamento a prazo comercial (esta parcela é evidentemente subtrativa).

j) Imposto de renda

Ao investidor interessa considerar os lucros a serem obtidos após o pagamento do imposto de renda. A avaliação dos valores a serem pagos em cada ano é feita com base na legislação fiscal do País,

que consiste na aplicação de um percentual sobre a renda tributável obtida a partir dos lúculos de Balanço do exercício anterior. Assim, é necessária aqui a inclusão de itens não financeiros, mas que influenciam o fluxo de caixa através do imposto de renda: a exaustão das jazidas, a amortização de despesas pré-operacionais, e a depreciação de equipamentos, edifícios e instalações. Tais itens são considerados componentes de custos, para cálculo de imposto de renda, devendo portanto ser somados às demais parcelas de custos, para esse efeito. Deve-se considerar ainda que os juros e comissões pagos em decorrência de financiamentos obtidos são dedutíveis da renda bruta para fins de imposto de renda. O anexo III.1 esclarece o assunto em maiores detalhes.

Uma vez estimados todos os valores de recebimentos e desembolsos que constituem o fluxo de caixa do investimento, e estabelecidas as datas em que devem ocorrer, é útil dispô-los em forma de tabela, em que as colunas são os anos e as linhas os itens componentes do saldo líquido de caixa de cada ano, como por exemplo:

- a. Custos iniciais de capital e substituições
- b. Capital de giro
- c. Receitas anuais
- d. Custos anuais de produção, transporte, administração e comercialização
- e. Saldos anuais das operações antes do imposto de renda (c+d)
- f. Depreciações
- g. Exaustão da jazida
- h. Juros e comissões sobre financiamentos
- i. Renda tributável (e+f+g+h)
- j. Imposto de renda (0,30 i)
- l. Saldos anuais das operações após o imposto de renda (e+j)
- m. Fluxo de caixa após o imposto de renda (a+b+l)

Os recebimentos devem constar com sinal positivo, e os desembolsos, depreciações e exaustão com sinal negativo, sendo assim algébricas as somas indicadas entre parênteses. Observe-se que as alíneas f, g, h e i se destinam exclusivamente ao cálculo do imposto de renda.

Em geral, o fluxo de caixa de um investimento em mineração pode, ainda, ser graficamente representado, utilizando-se um diagrama do tipo indicado na figura 1.

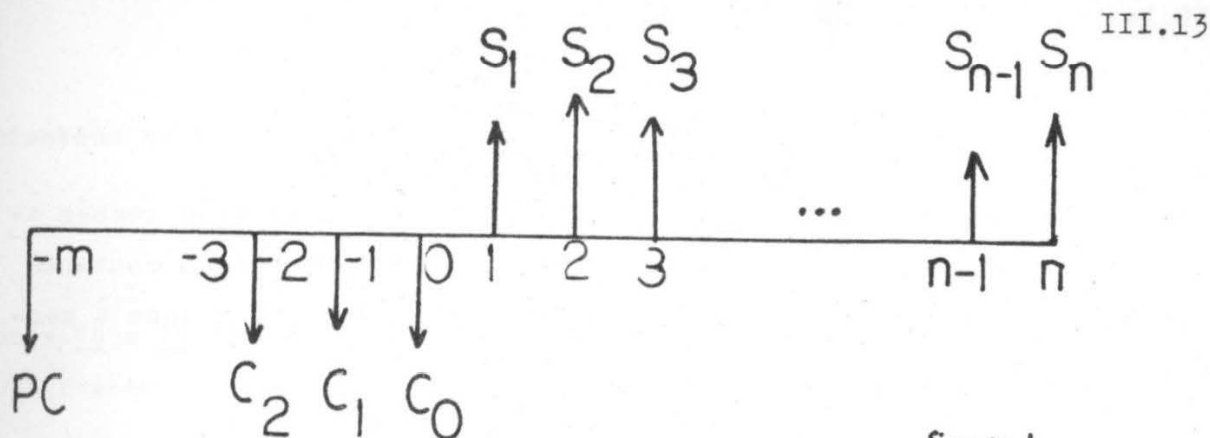


figura 1

PC = preço de compra da jazida

$C_2, C_1, C_0$  = parcelas anuais dos custos iniciais de capital

$S_1, S_2, \dots, S_n$  = saldos líquidos de caixa anuais

$n$  = vida útil da jazida

Nessa figura, admitiu-se, para exemplificar, que a jazida mineral é comprada  $m$  anos antes do início das operações, e que os desembolsos com os custos iniciais de capital ocorrem durante tres anos. São supostos concentrados no final de cada ano todos os recebimentos e desembolsos ocorridos naquele ano; é a chamada "convenção de fim de período". Os saldos líquidos de caixa anuais são obtidos pela diferença entre todos os recebimentos e todos os desembolsos previstos para cada ano. As operações têm início no princípio do ano 1. Se os valores constantes do fluxo de caixa foram criteriosamente estimados, se disporá, assim, de um modelo que representará com razoável aproximação o investimento, sob o ponto de vista estritamente financeiro, e que, convenientemente manipulado, permitirá o cálculo do preço de compra da jazida mineral.

### I.3 - OS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE JAZIDAS MINERAIS

Montado o fluxo de caixa do investimento, é possível o cálculo do preço de compra da jazida mineral, mediante a aplicação do conceito de equivalência; as diversas maneiras de se efetuar os cálculos, conjugados com diferentes concepções relativamente às taxas de juros a serem utilizadas, constituem os chamados critérios de avaliação das jazidas.

#### A. Valores atuais

Valor atual de um determinado recebimento futuro é a quantidade que, aplicada hoje a uma certa taxa de juros compostos, acumula um valor igual ao do recebimento futuro, na data em que o mesmo se realizará. Assim, se o valor do recebimento futuro é  $F$ , e deverá ocorrer dentro de  $n$  anos, o valor atual do mesmo será dado pela expressão

$$P = F (1 + r)^{-n}$$

onde  $r$  é a taxa anual de juros compostos, com capitalização também anual, expressa em forma de fração decimal. Inversamente, o montante acumulado por um capital inicial  $P$  capitalizado durante  $n$  anos à mesma taxa  $r$  será

$$F = P (1 + r)^n$$

dizendo-se então que  $P$  e  $F$  são valores equivalentes para a taxa de juros  $r$ . Os valores  $(1 + r)^n$  e  $(1 + r)^{-n}$  são chamados, respectivamente, "fator de capitalização" e "fator de valor atual" ou "de desconto", e encontram-se tabelados; os ábacos que constituem o anexo III.2 permitem a obtenção dos mesmos com razoável precisão.

Considerando-se o fluxo de caixa representado na figura 1, o valor atual na data zero da série de saldos de caixa  $S_i$ , sendo  $i = 1, 2, \dots, n$ , será a soma dos valores atuais de cada parcela:

$$VS_0 = \sum_{i=1}^n S_i (1 + r)^{-i} \quad (1)$$

Na data da compra, o valor atual da mesma série será:

$$VS = VS_0 \cdot (1 + r)^{-m}$$

ou

$$VS = (1 + r)^{-m} \cdot \sum_{i=1}^n S_i (1 + r)^{-i} \quad (2)$$

O valor futuro, na data zero, da série de desembolsos  $C_j$ , sendo  $j = 2, 1, 0$ , será:

$$VC_0 = \sum_{j=0}^2 C_j (1 + r)^j$$

O valor atual da mesma série na data da compra é:

$$VC = VC_0 (1 + r)^{-m}$$

ou

$$VC = (1 + r)^{-m} \cdot \sum_{j=0}^2 C_j (1 + r)^j \quad (3)$$

Obtidos, dessa forma, os valores atuais, na data da compra da mina, de todos os recebimentos e desembolsos futuros constantes do fluxo de caixa do investimento, o critério consiste em se impor a condição de que o preço de compra  $PC$  seja igual à diferença entre os men



cionados valores atuais:

$$PC = VS - VC \quad (4)$$

onde VS e VC são dados respectivamente pelas expressões (2) e (3). Observe-se que a expressão (4) implica na igualdade

$$PC + VC = VS$$

ou seja, a soma dos valores atuais de todos os desembolsos é igual à soma dos valores atuais de todos os recebimentos constantes do fluxo de caixa, para uma certa taxa de juros r. Em outras palavras, se a mina for adquirida pelo preço PC dado pela expressão (4), a taxa de juros r previamente adotada será a taxa interna de juros ou taxa de retorno do investimento.

Evidentemente, os valores de VS e de VC e, conseqüentemente, de PC, dependem do valor inicialmente adotado para a taxa de juros r. Quanto mais elevado o valor de r, menor será o preço de compra PC, e vice-versa. Se o investidor estabelecer a priori a sua taxa mínima de atratividade, esta será adotada nos cálculos, sendo o correspondente valor de PC o máximo preço de compra da jazida mineral.

#### B. Fluxo de caixa uniforme equivalente

A utilização do conceito de fluxo de caixa uniforme equivalente ao fluxo dado pode ser conveniente, na análise econômica de uma jazida mineral. Observe-se, preliminarmente, que no fluxo de caixa indicado na figura 1 os saldos de caixa anuais  $S_i$  incluem as parcelas correspondentes às substituições de equipamentos e instalações cujas vidas úteis são inferiores à vida da mina (n), bem como os respectivos valores residuais. Considerando-se a grande quantidade de equipamentos e instalações necessários à exploração de uma mina, cada um tendo a sua própria vida útil, a montagem do fluxo de caixa fica bastante complexa ao se incluir as mencionadas substituições. Se for razoável admitir que, ao final da respectiva vida útil, cada equipamento ou instalação será substituído por outro com as mesmas características (preço, vida útil, valor residual), o que é geralmente aceitável, pode-se adotar o procedimento a seguir indicado.

Inicialmente, cumpre obter o fluxo dos saldos líquidos de caixa a partir do primeiro ano de operação da mina, excluindo-se nos valores  $S_i$  as reposições; o valor atual  $VS_0$  desse fluxo na data

zero é facilmente calculado, por uma expressão idêntica a (1). Em seguida, obtém-se um fluxo de caixa uniforme equivalente ao fluxo dado, cuja anuidade é obtida por

$$AS = VS_0 \cdot \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \quad (5)$$

onde  $VS_0$  é o valor atual (na data zero) citado e a expressão entre colchetes é chamada "fator de recuperação de capital" e se encontra tabelada, podendo ainda ser obtida com razoável aproximação no ábaco do anexo III.2.

Considerando-se agora cada edifício, equipamento ou instalação como uma unidade de capital, calculam-se os respectivos encargos de capital pela expressão

$$AE_k = C_k - VR_k (1+r)^{-t} \cdot \frac{r(1+r)^t}{(1+r)^t - 1} \quad (6)$$

onde

$C_k$  = custo inicial de cada unidade

$VR_k$  = valor residual de cada unidade

$t$  = vida útil de cada unidade ( $t < n$ )

Caso alguma unidade de capital tenha seu custo inicial  $C_k$  desembolsado em data anterior ao ano zero, substitue-se seu valor  $C_k$  na expressão (6) pelo respectivo valor futuro na data zero.

Pode-se, agora, somar todos os encargos de capital, obtidos pela aplicação da expressão (6) a cada unidade, obtendo-se o encargo de capital total:

$$AE = \sum_{k=1}^q AE_k \quad (7)$$

onde  $q$  é a quantidade de unidades de capital.

Por outro lado, os valores do preço de compra na data zero ( $PC_0$ ) e na data da aquisição ( $PC$ ), são relacionados por:

$$PC_0 = PC (1+r)^m$$

e a anuidade de uma série uniforme de pagamentos equivalente será obtida pela expressão

$$AP = PC_0 \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \quad (8)$$

Dessa forma, o fluxo de caixa original é substituído por tres séries uniformes, cuja soma algébrica constitue um fluxo de caixa uniforme equivalente ao original, e cujas anuidades são AS, AE e AP calculadas respectivamente pelas expressões (5), (7) e (8). Anulando-se agora a anuidade desse fluxo uniforme, pode-se calcular PC:

$$AS - AE - AP = 0$$

$$AP = AS - AE$$

$$PC_0 \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} = AS - AE$$

$$PC \cdot (1+r)^m \cdot \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} = AS - AE \quad (9)$$

equação em que a única incógnita é PC, uma vez que r, m e n são conhecidos e AS e AE foram calculadas respectivamente pelas expressões (5) e (7).

Observe-se que anular a anuidade do fluxo uniforme equivalente ao fluxo original implica em anular seu valor atual, pelo que a taxa de juros adotada no cálculo é a taxa interna de juros, ou taxa de retorno do investimento.

Constata-se que os dois métodos, do valor atual e do fluxo de caixa uniforme equivalente, são baseados nos mesmos princípios e conduzem portanto aos mesmos resultados, podendo ser indistintamente utilizados pelo analista. O primeiro método tem a vantagem de apresentar um completo quadro financeiro do investimento ano por ano, o que facilita a programação financeira e o respectivo acompanhamento. No entanto, no caso de minas com vida útil elevada, o segundo método conduz mais facilmente aos resultados.

Em ambos os critérios, do valor atual e do fluxo de caixa uniforme equivalente, os resultados dependem basicamente da taxa mínima de atratividade adotada nos cálculos. As seguintes considerações podem ser úteis ao analista, que frequentemente participa com o investidor na escolha de tal taxa.

- a. A taxa mínima de atratividade deve ser mais elevada do que o custo de capitais obtidos por empréstimo ou financiamento; caso fosse igual, o investidor não teria nenhuma vantagem em fazer tais operações de crédito, ao mesmo tempo em que corre os riscos do empreendimento e assume a obrigação de pagar as parcelas de amortização e juros em datas fixas.

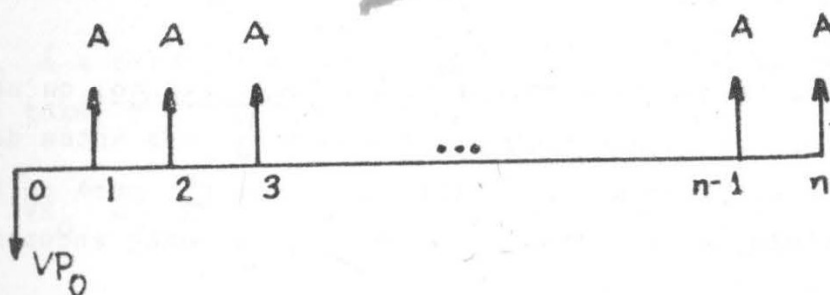
- b. Mesmo quando parece que um certo projeto pode ser inteiramente financiado, há que se considerar que o montante de financiamentos que pode ser obtido por uma Empresa depende do montante de capital próprio da mesma. Assim, o custo de novo capital para uma Empresa deve ser visto como uma média ponderada dos custos do capital emprestado e do capital próprio, e a taxa mínima de atratividade deve ser superior a tal custo.
- c. Havendo normalmente limitações de disponibilidade de capital para novos investimentos, e existindo um elenco de projetos possíveis, de tal forma que o total de disponibilidades é inferior à soma dos custos iniciais dos referidos projetos, deve-se listar tais projetos na ordem decrescente de rentabilidade, e cortar a lista no ponto em que todo o capital disponível esteja alocado; a menor taxa interna de juros dos investimentos remanescentes na lista após o corte é chamado custo de oportunidade, e a taxa mínima de atratividade não deve ser inferior ao mesmo. Isso fica claro se se considerar que qualquer aplicação em outro projeto provocará a perda da oportunidade de se aplicar àquela taxa.
- d. Em geral, quanto maior o risco do investimento, mais elevada deve ser a taxa mínima de atratividade a ser utilizada. Se existir a possibilidade alternativa de aplicações praticamente sem risco, como por exemplo em títulos garantidos por agências governamentais, a taxa mínima de atratividade deve ser superior à rentabilidade de tais aplicações.
- e. O Prof. W. Grant Ireson, da Stanford University, em Julho de 1971 descreveu sua experiência com empresas norte-americanas no sentido de que o uso de taxas mínimas de atratividade após o imposto de renda menores do que 8% eram extremamente raras; taxas de 10% ou 12% eram mais comuns que 8%; e que não era raro o uso de taxas de 15% ou mesmo mais. Citou ainda uma grande empresa americana que utilizava para taxa mínima de atratividade o custo do capital obtido por financiamento acrescido de 5%.
- f. A indústria extrativa mineral é um exemplo de atividade onde altas taxas de retorno são esperadas: as minas são geralmente afastadas dos grandes centros financeiros do País; os preços de metais sofrem maiores flutuações do que os dos pro

duos industrializados; e há dificuldades de gerenciamento e falta de pessoal especializado.

### C. Fórmula de Hoskold

Em 1877, H.D. Hoskold publicou um tratado sobre avaliação de jazidas (The Engineers Valuing Assistant) onde reconhecia o "valor -tempo" do dinheiro e o fato de que uma mina é um ativo que se exaure gradativamente. Sua concepção foi utilizada quase com exclusividade até recentemente, e continua sendo largamente empregada, apesar das críticas que autores modernos tem feito, em favor dos critérios descritos anteriormente e que se baseiam nos conceitos de valor atual, de taxa interna de juros e de fluxo de caixa uniforme equivalente. Por exemplo, Lee E. Preston publicou em 1960 o livro "Exploration for Non-Ferrous Metals, an Economic Analysis", onde detalha os argumentos pró e contra Hoskold, concluindo que "o método simplesmente não é compatível com formas modernas de avaliação de ativos". Da mesma forma, Grant Ireson (Bibliografia V) afirmam que "o ponto de vista tipo Hoskold para se computar taxa de retorno é raramente, ou nunca, apropriado como base para decisão sobre investimentos propostos".

No caso particular em que o fluxo de caixa é uniforme (figura 2), a fórmula de Hoskold é deduzida a seguir



Seja:

$A$  = anuidade a ser adquirida

$VP_0$  = valor atual

$n$  = vida em anos

$r'$  = taxa especulativa para o comprador no seu investimento de capital

$r$  = taxa segura possível na recuperação do capital

A anuidade é decomposta em duas parcelas, a saber:



$A' =$  juros sobre o capital  $VP_0$  calculado à taxa  $r'$ ;

$$A' = VP_0 \cdot r'$$

$A'' =$  parcela a ser anualmente depositada em um fundo, de modo que o montante acumulado no mesmo, à taxa de juros  $r$ , no final da vida  $n$ , seja  $VP_0$ ;

$$A'' = VP_0 \cdot \frac{r}{(1+r)^n - 1}$$

O valor entre colchetes é chamado "fator de acumulação" e se encontra tabelado; o ábaco constante do anexo III.2 permite sua obtenção com razoável precisão. Somando-se os valores de  $A'$  e  $A''$  obtém-se a anuidade  $A$ :

$$A = VP_0 \cdot r' + VP_0 \frac{r}{(1+r)^n - 1}$$

donde

$$VP_0 = \frac{A}{\frac{r}{(1+r)^n - 1} + r'} \quad (10)$$

A expressão (10) é a fórmula de Hoskold para o caso de fluxo de caixa uniforme.

No caso em que haja um período de diferimento, ou seja, o valor atual deva ser calculado em uma certa data  $m$  anos antes do ano zero, é necessário se fixar uma nova taxa de juros  $r''$  para se aplicar durante tal período, e descontar o valor anteriormente encontrado em  $m$  anos à taxa  $r''$ :

$$VP = \frac{A}{\frac{r}{(1+r)^n - 1} + r'} \cdot (1+r'')^{-m} \quad (11)$$

Considere-se, agora, o caso mais geral representado na figura 1, onde a série de saldos de caixa não é uniforme, existe um período de diferimento e se pretende calcular o preço de compra  $PC$  levando-se, ainda, em conta a necessidade de se investir as parcelas de capital inicial  $C_2$ ,  $C_1$  e  $C_0$  nos anos indicados. Preliminarmente, pode-se calcular o valor atual  $VP_0$ , na data zero, da série de recebi-

bimentos  $S_i$  (com  $i = 1, 2, \dots, n$ ) sob a condição de que em cada ano o saldo  $S_i$  seja decomposto em duas parcelas: a primeira,  $S'_i$ , destinada a remunerar o capital com a taxa especulativa  $r'$ , e a segunda,  $S''_i$ , a ser capitalizada à taxa segura  $r$ , constituindo um fundo para a recuperação do capital:

$$S'_i = VP_0 \cdot r'$$

$$S''_i = S_i - VP_0 \cdot r'$$

Para que se recupere o capital aplicado, a série de recebimentos  $S''_i$  deve ter um valor futuro  $F$  no ano  $n$  igual a  $VP_0$ ; se se designar seu valor atual na data zero por  $VA_0$  obtém-se:

$$F = VP_0 = VA_0 (1 + r)^n \quad (12)$$

Mas

$$VA_0 = \sum_{i=1}^n (S_i - VP_0 \cdot r') (1 + r)^{-i}$$

o que conduz, após adequadas transformações, à expressão

$$VA_0 = VS_0 - VP_0 \cdot r' \frac{(1 + r)^n - 1}{r (1 + r)^n} \quad (13)$$

onde  $VS_0$  é o valor atual, na data zero, da série de saldos  $S_i$ , descontada à taxa  $r$ :

$$VS_0 = \sum_{i=1}^n S_i (1 + r)^{-i} \quad (14)$$

Considerando-se as expressões (12) e (13) vem:

$$VP_0 = VS_0 (1 + r)^n - VP_0 \cdot r' \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

o que permite calcular o valor atual procurado:

$$VP_0 = \frac{VS_0 \cdot (1 + r)^n}{1 + r' \cdot \frac{(1 + r)^n - 1}{r}} \quad (15)$$

onde  $VS_0$  é dado pela expressão (14).

Em seguida, desconta-se tal valor para a data da compra, utilizando -se a taxa de juros  $r''$  :

$$VP = VP_0 (1 + r'')^{-m} \quad (16)$$

Para o cálculo do preço de compra  $PC$ , é preciso se deduzir do valor atual  $VP$  os custos iniciais de capital  $C_2$ ,  $C_1$  e  $C_0$  descontados à taxa  $r''$  para a data da compra:

$$VC = (1 + r'')^{-m} \cdot \sum_{j=0}^2 C_j (1 + r'')^j \quad (17)$$

Obtém-se, assim, o preço de compra da jazida de acordo com as premissas de Hoskold:

$$PC = VP - VC \quad (18)$$

onde  $VP$  e  $VC$  são obtidos respectivamente pelas expressões (16) e (17).

Em resumo, em qualquer caso o critério de Hoskold consiste na decomposição das anuidades em duas parcelas, uma fixa destinada à remuneração do capital e outra variável (ou fixa no caso particular do fluxo uniforme) com a qual se forma um fundo para recuperação do capital inicial. Para aplicação das fórmulas de Hoskold há que se conhecer o fluxo de caixa do investimento, e se estipular os valores das três taxas de juros:

- a taxa especulativa  $r'$  para a remuneração do capital;
- a taxa segura  $r$  para o fundo de recuperação do capital;
- a taxa  $r''$  a ser usada no período de diferimento.

Os valores a serem utilizados para as taxas dependem, antes de tudo, do critério a ser adotado para o tratamento do risco e da incerteza do Projeto em análise. Se esses fatores não são considerados à parte, mediante o uso de técnicas específicas que serão discutidas, é necessário o uso de valores elevados para a taxa especulativa  $r'$  na qual já estarão assim incluídos os fatores de risco e incerteza. Neste caso, as seguintes considerações podem ser úteis:

a. Hoskold recomenda, em seu livro já citado, o uso de uma taxa segura de 3% ao ano ( $r = 0,03$ ) e de uma taxa especulativa de 20% ao ano ( $r' = 0,20$ ), em condições médias; em casos especiais, quando a mina apresenta menores incertezas, a taxa especulativa de 14% ao ano ( $r' = 0,14$ ) deve ser adotada, e quando há maiores incertezas, 25% ao ano ( $r' = 0,25$ ). Para minas no exterior, em 1902 Hoskold recomendava

valores mais altos para a taxa especulativa "provavelmente entre 25 e 35 por cento ao ano", pois "os detalhes de gerência, economia e lucro ficam fora de controle, e, conseqüentemente o risco aumenta". A taxa especulativa  $r'$  tem a mesma natureza da taxa mínima de atratividade anteriormente descrita.

b. A taxa segura de 3% ao ano recomendada por Hoskold para o fundo de recuperação de capital correspondia aos juros líquidos pagos pelos banqueiros ingleses da época para depósitos em contas de poupança, estando hoje, obviamente, superados. Nas condições brasileiras atuais, uma taxa segura de 7% a 8% ao ano ( $r = 0,07$  a  $0,08$ ) parece recomendável.

c. A taxa  $r''$  a ser usada no período de diferimento não deve ser tão baixa quanto a taxa segura  $r$ , nem tão elevada quanto a taxa especulativa  $r'$ ; um valor intermediário é adequado, recomendando-se o uso de taxa igual ao custo do capital que pode ser obtido por empréstimos (ou financiamentos) para o tipo de indústria extrativa mineral em questão.

Observe-se que, se for aplicada a fórmula de Hoskold dada pela expressão (5), utilizando-se, porém, taxas iguais ( $r = r' = r''$ ), obtém-se a igualdade  $VP_0 = VS_0$ ; em consequência, neste caso o preço de compra será o mesmo obtido pelo método do valor atual. Com efeito, de (18), (17), (16) e (14) vem:

$$PC = VP - VC$$

$$PC = VP_0 (1 + r)^{-m} - (1 + r)^{-m} \sum_{j=0}^2 C_j (1 + r)^j$$

$$PC = (1 + r)^{-m} \sum_{i=1}^n S_i (1 + r)^{-i} - \sum_{j=0}^2 C_j (1 + r)^j$$

que também se obtém a partir das expressões (4), (3) e (2).

Finalmente, cabe anotar a existência de outras três fórmulas para avaliação de jazidas, deduzidas por autores que discordaram das premissas de Hoskold, a saber: (a) fórmula de O'Donahue (1906); (b) fórmula de Morkill (1918); e c) fórmula das três taxas de Grimes Craigue (1928). A discussão das mesmas encontra-se no livro de Roland D. Parks (Bibliografia II) e parece não trazer importantes contribuições ao estudo do assunto como é encarado na atualidade.

I.4 - OUTRAS CONSIDERAÇÕES

Por sua importância na análise econômica de jazidas minerais, face aos significativos subsídios fornecidos, cabe ainda o estudo de três problemas complementares, a saber:

- a) Cálculo de "royalties";
- b) Financiamentos;
- c) Tratamento de estimativas e incerteza.

A. Cálculo de "royalties"

Frequentemente as negociações de compra e venda de depósitos minerais incluem a possibilidade alternativa de arrendamento da jazida mediante o pagamento de um certo "royalty" por tonelada extraída. Esta alternativa é particularmente interessante no caso de não se conhecer muito bem a possança da jazida, caso em que o vendedor normalmente quer incluir na venda, além do medido, minério "inferido" ou até o simplesmente "indicado", o que obviamente não interessa ao comprador, sendo portanto possível um difícil impasse, cuja solução poderia ser o arrendamento da jazida invés da compra.

Pode haver ainda grande interesse do comprador em arrendar a jazida ao invés de comprá-la, com o fim de reduzir o esforço financeiro inicial no Projeto.

O cálculo do valor a ser pago por tonelada extraída pode ser feito mediante a condição de que o valor atual, na data zero, da série de pagamentos anuais de "royalties", seja igual ao preço compra da jazida ( $PC_0$ ) na mesma data.

Se o valor do "royalty" por tonelada é  $R$ , em cada ano o total de "royalties" pagos será  $R \cdot T_i$ , onde  $T_i$  é a tonelagem extraída no respectivo ano. O valor atual dos "royalties" na data zero será, pois:

$$VR = \sum_{i=1}^n R \cdot T_i (1 + r)^{-i}$$

Fazendo-se tal valor igual ao preço de compra  $PC_0$  obtido por um dos dois critérios já estudados nos itens I.3.A e I.3.B, vem:

$$PC_0 = R \sum_{i=1}^n T_i (1 + r)^{-i}$$

expressão que permite o cálculo de  $R$  desde que se conheçam os demais elementos, sendo:



$$PC_0 = PC (1 + r)^m$$

onde PC é o preço de compra na data da negociação (m anos antes do início das operações).

Observe-se finalmente que os conceitos básicos de Hoskold se referem à compra de jazidas, não sendo pois recomendável o uso da sua fórmula para obtenção de  $PC_0$  a ser usado no cálculo dos "royalties".

### B. Financiamentos

Para um projeto de mineração de boa rentabilidade é normalmente possível a obtenção de financiamento para uma significativa parcela do capital inicial, pelo menos para pagamento dos equipamentos importados. Sendo o custo desses capitais usualmente inferior à taxa interna de juros do investimento, é muito interessante ao investidor o uso de sua capacidade de endividamento, pois com isso aumentará a rentabilidade do seu capital próprio.

A rigor, existem duas decisões independentes: a de se efetuar o investimento, e a de se utilizar um financiamento para cobrir parte do custo inicial desse investimento. Assim sendo, recomenda-se o estudo em separado: (a) da rentabilidade do investimento, independentemente das fontes de capital para sua realização; (b) da rentabilidade do capital próprio investido.

Para obtenção da taxa de retorno do investimento, pode-se montar uma tabela cujas colunas são os anos e cujas linhas são sugeridas a seguir:

- a. Custos iniciais de capital e substituições
- b. Capital de giro
- c. Receitas anuais
- d. Custos anuais de produção, transporte, administração e comercialização
- e. Saldos anuais das operações antes do imposto de renda (c + d)
- f. Depreciações
- g. Exaustão da jazida
- h. Renda tributável (e + f + g)
- i. Imposto de renda (0,30 h)
- j. Saldos anuais das operações após o imposto de renda (e + i)
- l. Fluxo de caixa após o imposto de renda (a + b + j)

As somas acima indicadas são algébricas, considerados os sinais positivos dos recebimentos, e negativos dos desembolsos.

O fluxo de caixa após o imposto de renda, obtido sem se levar em conta a possibilidade de financiamento, pode agora ser descontado; a taxa de juros que anular seu valor atual é a taxa de retorno do investimento.

Para se calcular a taxa de retorno do capital próprio completa-se a tabela com as linhas que se seguem:

- l. Fluxo de caixa após o imposto de renda
- m. Entrada de recursos financiados e respectiva amortização
- n. Juros e comissões do financiamento
- o. Redução do imposto de renda (0,30 n)
- p. Fluxo de caixa do capital próprio após o imposto de renda  
(l + m + n + o)

Efetuada a soma algébrica acima indicada, obtém-se o fluxo de caixa de capital próprio, que representa os recursos financeiros diretamente aplicados pelo investidor e os resultados pelo mesmo obtidos do investimento; o desconto desse fluxo nos permite obter a taxa de retorno do capital próprio, que é a taxa de juros que anula o valor atual ao mesmo.

O seguinte exemplo numérico simplificado pode auxiliar a compreensão do assunto.

Suponha-se um investimento em uma certa mineração, cujo custo inicial de capital (inclusive capital de giro) é de Cr\$ 100.000,00, totalmente desembolsado no ano zero. O fluxo de caixa após o imposto de renda, sem se levar em conta o financiamento, é uma série uniforme de 5 anuidades de Cr\$ 33.440,00 cada uma; assim, a taxa de retorno do investimento é de 20% ao ano.

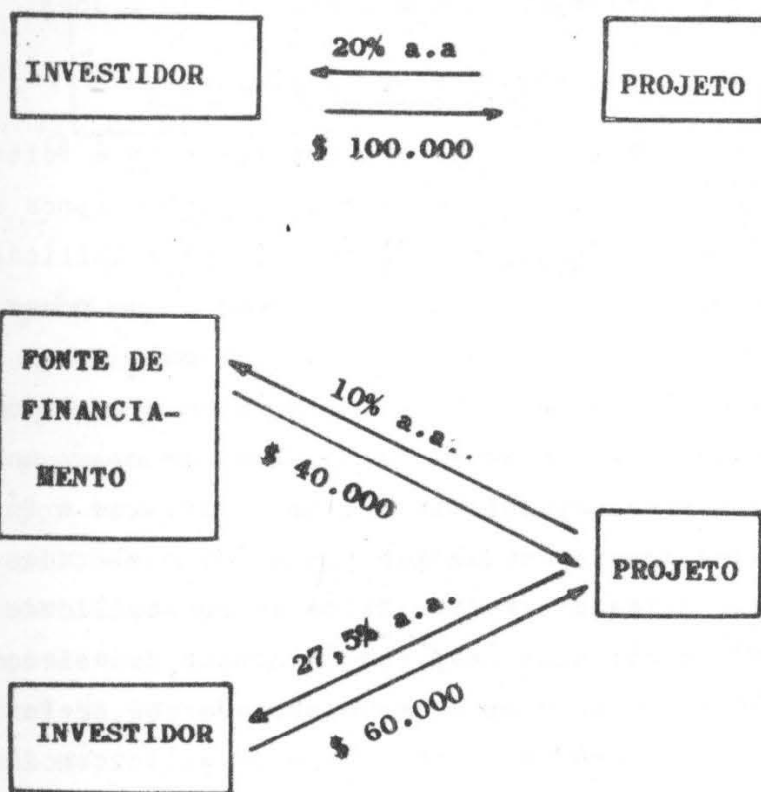
Admita-se que 40% do capital inicial pode ser obtido mediante um financiamento sem prazo de carência, à taxa de juros de 10% ao ano sobre o saldo devedor, sem pagamento de comissões, para amortização em 5 parcelas iguais anuais.

Itens/Anos	0	1	2	3	4	5
l.	-100.000	33.440	33.440	33.440	33.440	33.440
m.	40.000	- 8.000	- 8.000	- 8.000	- 8.000	- 8.000
n.	-	- 4.000	- 3.200	- 2.400	- 1.600	- 800
o.	-	1.200	960	720	480	240
p.	- 60.000	22.640	23.200	23.760	24.320	24.880

A alínea p acima nos fornece o fluxo de caixa do capital próprio; descontando-o, obtém-se a taxa de retorno de 27,5% ao ano, sensivelmente superior à taxa de retorno do investimento.

Em resumo, tal investimento, como um Projeto em si, apresenta uma taxa interna de juros de 20% ao ano; caso seja utilizado o financiamento de 40% do custo inicial à taxa de juros de 10% ao ano, a rentabilidade do capital próprio será de 27,5% ao ano.

A figura 3 abaixo ilustra o fenômeno:



Verifica-se que:

- Sempre que o custo do capital financiado for inferior à taxa interna de juros do Projeto, a utilização do financiamento aumenta a rentabilidade do capital próprio aplicado no mesmo;
- O fato de os juros e comissões serem dedutíveis para efeito de imposto de renda contribui para aumentar a rentabilidade

do capital próprio e portanto torna o financiamento ainda mais atraente.

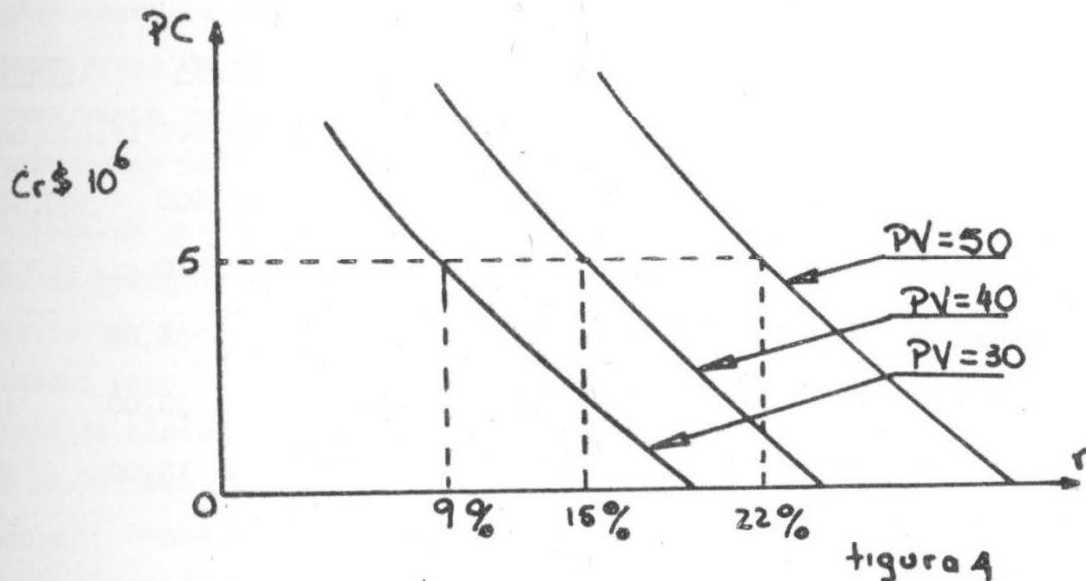
Observe-se, finalmente, que podem ser calculados dois diferentes preços de compra para a jazida mineral: o primeiro, mediante o desconto do fluxo de caixa do investimento, e o segundo através do desconto do fluxo de caixa do capital próprio; é conveniente o conhecimento de ambos para referência nas negociações. O segundo preço, superior ao primeiro, pode servir ao comprador como preço-reto, mas é preciso considerar que, se a jazida for efetivamente negociada por tal preço, quem estará se beneficiando do financiamento será o vendedor e não o comprador, enquanto é este último que assumirá a obrigação de pagar as parcelas anuais de amortizações, juros e comissões, assumindo pois, sozinho, o risco do empreendimento. Não obstante, caso a taxa interna de juros do capital próprio seja suficientemente elevada, pode ser atraente o investimento mesmo em tais condições.

#### C. Tratamento de Estimativas e Incerteza

A avaliação econômica de jazidas minerais é feita com base em grandezas econômicas futuras que são estimadas à época da avaliação. Tratando-se com estimativas, é conveniente a utilização de certas margens para erros, ou fatores de segurança, que podem eliminar algumas consequências desses erros. A maneira mais usual consiste em se adotar elevados valores para a taxa mínima de atratividade (caso se aplique o método do valor atual ou do fluxo de caixa uniforme equivalente) ou para a taxa especulativa (caso de utilize a fórmula de Hoskold). A desvantagem em se adotar taxas muito elevadas consiste em que se pode deixar de adquirir uma jazida de rentabilidade satisfatória por se obter nos cálculos um preço de compra demasiadamente baixo, com o qual poderá não concordar o vendedor. Parece preferível, assim o uso de taxas menos elevadas, acompanhado da aplicação da chamada análise de sensibilidade, que inclui a técnica das tres estimativas, frequentemente utilizada em análise de investimentos.

O preço de compra de uma jazida mineral depende basicamente de fatores como a possança da jazida e a taxa anual de extração do minério, os preços de venda e custos de produção, os custos iniciais de capital e os de substituições, as taxas de juros, e o período de diferimento. A análise de sensibilidade, consiste em se verificar a variação do preço de compra quando um dos fatores (ou diversos simultaneamente) varia dentro de limites razoáveis. Podem ser assim construídas

tabelas ou ábacos de grande utilidade para o investidor, que durante as negociações de compra disporá de elementos de consulta que lhe permitirão imediata visão de conjunto. Um gráfico particularmente interessante é o que representa a variação do preço de compra em função de taxa interna de juros, ou vice-versa, mantidos constantes (ou parâmetros) os demais valores. A figura 4 mostra o aspecto de um gráfico desse tipo:



No gráfico, as ordenadas representam o preço de compra da jazida (PC), as abcissas a taxa interna de juros (r) e cada curva corresponde a um valor para o preço unitário de venda do minério (PV) escolhido como parâmetro. Assim, por exemplo, se o preço de venda for de Cr\$ 40,00 por tonelada, uma taxa de 15% conduz a um preço de compra de Cr\$ 5 milhões. Se as negociações com o vendedor fixarem tal preço, a rentabilidade do investimento estará entre 9% e 22%, dependendo do preço de venda do minério, que se estima situado entre ... Cr\$ 30,00 e Cr\$ 50,00, considerados constantes os demais valores usados nos cálculos.

A técnica das tres estimativas consiste em se fazer, para cada item que afeta o fluxo de caixa: (a) uma estimativa média, que parece ao avaliador o mais razoável; (b) uma estimativa menos favorável (pessimista) para o investidor, que parece ao avaliador que pode ser razoavelmente realizada; e (c) uma estimativa mais favorável (otimista) para o investidor, também dentro de limites considerados razoáveis. As estimativas otimista e pessimista não se referem respectivamente ao melhor e ao pior que seja possível acontecer, mas a valores interpretados de modo otimista ou pessimista, dentro de limites razoáveis.



veis. Não se deve, simplesmente, multiplicar todos os valores da estimativa média por um fator de otimismo ou de pessimismo para se obter as outras duas estimativas, mas sim se procurar limites razoáveis de variação para cada item. Existe, conseqüentemente, uma ponderável parcela de subjetividade nessa técnica. O resultado da aplicação da mesma é um quadro de referência dentro de limites aceitáveis, como mostra o exemplo simplificado a seguir exposto, no qual foi aplicado o método do fluxo de caixa uniforme equivalente.

	<u>PESSIMISTA</u>	<u>MÉDIA</u>	<u>OTIMISTA</u>
a. Possança da jazida (tons)	8.000.000	10.000.000	12.000.000
b. Produção anual (tons)	500.000	500.000	500.000
c. Vida útil (anos) (a:b)	16	20	24
d. Preço de venda unitário (Cr\$/ton)	32,00	35,00	38,00
e. Custo unitário (Cr\$/ton)	22,00	20,00	18,00
f. Lucro unitário (Cr\$/ton)(d-e)	10,00	15,00	20,00
g. Lucro anual (Cr\$ 1.000)(bxf)	5.000	7.500	10.000
h. Custo inicial de capital (Cr\$1.000)(1) 22.000		20.000	18.000
i. Encargos de capital (Cr\$1.000)(2)	4.583	4.166	3.749
j. Saldo anual (Cr\$1.000)(g-i)	417	3.334	6.251
l. Fatores de valor atual (3)	5,6186	5,8715	6,0103
m. Preço de compra (Cr\$1.000)(jxl)	2.343	19.576	37.570

Observações:

- (1) Exceto preço de compra da jazida
- (2) Para  $r = 15\%$ ,  $n = 10$  anos, fator de recuperação de capital =  $0,2083$
- (3) Para  $r = 15\%$ ,  $n = 16, 20$  e  $24$  anos respectivamente

É obtida dessa forma uma faixa para o preço de compra da jazida que permite a negociação em bases mais amplas do que no caso de só se fazer a estimativa média. Observe-se que a estimativa pessimista incluiu simultaneamente todos os elementos no seu menos favorável valor: a possança é 20% inferior, o preço de venda unitário é 8,6% inferior,

o custo unitário é 10% superior, e o custo inicial é 10% superior aos respectivos valores da estimativa média; o mesmo ocorre, ao contrário, com a estimativa otimista. Em consequência, o preço de compra apresenta uma faixa de variação demasiado extensa. Recomenda-se, pois, que também seja efetuado o estudo em separado da influência, no preço de compra, de cada um dos itens separadamente. Assim, se adotadas as estimativas médias para todos os itens menos um, e para este a estimativa pessimista, obtém-se:

- para possança de 8.000.000 t: PC = 18.732
- para preço de venda unitário Cr\$ 32,00: PC = 10.769
- para custo unitário Cr\$ 22,00: PC = 13.704
- para custo inicial de capital Cr\$ 22.000.000,00: PC = 17.128

Constata-se que o preço de compra da jazida é mais sensível às variações do preço de venda do minério do que em relação às demais variáveis, o que indica a conveniência de se estimar este item com especial cuidado; caso haja real possibilidade de só se obter Cr\$ 32,00 por tonelada de minério, o preço de compra não deve exceder de . . . . . Cr\$ 10.769.000,00.

Se na análise econômica de uma jazida se atribue a cada item do fluxo de caixa um determinado valor estimado para o mesmo, ou mesmo mais de um como foi visto na análise de sensibilidade, sem contudo associar a tais valores as respectivas probabilidades de ocorrência, a análise é dita determinística. Se, no entanto, o avaliador dispuser de informação suficiente para descrever certos parâmetros por suas respectivas distribuições de probabilidades, e utilizar na avaliação tais distribuições, a análise é dita probabilística ou não-determinística, ou ainda análise sob risco. Conhecida a distribuição de probabilidades de uma certa variável, é possível calcular seu valor esperado, e utilizá-lo nos cálculos, obtendo-se, assim, após o desconto adequado, valores esperados de valores atuais, de anuidades equivalentes etc. O valor esperado de uma variável reflete o valor médio de variável que seria realizado se o investimento pudesse ser repetido um grande número de vezes nas mesmas condições de exploração. No cálculo do valor esperado, a cada evento (cada valor específico que a variável pode adquirir) associa-se um peso que na realidade reflete a frequência relativa da ocorrência, daquele evento em condições repetitivas de experimentação.

A impossibilidade física desta experimentação (uma situação de investimentos tem lugar uma só vez) tem promovido o uso de pesos (probabilidades) subjetivas para o cálculo do valor esperado da variá

vel em consideração. Os pesos subjetivos estabelecem objetivamente, no cálculo, a experiência do investidor em situações semelhantes de decisão.

## III.30

Voltando ao exemplo da página , suponhamos que, com base em dados ou mesmo em probabilidades subjetivas, se pode associar aos valores das variáveis (v) as seguintes probabilidades (p):

<u>Possança da Jazida</u>		<u>Preço de Venda Unitário</u>		<u>Custo Unitário</u>		<u>Custo Inicial de Capital</u>	
<u>v</u>	<u>p</u>	<u>v</u>	<u>p</u>	<u>v</u>	<u>p</u>	<u>v</u>	<u>p</u>
$8 \times 10^6$	0,20	32,00	0,40	22,00	0,10	$22 \times 10^6$	0,10
$10 \times 10^6$	0,60	35,00	0,30	20,00	0,70	$20 \times 10^6$	0,80
$12 \times 10^6$	0,20	38,00	0,30	18,00	0,20	$18 \times 10^6$	0,10

Neste caso, os valores esperados das variáveis serão:

- possança da jazida:  $8.000.000 \times 0,20 + 10.000.000 \times 0,60 + 12.000.000 \times 0,20 = 10.000.000$
- preço de venda unitário:  $32 \times 0,40 + 35 \times 0,30 + 38 \times 0,30 = 34,70$
- custo unitário:  $22 \times 0,10 + 20 \times 0,70 + 18 \times 0,20 = 19,80$
- custo inicial de capital:  $22.000.000 \times 0,10 + 20.000.000 \times 0,80 + 18.000.000 \times 0,10 = 20.000.000$

Pode-se, agora, calcular o preço de compra com base nos valores esperados das variáveis:

- vida útil:  $10.000.000:500.000 = 20$  anos
- lucro unitário:  $34,70 - 19,80 = 14,90$
- lucro anual:  $500.000 \times 14,90 = 7.450.000$
- encargos de capital:  $20.000.000 \times 0,2083 = 4.166.000$
- saldo anual:  $7.450.000 - 4.166.000 = 3.284.000$
- preço de compra:  $5,8715 \times 3.284.000 = 19.282.000$

Outra forma de cálculo seria a de se associar uma probabilidade/a cada uma das tres estimativas feitas, como um todo. Assim, se se admitir que os valores constantes da estimativa otimista têm uma probabilidade de ocorrência de 10%, os da estimativa média 60%, e os da pessimista 30%, vem:

$$37.570 \times 0,10 + 19.576 \times 0,60 + 2.343 \times 0,30 = 16.206$$

obtendo-se apara o preço de compra o valor de Cr\$ 16.206.000,00.

## II. ESTUDO DA JAZIDA DE RIO CLARO

### II.1 - ANTECEDENTES CONHECIDOS

#### INTRODUÇÃO

A jazida de minério de ferro de Rio Claro está situada a 300 km do terminal marítimo mais próximo, ao qual está ligada por ferrovia. A doze quilômetros da jazida está a cidade de Rio Claro.

A ferrovia que liga Rio Claro ao litoral é de propriedade estatal e sua construção foi completada na década de 40. Até 1960 era a única ligação terrestre permanente entre Rio Claro e o resto do País, já que a rodovia então existente só era transitável seis meses por ano. Em 1960 foi inaugurada uma estrada pavimentada de mão dupla, o que provocou a queda da utilização/comboio da ferrovia e um consequente agravamento da sua situação financeira, já naquela época, bastante precária.

O porto a que Rio Claro está ligada pela ferrovia, tem sido utilizado, principalmente, para embarque de café. No entanto, em 1972 será inaugurado um cais de minérios, cujo embarque vem se processando, atualmente, de maneira precária. Este cais terá capacidade para receber navios de até 150.000 toneladas. Até o presente algumas companhias independentes de mineração têm usado de forma irregular as facilidades do porto. A propriedade das instalações portuárias é da Docas de Cabo Norte S.A.

Em 1966, um grupo financeiro liderado pelo Banco Comercial e Industrial S.A. decidiu iniciar estudos para uma possível compra da jazida de Rio Claro.

Sabia-se que o minério existente naquela jazida permitiria a produção de "sinter-feed" e que o mercado internacional de minério estava bastante interessado neste produto.

Em fins de 1966, ao mesmo tempo em que iniciava estudos geológicos da jazida, o Banco Comercial e Industrial S.A. constituiu a Mineração Rio Claro S.A. (MRC) e assegurou-se da viabilidade de conseguir um contrato de fornecimento de "sinter-feed" com teor de 68% para um grupo de usinas siderúrgicas japonesas.

Durante o período 1966/1970 a MRC funcionou, praticamente, como um simples escritório de vendas. A jazida de Rio Claro pertencia a José Silva, que relutava em vender seus direitos de lavra concordando apenas em - por conta própria - minerar aquilo que seus recursos lhe permitiam, o que era imediatamente adquirido pela MRC e colocado no mercado japonês.



Finalmente, em dezembro de 1970, José Silva - reconhecendo sua incapacidade para minerar em grande escala - concordou em vender seus direitos de lavra à MRC.

O interesse na compra por parte da MRC era facilmente compreensível. Os compradores japoneses estavam permanentemente queixando-se de que a quantidade produzida não atendia suas necessidades, e de que os atrasos na entrega estavam dificultando o planejamento de seus estoques. Garantiam, também, uma compra anual de 2 milhões de toneladas, com opção para  $\pm 10\%$ , durante 20 anos. As condições de venda e o preço contratado estão referidos adiante. As vendas seriam FOB - Docas de Cabo Norte.

Quanto ao transporte até o porto seria feito por ferrovia e havia grande interesse da ferrovia em efetuarlo, pois este transporte iria gerar uma receita adicional considerável sendo que poucos investimentos seriam necessários já que era reconhecida a existência de capacidade ociosa.

Considerando então estes fatores e outros não mencionados, a MRC decidiu-se pela compra dos direitos de lavra da jazida, condicionada, naturalmente, ao valor da transação. Em março de 1971 foi formada uma comissão para avaliar a jazida de Rio Claro.

Parte do relatório final desta comissão e suas conclusões estão apresentadas a seguir.

a. Descrição da jazida

A jazida Rio Claro apresenta minério do tipo granular com magnetita em camadas intercaladas com gneisses.

A estrutura da jazida consiste em blocos originados por falhas normais escalonadas, responsáveis pela preservação de formação ferrífera durante vários ciclos erosivos.

Os trabalhos de prospecção sistemática foram iniciados em 1966 e concluídos em 1970. Consistiram na execução de 420 furos de sonda (15.800 m); na perfuração de 40 poços de pesquisa; na realização de mapeamentos geológicos e, na interpretação de fotografias aéreas.

O índice pluviométrico da região é elevado, com ocorrência de chuvas torrenciais de outubro a março.

A altitude média é de 750 metros. O ponto de embarque nos vagões ficará localizado a uma altitude de 650 metros.

As reservas de minério são de 66 milhões de toneladas, conforme está demonstrado no quadro I por banco e por teor. A reserva inferida é de 30 milhões de toneladas.



b. Teor do Minério

No quadro I está demonstrado o teor do produto e sua distribuição por banco. O teor médio da jazida é de 51% de Fe. Como o mercado requer produto com teor de 68% será necessário efetuar-se a concentração do minério extraído.

c. Ritmo de Produção

A determinação do ritmo de produção de uma mina é função de diversas variáveis. Verificou-se, entretanto, que, na prática, o nível ótimo de produção anual para uma mina de tamanho médio é de 3% a 7% da sua reserva conhecida.

No caso da MRC houve uma restrição de mercado que impôs uma produção anual da ordem de 2 milhões de toneladas para efetivação de um contrato de longo prazo. Considerando que haverá necessidade de concentrar o produto da mineração com perdas, será necessário extrair 3 milhões de toneladas de "Run of Mine" (ROM) por ano para atingir os alvos de exportação.

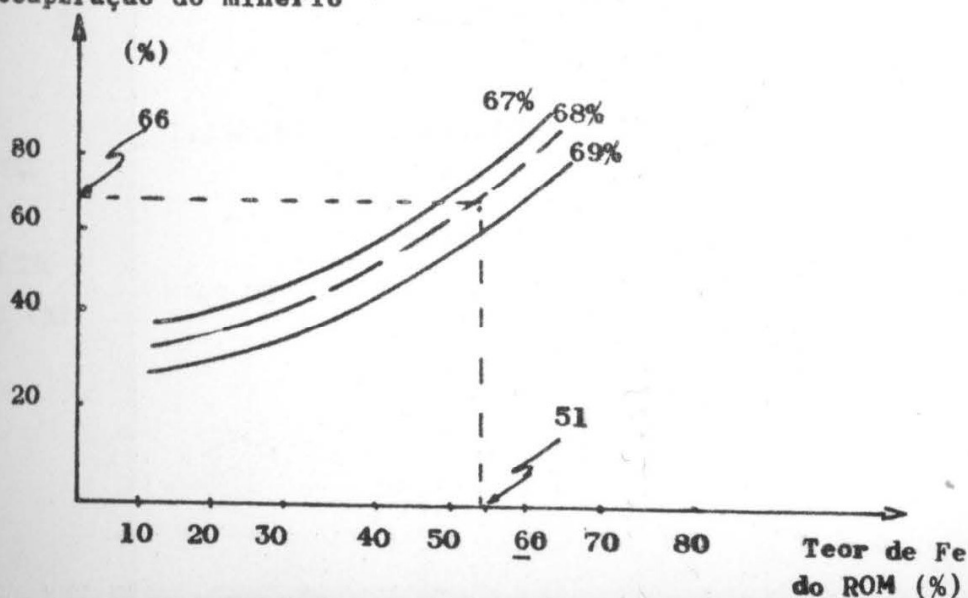
Eventualmente, a produção poderá ser maior, em função de possíveis vendas a compradores independentes. De qualquer forma, consideramos que, desde que a capacidade de 2 milhões de toneladas no dimensionamento dos equipamentos é nominal, poderemos atender uma demanda até 20% superior, com a utilização dos equipamentos durante 365 dias/ano, em tres turnos diários.

d. Instalação de concentração

Haverá necessidade de construir uma instalação de concentração para obtenção do produto dentro dos padrões a que nos propusemos no contrato de venda.

A recuperação da instalação será de 66% para um produto com teor de 51% de Fe. A curva da instalação é mostrada abaixo e foi obtida dos vendedores dos equipamentos para a planta em questão.

Recuperação do minério



Q U A D R O I

RESERVAS DE MINÉRIO DA JAZIDA RIO-CLARO

% de Fe DO NÍVEL (%)	TON. ROM FOR INTERVALO EM CADA NÍVEL														805	% de ROM TOTAL NOS INTERVALOS
	705	715	725	735	745	755	765	775	785	795	805		805			
0	0	254.001	0	7.125	112.503	67.596	0	44.157	33.957	0	0	0		519.339	0,8	
20	0	44.439	47.298	0	21.471	48.702	31.428	16.452	0	0	0	0	209.790	0,8		
22	0	210.300	29.025	153.860	95.514	0	0	12.516	0	34.875	0	0	546.090	0,8		
24	0	0	102.864	26.973	51.531	52.080	0	0	0	99.423	0	0	332.871	0,5		
26	0	94.085	0	49.077	130.383	23.484	0	0	0	0	0	0	360.639	0,5		
28	0	99.685	0	49.785	28.194	124.290	84.138	0	0	66.075	0	0	452.346	0,7		
30	0	84.993	0	0	172.329	210.327	54.753	16.032	0	105.468	37.593	0	681.495	1,0		
32	48.234	209.028	0	22.359	65.580	0	17.904	11.250	0	105.609	0	0	479.964	0,7		
34	9.999	97.296	62.394	118.506	136.740	95.676	32.343	13.359	43.596	79.221	0	0	689.130	1,0		
36	0	76.314	52.974	91.878	179.787	59.862	8.475	0	154.200	128.250	1.407	0	753.147	1,1		
38	0	57.339	157.941	0	433.773	239.376	52.644	114.072	213.279	269.112	12.225	0	1.549.761	2,7		
40	0	134.034	32.325	120.897	412.686	356.022	201.084	35.280	158.400	87.039	123.423	0	1.661.190	2,5		
42	11.250	93.909	347.013	225.780	164.721	253.422	344.763	505.365	188.592	418.980	94.218	0	2.648.013	4,0		
44	0	77.136	140.487	453.762	134.541	357.513	571.848	139.155	80.598	442.062	219.939	0	2.617.041	3,9		
46	0	192.306	258.990	482.898	735.693	377.058	507.516	279.330	210.594	228.471	155.556	0	3.428.412	5,1		
48	3.375	200.148	363.801	809.652	932.262	661.161	755.865	297.453	191.139	226.035	125.100	0	4.565.991	6,9		
50	6.750	129.189	610.515	711.735	536.829	1.429.389	664.047	338.358	208.932	121.236	321.216	0	5.078.196	7,6		
52	236.949	319.902	717.591	1.360.326	1.386.867	2.695.974	1.505.904	757.947	601.911	164.925	233.598	0	9.981.894	15,0		
54	61.953	360.549	792.561	1.630.122	1.119.918	1.698.753	1.303.518	948.021	574.461	247.869	31.203	0	3.768.928	13,2		
56	138.618	365.064	419.040	1.103.985	1.062.819	1.450.386	913.755	327.564	116.646	97.725	16.482	0	6.012.084	9,0		
58	254.445	210.498	621.924	763.173	1.793.832	1.506.621	644.064	661.653	170.250	36.291	6.600	0	6.669.351	10,0		
60	176.319	40.830	442.674	617.994	1.097.892	500.490	363.912	688.500	216.285	23.766	0	0	1.168.662	6,3		
62	0	0	277.812	231.330	726.597	297.624	21.225	68.817	0	82.500	1.407	0	1.707.312	2,6		
64	66.000	0	66.000	439.218	510.825	173.142	4.125	0	69.153	11.343	0	0	1.339.806	1,8		
66	155.400	0	170.775	383.082	175.293	177.144	43.407	0	0	72.327	0	0	1.177.428	1,8		
68	0	0	0	62.325	0	0	0	0	0	0	0	0	62.325	0,2		
TOTAL ROM/NÍVEL	1.169.292	3.351.222	5.714.004	9.925.842	12.139.386	12.962.991	8.150.202	5.275.281	3.231.093	3.114.602	1.332.390	0	66.461.205	100,0		
TEOR MÉDIO DO NÍVEL (%)	57,45	41,10	52,67	57,10	52,40	-3,-0	51,70	52,70	49,54	-5,02	47,70	0				

TEOR MÉDIO DA JAZIDA 51,22%

Constata-se no gráfico que serão necessários 3 milhões de toneladas anuais de ROM para a produção de 2 milhões de toneladas de concentrado com 68% de Fe, uma vez que a recuperação da planta será de 66%.

## II.2 - ANTEPROJETO DAS INSTALAÇÕES

Na planta anexa encontra-se o "lay-out" do complexo de Rio Claro.

Os equipamentos para mineração considerados foram os seguintes:

- 17 caminhões Euclid de 35 t
- 2 carregadeiras de 5 jardas cúbicas
- 2 tratores de pneus
- 1 trator de esteiras
- 1 Patrol
- 3 escavadeiras elétricas de 2.5 jardas cúbicas
- 1 guindaste
- 1 compressor
- 3 martelletes

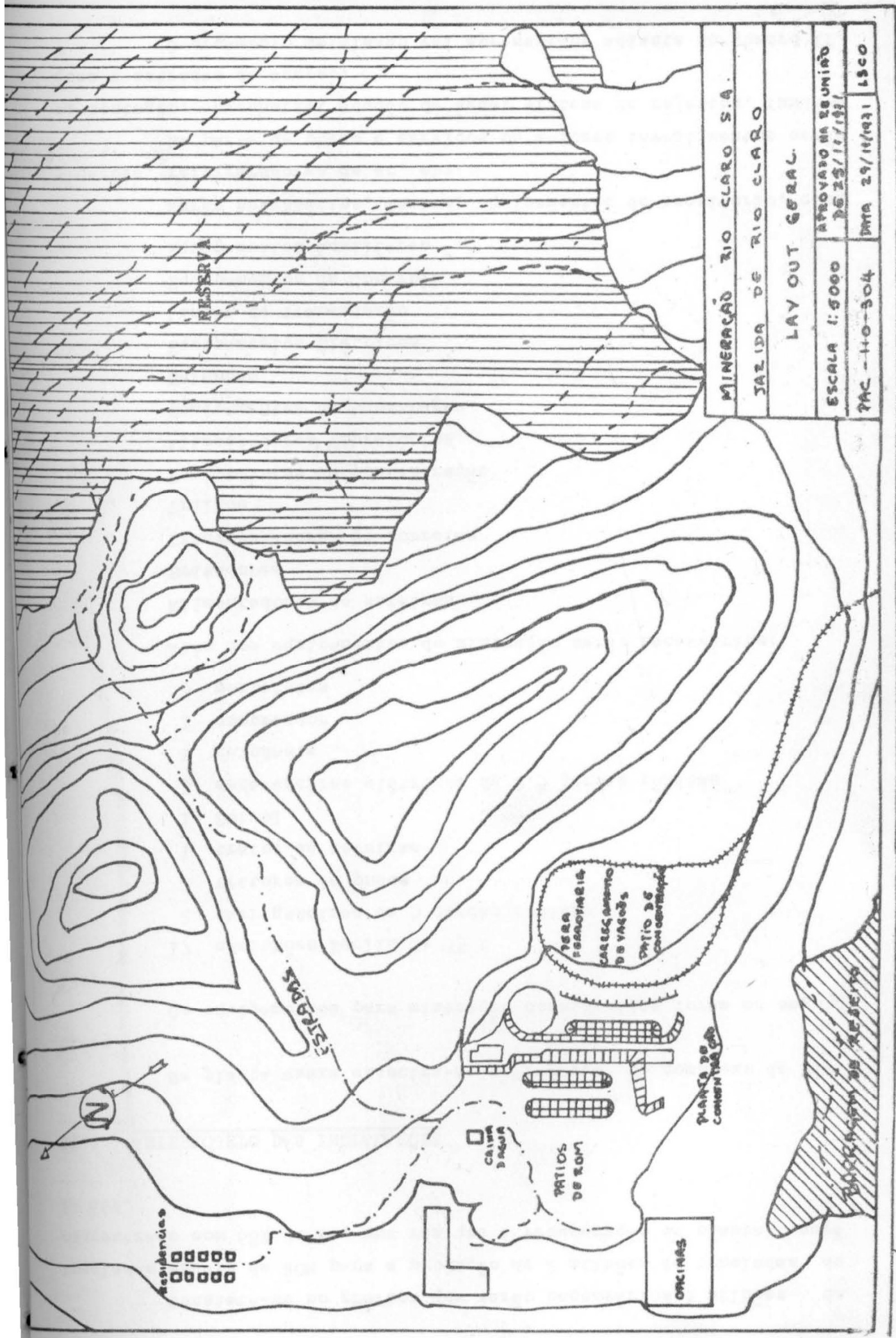
Além dos equipamentos de mineração serão necessários:

- Alimentadores de esteiras
- Britadores
- Transportadores de correias
- Trilhos
- Equipamentos de concentração
- Alimentadores Vibratórios
- Equipamentos de Amostragem
- Balanças
- Equipamentos Elétricos
- Linhas de transmissão
- Equipamentos de Controle
- Equipamentos Auxiliares

Serão necessários, também, equipamentos de escritório, comunicações, refrigeradores de ar, etc.

Na parte de obras e serviços os maiores investimentos serão em montagem, engenharia, adução de água, sistema de rejeitos, fundações e estradas de acesso.

O orçamento detalhado vai apresentado adiante no quadro II.



MINERAÇÃO RIO CLARO S.A.	
FAZENDA DE RIO CLARO	
LAYOUT GERAL	
ESCALA 1:5000	APROVADO NA REUNIÃO DE 25/11/1931
PAC - 140-304	DATA 29/11/1931
	1930



### II.3 - PRODUÇÃO ANUAL E VIDA ÚTIL

A produção anual da jazida Rio Claro será função da capacidade de absorção do mercado da MRC, estimado em 2 milhões de toneladas, com opção para  $\pm$  10%.

Em caso de haver um volume considerável de "spot sales", a produção da mina poderá ser aumentada até um limite de, aproximadamente, 20% com a supressão dos feriados e descansos semanais. Acima deste limite serão necessários investimentos adicionais.

A vida útil da mina deverá ser de 20 anos, pois como já foi mencionado a quantidade extraída será de 3 milhões de toneladas e a reserva economicamente lavrável é de 60 milhões.

### II.4 - INVESTIMENTOS INICIAIS: CUSTOS INICIAIS, VIDAS ÚTEIS E VALORES RESIDUAIS

O quadro II mostra o orçamento para os investimentos (excluse Capital de Giro) a serem feitos para a operação da MRC nos moldes pretendidos.

Neste quadro estão mostrados os equipamentos e serviços que serão necessários, bem como seus custos iniciais, depreciação fiscal, o "timing" de investimentos, depreciação técnica e valor residual.

No anexo do quadro II estão demonstrados os investimentos iniciais, a depreciação destes investimentos, os gastos com substituições e respectivas depreciações e as receitas provenientes das vendas de equipamentos.

### II.5 - PREÇOS DE VENDA E RECEITAS ANUAIS

Ficou contratado entre a MRC e os compradores japoneses que o preço de venda será FOB US\$ 8.00/tonelada para um teor de 68% e em base natural. Este preço será renegociado a cada tres anos.

A variação de teor para mais ou para menos (constatada no porto de destino) será levada em consideração para efeito de reajustamento no preço base de US\$ 8.00/tonelada. O método de cálculo para o reajuste será baseado no critério de rateio levando em conta o preço da "unidade metálica".

Assim, por exemplo, suponhamos que o teor de minério de um determinado carregamento seja 69%. O preço da unidade metálica será de  $US\$ 8.00/68 = 0.118$ . Logo, como o teor constatado é uma "unidade metálica" superior ao estabelecido em contrato, o preço faturado será



Q U A D R O II

INVESTIMENTOS: CUSTOS INICIAIS, VALORES RESIDUAIS, DEPRECIAÇÃO

Valores em US\$ (1 US\$ = Cr\$ 5,28)

S E T O R	DESCRICO	GRUPO	QUANTI DA DE	Preço UNITARIO CIF	VALOR TOTAL CIF	DEPRECIAÇÃO %	VALOR ANUAL	"TIMING" DE INVESTIMENTO		DEPRECIAÇÃO TECNICA %	VALOR RESIDUAL	
								1972	1973			
1. Mineração	Caminhões Euclid 35 t.	A	17	90.000	1.530.000	20	306.000	-	1.530.000	10	200.000	
	Carrageadeira de 5 j.c.	A	2	250.000	500.000	20	100.000	-	500.000	10	80.000	
	Tratores de Pneu	A	2	60.000	120.000	20	24.000	-	120.000	10	20.000	
	Trator de Esteiras	A	1	40.000	40.000	20	8.000	-	40.000	10	5.000	
	Patrol	A	1	70.000	70.000	20	14.000	-	70.000	10	10.000	
	Escavadeiras Elétricas 2.5 j.c.	A	3	50.000	150.000	20	30.000	-	150.000	10	20.000	
	Guindaste	A	1	110.000	110.000	20	22.000	-	110.000	10	15.000	
	Compressor	B	1	2.000	2.000	10	200	-	2.000	10	400	
	Marteletes	A	3	200	600	20	120	-	600	20	-	
					2.522.000							
					68.000							
	2. Beneficiamento e tratamento	Alimentadores de Esteiras	B			66.000	10	6.800	34.000	34.000	10	6.800
		Britadores	A			1.596.000	20	13.200	33.000	33.000	20	6.600
		Transportadores de Correias	B			1.200.000	10	159.600	1.000.000	596.000	10	160.000
		Máquinas Móveis	B			27.000	10	2.700	600.000	600.000	10	240.000
Trilhos		D			2.130.000	10	213.000	17.000	10.000	5	3.000	
Equipamento de Concentração		A			110.000	20	22.000	1.500.000	630.000	10	300.000	
Alimentadores Vibratórios		B			258.000	10	25.800	60.000	50.000	10	8.000	
Estação de Carregamento		B			350.000	10	35.000	150.000	108.000	5	30.000	
Equipamentos Amostragem		B			25.000	10	2.500	50.000	300.000	5	50.000	
Balanças		B			1.030.000	10	103.000	5.000	20.000	5	3.000	
Equipamentos Elétricos		B			240.000	10	24.000	500.000	530.000	10	200.000	
Linhas de Transmissão		B			270.000	10	27.000	200.000	40.000	10	48.000	
Equipamentos de Controle		B			290.000	10	29.000	130.000	140.000	10	54.000	
Equipamentos Auxiliares		B			1.170.000	10	117.000	140.000	150.000	10	58.000	
Estruturas Metálicas		B			884.000	10	88.400	600.000	570.000	5	200.000	
Eventuais	B			9.714.000	10	971.400	440.000	444.000	10	150.000		
3. OBRAS E SERVIÇOS	Adução de Água	E			600.000	5	30.000	400.000	200.000	5	40.000	
	Terraplenagem e Compactação	E			216.000	5	10.800	216.000	-	5	-	
	Fundações	E			1.155.000	5	57.750	1.155.000	-	5	-	
	Drenagem	E			100.000	5	5.000	100.000	-	5	-	
	Sistema Rejeitos	E			600.000	5	30.000	300.000	300.000	5	-	
	Engenharia	E			715.000	5	35.750	600.000	115.000	5	-	
	Montagem	E			2.490.000	5	124.500	1.000.000	1.490.000	5	-	
	Transporte	E			427.000	5	21.350	227.000	200.000	5	-	
	Escrit., oficinas, Almoxar., Residência	E			1.000.000	5	50.000	500.000	500.000	5	80.000	
	T O T A L				19.539.600							

DEPRECIAÇÃO ANUAL	
GRUPO A	- 539.320
GRUPO B	- 951.300
GRUPO D	- 2.700
GRUPO E	- 365.150
T O T A L	- 10.539.600

OBSERVAÇÃO: GRUPO A - VALOR DOS INVESTIMENTOS A DEPRECIAR EM 5 ANOS - INICIO 1974 - 2.696.760  
 GRUPO B - " " " " " " 10 " - " 1974 - 9.513.000  
 GRUPO D - " " " " " " 10 " - " 1973 - 27.000  
 GRUPO E - " " " " " " 20 " - " 1973 - 7.303.000  
 T O T A L - 10.539.600

**DEMONSTRATIVO DOS GASTOS E DEPRECIACÃO DO INVESTIMENTO INICIAL, SUBSTITUIÇÕES E RECEITAS COM VENDA DE EQUIPAMENTOS**

(Valores em US\$ - 1 US\$ = 5,28)

**ANEXO DO QUADRO II**

1996 97 98 99 2000 01 02 03 04 05  
 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982  
 Date: 26.11.71

**1. INVESTIMENTO INICIAL:**

**SUBSTITUIÇÕES:**

1.1 - INVESTIMENTO INICIAL\* 9.957.000 9.582.600  
 1.1.1 - Grupo A 93.000 2.603.600  
 1.1.2 - Grupo B 5.349.000 4.164.000  
 1.1.3 - Grupo D 17.000 10.000  
 1.1.4 - Grupo E 4.498.000 2.805.000

**1.2 - SUBSTITUIÇÕES\***

1.2.1 - Grupo A 66.600  
 1.2.2 - Grupo B 66.600

**TOTAL INVESTIMENTOS 9.957.000 9.582.600**

**2. RECEITAS NÃO OPERACIONAIS**

**2.1 - VALORES RESIDUAIS\***

2.1.1 - Grupo A 6.600  
 2.1.2 - Grupo B 6.600  
 2.1.3 - Grupo D  
 2.1.4 - Grupo E

**3. DEPRECIACÃO\***

3.1 - Grupo A 227.600 1.858.470 1.858.470 1.858.470 1.858.470 1.858.470 1.858.470 1.332.470 1.332.470 1.332.470 1.332.470  
 3.2 - Grupo B 539.320 539.320 539.320 539.320 539.320 539.320 539.320 13.320 13.320 13.320 13.320  
 3.3 - Grupo D 951.300 951.300 951.300 951.300 951.300 951.300 951.300 951.300 951.300 951.300 951.300  
 3.4 - Grupo E 2.700 2.700 2.700 2.700 2.700 2.700 2.700 2.700 2.700 2.700 2.700  
**TOTAL 224.900 365.150 365.150 365.150 365.150 365.150 365.150 365.150 365.150 365.150 365.150**

\* TOTAL



de US\$ 8.00 + 0,118 = US\$ 8.118.

Caso sejam feitas vendas a compradores independentes, em base seca, também serão feitas correções. Assim, caso seja feito um embarque de 100.000 tons, base seca e, constatado no porto de destino uma umidade de 3%, para efeito de faturamento do valor das vendas só se considerará 97.000 tons. Desta forma, para o vendedor, o preço médio do carregamento cairá para  $\frac{8.00 \times 97.000}{100.000} = \text{US\$ } 7.76$  .

ANEXO DO QUADRO II  
DETALHAMENTO

	Valores em US\$				
	GRUPO A	GRUPO B	GRUPO D	GRUPO E	TOTAL
Valor Total (CIF)	2.696.600	9.513.000	27.000	7.303.000	19.539.600
"Timing" dos Investimentos					
Em 1972	93.000	5.349.000	17.000	4.498.000	9.957.000
Em 1973	2.603.600	4.164.000	10.000	2.805.000	9.582.600
TOTAL	2.696.600	9.513.000	27.000	7.303.000	19.539.600
Depreciação Fiscal (%)	20%	10%	10%	5%	
Valor Anual da Depreciação					
Iniciando em 1973			2.700	224.900	
Iniciando em 1974	539.320	951.300		140.250	
TOTAL	539.320	951.300	2.700	365.150	
Investimentos com Vida Útil (Técnica) de:					
5 anos	66.600				66.600
10 anos	2.630.000	7.710.000			10.340.000
20 anos		1.803.000	27.000	7.303.000	9.133.000
TOTAL	2.696.600	9.513.000	27.000	7.303.000	19.539.600
Valor Residual dos Investimentos					
Vida Útil de 5 anos	6.600				
Vida Útil de 10 anos	358.000	1.247.200			
Vida Útil de 20 anos		283.000	3.000	120.000	
Valor Residual ao fim de:					
5 anos (1978)	6.600				6.600
10 anos (1983)	364.600	1.247.200			1.611.800
15 anos (1988)	6.600				6.600
20 anos (1993)	364.600	1.530.200	3.000	120.000	2.017.800



Para a construção do fluxo de caixa será admitido um preço médio de venda de US\$ 8.00.

Como a exportação anual será de 2 milhões de toneladas, a receita correspondente será de US\$ 16 milhões/ano. Vamos supor que as exportações sejam iniciadas em janeiro de 1974 e se prolonguem até de zembro de 1993 (inclusive).

## II.6 - ESTIMATIVAS DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO, TRANSPORTE, ADMINISTRAÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO

### a. Custos de Produção

Os custos de produção foram estimados por fase (extração, transporte interno, rejeito, estocagem e remoção, concentração e embarque) e por natureza (pessoal, material, peças sobressalentes e energia). Foi feita também uma estimativa do imposto sobre minérios a ser pago por ocasião do embarque.

Os resultados estão apresentados resumidamente na tabela abaixo. Uma breve justificativa dos números obtidos é apresentada a diante.

	valor em US\$/Ton.					Total
	Pessoal	Material	Peças Sobress.	Energia	Imp.s/Min.	
Extração	0.05	0.09	0.07	0.03	-	0.24
Trans.Interno	0.12	0.08	0.04	-	-	0.24
Rejeito	0.02	0.05	0.03	0.02	-	0.12
Estoc.c/Remoção	0.02	0.02	0.02	0.01	-	0.07
Concentração	0.20	0.04	0.25	0.36	-	0.85
Embarque	0.05	0.02	0.02	-	-	0.09
					0.16	0.16
Total	0.46	0.30	0.43	0.42	0.16	1.77

Observe-se que em todos os custos anteriores à fase de concentração houve uma majoração de 50% em relação aos custos/tonelada em virtude da movimentação de minério (3 000 000 Tons/ano) ser 50% superior à base de rateio (2 000 000 Tons/ano de produto). A tabela apresentada acima já levou em conta esta peculiaridade na estimativa dos custos da MRC.

Os custos de operação não foram dissociados dos custos de manutenção, exceto no item pessoal, responsável por 26% do custo de produção.

A MRC empregará 286 homens ligados à produção na jazida Rio

Claro. A jornada de trabalho será de 8 horas.

Nos custos de Pessoal estão incluídos adicionais ao salário base, demonstrados abaixo:

Vencimentos:	365 dias	100.00%
H-H diretos:	278 dias	76.00%
H-H indiretos:		
Domingos	52 dias	
Feriados	10 dias	
Férias	20 dias	
Faltas Abonadas (estimativa)	5 dias	
	87 dias	24.00%
Contribuições Sociais:		20.21%
INPS		8.00%
Salário Família		4.30%
Seguros de Acidentes de Trabalho (estimativa)		0.54%
Cota para o SENAI		1.20%
Cota para o SESI		1.50%
Cota para o INCRA		2.60%
INPS sobre o 13º Salário		0.67%
Salário Educação		1.40%
Contribuições Trabalhistas:		8.00%
FGTS		8.00%
Outros Encargos:		10.41%
Equalização do 13º Salário		8.33%
Premio de Produtividade (estimado em 1/4 salário)		2.08%
<b>TOTAL GERAL:</b>		<b>138.62%</b>

Além dos percentuais considerados acima foi feita uma provisão para pagamento de adicional de insalubridade, periculosidade, diárias e ajudas de custo que no caso da MRC estimou-se em 1.5% dos vencimentos.

Considerando-se como base de avaliação as horas realmente trabalhadas (76% dos vencimentos), os encargos adicionais seriam de 84%, uma vez que

$$\frac{138,62 + 1,50}{76} - 1 = 0.84$$

(1) Extração

(1.1) Pessoal: Estimamos em 69.500 homens-hora as necessidades de pessoal nesta fase. Deste total aproximadamente 54.900 homens-hora seriam consumidos com operação (a um custo de US\$ 1.60/homem-hora) e os restantes 14.600 homens-hora seriam gastos em serviços de manutenção (a um custo de US\$ 0.83/homem-hora). Os custos de pessoal serão, dessa forma,  $54.900 \times 1.60 + 14.600 \times 0.83 = \text{US\$ } 99,960.00$ .

Logo, o custo unitário será de US\$ 0.05.

(1.2) Materiais: Explosivos - Sendo a mina do tipo "open pit", o projeto prevê para a extração o uso de 50 kg de explosivos para um des monte de 500 toneladas.

Como a quantidade anual minerada será de 3.000.000 toneladas os gastos de explosivos serão de US\$ 120,000.00 e o custo unitário por tonelada de concentrada será de  $\frac{120.000}{2.000.000} = \text{US\$ } 0.06$ .

Combustíveis e Lubrificantes - Tendo em vista os tipos de e quipamentos que irão servir à mina, levando em consideração 2 turnos de trabalho diários, estimamos em US\$ 35,000.00 as despesas anuais com combustíveis e lubrificantes em geral para a mineração de 3.000.000 to neladas anuais.

Logo, o custo unitário por tonelada de concentrado será  $\frac{35.000}{2.000.000} = \text{US\$ } 0.02$

Outros materiais - As despesas previstas com outros materiais não citados acima, foram estimadas em cerca de US\$ 20,000.00 o que cor responde a um custo unitário de  $\frac{20.000}{2.000.000} = \text{US\$ } 0.01$ .

(1.3) Peças Sobressalentes: Os maiores gastos com peças sobressalentes são os referentes a brocas e auto-peças.

O consumo de brocas é função, principalmente, do material perfurado. No caso da jazida Rio Claro estimamos o gasto anual com brocas na base de US\$ 100,000.00.

Para auto-peças e outros estimamos os gastos anuais em .... US\$ 35,000.00.

Logo, o gasto anual total com peças sobressalentes será de US\$ 135,000.00 e o gasto unitário  $\frac{135.000}{2.000.000} = \text{US\$ } 0.07$ .

(1.4) Energia: Com base no custo médio do kw.h em 1971 estimamos os custos de energia em US\$ 60,000.00 anuais, como consequência os custos unitários serão de US\$ 0.03/ton.

(2) Transporte Interno

(2.1) Pessoal: Estimamos em 213.000 homens-hora as necessidades de pessoal da fase de transporte interno. Deste total 154.600 homens-hora seriam alocados a operação (a um custo unitário de US\$ 1.24) e ... 58.400 homens-hora a manutenção (custo unitário de US\$ 0.83). O custo total seria então  $154.600 \times 1.24 + 58.400 \times 0.83 = 240.200$  equivalentes a  $\frac{240.200}{2.000.000} = \text{US\$ } 0.12/\text{toneladas}$ .

(2.2) Materiais: Combustíveis e lubrificantes - Esta parcela, pela própria natureza dos equipamentos usados no transporte interno, constitui a maior parte dos custos de materiais relativos a esta fase do processo de produção.

Estimamos em US\$ 130,000.00 anuais os custos de combustíveis e lubrificantes para o transporte anual de 3.000.000 de toneladas, sendo que para esta previsão levamos em consideração a frota de equipamentos, o percurso médio de cada ciclo de carregamento e transporte e o número de ciclos executados nos 2 turnos diários de trabalho.

O custo unitário será  $\frac{130.000}{2.000.000} = \text{US\$ } 0.07$

Outros Materiais - Para todos os outros materiais estimamos o custo anual em US\$ 19,000.00, isto é, US\$ 0.01/ton.

O custo unitário total com materiais na fase de transporte interno será de US\$ 0.08.

(2.3) Peças Sobressalentes: Auto-peças - Em virtude da natureza da operação e do elevado preço das peças para o equipamento usado, as despesas anuais médias com auto-peças foram estimadas em US\$ 65,000.00 e o conseqüente custo unitário será de US\$ 0.03.

Outras Peças Sobressalentes - Estimamos em US\$ 15,000.00 por ano as despesas com outras peças sobressalentes o que corresponde a .. US\$ 0.01/tonelada.

O gasto com peças sobressalentes para o transporte interno será, dessa forma, de US\$ 0.04/tonelada.

(3) Rejeito

(3.1) Pessoal: Estimamos em 28.800 homens-hora as necessidades de pessoal na fase de Rejeito, sendo 21.500 (a US\$ 1.58/homem-hora) na operação e 7.300 (a US\$ 0.83) na manutenção. O custo total anual será de US\$ 40,000.00 equivalentes a US\$ 0.02/tonelada.

(3.2) Materiais: Supondo que para cada 1.000 toneladas mineradas



haja 250 toneladas de rejeito, e que esta fase só inclua o transporte interno do rejeito, estimamos as despesas anuais em US\$ 108,000.00 e o custo unitário em US\$ 0.05.

(3.3) Peças Sobressalentes: Ainda de acordo com a hipótese acima, os gastos anuais com peças sobressalentes serão cerca de US\$70,000.00 equivalentes a um custo unitário de US\$ 0.03.

(3.4) Energia: Foi estimado em US\$ 0.02/tonelada o custo de energia com rejeito.

#### (4) Estocagem e Remoção

(4.1) Pessoal: Deverão ser de 45.600 homens-hora as necessidades de pessoal na Estocagem e Remoção sendo 31.000 (a um custo de US\$ 0.90/homem-hora) na operação e 14.600 (a um custo de US\$ 0.83/homem-hora) na manutenção. O custo total será de US\$ 40,000.00 e o unitário .. US\$ 0.02.

(4.2) Materiais: Combustíveis e Lubrificantes - Estimado, de acordo com os critérios usados anteriormente, em US\$ 27,000.00 correspondente a US\$ 0.01/tonelada.

Outros materiais - Despesas anuais de US\$ 15,000.00 ou . . US\$ 0.01/tonelada.

O custo unitário total com materiais na fase de estocagem a remoção deverá ser de US\$ 0.02.

(4.3) Peças Sobressalentes: As despesas anuais com peças sobressalentes para o equipamento empregado em estocagem e remoção foram estimadas em cerca de US\$ 35,000.00. O custo unitário será, então, de US\$ 0.02.

(4.4) Energia: Os gastos anuais de energia com remoção e estocagem foram estimados em US\$ 11,000.00 equivalente a aproximadamente . . . US\$ 0.01/tonelada.

#### (5) Concentração

É a fase responsável pelos maiores custos. Os fabricantes dos equipamentos auxiliaram na previsão das despesas anuais.

(5.1) Pessoal: Estimamos em 210.000 homens-hora as necessidades anuais de pessoal sendo 167.000 (a um custo de US\$ 2.15/homem-hora) na operação e 43.000 (a um custo de US\$ 0.83/homem-hora) na manutenção. O custo total anual será de US\$ 395,000.00 equivalentes a US\$ 0.20/tonelada.

(5.2) Material: As despesas anuais com diversos materiais (combustíveis, lubrificantes, etc.) foram estimadas em US\$ 78,000.00 equivalente a US\$ 0.04/tonelada.

(5.3) Peças Sobressalentes: Correias Transportadoras - É item de grande importância na formação dos custos da instalação de concentração. Os gastos anuais são estimados em cerca de US\$ 300,000.00 equivalendo a US\$ 0.15/tonelada.

Outras Peças Sobressalentes - Inclui uma grande variedade de peças sendo que a estimativa anual de gastos é de US\$ 200,000.00 e equivalentes a US\$ 0.10/tonelada.

Os custos unitários totais com peças sobressalentes serão de US\$ 0.25 .

(5.4) Energia: Os gastos anuais de energia foram estimados em .. US\$ 720,000.00 devidos principalmente ao grande consumo das bombas. O custo unitário será de US\$ 0.36 .

#### (6) Embarque

(6.1) Pessoal: Foram estimadas em 69.000 homens-hora as necessidades anuais de pessoal na fase de Embarque nos vagões. Estimamos em 32.500 homens-hora as necessidades da operação (a um custo de US\$2.15/homem-hora) e em 36.500 homens-hora as necessidades da manutenção (a um custo de US\$ 0.83/homem-hora). O custo total anual será de ... US\$ 100,200.00 equivalente a um custo unitário de US\$ 0.05.

(6.2) Materiais: Deverão ser de US\$ 40,000.00 aproximadamente os gastos anuais com a fase de Embarque. Este valor equivale a um custo unitário de US\$ 0.02 .

(6.3) Peças Sobressalentes: Correias Transportadoras - As despesas com reposição de correias transportadoras foram estimadas em .... US\$ 28,000.00, equivalente a US\$ 0.01/tonelada.

Outras peças sobressalentes - A estimativa anual é de .... US\$ 19,000.00 equivalente a US\$ 0.01/tonelada.

O custo unitário total será de US\$ 0.02 .

(6.4) Energia: Os gastos com energia serão desprezíveis.

Quanto à estimativa do Imposto sobre minérios usamos os valores estabelecidos pela regulamentação em vigor, para o preço médio FOB do minério de ferro (Cr\$ 35,00) e a parcela deste total alocável ao custo de produção (35%). A alíquota do Imposto sobre minério de

ferro é de 7%.

Logo, o valor em US\$/tonelada será  $(0.07 \times 0.35 \times 35)$ :  
 $: 5.28 = 0.16$  .

b. Despesas de Administração

O número de funcionários ligados à administração da MRC será de 50. Este número exclui os funcionários do escritório de vendas de Belo Horizonte (incluídos nos custos de comercialização).

O demonstrativo das despesas de Administração está feito abaixo:

valores em Cr\$ x 10 <sup>3</sup> por ano	
Comunicações (telefone, telégrafo, etc.)	100
Papelaria e Materiais Gerais de Escritório	120
Despesas de viagens	300
Treinamento	50
Impostos Diversos (exclusive I.R.e I.s/minérios)	100
Seguros Diversos	50
Despesas c/Ambulatório	200
Ajuda médica	100
Aluguéis e serviços contratados	300
Folha de Pagamento e Obrigações sociais (Pessoal Administrativo)	1.880
T O T A L	<u>3.200</u>

Despesa unitária por tonelada de concentrado = Cr\$ 1,60 = US\$ 0.30 .

c. Despesas de Comercialização

As despesas de comercialização incluem aquelas efetuadas com o escritório de vendas incluindo mão-de-obra, aluguéis, materiais e diversos. Incluem, também, comissões de vendas (3% do preço de venda) pagas a um representante comercial no exterior, responsável pela obtenção da assinatura do contrato de fornecimento e pelos entendimentos comerciais ao longo do tempo.

As despesas anuais com o escritório de vendas foram estimadas em Cr\$ 280.000,00 e as despesas com comissões em Cr\$ 2.530.000,00.

Logo, as despesas totais de comercialização serão de . . .  
 Cr\$ 2.810.000,00 .

$$\text{Despesa unitária/Tonelada de concentrado} = \frac{2.810.000}{2.000.000} =$$

= Cr\$ 1,41 = US\$ 0.27 .

TABELA DE CUSTOS

	US\$/TON	<u>US\$1000/ANO</u>	<u>%</u>
EXTRAÇÃO	0.24	480	4.4
TRANSP. INTERNO	0.24	480	4.4
REJEITO	0.12	240	2.2
ESTOC. E REMOÇÃO	0.07	140	1.3
CONCENTRAÇÃO	0.85	1.700	15.3
EMBARQUE	0.09	180	1.6
IMPOSTO ÚNICO	<u>0.16</u>	<u>320</u>	<u>2.8</u>
PRODUÇÃO	1.77	3.540	32.0
ADMINISTRAÇÃO	0.30	600	5.4
COMERCIALIZAÇÃO	0.27	540	4.9
TRANSPORTE	2.20	4.400	39.7
EMBARQUE	<u>1.00</u>	<u>2.000</u>	<u>18.0</u>
CUSTO TOTAL	5.54	11.080	100.0
RECEITA	8.00	16.000	-
SALDO	2.46	4.920	-

Obs.: Os custos acima não incluem depreciações.



II.7 - CAPITAL DE GIRO

O capital de giro da MRC está calculado conforme foi demonstrado abaixo.

No fluxo de caixa final iremos considerar uma recuperação de 100% do capital de giro sendo que esta recuperação se processará durante os anos de 1993 e 1994.

a. Estoque de minério nas minas

- Estoque nas frentes de trabalho: O estoque médio nas frentes de trabalho será de 10.000 tons de ROM equivalentes a um dia de extração ( $\frac{3.000.000 \text{ tons/ano}}{300 \text{ dias/ano}} = 10.000 \text{ tons/dia}$ ) e equivalentes a 6.600 tons de produto final concentrado (a instalação de concentração terá recuperação de 66% como já vimos).

Os custos de produção/tonelada considerados no item II.6 referem-se ao produto final concentrado, isto é, já foi feita correção referente à diferença entre o volume extraído de ROM e milhões de toneladas) e o produto final obtido (2 milhões de toneladas de concentrado). Esta correção foi efetuada multiplicando-se os custos de extração, transporte interno e remoção de rejeito do ROM por 1.5 para obter os custos apresentados no quadro do item II.6, alínea a.

Assim, valor do capital de giro em estoque nas frentes de trabalho = custo de extração x tonelagem de concentrado = 0.24 x 6.600 = US\$ 1,584.00 .

Estoque no Pátio de Homogeneização: Supondo meia utilização do pátio de ROM teríamos 48.000 tons em média.

Valor do capital de giro em estoques no Pátio de Homogeneização = (custo de extração + custo do transporte interno + rejeito + remoção e estocagem) x 48.000 = 0.67 x 48.000 = US\$ 32,160.00.

Estoque de Produto concentrado: Supondo novamente meia utilização para os pátios e produto teremos 30.000 tons de concentrado.

Valor do capital de giro em estoque de Produto Concentrado = (custo de extração + transporte interno + rejeito + estocagem e remoção + concentração) x 30.000 = 1.52 x 30.000 = US\$ 45,600.00 .

Valor dos estoques na mina = 1.584 + 32.160 + 45.600 = 79.344 US\$ 80,000.00 .

b. Estoque do Minério em Trânsito

- Estoque em Trânsito Ferroviário: o tempo médio de duração

da viagem é de 10 horas e a produção média diária embarcada deverá ser  $\frac{2.000.000}{365} = 5.480$  tons.

O custo do transporte será de US\$ 2.20/ton. e o frete será pago por ocasião do embarque bem como o imposto sobre minérios.

O estoque médio em trânsito ferroviário será  $5.480 \times \frac{10}{24} = 2.280$  tons .

Valor do capital de giro em estoques em trânsito ferroviário = (custo de extração + transporte interno + rejeito + estocagem e remoção + concentração + imposto sobre minérios + embarque + custo de transporte) x 2.280 =  $3.97 \times 2.280 = 9.050$  .

- Estoque no Porto: O estoque no porto deverá ser de 100.000 tons o que é suficiente para carregar um navio de grande porte (estoque médio).

A Companhia Docas de Cabo Norte irá cobrar de emolumentos portuários US\$ 1.00. Este valor será pago pela MRC apenas na ocasião do embarque, logo, não irá afetar o valor do estoque no porto.

Valor do capital de giro em estoque no porto =  $100.000 \times 3.97 = \text{US\$ } 397,000.00$  .

Valor dos estoques em trânsito =  $9.050 + 397.000 = \text{US\$ } 406,500.00$      $\text{US\$ } 410,000.00$  .

Valor total do empate em Estoques =  $410,000.00 + 80,000.00 = 490.000$      $\text{US\$ } 500,000.00$  .

### c. Despesas de Administração e Comercialização

O capital de giro com despesas de Administração e Comercialização irá corresponder a um ciclo de produção.

Este ciclo será calculado dividindo o número de dias do ano pela rotação de estoques em cada fase (o resultado dará o número de dias por fase). Abaixo está demonstrado o cálculo para cada fase.

Extração e Estocagem:  $\frac{(10.000 + 48.000) \times 365}{3.000.000} = 7$  dias

Beneficiamento e Estocagem:  $\frac{30.000 \times 365}{2.000.000} = 5$  dias

Trânsito Ferroviário: 10 horas = 0,4 dia

Trânsito no Porto:  $\frac{100.000 \times 365}{2.000.000} = 18$  dias

Ciclo total = 30.4 dias = 1 mes

Logo, o total de Despesas de Administração e Comercialização a ser considerado será o equivalente a um mes, ou seja,

$$\left( \frac{3.200.000}{12} + \frac{280.000 + 2.534.400}{12} \right) \times 5.28 = \text{US\$ } 95,000.00$$

US\$ 100,000.00 .

d. Almoxarifado de materiais e peças sobressalentes

O consumo de materiais e peças sobressalentes foi estimado em US\$ 1.460,000.00 por ano. O almoxarifado deverá ter em estoque além dos materiais de consumo permanente, peças para substituição eventual em máquinas, cujo custo é bastante elevado.

Foi feita uma análise desses dois componentes e decidiu-se manter 4 meses de consumo de materiais e peças sobressalentes além de uma reserva de US\$ 450,000.00 para estoque de segurança.

O valor médio do almoxarifado será então:

$$\frac{1,460,000}{12} \times 4 + 450,000 = 937,000.00 \quad \text{US\$ } 950,000.00$$

e. Caixa e Bancos

A produção diária média é de  $\frac{2.000.000}{365} = 5.480$  tons. O custo do produto vendido FOB - Docas do Cabo Norte será de US\$ 5.54. Logo, gastos médios diários serão de  $5.480 \text{ tons} \times 5.54 = \text{US\$ } 30,360.00$ .

Vamos dimensionar a Caixa e Bancos para seis dias de gastos médios diários ( $6 \times 30.360 = 182,160.00$ ).

Logo, a Caixa e Bancos deverá girar em média com US\$ . . . 200,000.00 .

f. Custo das Mercadorias a Prazo

As condições de venda são de 90% contra o embarque e 10% em 90 dias (sem juros). Admitiremos um trânsito de banco de um dia para o recebimento dos 90%. Usaremos o custo final do produto que será o custo do estoque no porto mais emolumentos portuários (que serão pagos pela MRC a Docas de Cabo Norte por ocasião do embarque) e mais despesas de comercialização e administração. Ou seja,

$$3.97 + 1.00 + 0.27 + 0.30 = \text{US\$ } 5.54 .$$

Logo, o Contas a Receber de compradores de minério será de

$$\frac{2,000,000}{365} \times 0.90 \times 5.54 + \frac{2,000,000}{365} \times 90 \times 0.10 \times 5.54 = \text{US\$ } 300,000.00$$

Consideremos, ainda, uma margem de 20% para atrasos em pagamentos e outras contas a receber.

Logo, o total de contas a receber será de US\$ 360,000.00.

g. Contas a Pagar

Vamos admitir que haja um prazo médio de 45 dias para o pagamento das compras da MRC.

Como o consumo de materiais e peças sobressalentes é de .. US\$ 1,460,000/ano, teremos um contas pagar de material de consumo e peças sobressalentes no valor de  $\frac{1,460,000 \times 45}{365} = \text{US\$ } 180,000.00$ .

Admitiu-se, ainda, que seria possível este valor ser aumentado com outras contas a pagar.

Assim, o valor adotado para contas a pagar será de . . . . US\$ 250,000.00 .

O capital de giro líquido será, então:

$500.000 + 100.000 + 950.000 + 200.000 + 360.000 - 250.000 = \dots$   
 $= \text{US\$ } 1,860,000.00$  .

Admitiu-se, ainda, que o investimento em capital de giro seria realizado em dois períodos, sendo o primeiro durante o ano de .. 1973 (US\$ 860,000.00) e o segundo durante 1974 (US\$ 1,000,000.00) .

## II.8 - FINANCIAMENTOS

Foi considerada a hipótese da obtenção de financiamento para compra dos equipamentos que se farão necessários.

Selecionamos o Eximbank como o agente financiador mais conveniente.

O Eximbank financia até 33% do capital das empresas sendo que o montante do financiamento deve ser gasto na aquisição de equipamentos de procedência norte-americana.

A amortização do financiamento será feita a juros de 7% a.a., com carência de 5 anos, prazo de utilização de 2 anos após a aprovação do financiamento e em 10 prestações semestrais. As prestações compõem-se de uma parcela de amortização constante e juros sobre o "outstanding". Existe, também, uma taxa de 0,5% a.a. sobre a parcela não utilizada do financiamento durante o prazo contratual de utilização (dois anos).

No fluxo de caixa do projeto supusemos que haveria uma utilização em junho de 1972 no valor de US\$ 4 milhões e outra em junho



de 1973 de US\$ 3 milhões, totalizando assim o montante de US\$ 7 milhões. No Quadro III encontra-se o demonstrativo do fluxo de caixa decorrente o financiamento.

## II.9 - EXAUSTÃO DA JAZIDA

As deduções para efeito do cálculo da renda tributável decorrentes da compra dos direitos de lavra da jazida Rio Claro serão duas.

A primeira é consequência do incentivo fiscal estabelecido pelo Decreto 1 096, de 1970 que permitiu uma dedução durante 10 anos de 20% sobre a receita bruta da companhia de mineração. Esta receita seria calculada com base no valor do minério por ocasião do embarque para o porto.

Para o ano de 1971 ficou estabelecido que o valor do minério seria de 35% de seu preço médio FOB (Cr\$ 35,00 segundo o Min. Minas e Energia) pois admitiu-se que os restantes 65% seriam consumidos com o transporte e gastos portuários.

Assim sendo, para o caso da MRC (admitindo-se a taxa de conversão Cr\$/US\$ de 5.28) o valor a deduzir anualmente seria (2.000.000 tons x Cr\$ 35,00 x 35% x 20%) ÷ 5.28 = US\$ 928,000.00.

A segunda dedução seria a amortização do valor de compra dos direitos de lavra. Esta amortização não foi indicada no "cash-flow" e será considerada apenas para efeito do cálculo do preço de compra como será visto no item II.13.

## II.10 - IMPOSTO DE RENDA

Considerou-se um imposto de 30% sobre a renda tributável.

A incidência financeira deste imposto só se fará sentir no ano seguinte ao da sua apuração contábil.

## II.11 - FLUXO DE CAIXA DA MINERAÇÃO RIO CLARO

Anexo está demonstrado o fluxo de caixa da MRC (Quadro IV).

Foram consideradas duas hipóteses: a primeira supondo que o investimento fosse feito com recursos próprios e a segunda, levando em conta o impacto sobre o "cash-flow" do financiamento obtido do Exim bank (US\$ 7 milhões, como já vimos em II.8).

QUADRO III

DEMONSTRATIVO DO FINANCIAMENTO

EMPRÉSTIMO: US\$ 7.000.000,00 AMORTIZAÇÃO: US\$ 700.000,00 por semestre  
 PRAZO PARA UTILIZAÇÃO: de 01.01.72 a 31.12.73 PRAZO PARA AMORTIZAÇÃO: 5 anos - de 1979 a 1983  
 PERÍODO DE CARÊNCIA: de 31.12.73 a 01.01.79 JUROS: 0,5% a.a. sobre saldo não utilizado pagamento semestral  
 7,0% a.a. sobre empréstimo utilizado

	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
US\$ MIL (*)													
Utilização		+4.000	+3.000										
Amortização									-1.400	-1.400	-1.400	-1.400	-1.400
Juros:(**)		- 165	- 393	- 490	- 490	- 490	- 490	- 466	- 368	- 270	- 172	- 74	
s/empr. utilizado		- 140	- 385	- 490	- 490	- 490	- 490	- 466	- 368	- 270	- 172	- 74	
s/empr. não utilizado		- 25	- 8										
Redução no Imposto de Renda (***)		+ 50	+ 118	+ 147	+ 147	+ 147	+ 147	+ 147	+ 140	+ 110	+ 81	+ 52	+ 22

(\*) Valores arredondados

(\*\*) Total

(\*\*\*) 30% das despesas financeiras do ano anterior

FLUXO DE CAIXA DA MINERAÇÃO DO RIO CLARO

DATA 22.11.71

Valores em milhares de US\$ (1US\$ = Cr\$ 5,28)

96 97 98 99 2000 01 02 03 04 05

	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	
A - INGRESSOS																								
B - Capital de giro																								
C - Resultado Operacional																								
: Não-Operacionais																								
Total																								
D - Custos: Produção																								
Maneio e Portuários																								
Administração																								
Comercialização																								
Total																								
E - Saldo Anual antes do I.R. (G-D)																								
F - Rendas: Depreciações																								
G - Renda Tributável (1)																								
(E - F)																								
H - Imp. de Renda (2)																								
I - Saldo de Operações após I. Renda (G-H)																								
Fluxo de Caixa na Hip. Cap. Próprio																								
(E + H + A + B)																								
II - HIPÓTESE																								
J - Fluxo de Caixa Hip. Cap. Próprio																								
Financiamento:																								
K - Entradas																								
L - Saídas																								
M - Resp. Financeiras																								
N - Abat. do Imp. Renda																								
Fluxo de Caixa na Hip. Cap. Jcs (J + K + L + M)																								

Obs.: 1) Sem considerar amortização de compra dos Direitos de Lavra, o que será considerado no cálculo deste preço.

2) Defasado de um ano devido ao prazo de pagamento do I.R.

MINA

II.12 - AS TAXAS DE JUROS PARA DESCONTO DO FLUXO DE CAIXA

A taxa mínima de atratividade da MRC é de 12% a.a. depois do I.R. Esta taxa será empregada para descontar o fluxo de caixa e para cálculo do preço de compra da mina.

A determinação desta taxa levou em conta o custo de capital da MRC e o risco do negócio. Quanto a este, lembramos que a venda da produção da MRC está garantida por contrato cuja quebra por parte dos compradores é extremamente improvável. Esta é a razão de adotarmos taxa mínima de atratividade não muito elevada.

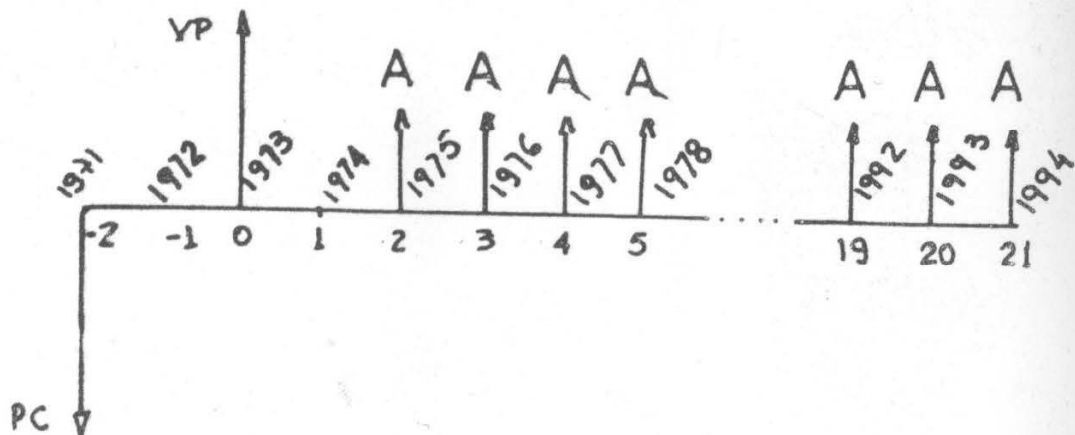
Naturalmente, a rentabilidade do projeto dependerá do preço de compra dos direitos de lavra pago pela MRC a José Silva.

II.13 - DESCONTO DO FLUXO DE CAIXA E CÁLCULO DO PREÇO DE COMPRA DA JAZIDA

Utilizando o método do valor atual à taxa de 12% a.a. encontramos um valor presente (VP) para o projeto (em 31.12.73, data "zero" escolhida) de US\$ 8,907,000.00 para a hipótese do financiamento de 33% do investimento inicial, mediante o desconto de seu fluxo de caixa.

Neste valor não está incluído o preço de compra dos direitos de lavra (PC) e a sua respectiva amortização, esta última afetando o fluxo de caixa através do I. Renda.

Para o cálculo de PC usamos o raciocínio apresentado abaixo junto com um gráfico ilustrativo.



Para que o projeto tenha rentabilidade de 12% é preciso que

$$VP = PC \times (1.12)^2 - A \times \frac{(1.12)^{20} - 1}{0.12 (1.12)^{20}} \times \frac{1}{1.12} \quad (13.1)$$



sendo  $A = \frac{1}{20} \times 0.30 \times PC$ , pois PC deve ser amortizado durante a vida da mina (20 anos) e o imposto de renda é de 30% do Lucro Tributável.

A parcela A exprime, como se pode observar pela sua fórmula de cálculo, o efeito da amortização sobre o fluxo de caixa sendo um "cash-in", pois este efeito é decorrência de uma redução na renda tributável.

Então, para  $VP = US\$ 8,907,000.00$ ,  $PC = US\$7,716,000.00$ .  
Por extensão, para um i qualquer, a expressão (13.1) será:

$$VP = PC \cdot (1 + i)^2 - 0.015 \times \frac{(1 + i)^{20} - 1}{i (1 + i)^{21}} \cdot PC$$

Logo,

$$PC = \frac{VP}{(1 + i)^2 - 0.015 \times \frac{(1 + i)^{20} - 1}{i (1 + i)^{21}}}$$

#### II.14 - ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Foi feita uma análise dos diversos preços de compra em função respectivamente de diversas taxas de desconto do fluxo de caixa do projeto.

Foram consideradas também 2 hipóteses, a saber: a primeira, supõe que a MRC seja inteiramente financiada com recursos próprios e a segunda que cerca de 33% (US\$ 7 milhões) sejam oriundos de financiamento do Eximbank nas condições descritas no item II.8.

Esta análise permitiu-nos traçar um gráfico do tipo preço de compra (PC) x taxa de retorno (r) que vai apresentado a seguir junto a uma tabela com os valores obtidos.

A primeira hipótese mostra a rentabilidade intrínseca do projecto enquanto que a segunda mostra o efeito do "gearing" sobre a rentabilidade.

O gráfico apresentado irá permitir uma avaliação instantânea do efeito sobre a rentabilidade provocado pela variação do preço de compra, o que será especialmente útil durante as negociações para a fixação deste preço.

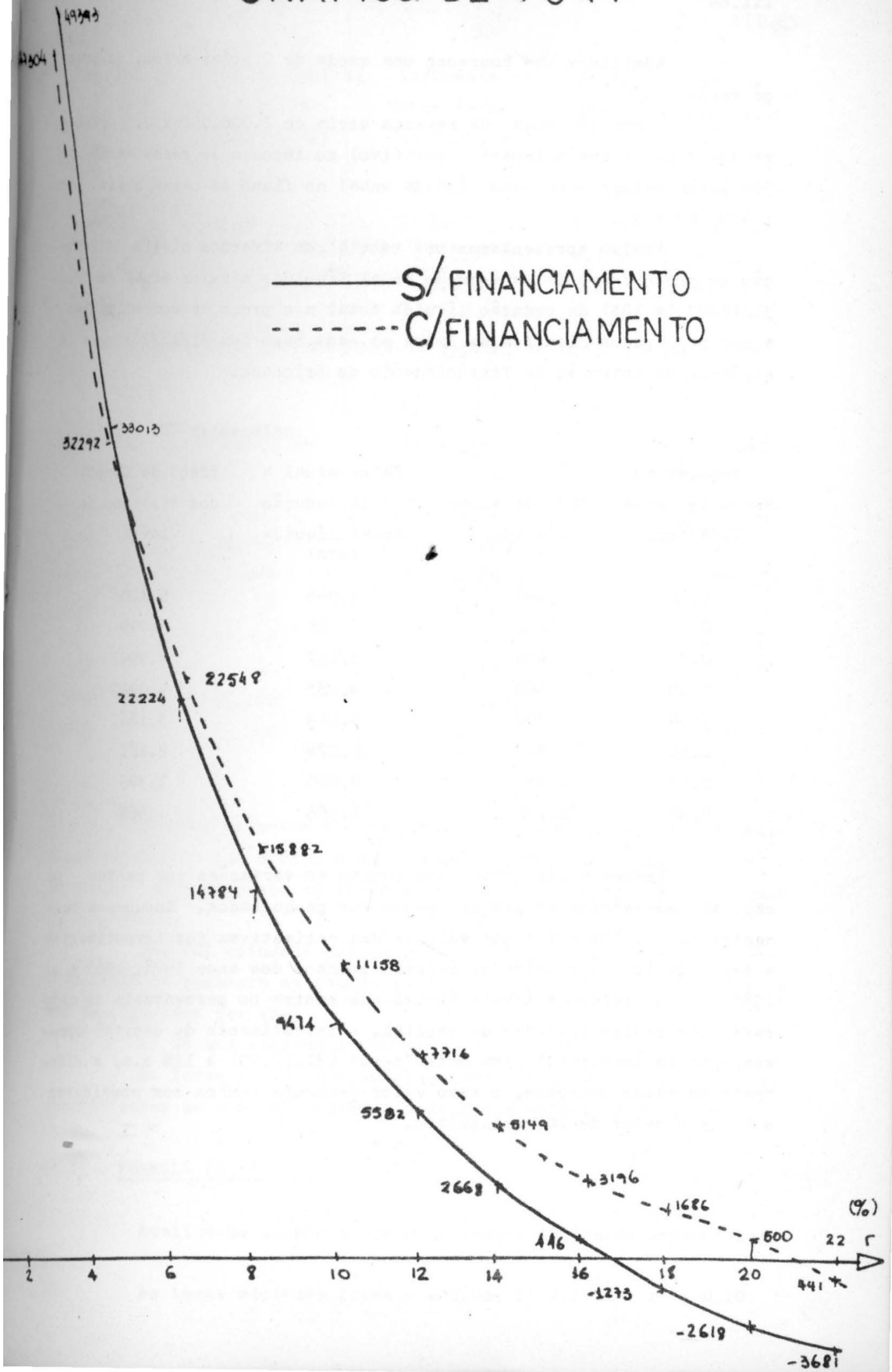
Outra análise a ser feita é da influência do preço de venda na rentabilidade do projeto.

TABELA DE VARIAÇÃO DO VALOR PRESENTE E PREÇO DE COMPRA  
EM FUNÇÃO DA TAXA DE DESCONTO

Taxa	I HIPÓTESE (CAPITAL PRÓPRIO)		II HIPÓTESE (c/ CAPITAL DE TERCEIROS)		
	Valor Presente em 31/12/73	Preço de Compra em 31/12/71	Taxa	Valor Presente em 31/12/73	Preço de Compra em 31/12/71
2%	39.511	49.393	2%	37.840	47.304
4%	29.236	33.013	4%	28.597	32.292
6%	21.364	22.224	6%	21.675	22.548
8%	15.228	14.784	8%	16.359	15.882
10%	10.364	9.474	10%	12.206	11.158
12%	6.444	5.582	12%	8.907	7.716
14%	3.234	2.668	14%	6.243	5.149
15%	1.841	1.484	15%	5.098	4.108
16%	566	446	16%	4.056	3.196
18%	-1.685	-1.273	18%	2.233	1.686
20%	-3.610	-2.618	20%	690	500
22%	-5.277	-3.681	22%	- 633	- 441

# GRAFICO DE PC x r

III.63



Admitimos que houvesse uma queda de Q dólares/ton. no preço de venda.

A redução anual da receita seria de 2.000.000 x Q. Considerando-se ainda que o impacto (positivo) no imposto de renda seria de 30% deste valor, a redução líquida anual no fluxo de caixa seria de 1.400.000 x Q .

Abaixo apresentamos uma tabela com diversos níveis de redução no preço de venda; a redução anual líquida, o valor atual em ... 31/12/73 (a 12%) da redução líquida total e o preço de compra máximo a ser pago pelos direitos de lavra em cada caso (em 31/12/71) para a hipótese de obtenção de financiamento do Eximbank.

valores em US\$ x 10<sup>3</sup>

Redução do Preço de venda (US\$/ton.)	Redução anual líquida	Valor atual a 12% da redução anual líquida total	Preço de Compra dos direitos de lavra
0.10	140	1.046	6.810
0.20	280	2.091	5.905
0.30	420	3.137	4.999
0.40	560	4.183	4.092
0.50	700	5.229	3.186
0.60	840	6.274	2.281
0.70	980	7.320	1.375
0.80	1.120	8.366	469

Também a influência que teriam as variações nos gastos de capital necessários ao projeto podem ser pesquisados. Supusemos aumentos de 5%, 10% e 15% nos valores das estimativas dos investimentos a serem feitos (inclusive os reinvestimentos dos anos 1978, 1983 e .. 1988) e construímos a tabela abaixo que mostra os percentuais de majoração nos gastos iniciais de capital, o investimento de capital correspondente descontado para data "zero" (31.12.73) à 12% a.a. a diferença no valor presente, o novo valor presente (ambos sem considerar o PC) e o valor de PC recalculado.



Aumento Percentual	Invest.de Capital em 31/12/73 (Valor atual)	Diferença no Valor Presente em 31/12/73	Valor Presente	Preço de Compra
-	25.705	-	8.907	7.716
5%	26.990	1.285	7.622	6.603
10%	28.276	2.571	6.336	5.489
15%	29.561	3.856	5.051	4.376

O valor do Investimento de capital em 31/12/73 descontado foi obtido pela tabela abaixo:

Ano	Investimento	Fator de Desconto a 12%	Valor atual em 31/12/73
1972	9.957	1.1200	11.152
1973	10.443	1.0000	10.443
1974	1.000	0.8929	893
1978	67	0.5674	38
1983	10.407	0.3220	3.351
1988	67	0.1827	12
1993	(1.000)	0.1037	(104)
1994	( 860)	0.0926	( 80)
			25.705

Não foi estudada a sensibilidade ao aumento de custos devido a sua semelhança com o estudo da redução do preço de venda, isto é, u ma redução de x no preço de venda é análoga a um aumento de x no custo do produto.

Não foi estudada também a sensibilidade do preço de compra à variação na possança da jazida pois julgamos estar trabalhando a fa vor da segurança por que:

A) há uma reserva inferida de 30 milhões de toneladas.

B) foram feitas sondagens cuidadosas da geologia da jazida durante cerca de 4 anos, conforme mencionado anteriormente.

## II.15 - FÓRMULA DE HOSKOLD

Avaliou-se também o preço de compra da jazida segundo Hoskold.

As taxas adotadas foram  $r = 0.08$ ,  $r' = 0.12$  e  $r'' = 0.10$

Apresentamos abaixo a memória de cálculo para a aplicação da fórmula.

- a) Cálculo de VC (valor atual dos custos iniciais de investimentos, na data da compra - 31.12.71)

$$VC = 9.957 \times \frac{1}{1.10} + 10.443 \times \frac{1}{1.10^2} = 17.683$$

- b) Cálculo de  $VP_0$  (valor atual, em 31.12.73, da série de saldos anuais)

As expressões (14) e (15) às págs. III.21 nos fornecem;

$$VP_0 = VS_0 \cdot \frac{(1+r)^n}{1+r \cdot \frac{(1+r)^n - 1}{r}}$$

$$VS_0 = \sum_{i=1}^n S_i (1+r)^{-i}$$

ou seja  $VS_0$  é o valor atual na data zero, dos saldos de caixa anuais desde o ano 1 até o ano 21, descontados à taxa segura  $r = 0.08$ .

À pág. III.62 encontra-se o valor atual, na data zero, de todo o fluxo de caixa (saldos anuais e custos iniciais de investimentos) descontado a 8%, na tabela de variação do valor presente em função de taxa de desconto, sendo tal valor de 15.228 (hipótese capital próprio).

É necessário somar a tal valor o valor futuro, em 31.12.73, das duas parcelas de investimento que ocorrem em 1972 e 1973, ou seja

$$9.957 \times 1,08 + 10.443 = 21.197$$

É necessário ainda, para o cálculo de  $VS_0$ , somar o valor atual na data zero das reduções de imposto de renda decorrentes da amortização do preço de compra:

$$0,30 \times 0,05 \times PC \times \frac{1.08^{20} - 1}{0.08 \times 1.08^{20}} \times \frac{1}{1.08} = 0,1364 PC$$

Portanto, teremos

$$VS_0 = 15.228 + 21.197 + 0,1364 PC$$

$$VS_0 = 36.425 + 0,1364 PC$$

$$VP_0 = (36.425 + 0,1364 PC) \frac{1.08^{21}}{1 + 0.12 \frac{1.08^{21} - 1}{0.08}}$$

$$VP_0 = (36.425 + 0,1364 PC) \times 0,7139$$

$$VP_0 = 26.004 + 0,0974 PC$$

c) Cálculo de VP (valor atual, em 31.12.71 - data da compra - da série de saldos anuais)

$$VP = VP_0 \times \frac{1}{1.10^2}$$

$$VP = (26.004 + 0,0974 PC) \times 0.826446$$

$$VP = 21.491 + 0,0805 PC$$

d) Cálculo de PC (preço de compra)

$$PC = VP - VC$$

$$PC = 21.491 + 0,0805 PC - 17.683$$

$$0.9195 PC = 3.808$$

$$PC = 4.141$$

ou seja, o preço de compra seria de US\$ 4,141 milhões.

### III. ANEXOS



ANEXO III.1IMPOSTO DE RENDA: DEPRECIACÃO, AMORTIZACÃO E EXAUSTÃO DE JAZIDAS

O pagamento de imposto de renda das pessoas jurídicas, no Brasil, é regido, especialmente, pela Lei nº 4.506, de 30.11.1964, regulamentada pelo Decreto nº 58.400, de 10.05.1966, que constitui o regulamento do Imposto de Renda, além de atos emanados dos órgãos fiscais. Os princípios básicos que regem o assunto e que devem ser considerados pelo avaliador de jazidas minerais são expostos a seguir.

O imposto devido em qualquer exercício é calculado simplesmente mediante a aplicação de um percentual de 30% sobre o lucro tributável do exercício anterior.

A obtenção do lucro tributável é feita na seguinte sequência:

- a. Receitas
- b. Custos
- c. Diferença (a - b)
- d. Receitas e Despesas Operacionais
- e. Lucro Operacional (c + d)
- f. Receitas e Despesas Extra-operacionais
- g. Lucro Real (e + f)
- h. Inclusões
- i. Exclusões
- j. Lucro Tributável (g + h - i)

Além das parcelas que correspondem a desembolsos financeiros, podem ser computados como custos os chamados encargos das inversões, ou seja, as importâncias correspondentes:

- a. à diminuição do valor dos bens do ativo resultante do desgaste pelo uso, ação da natureza e obsolescência normal (depreciação);
- b. à recuperação do capital aplicado na aquisição de direitos cuja existência ou exercício tenha duração limitada, ou de bens cuja utilização tenha o prazo legal ou contratualmente limitado (amortização);
- c. à diminuição do valor de recursos minerais e florestais, resultante da sua exploração (exaustão).

### A. Depreciação

A quota anual de depreciação resulta da aplicação da taxa de depreciação sobre o custo de aquisição do bem depreciável. A taxa de depreciação em porcentagem corresponde à divisão de 100% pelo número de anos da vida útil do bem.

A lei autoriza a Secretaria da Receita Federal a fixar periodicamente a vida útil admissível para cada espécie de bem, em condições normais ou médias, e ressalva o direito de cada Empresa de computar quotas efetivamente adequadas às condições de depreciação dos seus bens, desde que faça a prova dessa adequação, podendo pedir perícia ao Instituto Nacional de Tecnologia em caso de dúvida.

Na falta de ato normativo da Secretaria da Receita Federal, a jurisprudência administrativa tem aceito as seguintes taxas anuais de depreciação:

- Bens móveis	10 %
- Bens imóveis (edifícios e construções)	2 %
- Alto forno	20 %
- Britador	20 %
- Desvio de estrada de ferro	10 %
- Escavadeira	20% ou 25 %
- Estação de rádio	20 %
- Ferramentas e utensílios	20 %
- Máquinas, utensílios e instalações industriais	10 %
(Em casos especiais, comprovados)	15% ou 20 %
- Máquinas de terraplenagem	20% ou 25 %
- Móveis e utensílios	10 %
- Semoventes	20 %
- Veículos automóveis	20 %
- Caminhões em estradas mal conservadas	25 %
- Ônibus	25 %

No caso de minerações, se o período provável de extração da mina é inferior ao prazo de vida útil dos bens aplicados na sua exploração, a quota anual de depreciação pode ser calculada com base no volume da produção anual e sua relação com a possança conhecida da mina.

As taxas normais de depreciação podem ser aumentadas em função do número de turnos de trabalho, adotando-se os multiplicadores de 1,5 vez para dois turnos e duas vezes para tres turnos.

Em qualquer caso, o limite máximo da depreciação acumulada de cada bem coincide com seu custo de aquisição.

### B. Amortização

Existem duas categorias de capitais que podem ser amortizados, de acordo com a legislação: (a) os capitais aplicados na aquisição de direitos cuja existência ou exercício tenha duração limitada, ou de bens cuja utilização tenha o prazo legal ou contratualmente limitado, tais como patentes de invenção, fórmulas e processos de fabricação, direitos autorais, licenças, autorizações ou concessões; investimentos em bens que, nos termos da lei ou contrato que regula a concessão de serviço público, devem reverter ao poder concedente ao fim do prazo de concessão; custo de aquisição, prorrogação ou modificação de contratos e direitos de qualquer natureza; custo das construções ou benfeitorias em bens locados ou arrendados, ou em bens de terceiros; (b) no prazo mínimo de cinco anos: as despesas de organização pré-operacionais ou pré-industriais; o custo de pesquisas científicas ou tecnológicas, se se tiver optado por sua capitalização; os custos e as despesas de desenvolvimento de jazidas e minas, ou de expansão de atividades industriais; os custos, encargos e despesas operacionais registrados como ativo durante o período em que a empresa, na fase inicial de operação, utilizou apenas parcialmente o seu equipamento ou as suas instalações.

As quotas anuais de amortização são calculadas, para a categoria a acima, com base no custo de aquisição do direito ou bem e tendo em vista o número de anos restantes de existência do direito; para a categoria b, fica a critério da empresa, com prazo no entanto não inferior a cinco anos.

O limite máximo a amortizar corresponde ao custo da aquisição do direito ou bem, ou ao valor das despesas a serem amortizadas, conforme o caso.

### C. Exaustão

A exaustão é o encargo correspondente à diminuição do valor de recursos minerais e florestais, resultantes de sua exploração. Assim, no caso das jazidas minerais, tal encargo só poderia ser utilizado pelos proprietários das mesmas. A Constituição do Brasil, promulgada em 24.01.67, estabelece em seu artigo 161 que as jazidas, minas e demais recursos minerais constituem propriedade distinta da do solo, para o efeito de exploração ou aproveitamento industrial; e que tal exploração depende de autorização ou concessão federal. Portanto, ao analisar a "compra de uma jazida", o avaliador na verdade está estu-

dando a aquisição do direito de lavra da mesma; os encargos relativos ao custo de aquisição deverão portanto ser lançados anualmente nos custos sob forma de amortização e não de exaustão.

No entanto, o recente Decreto-lei nº 1.096, de 23.03.1970, a título de incentivo fiscal às empresas de mineração, permite a dedução, na determinação do lucro real para efeito do imposto de renda, como custo ou encargo, de cota de exaustão de recursos minerais, sem prejuízo do direito à dedução de cotas de amortização e de depreciação dos termos do Regulamento do Imposto de Renda.

As principais condições estabelecidas por esse Decreto-lei são as seguintes:

a. A cota de exaustão equivale a 20% da receita bruta auferida nos dez primeiros anos de exploração de cada mina.

b. O início do período de exploração será aquele que constar do Plano de Aproveitamento Econômico da jazida, de que trata o Código de Mineração, e que vier a ser aprovado pelo DNPM.

c. A receita bruta que servirá de base ao cálculo da cota de exaustão será o correspondente ao valor dos minerais extraídos, no local de extração, de acordo com os critérios estabelecidos no artigo 7º do Decreto-lei nº 1.038, de 21.10.1969, que regula o imposto único sobre minerais do País, ou seja:

" I - Nos casos dos minérios de ferro e de manganês, o valor industrial do minério na ocorrência do fato gerador, traduzido, respectivamente, por percentuais do preço médio FOB do ano anterior, fixados pelo Ministério da Fazenda, ouvido o Ministério das Minas e Energia;

II - No caso do carvão mineral, o preço de venda fixado pelo Governo Federal, deduzido o valor correspondente às cotas do imposto atribuídas à União e aos Estados, na parte referente ao carvão destinado às usinas geradoras de energia elétrica;

III - No caso de substância mineral consumida, transformada, utilizada ou beneficiada pelo próprio titular da jazida, ou remetida a outro estabelecimento da mesma pessoa jurídica ou firma com a qual mantenha relações de interdependência, o seu valor industrial na ocorrência do fato gerador;

IV - Nos casos não previstos nos itens precedentes, o preço da operação de que decorrer o fato gerador, incluídas as despesas acessórias debitadas ao comprador ou destinatário, salvo as de



transporte e utilização de porto e seguro, efetivamente despendidas ou pagas, nas condições e limites fixados em regulamento, quando escrituradas em separado."

Posteriormente, foram publicados, sobre o assunto, o Decreto-lei nº 1.083 de 6.02.1970, o Decreto nº 66 694, de 11.06.1970 e a Portaria nº GB-49, de 17.02.1971 do Ministro da Fazenda, que não alteram os critérios acima especificados.

d. É facultado às empresas de mineração deduzirem, em cada exercício, cota de exaustão superior ou inferior a 20% da receita bruta do exercício, desde que a soma das deduções realizadas até o exercício em causa não ultrapasse de 20% da receita bruta auferida desde o início da exploração.

e. A dedução poderá ser realizada em exercícios subsequentes ao período inicial de dez anos, observado o mesmo limite global de 20% da receita bruta auferida nos dez primeiros anos de exploração.

Para se quantificar a influência do incentivo fiscal instituído pelo Decreto-lei nº 1 096, na rentabilidade das empresas de mineração, considere-se o exemplo de uma companhia que estuda a exploração de uma certa jazida de minério de ferro por 20 anos, tendo sido estimados:

- Custos iniciais:	Cr\$ 110.000.000,00
- Saldo de caixa anual após o imposto de renda (já considerada a amortização do custo de aquisição da jazida):	Cr\$ 17.578.000,00

Sem o incentivo fiscal, a taxa de retorno é portanto de 15% ao ano, obtida pelo desconto do respectivo fluxo de caixa.

Verifique-se agora o efeito do incentivo fiscal. Admitindo-se que serão extraídas anualmente 2 milhões de toneladas de minério, a receita bruta anual durante os primeiros 10 anos, segundo os critérios do Decreto-lei nº 1 038 será de

$$2.000.000 \times 0,35 \times 35,00 = \text{Cr\$ } 24.500.000,00$$

onde 0,35 é o percentual (35%) e Cr\$ 35,00 é o preço médio FOB do ano de 1970, ambos fixados pela Portaria nº GB-49, com vigência no ano de 1971.

A cota anual de exaustão será de 20% da receita bruta anual, ou seja, Cr\$ 4.900.000,00 . A redução anual de imposto de renda será portanto de

$$0,30 \times 4.900.000,00 = \text{Cr\$ } 1.470.000,00$$

o que conduz ao seguinte fluxo de caixa (em milhares de cruzeiros):

	<u>ano 0</u>	<u>anos 1 a 10</u>	<u>anos 11 a 20</u>
a. Custo inicial	-110.000	-	-
b. Saldo de caixa	-	17.578	17.578
c. Redução de imp.renda	-	1.470	-
d. Saldo de caixa após incentivo fiscal	-110.000	19.048	17.578

O desconto do fluxo de caixa indicado na alínea "d" acima mostra uma taxa de retorno de 16,2% ao ano.

Constata-se, assim, que neste exemplo o incentivo fiscal instituído pelo Decreto-lei nº 1 096 elevou a rentabilidade do investimento de 15% para 16,2% .

## ANEXO III.2

ÁBACOS DE FATORES DE MATEMÁTICA FINANCEIRA

Considere-se que a importância  $P$  foi depositada na data zero, a juros compostos, sendo  $i$  a taxa de juros por período de capitalização, durante  $n$  períodos. O montante  $S$  (ou valor futuro) de  $P$  ao final dos  $n$  períodos pode ser facilmente deduzido:

<u>Final do Período</u>	<u>Valor Acumulado</u>
0	$P$
1	$P(1+i)$
2	$P(1+i)(1+i) = P(1+i)^2$
3	$P(1+i)^2(1+i) = P(1+i)^3$
⋮	⋮
$n$	$P(1+i)^{n-1}(1+i) = P(1+i)^n$

Portanto, o montante  $S$  será dado por

$$S = P(1+i)^n \quad (1)$$

O fator que permite calcular  $S$  a partir de  $P$  é chamado fator de capitalização e representado por

$$FPS = (1+i)^n \quad (2)$$

sendo seus valores obtidos no ÁBACO nº 1 para taxas de juros de 0 a 20% ( $0 < i < 0,20$ ) e para número de períodos desde 1 até 50.

Por outro lado,  $P$  é o valor atual de  $S$  na data zero, e pode ser calculado pela expressão obtida a partir de (1):

$$P = S \cdot \frac{1}{(1+i)^n} \quad (3)$$

O fator que permite calcular  $P$  a partir de  $S$  é chamado fator de valor atual ou fator de desconto e se representa por

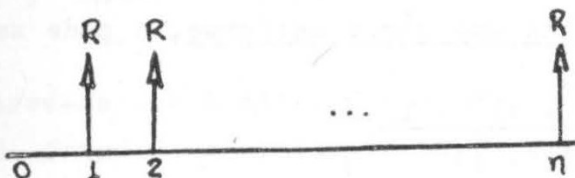
$$FSP = \frac{1}{(1+i)^n} \quad (4)$$

podendo seus valores ser obtidos no ÁBACO nº 2.

Considere-se, agora, uma série uniforme de  $n$  importâncias iguais a  $R$ , que se realizam a intervalos iguais. Em um regime de

juros compostos com período de capitalização coincidente com o intervalo entre as datas em que se realizam as importâncias, o valor atual da série em uma certa data é definido como a soma dos valores atuais, na mesma data, de todas as parcelas que a constituem.

Pode-se deduzir a fórmula do valor atual  $P$  da série na data anterior à primeira parcela (data zero na figura):



<u>Data da Parcela</u>	<u>Valor Atual da Parcela</u>
1	$\frac{R}{(1+i)}$
2	$\frac{R}{(1+i)^2}$
⋮	⋮
n	$\frac{R}{(1+i)^n}$

Observe-se que os valores atuais das parcelas que constituem a série formam uma progressão geométrica na qual

- o primeiro termo é  $a_1 = \frac{R}{(1+i)}$

- a razão é  $q = \frac{1}{(1+i)}$

- o último termo é  $a_n = \frac{R}{(1+i)^n}$

A soma desses valores atuais pode ser pois obtida pela fórmula da soma dos termos de uma progressão geométrica:

$$P = \frac{a_n - a_1}{q - 1}$$



$$P = \frac{\frac{R}{(1+i)^n} - \frac{R}{(1+i)}}{\frac{1}{(1+i)} - 1}$$

$$P = R \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \quad (5)$$

O fator que permite a obtenção de  $P$  a partir de  $R$  é chamado fator de valor atual de uma série uniforme, e pode ser representado por

$$FRP = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \quad (6)$$

podendo seus valores ser obtidos no ÁBACO nº 3.

Para se obter a "anuidade"  $R$  (assim habitualmente designada na literatura, embora os períodos em que ocorrem não sejam necessariamente anos) a partir do valor atual  $P$  pode-se usar a expressão seguinte, obtida a partir de (5):

$$R = P \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (7)$$

O fator que permite o cálculo de "anuidade" é chamado fator de recuperação de capital, podendo seu valor

$$FPR = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (8)$$

ser obtido no ÁBACO nº 4.

Ainda no caso das séries uniformes, pode haver interesse em se calcular o montante  $S$  da série na data  $n$  em função da "anuidade"  $R$ :

$$S = P(1+i)^n$$

$$S = R \cdot \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \cdot (1+i)^n$$

$$S = R \frac{(1+i)^n - 1}{i} \quad (9)$$

O fator que permite o cálculo do montante em função de "anuidade" é chamado fator de acumulação:

$$FRS = \frac{(1+i)^n - 1}{i} \quad (10)$$

Caso se deseje obter a "anuidade"  $R$  que permite a acumulação de um certo montante  $S$  basta deduzir a partir de (9):

$$R = S \frac{i}{(1+i)^n - 1} \quad (11)$$

O fator correspondente é chamado fator de amortização:

$$FSR = \frac{i}{(1+i)^n - 1} \quad (12)$$

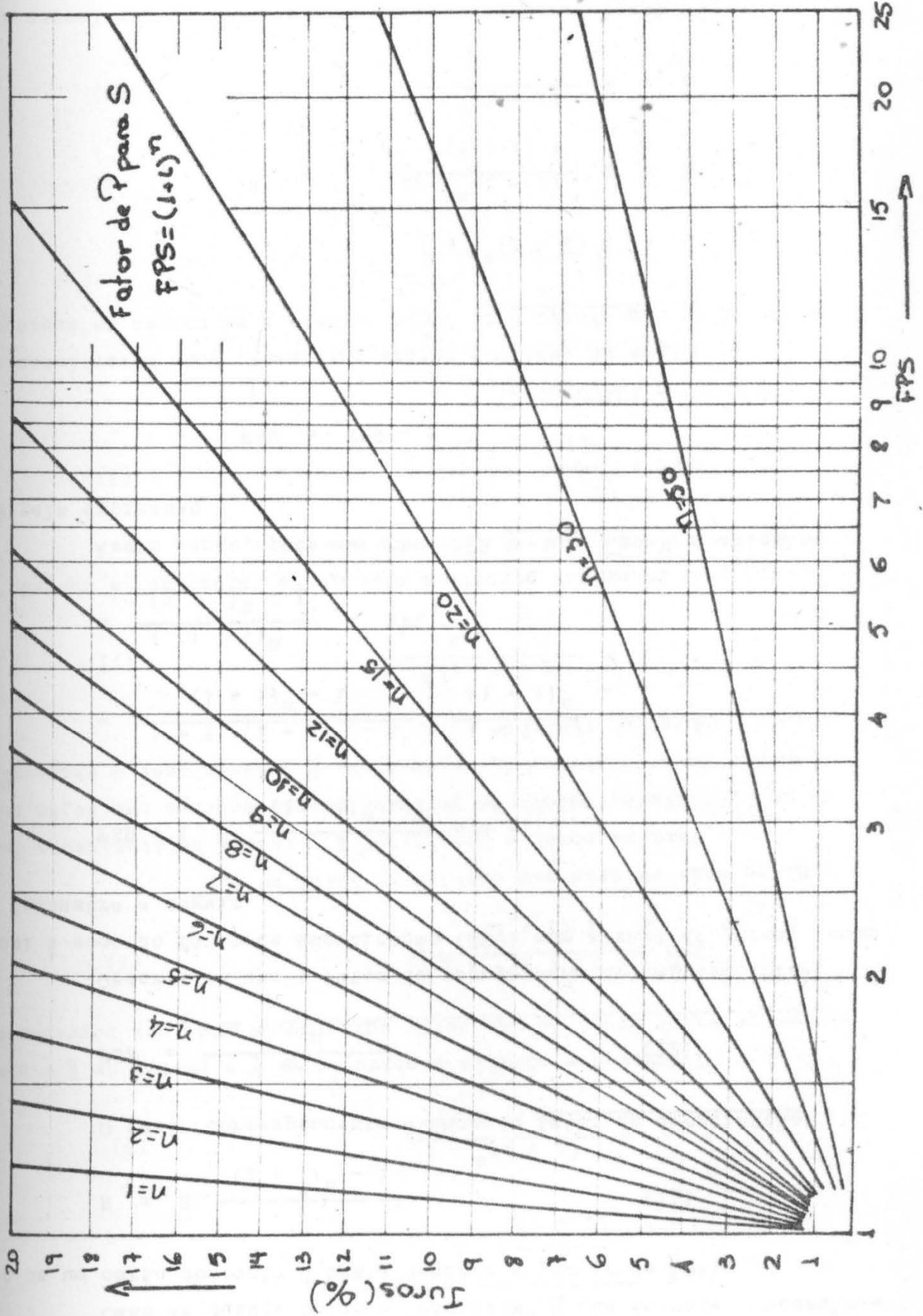
Observe-se que o fator de recuperação de capital (FPR) é igual à soma do fator de amortização (FSR) com a taxa de juros, como se demonstra a seguir.

$$\begin{aligned} FSR + i &= \frac{i}{(1+i)^n - 1} + i = \\ &= \frac{i + i (1+i)^n - i}{(1+i)^n - 1} = \frac{i + i (1+i)^n - i}{(1+i)^n - 1} = \\ &= \frac{i (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = FPR \end{aligned}$$

Assim sendo, pode-se obter FPR no ábaco nº 4 e calcular FSR pela expressão

$$FSR = FPR - i$$

ÁBACO Nº 1

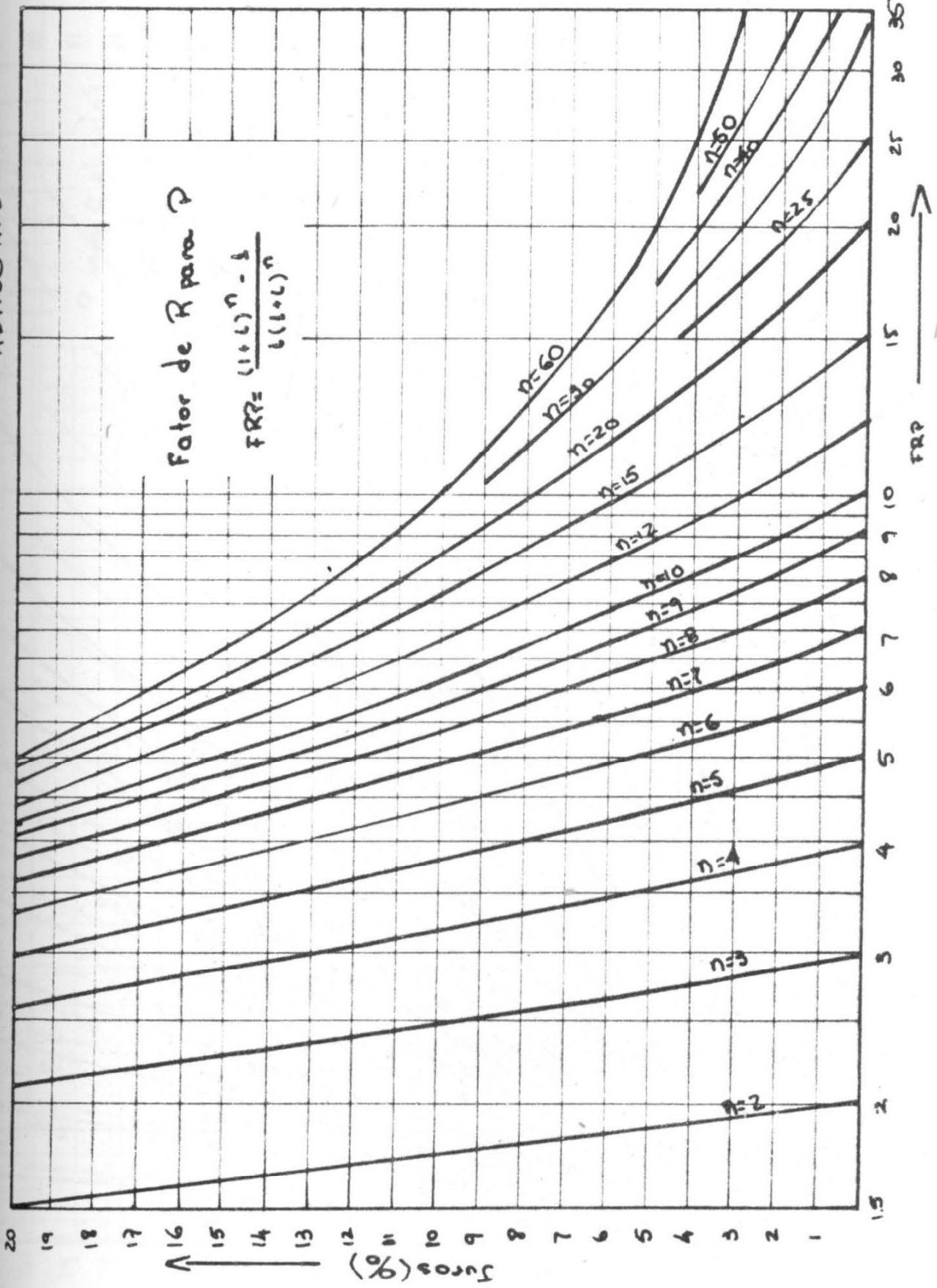




ABACO Nº 3

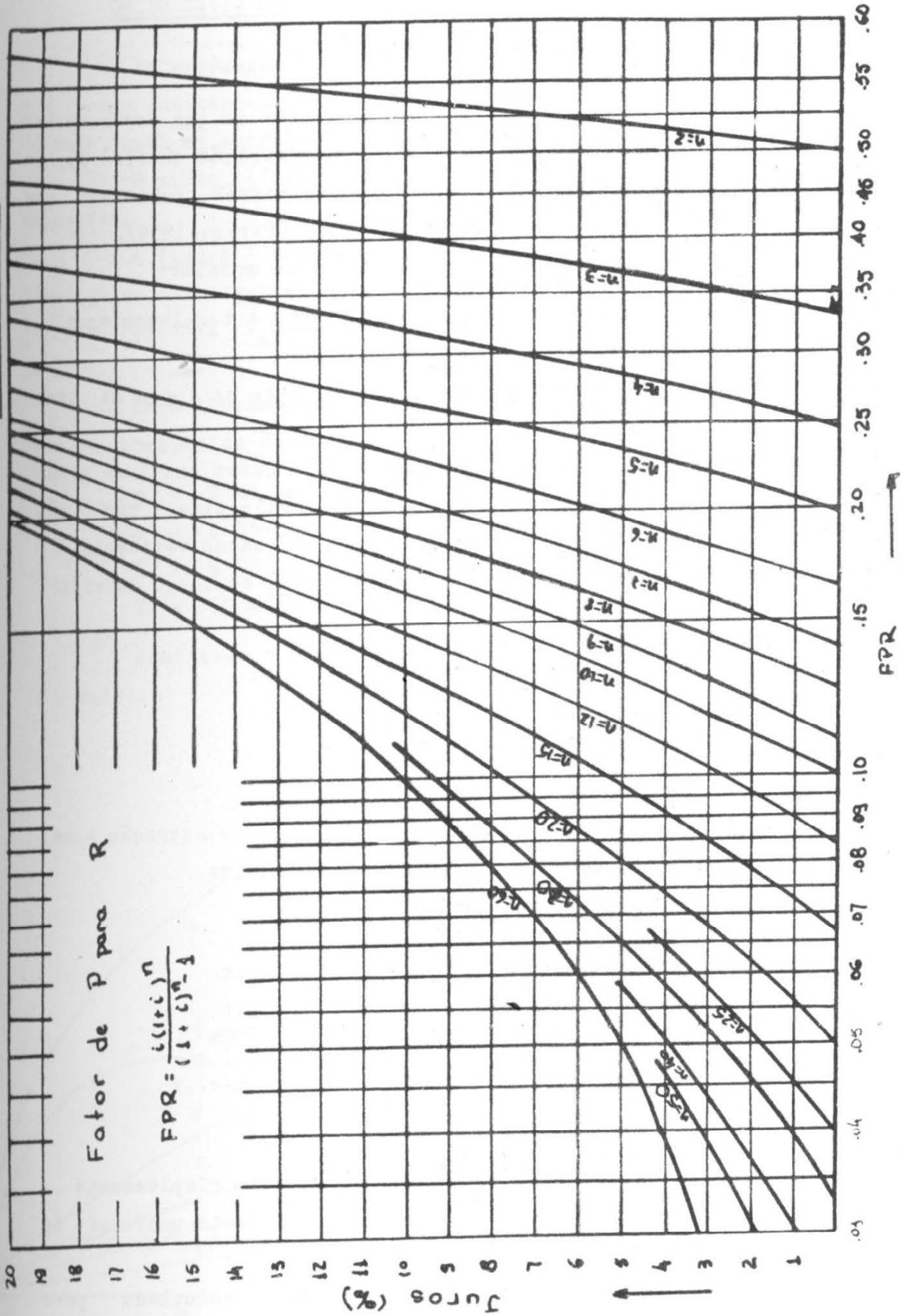
Fator de R para P

$$FRP = \frac{(1+L)^n - 1}{L(1+L)^n}$$





ÁBACO Nº 4



ANEXO III.3MODELOS MATEMÁTICOS PARA O ESTABELECIMENTO DO NÍVEL ÓTIMO  
DE OPERAÇÃO DE MINAS

O modelo matemático mais simples dentre os que foram desenvolvidos para a determinação da taxa ótima de extração de minério de uma certa mina é o chamado "Modelo Estático de Massé", publicado por P. Massé no livro *Le Choix des Investissements* (Paris, 1959).

As seguintes premissas são admitidas no modelo:

- a. O custo inicial do investimento é proporcional à tonelagem anual de extração, e é desembolsado no ano zero.
- b. O preço unitário de venda do minério é constante ao longo da vida da mina.
- c. O custo unitário de produção é constante, e o custo anual de produção é proporcional à taxa anual de extração; vale dizer, não são considerados custos fixos, mas exclusivamente custos variáveis.
- d. A taxa anual de extração de minério é constante ao longo da vida da mina.

Consideremos a seguinte notação:

- t = tonelagem anual de extração  
 p = preço unitário de venda  
 c = custo unitário de produção  
 a = custo inicial de investimento por tonelada de extração anual  
 T = tonelagem total de minério existente na jazida

De acordo com as premissas, vem:

- |   |                                |                   |
|---|--------------------------------|-------------------|
| - | custo inicial de investimento: | A = a.t           |
| - | receita anual de vendas:       | P = p.t           |
| - | custo anual de produção:       | C = c.t           |
| - | saldo anual de caixa:          | S = (p-c).t       |
| - | vida da mina:                  | n = $\frac{T}{t}$ |

O fluxo de caixa do investimento é portanto simplesmente constituído por um desembolso A na data zero e uma série uniforme de n recebimentos anuais S.

O valor atual V do fluxo de caixa pode ser calculado para uma certa taxa de juros r escolhida pelo investidor:

$$V = V_S - A$$

$$V_S = S \cdot \frac{(1+r)^n - 1}{r(1+r)^n}$$

$$V = (p-c) \cdot t \cdot \frac{(1+r)^{T/t} - 1}{r(1+r)^{T/t}} - a \cdot t$$

Na expressão acima, pode-se considerar os valores  $p$ ,  $c$ ,  $T$ ,  $a$  e  $r$  como constantes, obtendo-se, assim, o valor atual  $V$  em função da taxa anual de extração  $t$ .

O valor  $t^*$  que conduz  $V$  a um máximo é a taxa anual ótima procurada.

A figura 1 mostra o aspecto das curvas representativas das funções que caracterizam o modelo, evidenciando o ponto de abscissa  $t^*$  e de ordenada  $V_{\max}$  correspondente ao nível ótimo de operação da mina.

Para ilustração, considere-se o seguinte exemplo numérico, onde se conhecem os valores de:

- $p = \$ 42$  por tonelada
- $c = \$ 33$  por tonelada
- $a = \$ 55$  por tonelada
- $T = 60$  milhões de toneladas

Admita-se a taxa mínima de atratividade de 15% ao ano ..

( $r = 0,15$ ).

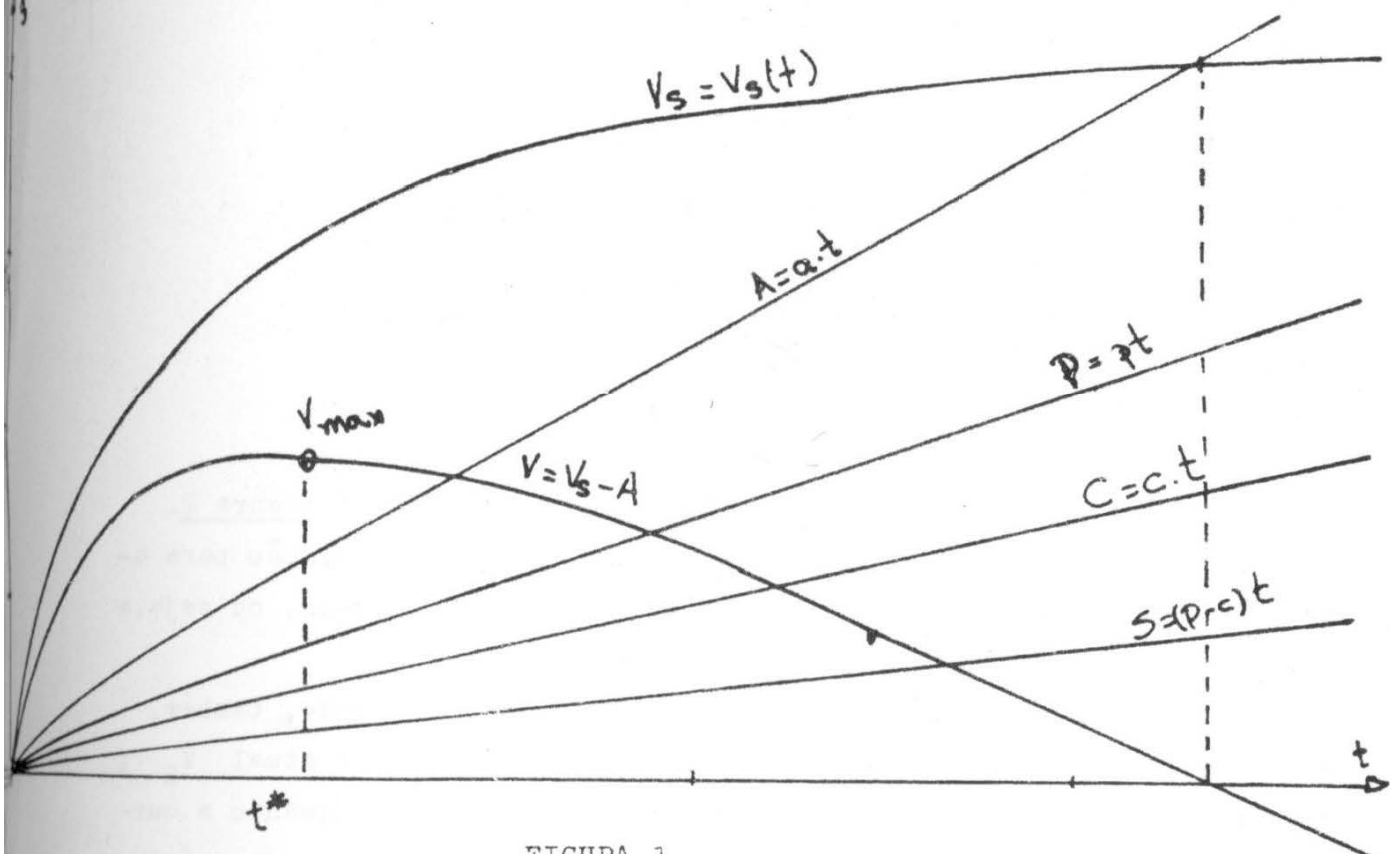


FIGURA 1

Neste caso, tem-se as seguintes equações:

$$S = 9 \times 10^6 \text{ t}$$

$$A = 55 \times 10^6 \text{ t}$$

$$V_S = 9 \times 10^6 \text{ t} \left[ \frac{1,15^{60/t} - 1}{0,15 \times 1,15^{60/t}} \right]$$

$$V = \left[ 9 \times \frac{1,15^{60/t} - 1}{0,15 \times 1,15^{60/t}} - 55 \right] \times 10^6 \text{ t}$$

Assumindo-se diversos valores para a taxa anual de extração, desde 1 até 6 milhões de toneladas, pode-se construir a seguinte tabela:

VIDAS DA MINA, SALDOS, CUSTOS INICIAIS E VALORES ATUAIS EM FUNÇÃO  
DA TAXA ANUAL DE PRODUÇÃO

<u>t</u>	<u>n</u>	<u>S</u>	<u>A</u>	<u>V<sub>S</sub></u>	<u>V</u>
0	00	0	0	0	0
1,00	60	9,0	55,0	60,0	5,0
1,88	32	16,9	103,1	111,2	8,1
2,00	30	18,0	110,0	118,2	8,2
2,07	29	18,6	113,8	122,0	8,2
2,14	28	19,3	117,9	126,0	8,1
2,40	25	21,6	132,0	139,6	7,6
3,00	20	27,0	165,0	169,0	4,0
3,33	18	30,0	183,2	183,8	0,6
3,53	17	31,8	194,2	192,3	- 1,9
4,00	15	36,0	220,0	210,5	- 9,5
6,00	10	54,0	330,0	271,0	-59,0

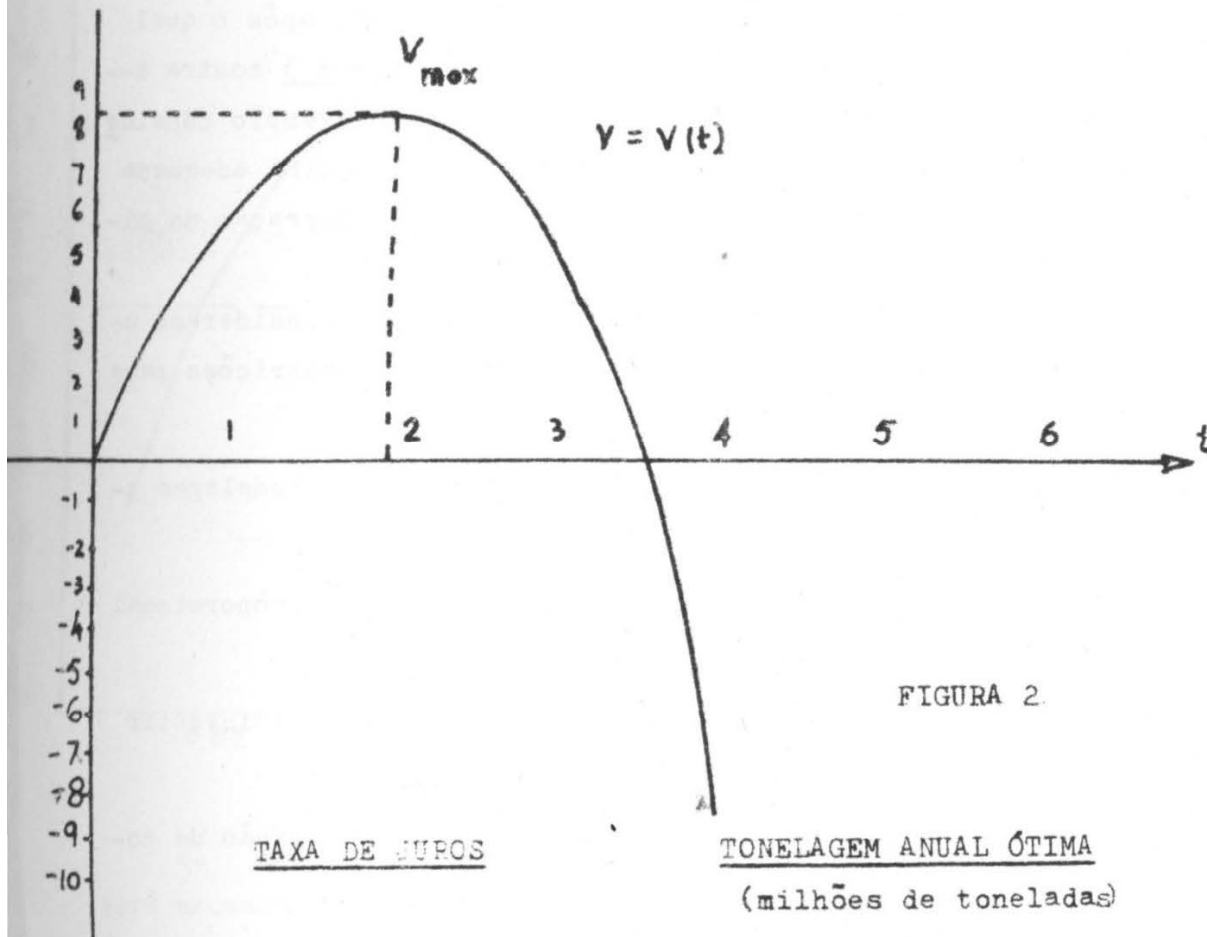
Com base nesta tabela constroeu-se o gráfico da figura 2.

Constata-se que a tonelagem anual ótima de produção para uma taxa calculatória de juros de 15% ao ano é de 2 milhões, ou seja, a mina deve ser explorada em 30 anos.

A importância da taxa calculatória de juros pode, também, ser ilustrada. Quanto maior ela for, menor será o valor atual  $V_S$ ; a curva superior da figura 1 se deslocará para baixo, enquanto a curva  $A = 50 \text{ t}$  permanecerá a mesma; conseqüentemente, o ponto de máximo valor atual  $V (= V_S - A)$  se deslocará, ou seja, haverá uma altera--

ção do valor da taxa ótima  $t^*$ .

Se o fluxo de caixa for descontado, agora, para diversos valores da taxa de juros  $r$ , e para cada valor se calcular a correspondente tonelagem anual ótima  $t^*$ , obtém-se a seguinte tabela:



TAXA DE JUROS	TONELAGEM ANUAL ÓTIMA (milhões de toneladas)
1	1.5
2	2.0
3	2.3
4	2.5
5	2.6
6	2.7
7	2.8
8	2.8
9	2.8
10	2.8
11	2.7
12	2.6
13	2.5
14	2.3
15	2.0
16	1.6



Para taxas superiores a 16% o valor atual máximo é negativo, não havendo pois interesse em se determinar a tonelagem anual ótima correspondente.

Verifica-se que à medida em que cresce a taxa de juros, cresce também a taxa ótima de extração, até um certo valor, após o qual  $t^*$  passa a decrescer com o crescimento de  $r$ . A figura 3 mostra aproximadamente o aspecto da curva  $t^* = t^*(r)$  para o exemplo considerado. Constata-se, assim, que é muito importante a escolha adequada da taxa mínima de atratividade, pois o nível ótimo de operação da mina depende substancialmente do valor adotado.

O modelo de Massé pode, em muitos casos, ser considerado uma excessiva simplificação da realidade; as seguintes restrições parecem ser, em geral, válidas:

a. O custo anual de produção não é proporcional à tonelagem anualmente extraída;

b. O custo inicial do investimento, também, não é proporcional à tonelagem anualmente extraída;

c. Antes do fim da vida da mina há necessidade de se investir em substituições de equipamentos e instalações.

O modelo pode ser aperfeiçoado mediante a utilização de novas premissas a seguir apresentadas.

a. Quanto aos investimentos iniciais, admita-se que podem ser separados em duas categorias, a saber: (1) equipamentos móveis, cujo custo inicial é admitido proporcional à tonelagem anual; (2) equipamentos fixos e instalações, cujo custo inicial aumenta em valores substanciais ( $\Delta A_1, \Delta A_2$ , etc.) para certas tonelagens críticas,  $t_1, t_2$ , etc. Assim, a função do custo inicial seria descontínua, com os valores seguintes:

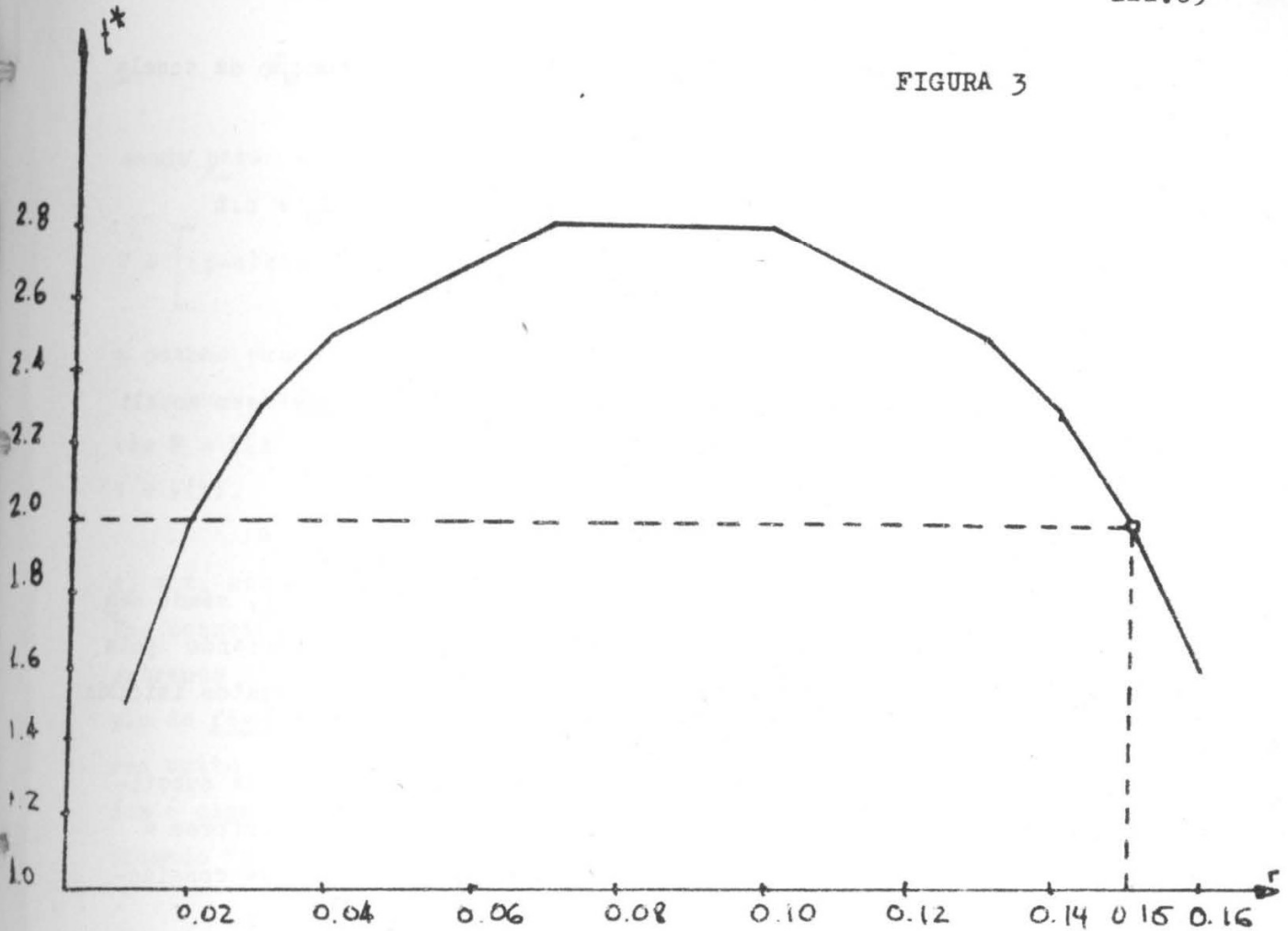
	$0 \leq t < t_1$		$A_1 = A_0 + a \cdot t$
se a taxa de extração for	$t_1 \leq t < t_2$	então	$A_2 = A_1 + \Delta A_1 = A_{01} + a \cdot t$
	$t_2 \leq t < t_3$		$A_3 = A_2 + \Delta A_2 = A_{02} + a \cdot t$

e assim, sucessivamente.

b. No que se refere aos custos anuais de produção, considere-se a existência de certos custos fixos; assim, a função do custo anual de produção seria do tipo

$$C = C_0 + c \cdot t$$

FIGURA 3



c. Relativamente às substituições, admita-se que a cada  $n_1$  anos será necessário um novo investimento AS que pode ser expresso como uma fração do custo do investimento inicial, portanto:

$$\begin{array}{ll}
 0 \leq t < t_1 & AS_1 = \alpha A_1 = \alpha (A_0 + a t) \\
 \text{se a taxa de} & \\
 \text{extração for} & t_1 \leq t < t_2 \quad \text{então} \quad AS_2 = \alpha A_2 = \alpha (A_{01} + a t) \\
 & t_2 \leq t < t_3 \quad \quad \quad AS_3 = \alpha A_3 = \alpha (A_{02} + a t)
 \end{array}$$

e assim, progressivamente.

Em consequência desta última premissa, o fluxo de caixa teria o aspecto que se observa na figura 4.

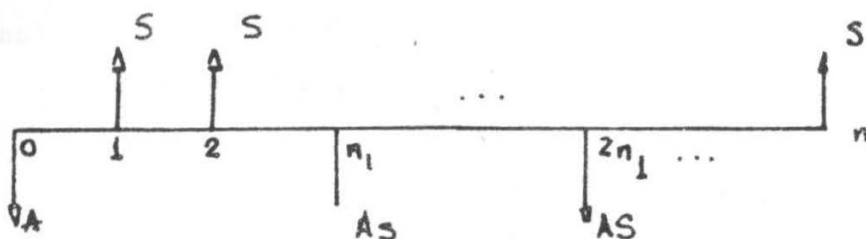


FIGURA 4

Nesse fluxo, o valor do saldo anual  $\underline{S}$  será função da tonelagem anual  $\underline{t}$  :

$$S = P - C$$

$$P = p.t$$

$$C = C_0 + c.t$$

$$S = p.t - C_0 - c.t$$

$$S = (p - c)t - C_0$$

O valor de  $\underline{n}$ , da mesma forma, é função da tonelagem anual:

$$n = \frac{T}{t}$$

O valor das substituições  $\underline{AS}$  também é função de  $\underline{t}$ , sendo sempre igual a uma fração  $\underline{\alpha}$  do respectivo custo inicial  $\underline{A}$ , variando pois nas faixas de 0 a  $t$ ,  $t_1$  a  $t_2$ , etc. da mesma forma que os custos iniciais variam.

Para simplificar o modelo, pode-se transformar cada substituição  $\underline{AS}$  por uma série uniforme ao longo dos  $\underline{n}_1$  anos anteriores à data da substituição; a anuidade  $\underline{E}$  dessa série é calculada considerando-se que  $\underline{AS}$  deve ser o montante de série na data  $\underline{n}_1$  :

$$E = AS \cdot \frac{r}{(1+r)^{n_1} - 1}$$

Obtém-se dessa forma um novo fluxo de caixa com o aspecto da figura 5.

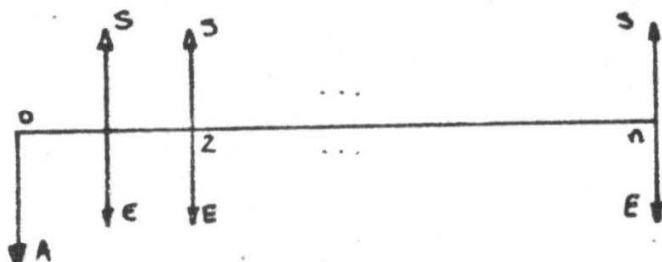


FIGURA 5

Neste fluxo, todos os elementos são funções conhecidas da única variável  $\underline{t}$ .

O valor atual do fluxo pode pois ser calculado em função de  $\underline{t}$ , para uma certa taxa de juros  $\underline{r}$  escolhida pelo investidor:

$$V = V_S - V_E - A$$

$$V_S = S \frac{(1+r)^n - 1}{r(1+r)^n}$$

$$V_E = E \frac{(1+r)^n - 1}{r(1+r)^n}$$

sendo para  $0 < t < t_1$

$$V = \left[ (p-c)t - C_0 - \alpha (A_0 + a.t) \frac{r}{(1+r)^n - 1} \right] \frac{(1+r)^{T/t} - 1}{r(1+r)^{T/t}} - (A_0 + a.t)$$

e outras expressões semelhantes para os demais intervalos.

A figura 6 ilustra o modelo, indicando o aspecto das curvas  $P = P(t)$ ,  $C = C(t)$ ,  $S = S(t)$ ,  $A = A(t)$ ,  $V_S = V_S(t)$ ,  $V_E = V_E(t)$  e  $V = V(t)$ .

A forma de curva  $V = V(t)$  dentro dos segmentos de 0 a  $t$ , de  $t_1$  a  $t_2$  etc., deve ser semelhante àquela indicada nas figuras 1 e 2. Por conseguinte, o ponto de  $V_{\max}$  não precisa coincidir com um dos extremos daqueles segmentos, embora seja este o caso mostrado no exemplo da figura 6. Nota-se, ainda, a existência de uma faixa de valores muito baixos de  $t$  para os quais o valor atual  $V_S$  da série de saldos é negativo (para  $t < t_E$ ) qualquer que seja o valor de  $r$ ;  $t_E$  é o chamado "ponto de equilíbrio".

Outras premissas podem ser admitidas quanto às leis de variação dos valores envolvidos em função da taxa anual de extração  $t$ . Para cada conjunto de premissas tem-se um novo modelo matemático, mantido sempre o princípio básico de que o nível ótimo de operação da mina é aquele que permite a maximização do valor atual do fluxo de caixa do investimento.

Existem ainda modelos mais sofisticados, como os modelos "dinâmicos" citados por N.E. Norén (Bibliografia VIII), que admitem diversas decisões a serem adotadas ao longo do tempo quanto à taxa anual de extração a ser utilizada a partir das datas das decisões, sempre que seja necessário substituir equipamentos ou instalações.

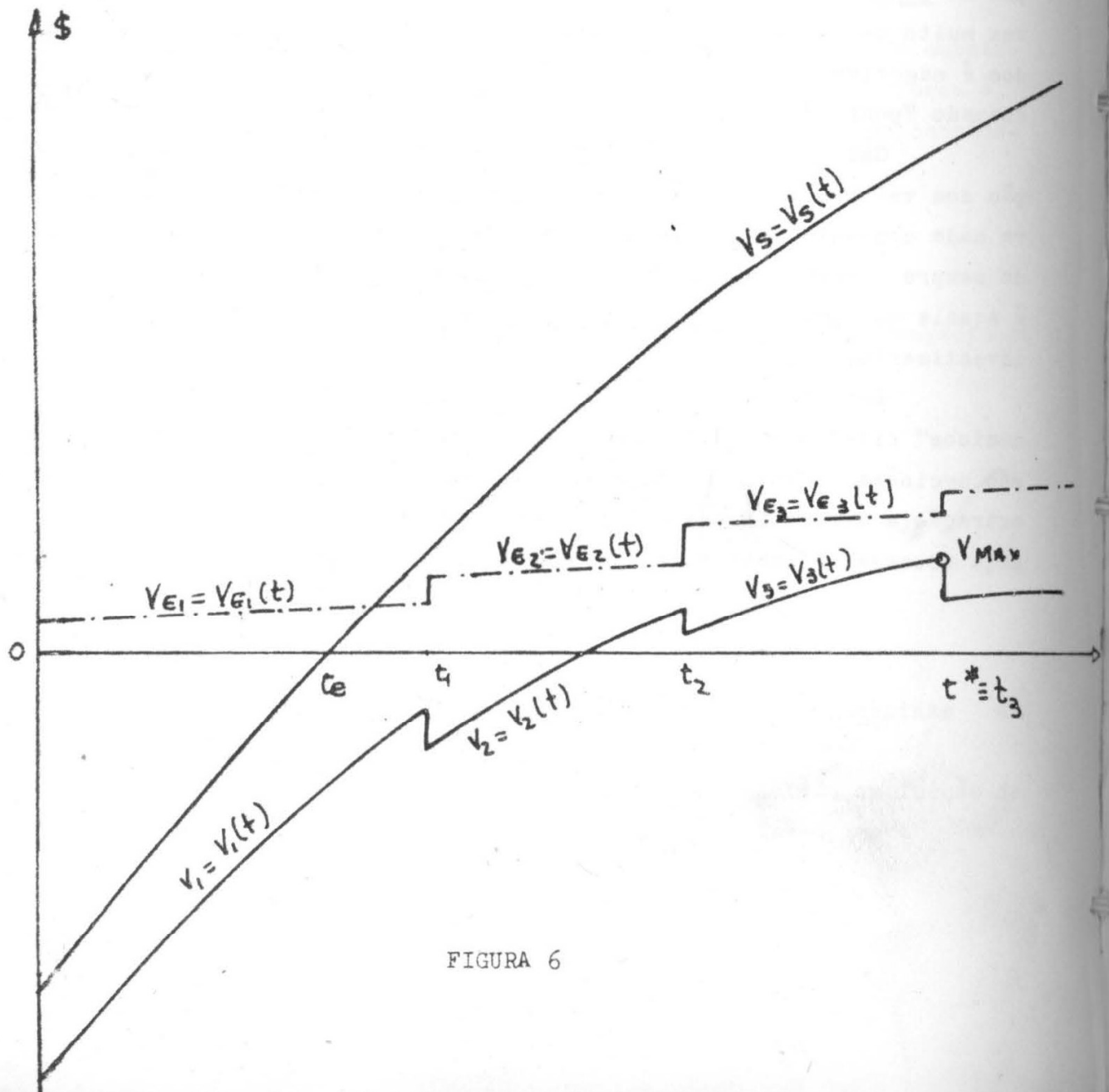
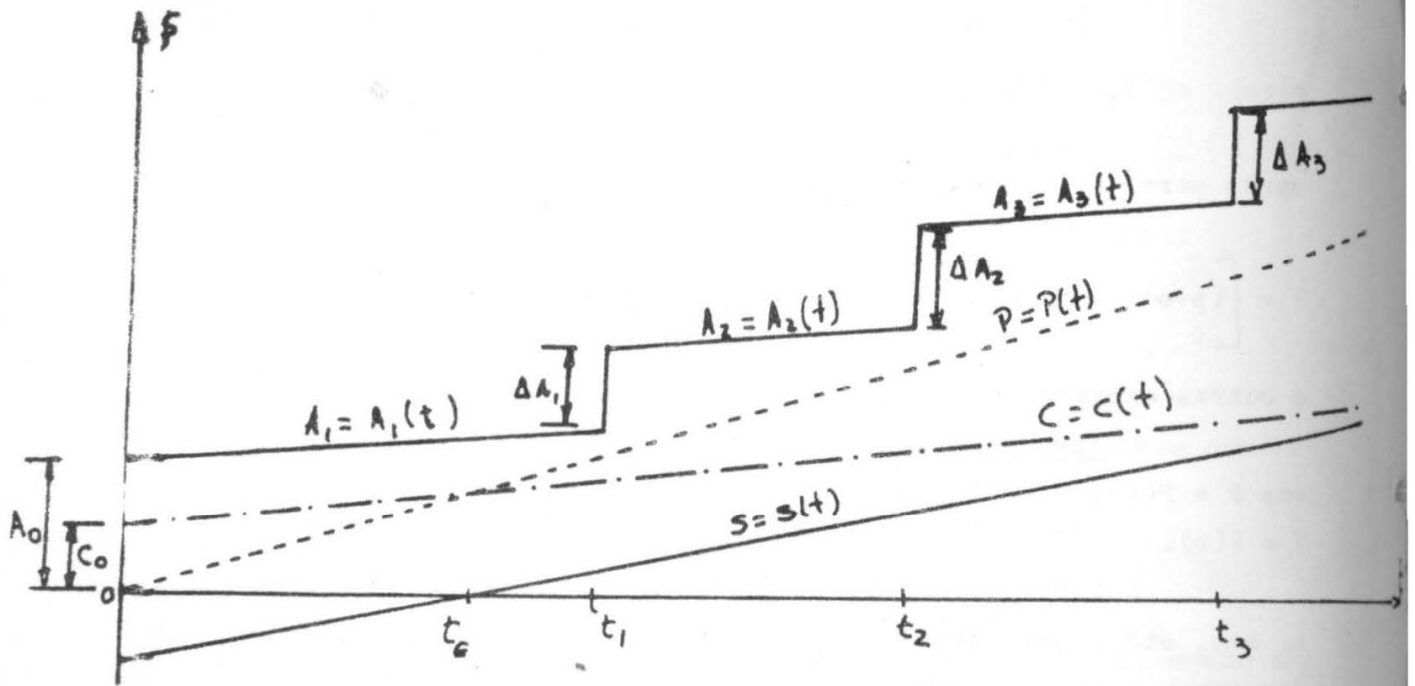


FIGURA 6



## BIBLIOGRAFIA

- I. L.C. Raymond, Valuation of Mineral Property, Economics of the Mineral Industries, Editor Edward H. Robie, The Maple Press Company, York, Pa., 1964
- II. Roland D. Parks, Examination and Valuation of Mineral Property, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., Reading, Massachusetts, 1957
- III. Cyril Jones, Economic Analysis for Mining Ventures and Projects, Surface Mining, Editor Eugene P. Pfleider, The Maple Press Co., York, Pa., 1968
- IV. H.G. Thuesen, W.J. Fabryck G.J. Thuesen, Engineering Economy, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1971
- V. Eugene L. Grant, W. Grant Ireson, Principles of Engineering Economy, The Ronald Press Company, New York, 1970
- VI. José Luiz Bulhões Pedreira, Imposto de Renda, Justec Editora Ltda., Rio de Janeiro, 1971
- VII. J.E, Magalhães Motta, Matemática Financeira, Editora Spencer S.A., Rio de Janeiro, 1970
- VIII. Nils-Erik Norén, Mine Development - Some Decision Problems and Optimization Models, Luossavaara - Kiirunavaara Aktiebolag ... (LKAB), Stockholm, Sweden, 1969.