

## VIABILIDADE ECONÔMICA DE PROJETOS MINEIROS

**Gilson Ezequiel Ferreira**

Economista pela UFJF, Mestre e Doutor em  
Engenharia Mineral pela EPUSP  
Tecnologista Sênior do CETEM/MCTIC

**Francisco Wilson Hollanda Vidal**

Eng. de Minas pela UFPE, Mestre e Doutor em  
Engenharia Mineral pela EPUSP  
Tecnologista Sênior do CETEM/MCTIC

**Roberto Carlos da Conceição Ribeiro**

Eng. Químico pela UERJ, Mestre e Doutor em  
Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos pela EQ-UFRJ  
Pesquisador do CETEM/MCTIC



## INTRODUÇÃO

---

São apresentadas, neste capítulo, as informações básicas sobre a elaboração de projetos e as técnicas mais adequadas às avaliações econômicas.

Pretende-se que o leitor tenha noção das técnicas empregadas na elaboração e avaliação econômica de projetos de mineração, e perceba a importância desta fase que precede a implantação de um empreendimento mineral. No que se refere às técnicas de elaboração de um projeto, serão abordados: aspectos gerais do projeto; engenharia de projeto, mercado; e avaliação de custo e de receita. Essas informações servem de base à montagem do fluxo de caixa e à avaliação econômica do empreendimento.

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 negócio.

No caso da mineração, em particular, essa análise se reveste da mais alta relevância, tendo em vista as características específicas desse tipo de empreendimento:

- localização quase sempre próxima ao depósito mineral e, na maioria das vezes, distante dos centros urbanos;
- uso intensivo de capital e longo prazo de maturação;
- dimensionamento e processo de beneficiamento específico para limitação na disponibilidade do bem mineral, face ao caráter não renovável das reservas minerais.

Essas características, inerentes ao setor mineral, fazem com que a decisão de investir seja respaldada em análise econômica detalhada, a partir de projetos bem elaborados, objetivando minimizar os riscos do empreendimento.

As consequências decorrentes de falhas na elaboração do projeto e em sua avaliação econômica podem acarretar grandes prejuízos financeiros e, em alguns casos, resultam na inviabilidade do empreendimento.

## ASPECTOS GERAIS DE UM PROJETO DE MINERAÇÃO

---

Na elaboração de um projeto de mineração é necessário mencionar, no que se refere à empresa, seus dados gerais, tais como, nome, endereço, registros, além dos dados dos principais acionistas. É muito importante caracterizar perfeitamente a capacidade empresarial, tanto do ponto de vista administrativo como técnico. Devem ser explicadas as relações com outras empresas ou grupos, assim como as estruturas do capital social.

Antes de apresentar questões específicas a respeito dos diversos pontos de um projeto industrial, devem ser comentados os aspectos gerais da iniciativa, que abrangem sua situação na comunidade, país ou região beneficiada com o mesmo.

Ao mencionar a natureza geral da iniciativa, é preciso assinalar a origem e motivos que causaram a decisão de executá-la, assim como uma resenha histórica de seu desenvolvimento. Devem ser apresentados comentários sobre a atividade em questão no país, sua relação com outros setores da economia local ou regional e sua importância para a comunidade. Devem constar, brevemente, os produtos que se fabricarão na indústria e explicada a origem das matérias-primas e outros insumos.

Nas novas empresas, deve ser sublinhada a classe de consumidores que vai utilizar o produto e determinar qual a concorrência. Na ampliação de empresas existentes, explicar a produção anterior, a capacidade instalada, a concorrência e motivos principais pelos quais se julga acertado fazer a ampliação.

## MERCADO

---

Em termos gerais, o objetivo do estudo de mercado relativo a um projeto é definir, para um determinado período, quem vai comprar o produto, em que quantidade, a qual preço, quais os concorrentes e qual a parcela do mercado que caberá a cada concorrente.

O estudo de mercado apresenta características próprias, tais como:

- especificações requeridas pelos consumidores;
- análise da oferta, diante dos projetos existentes e em implementação;
- demanda reprimida pela inexistência de matéria-prima no país, ou pela sua disponibilidade insuficiente;
- influência do local onde se encontra a jazida, seja pela sua posição geográfica, sejam pelos recursos de infra-estrutura e transporte;
- influência da política governamental e da legislação, sobre a comercialização (ex. contingenciamento de preços e/ou importação), preços de venda e utilização dos produtos minerais;
- meios de transporte e custo de frete;
- existência de estoques reguladores.

Trata-se, portanto, de atividade bastante especializada que exige para seu desempenho satisfatório um perfeito conhecimento do assunto e da matéria-prima em pauta, bem como a disponibilidade de banco de dados contendo toda a multiplicidade de informações necessárias.

O estudo de mercado deve 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 previamente estabelecidos, o que elimina importante parcela de incerteza do projeto.

## ENGENHARIA DO PROJETO

---

Refere-se à definição de premissas de projeto, elaboração de projeto conceitual, básico, detalhamento, implantação e posta em marcha, com a participação de engenheiros de diferentes especialidades. Aqui são feitas referências à fase técnica do estudo, comentando-se os aspectos básicos a serem considerados quanto à engenharia, tais como:

- localização;
- reservas e capacidade de produção;
- ensaios e pesquisas preliminares;
- seleção do processo de produção;
- especificação dos equipamentos e montagens;
- edificações;
- projetos complementares de engenharia;
- escala de produção e localização.

### **Ensaio e Pesquisas Preliminares**

Todo projeto de engenharia mineral exige, em maior ou menor grau, uma quantidade de ensaios e pesquisas preliminares que determinam muitas das decisões adotadas no curso do estudo. Esses ensaios abrangem questões de natureza várias: provas de resistência do terreno para a construção civil; investigações metalúrgicas para o tratamento de minerais e caracterização tecnológica dos produtos, entre outras, de acordo com a natureza do projeto.

### **Seleção e Prescrição do Processo de Produção**

Em muitos casos, o projeto não apresenta problemas especiais quanto ao processo ou sistema de produção. Em outros, porém, encerram complexidades e alternativas que conviria explicar com as soluções oferecidas e relacionadas às pesquisas feitas previamente.

A descrição do processo poderá ser facilitada com a ajuda de fluxogramas que contribuirão para uma melhor apresentação e clareza.

### **Especificação de Equipamentos**

Quanto aos equipamentos, é necessário distinguir as duas etapas do processo de seleção:

- escolha e especificação dos equipamentos;
- seleção entre os vários equipamentos dentro do tipo escolhido, a fim de decidir entre as propostas.

No estudo do projeto interessa especialmente a seleção do tipo de equipamento, na qual influirão muito a eficiência do processo, a escala de produção e o índice de mecanização, fatores estreitamente relacionados entre si. Pode ocorrer que um determinado grau de mecanização seja aplicável apenas a um certo volume mínimo de produção.

### **Edificações**

A distribuição dos equipamentos dentro dos prédios industriais ou em outros pontos da usina suscita a consideração de questões semelhantes àquelas já descritas, tanto no que se refere ao rendimento e possibilidade de ampliação da produção como à circulação dos materiais. É necessário prever, desde o início, espaços para a ampliação da fábrica, para a possível adoção de novas tecnologias. Esta questão deve ser considerada com maior ou menor detalhe, segundo os tipos de projetos.

### **Projetos Complementares de Engenharia**

Referem-se às previsões relativas às instalações adicionais, destinadas a proporcionar determinados serviços necessários à produção ou pessoal ocupado no projeto. Os exemplos mais claros seriam as obras complementares de água potável e industrial ou destinadas ao escoamento de águas residuais, implantar usinas de energia elétrica, gasodutos ou entroncamentos de transporte, construção de acampamentos e casas, escritórios de administração e outros prédios para o bem-estar da população.

### **Escala de Produção e Localização**

A escala e localização dos projetos industriais têm íntima relação com os aspectos referentes aos mercados e aos custos de produção.

No estudo de projetos industriais, a escala de produção corresponde à sua capacidade de produzir durante um determinado período de funcionamento. Esta escala, geralmente, se refere à capacidade nominal da instalação, levando-se em conta os critérios pré-estabelecidos de eficiência da usina, regime de trabalho, escoamento da produção entre outros.

A escala mínima de produção de um projeto é aquela em que, abaixo de certos limites, os custos unitários elevam-se rapidamente, devido à participação dos custos fixos.

Não se deve, pois, adotar uma posição fixa a respeito da escala mínima de um determinado projeto. É importante, porém, que esse seja elaborado tendo em vista uma ampliação posterior.

O problema da localização de uma indústria pode constituir uma questão de maior ou menor complexidade, segundo a natureza específica do projeto, e está intimamente relacionado com o estudo de mercado, com os custos de produção e com

outras partes do projeto. A localização ideal de uma indústria, logicamente, será a que permita maiores lucros para o investidor.

A usina de beneficiamento do minério seria mais convenientemente localizada em área de melhor infra-estrutura, por questões relativas à disponibilidade de combustível, energia, hospital, escola, moradia etc. Na mineração, no entanto, a localização do empreendimento fica condicionada ao local da jazida.

A política de isenções e benefícios fiscais em favor das diversas localizações em estudo, o clima, a facilidade de serviços administrativos, bancários etc, são fatores que, por maior ou menor importância, não devem ser esquecidos.

## AVALIAÇÃO DE CUSTO

---

Os investimentos e a avaliação de custos na mineração se caracterizam pela limitação da vida útil da mina; uma vez extraído todo minério economicamente explotável existente, é forçoso o encerramento das operações. Impõe-se assim, que durante a vida útil da mina, o investidor tenha ressarcido o capital aplicado, acrescido de remuneração compatível com os riscos do empreendimento. Assim, a avaliação de custo de uma jazida se baseia em estimativas de grandezas econômicas, a saber:

- vida útil da mina, obtida com base na reserva de minério existente;
- custos iniciais, vida útil dos equipamentos, instalações e substituições dos mesmos;
- custos anuais de produção, transporte, administração e comercialização;
- custos para reabilitação da área lavrada, ao fim da vida útil da mina;
- capital de giro;
- condições de financiamentos que possam ser obtidos para a instalação inicial da mina;
- despesas de administração correspondentes ao ciclo de produção e beneficiamento;
- caminhões e outros materiais gastos, quando o transporte rodoviário da mina ao destino for feito pelo minerador.

### **Custos de Administração**

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

### **Custos de Comercialização**

Os custos de comercialização compreendem os salários do pessoal de *marketing* e de vendas, despesas de viagem, despesas com propaganda e comissões de intermediários; estas últimas costumam ser expressivas no caso das exportações.

### **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 necessários ao longo do tempo, principalmente quando são previstos aumentos futuros no nível das operações. O capital de giro deve cobrir as seguintes parcelas:

- estoque de minério nas minas, valorizado pelos respectivos custos de produção e beneficiamento, não incluindo depreciação, amortização ou exaustão em tais custos;
- estoques de minério em trânsito para os mercados, valorizados pelos custos de produção e beneficiamento, acrescidos dos tributos e do frete, inclusive o estoque regulador no porto de embarque, no caso de exportações;
- despesas de administração correspondentes ao ciclo de produção e beneficiamento, transporte e embarque;
- almoxarifados de materiais e peças sobressalentes, a preços de aquisição;
- recursos financeiros disponíveis em caixa e em bancos;
- custo das mercadorias vendidas a prazo;
- contas a pagar, relativas aos materiais e serviços adquiridos para pagamento a prazo.

### **Custos de Produção**

Os custos de produção devem ser detalhadamente estimados e desdobrados em seus principais componentes: pessoal, material, peças sobressalentes, impostos e taxas, energia elétrica, aluguéis, serviços contratados etc. Devem também ser listados separadamente por fase dos serviços: extração, transporte interno, beneficiamento do minério, estocagem, manuseio e carregamento. 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 previsões para substituições de empregados em férias, acidentados, doentes, em repouso semanal etc. É importante



pré-estabelecer quantos turnos de trabalho serão adotados. O consumo de materiais deve ser previsto por fase dos serviços, sendo os principais itens (reagentes, combustíveis, lubrificantes, correias transportadoras etc), indicados e especificados.

### **Custos de Transporte**

No caso de transportes ferroviários, um acordo tarifário especial pode ser obtido com reduções substanciais de preço, em relação às tarifas oficiais. Na hipótese de transporte rodoviário, os preços podem ser obtidos mediante entendimentos com os transportadores.

### **Investimentos Iniciais**

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

- custos dos estudos técnicos e econômicos e dos projetos de engenharia;
- custos pré-operacionais (correspondentes à fase inicial de produção, quando a qualidade dos produtos ainda está em testes);
- transporte e instalação dos equipamentos de mineração;
- instalações gerais (oficinas, escritórios, residências, escolas, hospitais, recreação etc);
- caminhões e outros materiais gastos, quando o transporte rodoviário da mina ao destino for feito pelo minerador.

### **Substituições de Equipamentos**

Os equipamentos e instalações de uma empresa de mineração constituem um complexo, cujas partes têm vidas úteis diferentes. Normalmente os prédios e instalações fixas têm vida igual ou superior à vida da mina, apresentando ainda boas condições de utilização quando todo o minério economicamente explotável estiver exaurido; 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 significativos desembolsos que devem ser incluídos no fluxo de caixa.

## CONSIDERAÇÕES SOBRE A AVALIAÇÃO ECONÔMICA

---

A decisão de implantação de um empreendimento mineral é, sem dúvida, o momento mais crítico na estrutura de planejamento da empresa de mineração.

Outras decisões são tomadas durante as fases de exploração (pesquisa mineral) e desenvolvimento (detalhamento da pesquisa mineral visando à lavra) do depósito mineral. No entanto, nenhuma requer um volume de investimento financeiro tão grande quanto o necessário ao processo produtivo.

Isto não significa que as fases antes da produção não sejam importante. Tanto na exploração como no desenvolvimento, cada momento de decisão sobre a continuidade ou não do projeto deve ser precedido de uma análise técnico-econômica. Este procedimento permite que um projeto que não apresente condições de economicidade no momento de sua análise, em uma das fases preliminares, seja descartado ou interrompido para nova avaliação no futuro, certamente em condições favoráveis.

A análise econômica tem a função de indicar, por meio de técnicas específicas, os parâmetros de economicidade que permitam a decisão de se investir ou não em determinado projeto. Essas técnicas de avaliação se completam, não havendo um modelo único que atenda às inúmeras questões formuladas para a tomada de decisões.

Para a análise dessas técnicas, se faz necessário, inicialmente, a montagem de um fluxo de caixa (apresentado na próxima seção) representativo de todo o projeto, abrangendo toda a vida do empreendimento, limitado a cerca de 30 anos, por razões técnicas a serem esclarecidas adiante.

Com base no fluxo de caixa são calculados os indicadores econômicos, mediante a aplicação das várias técnicas de avaliação econômica, que dão suporte à análise econômica.

Se a análise econômica do projeto apresenta resultados favoráveis à sua implantação, o minério lavrado na mina, durante a vida útil do empreendimento, deve gerar receitas suficientes para atender as seguintes necessidades:

- custo de aquisição da propriedade e dos direitos minerários (quando for o caso) ou o pagamento de dízimos ou *royalties* ao proprietário da terra onde se situa a jazida;
- os custos de desenvolvimento da mina, em sua fase pré-operacional: decapeamento, abertura de frente de lavra, sondagens para detalhamento do corpo mineralizado e abertura de galerias e poços, quando se tratar de lavra subterrânea;

- a aquisição de máquinas e equipamentos de lavra, usina de tratamento de minério e demais instalações (depósitos, almoxarifados, escritórios, pátios de estocagem etc);
- os custos operacionais (suprimentos e materiais para lavra, custos de tratamento, salários e benefícios, despesas administrativas, impostos e taxas diversas);
- uma taxa de retorno aceitável para o capital investido e mais alguma compensação (acima da taxa de atratividade) pelos riscos e incertezas a serem assumidos com a execução do empreendimento.

## FLUXO DE CAIXA DE UM PROJETO

---

Entende-se como fluxo de caixa a diferença entre as entradas e as saídas de caixa, associada a um projeto ou empreendimento, durante um determinado período de tempo. Para efeito de avaliação econômica, é normalmente utilizado como unidade de tempo o período de um ano. Portanto, a composição e o cálculo do fluxo de caixa deverão ser procedidos para cada ano da vida útil do projeto, de acordo com a Equação [1]:

$$\text{Fluxo de Caixa} = \text{Entrada de Caixa} - \text{Saída de Caixa} \quad [1]$$

### Composição do Fluxo de Caixa

Estão relacionadas, a seguir, as entradas e saídas de um fluxo de caixa típico de um empreendimento mineral.

#### *Entradas:*

- receita pela venda de minério, concentrado, metal ou outro tipo de produto mineral;
- valor recuperado pela venda de equipamentos usados;
- retorno do capital de giro no fim da vida útil do empreendimento;
- outras receitas não operacionais.

#### *Saídas:*

- despesas com aquisição de direitos minerários, *royalties* ou arrendamentos;
- despesas com desenvolvimento da lavra (preparação para início da produção);
- investimentos para implantação da mina e usina de tratamento (máquinas, equipamentos, obras de engenharia etc);

- investimento de capital de giro (recursos para fazer face aos estoques e despesas em geral, principalmente na fase inicial de operação);
- custos operacionais de lavra e tratamento (matérias-primas, água, energia, manutenção de máquinas e equipamentos, salários, encargos sociais, despesas administrativas etc);
- impostos sobre a renda e circulação de mercadorias, compensação financeira, COFINS, taxas e outros tributos.

### **Cálculo do Fluxo de Caixa**

Conforme definido anteriormente, o fluxo de caixa corresponde à diferença entre as entradas e saídas de caixa que, de maneira resumida, podem ser relacionadas e calculadas conforme indicado a seguir.

#### 1. Investimentos

- Capital Fixo
- Obras de Engenharia
- Pesquisa e Desenvolvimento
- Capital de Giro

#### 2. Receitas

- Operacionais
- Não Operacionais

#### 3. Taxas e Tributos Sobre o Faturamento

#### 4. Custos Operacionais

5. Renda Líquida (= receitas – taxas e tributos sobre o faturamento – custos operacionais)

#### 6. Depreciação/Amortização

7. Renda Tributável (= renda líquida – depreciação/amortização)

8. Contribuição Social Sobre o Lucro Líquido (= renda tributável x alíquota)

9. Imposto de Renda (= renda tributável x alíquota)

10. Lucro Após o Imposto de Renda (= renda líquida – contribuição sobre o lucro – imposto de renda)

11. Fluxo de Caixa (= lucro após o imposto de renda + depreciação/amortização – investimentos)

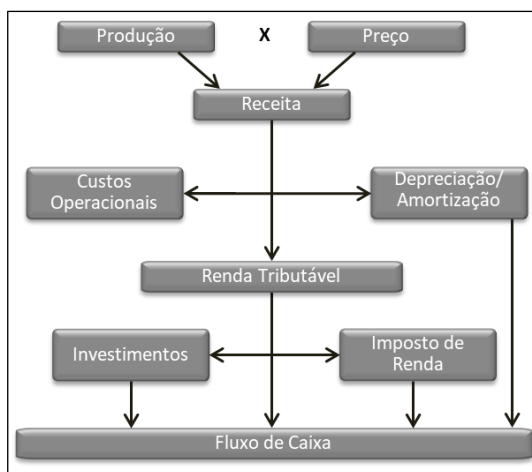
Existindo a possibilidade de financiamento devem ser considerados, no cálculo do fluxo de caixa, os seguintes pontos:

- subtrair da Renda Líquida (5) as despesas com os juros incidentes sobre o saldo devedor do financiamento — a Renda Tributável (7), portanto, contempla a diferença referente aos juros;
- adicionar ao Lucro Após o Imposto de Renda (10), o valor do financiamento e subtrair as parcelas correspondentes às amortizações.

As estimativas de fluxo de caixa devem incluir todos os dados econômicos associados a um projeto, durante toda sua vida útil, iniciando no momento de sua implantação e estendendo-se pelos períodos futuros.

Os fluxos de caixa para os anos mais recentes são mais importantes economicamente do que os dos períodos futuros a 10, 15 ou mais anos, devido ao valor do dinheiro no tempo (ver conceito na seção seguinte). Por esta razão, não é recomendável a elaboração de fluxos de caixa para períodos superiores a 30 anos, considerando os valores equivalentes, em relação ao ano de início da implantação do projeto, passam a ser desprezíveis, por se aproximarem de zero.

Na Figura 1 está sumarizada a lista de dados para apuração do Fluxo de Caixa, cujos itens serão comentados, a seguir, com relação aos aspectos não abordados anteriormente.



**Figura 1.** Modelo simplificado de apuração do fluxo de caixa.

### *Estimativa de Preço*

O preço é, sem dúvida, o dado mais relevante em uma avaliação econômica. É, ao mesmo tempo, a variável mais complexa de ser estimada, salvo raras exceções, como nos casos em que a oferta é atomizada, o bem mineral é abundante e o preço praticado no mercado já alcançou uma relativa estabilidade; exemplo: minério de ferro. Mesmo assim, a entrada em operação de uma grande mina pode provocar desequilíbrio entre a oferta e a demanda e, conseqüentemente, alteração no preço.

Para a maioria dos minerais metálicos, o que se verifica, com frequência, é a instabilidade de seus preços, o que faz com que a previsão dos mesmos se torne muito difícil. Os minerais não metálicos apresentam, em geral, preços mais estáveis, mesmo assim sujeitos a flutuações bruscas, principalmente para aqueles que são comercializados em nível internacional. Portanto, face ao grande significado do preço do bem mineral na análise econômica do projeto, essa variável deve ser objeto de um estudo específico, bastante profundo, sob pena de se obter resultados na análise econômica não compatíveis com a realidade. Qualquer desvio no preço esperado pode mudar consideravelmente o resultado da análise. Um preço superestimado pode indicar uma taxa de retorno favorável para um projeto que, na verdade, é duvidoso; de forma semelhante, um preço subestimado pode provocar a rejeição de um projeto que, a rigor, é um bom investimento e, portanto, está se perdendo uma oportunidade lucrativa.

Nos casos em que a produção prevista para um projeto seja pequena e, com certeza, não deverá provocar desequilíbrio da oferta *versus* demanda no mercado, a estimativa de preço pode ser projetada com base na tendência de preços do passado. Essa projeção é baseada na expectativa de que as condições do passado persistirão no futuro e, desta forma, estão sendo ignoradas possíveis mudanças em tecnologia, gosto, nível de renda e outras variáveis exógenas. Se faz necessário, portanto, atenção especial a esses fatores, quando da elaboração da estimativa de preços futuros.

Outro método para a estimativa de preços é a aplicação de análise de regressão, onde são considerados os fatores que influenciam a oferta e a demanda dos bens minerais. A identificação do volume de reservas e dos correspondentes custos de produção observados em outras empresas, associada à projeção de demanda, ajuda a projetar o preço mínimo que poderá ocorrer a um determinado bem mineral. Esses métodos são complexos e requerem a participação de profissionais especializados. O detalhamento de suas metodologias é amplo e está fora do âmbito deste capítulo.

Deve ser reafirmado, portanto, que a estimativa de preço é um problema de solução complexa. Muitas empresas possuem especialistas exclusivamente dedicados a esta questão e ainda contratam consultores externos para que possam ser obtidas as estimativas menos tendenciosas possíveis. É comum trabalhar com um faixa de preços, ao invés de um preço fixo.

#### *Definição do Nível de Produção*

O nível de produção de um projeto de mineração está intimamente associado ao mercado e ao volume de reservas recuperáveis na jazida. Com relação ao mercado, haverá três hipóteses para definição do nível de produção:

- o mercado está saturado e não há possibilidade para a entrada de novos fornecedores;

- o mercado existe, todavia mas é limitado a um determinado nível de produção;
- o mercado não oferece restrição ao nível de produção máxima que poderá ser ofertado pelo empreendimento.

Neste último caso, deverá ser cuidadosamente analisado se a não restrição é válida para toda a vida útil do empreendimento.

No que se refere às reservas recuperáveis, ou seja, a fração do depósito mineral que pode ser lavrada economicamente, esta varia em função da composição física e química do minério, do método de lavra a ser usado e da habilidade da empresa em produzir o bem mineral a um custo que possa ser comercializado com lucratividade.

Dos fatores assinalados, merece atenção especial aquele que é intrínseco ao depósito mineral, que é sua composição mineralógica. Neste particular, as reservas recuperáveis devem ser apresentadas de forma parametrizada em relação aos teores. A seleção do tamanho ótimo da mina é baseada na combinação entre o nível de produção (tonelagem de minério) e o teor de corte (*cut off grade*).

Portanto, mesmo assumindo que o mercado absorverá toda a produção da mina, haverá, tecnicamente, várias alternativas do teor de corte e nível de produção a serem examinadas, para que se possa alcançar a combinação ótima para o desenvolvimento da mina. Cada alternativa deverá ser avaliada separadamente e a melhor delas deve ser implementada, a menos que haja outra alternativa de investimento, em área diferente, mais interessante para a empresa.

Definido o nível de produção e o teor de corte do minério, as instalações de beneficiamento e processamento podem ser dimensionadas adequadamente. O objetivo principal deste procedimento é ter um alto nível de aproveitamento da capacidade instalada, com o mínimo de capital investido.

De outro modo, as instalações devem permitir alguma flexibilidade a mudanças no mercado, nos custos, nas características do produto ou nas políticas governamentais (tais como tributação, restrições a importação, legislação ambiental, recuperação de áreas degradadas etc).

#### *Estimativa da Receita*

Definido o nível de produção e o preço unitário de cada bem a ser produzido, a estimativa da receita é obtida mediante a simples multiplicação entre a quantidade de venda anual prevista e o preço estimado.

No entanto, algumas precauções devem ser tomadas: o preço considerado deve ser FOB (*free on board*) na mina ou usina de tratamento e a quantidade deve ser a prevista para a venda (e não a previsão de produção). Portanto, deverá ser diminuído do

preço de venda previsto, os custos de transporte até o destino – entrega ao comprador, ponto de venda ou local de embarque, conforme o caso.

O objetivo do avaliador consiste em fazer a estimativa da receita líquida das vendas, deve-se levar em conta os prêmios e as multas devidas às 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.

#### *Síntese do Fluxo de Caixa*

Os dados de entradas e saídas do fluxo de caixa (descritos anteriormente), após calculados para cada ano, representam valores que só serão efetivados no decorrer da vida útil do empreendimento. Dessa forma, a avaliação econômica dos resultados alcançados deverá levar em consideração essa realidade, mediante a utilização do conceito de valor do dinheiro no tempo.

## VALOR DO DINHEIRO NO TEMPO

---

O valor do dinheiro no tempo é o conceito segundo o qual uma unidade monetária no momento atual tem um valor superior ao de uma unidade monetária em qualquer momento no futuro. É por esse motivo que um investidor só se dispõe a adiar o recebimento de um montante que lhe é devido hoje se houver uma recompensa por este atraso no pagamento futuro. Esta recompensa é que representa o valor do dinheiro no tempo; não havendo a recompensa, o investidor, em condições normais, não aceita adiar o recebimento.

A recompensa pelo adiamento de um pagamento é medida mediante uma taxa de juros, utilizada para calcular valores futuros ou atualizar valores passados. Esta taxa é conhecida como taxa de desconto ou taxa mínima de atratividade (aceita pelo investidor), usada nos fluxos de caixa dos projetos para que se possa calcular o valor equivalente de cada fluxo em uma mesma data e, com isto, permitir a avaliação global do projeto ou, ainda, a comparação entre diferentes projetos.

É a taxa de desconto que calcula o valor do dinheiro no tempo. Considerando-se uma taxa de desconto fixa, quanto maior for o período para se recuperar um determinado valor, maior será o montante futuro equivalente a este valor. Devido ao fato de uma determinada quantia apresentar valores diferentes ao longo do tempo, não se deve comparar quantias em momentos diferentes sem que seja feito o devido desconto ou a devida capitalização desses valores, trazendo-se para um mesmo momento no tempo (presente ou futuro). Isto significa dizer que não se deve comparar quantias em momentos diferentes sem que seja levado em consideração o valor do



dinheiro no tempo. A aplicação desse conceito será notada quando forem apresentadas as técnicas de análise econômica que se baseiam no fluxo de caixa descontado e, portanto, consideram o valor do dinheiro no tempo.

O valor do dinheiro no tempo não deve ser confundido com a inflação. Mesmo na hipótese de inflação igual a zero, o valor do dinheiro no tempo continua existindo e deve ser avaliado independentemente da inflação, que é o aumento no nível de preços. A inflação deve ser considerada à parte, principalmente pelo fato de que suas taxas de crescimento, tanto em termos pretéritos como futuros, costumam ser variáveis ao longo do tempo. No caso do valor do dinheiro no tempo é considerada uma taxa fixa.

## TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA

---

As técnicas de avaliação econômica são utilizadas para converter os dados estimados para um projeto em indicadores econômicos que permitam avaliar sua rentabilidade, seu risco e a comparação com outras alternativas de investimento. Com este objetivo se faz necessário, inicialmente, a montagem do fluxo de caixa do projeto, com base no qual são calculados os indicadores econômicos mais relevantes para a análise e tomada de decisão pretendidas.

Os indicadores econômicos utilizados na avaliação econômica de projetos podem ser divididos em dois grupos. O primeiro grupo de indicadores engloba os métodos baseados no fluxo de caixa simples e o segundo grupo trata dos métodos baseados no fluxo de caixa descontado, ou seja, considera o valor do dinheiro no tempo.

### **Métodos Baseados no Fluxo de Caixa Simples**

Os métodos simples dão alguns indicadores econômicos sobre o projeto e servem como subsídios à avaliação econômica. No entanto, por não usarem o conceito do valor do dinheiro no tempo, seus resultados são deficientes, não devendo servir de base para a tomada de decisões econômicas. A seguir estão relacionados alguns métodos simples:

- taxa média de retorno;
- período de recuperação do investimento;
- relação benefício-custo.

#### *Taxa Média de Retorno (TMR)*

Este método é obtido pela relação entre a média anual das entradas líquidas de caixa e o valor absoluto do investimento na fase pré-operacional.

Na Tabela 1, são apresentados os resultados dos fluxos de caixa de duas alternativas de investimento (A e B), cujos valores estão expressos em unidades monetárias (\$u.m.).

**Tabela 1.** Resultados dos fluxos de caixa de duas alternativas de investimentos de (A e B).

Fase	Ano	Fluxos de Caixa (\$u.m.)	
		Alternativa A	Alternativa B
Pré-operacional	0	-100	-200
Operacional	1	+40	+70
	2	+40	+70
	3	+40	+70
	4	+40	+70
	5	+40	+70
Total	-	+100	+150

Tem-se, portanto:

$$TMR_A = [(5 \times 40)/5]/100 = 0,40 \text{ ou } 40\% \text{ a.a.}$$

$$TMR_B = [(5 \times 70)/5]/200 = 0,35 \text{ ou } 35\% \text{ a.a.}$$

De acordo com os resultados obtidos, a alternativa A se apresenta mais atrativa que a alternativa B, pois:  $TMR_A > TMR_B$ .

O método da TMR é derivado do método da Taxa de Retorno Contábil (TRC) que, embora seja calculado de forma semelhante, usa a média anual dos lucros contábeis, ao invés da média anual das entradas líquidas de caixa. A TRC, portanto, despreza o conceito de fluxo de caixa e, por isso, é menos significativa que a TMR.

A TMR apresenta apenas uma aproximação sobre a lucratividade do projeto, não devendo ser aplicada no processo decisório de investimentos, por apresentar falhas que serão esclarecidas adiante, quando for feita a comparação entre os métodos e mostradas as vantagens e desvantagens dos mesmos. A principal razão para seu conhecimento é a facilidade de entendimento do método, servindo de introdução ao aprendizado dos demais, que têm metodologias semelhantes.

#### *Período de Recuperação do Investimento*

O Período de Recuperação do Investimento (PRI), também conhecido como *payback*, é o método utilizado para se calcular o tempo (geralmente em anos) necessário, a partir do início da operação de um empreendimento, para que seu investimento seja totalmente recuperado.

O cálculo do PRI é procedido de forma simples, mediante a soma aritmética dos fluxos de caixa líquidos no período operacional, até que o resultado seja igual ou superior ao montante do investimento inicial. Usando-se o exemplo anterior e procedendo-se ao cálculo de forma prática, como indicado na Tabela 2.

**Tabela 2.** Cálculo do PRI para o exemplo da Tabela 1.

ANO	Alternativa A		Alternativa B	
	FC <sub>A</sub>	FC <sub>A</sub> ACUM.	FC <sub>B</sub>	FC <sub>B</sub> ACUM.
0	(100)	(100)	(200)	(200)
1	40	(60)	70	(130)
2	40	(20)	70	(60)
3	40	20	70	10
4	40	60	70	80
5	40	100	70	150

FC = Fluxo de Caixa; FC<sub>Acum</sub> = Fluxo de Caixa Acumulado. (Valores em \$u.m.)

Conforme se verifica, no caso da Alternativa A o investimento será totalmente recuperado durante o terceiro ano de operação do empreendimento; por interpolação, conclui-se que o PRI é de 2 anos e 6 meses. Por analogia, a Alternativa B tem um PRI de 2 anos e 10 meses, aproximadamente.

Na comparação entre as duas alternativas fica caracterizado que a Alternativa A tem um PRI menor que o da Alternativa B. No entanto, do ponto de vista da empresa, as duas alternativas podem ser consideradas satisfatórias, desde que a organização se contente com um  $PRI \leq 3$  anos, por exemplo.

À semelhança da TMR, o PRI não considera o valor do dinheiro no tempo, embora dê ênfase ao tempo, no sentido de determinar com que rapidez o investimento pode ser recuperado. Portanto, o PRI é bastante útil nos casos em que o risco de perda do investimento é uma função do tempo. Nesses casos, quanto menor for o PRI, menor será o risco de perda do investimento. Este aspecto é muito importante na análise de projetos sujeitos a uma rápida obsolescência e nos casos de risco político, onde o grau de incerteza em relação ao futuro é muito alto.

#### *Relação Benefício-Custo*

O método da Relação Benefício-Custo (RBC), também conhecido como Relação Benefício-Custo Não-Descontados, corresponde à relação entre as entradas líquidas de caixa (benefícios) e as saídas líquidas de caixa (custos). A RBC mede, portanto, o retorno em relação ao investimento, sem considerar o valor do dinheiro no tempo. Com base no exemplo anterior, tem-se:

$$RBC_A = \frac{5 \times 40 \text{ u.m.}}{100} = 2,00 \text{ u.m.}$$

$$RBC_B = \frac{5 \times 70 \text{ u.m.}}{200} = 1,75 \text{ u.m.}$$

Os resultados alcançados indicam que para cada unidade monetária (u.m.) investida haverá um retorno de 2,0 u.m. na alternativa A e de 1,75 u.m. na alternativa B. Naturalmente, do ponto de vista da RBC a alternativa A é mais atraente que a alternativa B. No entanto, ambas as alternativas indicam que o retorno é superior ao investimento.

De acordo com a RBC, a alternativa pode ser aceita sempre que a  $RBC \geq 1,0$  e deve ser descartada sempre que a  $RBC < 1,0$ , caso em que o capital recuperado é inferior ao investimento.

### **Métodos Baseados no Fluxo de Caixa Descontado**

Os métodos baseados no fluxo de caixa descontado são os que consideram, de forma combinada, o fluxo de caixa e o valor do dinheiro no tempo. Isto faz com que, usando-se esses métodos, as alternativas de investimentos ou projetos possam ser avaliadas em uma mesma data (presente ou futura) ou, segundo a uniformização da distribuição dos fluxos de caixa, num mesmo horizonte de tempo. Neste grupo estão sendo apresentados os seguintes métodos:

- valor atual líquido;
- razão do valor atual líquido;
- relação benefício-custo descontado;
- valor anual equivalente;
- taxa interna de retorno.

Os métodos básicos apresentados, a seguir, são os mais utilizados na obtenção de indicadores para as análises econômicas; no entanto, como esclarecido anteriormente, nenhum deles é auto-suficiente, devendo seus resultados serem considerados como parte de um conjunto dos indicadores a serem analisados na avaliação de um empreendimento. Para cada método serão descritos sua finalidade, metodologia de cálculo, consistência, vantagens e desvantagens de sua aplicação.

Além dos métodos considerados básicos, existem outros métodos alternativos (não examinados neste capítulo), desenvolvidos como variantes ou como tentativa de eliminar algumas desvantagens dos métodos básicos.

#### *Valor Atual Líquido*

O Método do Valor Atual Líquido (VAL), também conhecido como Valor Atual, Valor Presente ou Valor Presente Líquido, consiste em converter os fluxos de caixa de uma alternativa de empreendimento, distribuídos ao longo do tempo, em um valor equivalente no momento atual, ou seja, no tempo zero.

O VAL é calculado pela Equação [2]:

$$VAL = \sum_{t=0}^{t=n} FC_t / (1+i)^t \quad [2]$$

onde:

t é um ponto no tempo, geralmente um ano;

n é a vida total do projeto, normalmente em anos;

i é a taxa de desconto atribuída como sendo atrativa ao projeto;

FC é o fluxo de caixa em cada ponto no tempo.

O VAL representa, portanto, a soma do valor atual de cada fluxo de caixa da oportunidade de investimento, distribuído ao longo da vida útil do projeto. Desta forma, o VAL mede a diferença entre os fluxos de caixa positivos e os investimentos (fluxos de caixa negativos), todos descontados a uma determinada taxa. Ainda, com base nos dados do exemplo anterior, a Tabela 3 exemplifica o cálculo para as alternativas A e B.

**Tabela 3.** Cálculos do VAL para as alternativas A e B.

Ano	Alternativa A			Alternativa B		
	FC <sub>A</sub> (\$u.m.)	FVA (a 10%)	VAL <sub>A</sub> (\$u.m.)	FC <sub>B</sub> (\$u.m.)	FVA (a 10%)	VAL <sub>B</sub> (\$u.m.)
0	-100	1,0000	-100,00	-200	1,0000	-200,00
1	40	0,9091	36,36	70	0,9091	63,63
2	40	0,8264	33,06	70	0,8264	57,85
3	40	0,7513	30,05	70	0,7513	52,59
4	40	0,6830	27,32	70	0,6830	47,81
5	40	0,6209	24,84	70	0,6209	43,46
TOTAL	100	-	51,63	150	-	65,34

FVA (a 10%) = Fator do valor atual a uma taxa de 10% (ver Tabela A.2, no Anexo, ao final do capítulo). As notas das tabelas apresentadas no Anexo esclarecem os conceitos de valor atual, valor futuro e séries uniformes, visando a um melhor entendimento.

Conforme se verifica, o VAL<sub>A</sub> (total da alternativa A) é de 51,63 u.m. e o VAL<sub>B</sub> (total da alternativa B) é de 65,34 u.m. Isto significa que se, a taxa mínima de atratividade para o investidor é de 10%, ambas as alternativas apresentam um valor atual positivo, ou seja, são atrativas por terem um retorno superior ao mínimo desejado. Portanto, na hipótese das alternativas serem independentes, ambas podem ser aceitas.

Na hipótese das alternativas serem mutuamente excludentes, ou seja, quando apenas uma delas pode ser selecionada, a alternativa B deve ser escolhida por apresentar um VAL superior ao da alternativa A.

O método do VAL é muito utilizado, com os seguintes objetivos:

- indefinição da quantia excedente (VAL) que um empreendimento pode gerar, quando relacionado à alternativa comparativa do investidor, ou seja, aquela na qual ele pode aplicar qualquer importância, por qualquer prazo, a uma determinada taxa mínima, que é a taxa de atratividade;
- definição do valor máximo (VAL) que pode ser pago por uma oportunidade de investimento, ou valor mínimo desejável (VAL) para ser recebido por uma oportunidade de investimento, tendo garantida a rentabilidade mínima, calculada com base na taxa de atratividade.

Este é o caso da avaliação de uma jazida para ser colocada em negociação: por parte do vendedor, o VAL é o valor mínimo desejável para ceder os direitos minerários, enquanto da parte do comprador o VAL é o valor máximo que pode ser pago pelos direitos minerários, de forma a ter assegurada a rentabilidade mínima no empreendimento, ou seja, a sua (do comprador) taxa mínima de atratividade.

#### *Razão do Valor Atual Líquido*

O Método da Razão do Valor Atual Líquido (RVAL), Relação do Valor Atual Líquido ou Relação do Valor Atual consiste na relação entre o VAL e o valor atual absoluto dos investimentos de uma alternativa na fase pré-operacional, conforme expresso na Equação [3].

$$RVAL = \frac{VAL}{VA_i} \quad [3]$$

A RVAL mede, portanto, o valor atual líquido por unidade de investimento ou, em outras palavras, a eficiência ou lucratividade do investimento, representada pela relação entre lucro e investimento. Quando o resultado é positivo ( $RVAL > 0$ ), a alternativa de empreendimento pode ser aceita; caso contrário, deve ser rejeitada.

De acordo com o exemplo anterior e usando a mesma taxa mínima de atratividade ( $i_{\min} = 10\%$ ), tem-se:

#### **Alternativa A**

$$RVAL_A = \frac{VAL_A}{VA_{IA}} = \frac{51,63}{100} = 0,516$$

#### **Alternativa B**

$$RVAL_B = \frac{VAL_B}{VA_{IB}} = \frac{65,34}{200} = 0,327$$

Os resultados alcançados indicam que ambas as alternativas podem ser aceitas pois apresentam um  $RVAL > 0$ , ou seja, um retorno adicional além do mínimo desejado

(10%). No entanto, a alternativa A se apresenta mais atrativa que a alternativa B, em termos de rentabilidade do empreendimento, pois, conforme indicado anteriormente, quanto maior o RVAL maior o VAL (ou retorno) por unidade de investimento. Como o RVAL é função da taxa de desconto, o seu resultado varia de acordo com a taxa aplicada. Quanto maior a taxa, menor o RVAL e vice-versa.

A maior importância do RVAL é que este permite ordenar várias alternativas de projetos independentes, com investimento inicial e vida útil desiguais. Nos casos de projetos mutuamente excludentes, em que é necessário optar por uma das alternativas, este método se aplica perfeitamente, desde que haja coerência com o resultado do VAL; isto é, se uma alternativa mutuamente excludente apresenta o melhor resultado, tanto para o VAL como para o RVAL, ela deve ser escolhida, pois tem o maior lucro (indicado pelo VAL) e a melhor rentabilidade (indicada pelo RVAL). Nos casos em que esses resultados não acontecem, a decisão deve ser tomada com base na análise incremental entre os projetos.

Realizada a análise incremental entre duas alternativas A e B, deve ser escolhida a alternativa A se o resultado (A-B) é positivo (apresenta uma taxa maior que a taxa mínima de atratividade). Caso contrário, deve ser escolhida a Alternativa B.

#### *Relação Benefício-Custo Descontado*

O método da relação Benefício-Custo Descontado (RBCD), também designado Relação Benefício-Custo, consiste na relação entre o  $VA_E$  (valor atual das entradas líquidas, benefícios) e o  $VA_I$  (valor atual dos investimentos, custos), na fase pré-operacional, conforme expresso na Equação [4]:

$$RBCD = \frac{VA_E}{VA_I} \quad [4]$$

A RBCD mede, portanto, a relação entre o retorno e o investimento, a uma determinada taxa de desconto; ou seja, a RBCD avalia, em termos de valor atual, qual a entrada de caixa para cada u.m. investida.

Com base no exemplo anterior e usando a mesma taxa de desconto, tem-se:

$$RBCD_A = \frac{151,63}{100} = 1,516$$

$$RBCD_B = \frac{265,34}{200} = 1,327$$

Conforme se verifica, para cada u.m. investida na alternativa A tem-se uma entrada de caixa de 1,516 u.m. e na alternativa B uma entrada de caixa de 1,327 u.m. A alternativa A se apresenta mais atrativa que a alternativa B, embora ambas as alternativas possam ser aceitas.

Da mesma forma que em RBC, a alternativa pode ser aceita sempre que  $RBCD \geq 1,0$ , devendo ser rejeitada quando  $RBCD < 1,0$ . A RBCD é uma derivação da RVAL e, como tal, a escolha entre alternativas, pelo método RBCD, é feita da mesma maneira descrita para o método RVAL.

### *Valor Anual Equivalente*

O Valor Anual Equivalente (VAE) consiste em converter os diversos valores dos fluxos de caixa anuais em uma série uniforme equivalente, referente ao mesmo período de tempo, isto é, a vida útil do empreendimento. O VAE é obtido mediante a aplicação de uma taxa de desconto representativa do custo de capital, também conhecida como taxa de atratividade, que servirá de base para o cálculo das séries de valores equivalentes de cada fluxo de caixa anual. A soma dos valores de cada ano resulta em uma série uniforme, que corresponde ao VAE. O método prático para o cálculo do VAE é a partir do VAL. Tendo-se o VAL referente ao projeto, calcula-se o VAE de maneira bastante simplificada, e evita-se o cálculo para cada fluxo de caixa anual. Usando-se o exemplo anterior e considerando-se a taxa de desconto de 10%, conforme expresso na Equação [5].

$$VAE_A = VAL_A \cdot [FRC_{(i,n)}] \quad [5]$$

onde:  $FRC_{(i,n)}$  é o fator de recuperação de capital (vide a Tabela A.4) para uma determinada taxa de desconto ( $i$ ) e uma determinada vida útil ( $n$ ).

Assim,  $VAE_A = 51,63 \text{ u.m.} \times 0,2296 = 11,855 \text{ u.m.}$

De forma análoga:  $VAE_B = 65,34 \text{ u.m.} \times 0,2296 = 15,003 \text{ u.m.}$

Os resultados acima indicam que ambas as alternativas podem ser aceitas, sendo a alternativa B mais atraente que a alternativa A, por apresentar um maior VAE.

No caso exemplificado, ambas as alternativas tinham a mesma vida útil, o que resultou, obviamente, em um maior VAE para a alternativa com maior VAL. No entanto, ao se comparar alternativas com vida útil desigual, os resultados poderão se apresentar de forma não proporcional, entre o VAL e o VAE.

Usando-se o VAE como técnica de avaliação, a alternativa pode ser aceita sempre que o resultado for positivo e deve ser rejeitada quando o resultado for negativo. Dentre as alternativas aceitas, a prioridade deve ser dada às alternativas com maior VAE.

O VAE é muito útil na comparação de alternativas mutuamente excludentes, o que o classifica como o mais adequado nos casos de substituição de equipamentos, nas comparações entre projetos de mineração - normalmente com vida útil desigual -, ou mesmo nas simulações dentro de um mesmo projeto de mineração, em que são analisadas hipóteses bastante diferentes entre si, inclusive com relação à vida útil.



### Taxa Interna de Retorno

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é definida como a taxa de desconto que iguala o valor atual dos fluxos de caixa positivos ao valor atual dos fluxos de caixa negativos, em uma alternativa de investimento. Em outras palavras, a TIR é a taxa de desconto que, aplicada ao fluxo de caixa de um projeto, produz um VAL = 0.

Enquanto os métodos descritos anteriormente (VAL, RVAL e VAE) são calculados a partir de uma taxa de desconto pré-determinada, o método da TIR consiste em determinar a taxa de retorno do empreendimento. O cálculo da TIR é procedido, normalmente, pelo processo de tentativa e erro (iterativo) a partir do cálculo do VAL.

Se  $VAL_i > 0$ , tem-se:  $TIR > i$

Se  $VAL_i < 0$ , tem-se:  $TIR < i$

Calculando-se a TIR, para as alternativas do exemplo anterior, tem-se:

#### Alternativa "A"

ANO	FC (\$u.m.)	FVA (a 28%)	VAL (a 28%) (\$u.m.)	FVA (a 29%)	VAL (a 29%) (\$u.m.)
0	-100	1,0000	-100,00	1,0000	100,00
1	40	0,7813	31,25	0,7752	31,01
2	40	0,6104	24,42	0,6009	24,04
3	40	0,4768	19,07	0,4658	18,63
4	40	0,3725	14,90	0,3611	14,44
5	40	0,2910	11,64	0,2799	11,20
TOTAL	100	-	1,28	-	-0,68

Através de interpolação linear, obtém-se o valor percentual da TIR:

$$TIR = 28\% + [ 1,28 / ( 1,28 + 0,68 ) ]\% = 28,7\%$$

#### Alternativa "B"

ANO	FC (\$u.m.)	FVA (a 22%)	VAL (\$u.m.)	FVA (a 23%)	VAL (\$u.m.)
0	-200	1,0000	-200,00	1,0000	-200,00
1	70	0,8197	57,38	0,8130	56,91
2	70	0,6719	47,03	0,6610	46,27
3	70	0,5507	38,55	0,5374	37,62
4	70	0,4514	31,60	0,4369	30,58
5	70	0,3700	25,90	0,3552	24,86
TOTAL	150	-	0,46	-	-3,76

Por interpolação linear:

$$TIR = 22\% + [ 0,46 / ( 0,46 + 3,76 ) ]\% = 22,1\%$$

A TIR é usada tanto para se conhecer a taxa de retorno esperada para uma alternativa de investimento, como para classificar os projetos em termos de rentabilidade; quanto maior a TIR, mais interessante é o projeto, quando analisado

exclusivamente por este método, que é eficiente para a seleção de alternativas independentes. A condição mínima aceitável é que a TIR seja maior que a taxa de atratividade ou custo de capital.

No exemplo dado, ambas as alternativas apresentaram resultados que recomendam a aceitação dos projetos, considerando-se uma taxa mínima de atratividade de 10%. No caso, a alternativa A apresentou uma taxa de rentabilidade melhor que a da alternativa B.

Na análise das alternativas mutuamente excludentes, a eficiência do método fica limitada aos casos em que os resultados da TIR sejam coerentes com os resultados do VAL; ou seja, na comparação entre duas alternativas, se uma delas apresentar o maior VAL e a maior TIR, esta deve ser a escolhida. Quando os resultados forem divergentes e os horizontes diferentes, deve ser procedida a análise incremental, isto é: o cálculo da TIR referente à diferença entre os fluxos de caixa das duas alternativas analisadas.

### Vantagens e Desvantagens dos Métodos de Avaliação Econômica

Conforme abordado no início desta seção, os métodos de avaliação classificados como simples (TMR, PRI e RBC) apresentam como vantagem principal a facilidade de cálculo e como maior desvantagem o fato de não considerarem o valor do dinheiro no tempo. Dessa forma, apesar desses métodos servirem como subsídios para a tomada de decisão em projetos individuais, eles se tornam inadequados nas análises em que se faz necessária a escolha entre alternativas.

No exemplo dado neste capítulo, foram obtidos os resultados a seguir, que, embora coerentes entre as alternativas, apresentam deficiências inerentes a cada método conforme mostrado na Tabela 4.

**Tabela 4.** Resumo dos resultados obtidos para as alternativas A e B em termos de TMR, PRI e RBC.

Método	Alternativa "A"	Alternativa "B"
Taxa média de Retorno (TMR)	40%	35%
Período de Recuperação do Investimento (PRI)	2 anos e 6 meses	2 anos e 10 meses
Relação Benefício-Custo (RBC)	2,00 u.m.	1,75 u.m.

No caso do método da Taxa Média de Retorno - TMR, o retorno na fase operacional é considerado em termos médios e os investimentos na fase pré-operacional não são relacionados ao tempo decorrido na implantação do projeto. Assim, pode-se ter projetos com o mesmo investimento inicial, mas com diferenças na distribuição do retorno, gerando o mesmo resultado. Ou, ainda, projetos com o mesmo investimento inicial, aplicado em períodos de tempo diferentes, apresentando resultados semelhantes.

O método do período de recuperação do investimento - PRI é o mais simples de calcular e de mais fácil entendimento, tendo papel relevante no caso de indústrias que

apresentam frequentes mudanças tecnológicas. Tem como desvantagem, além de não considerar o valor do dinheiro no tempo, o fato de ignorar o retorno após o período de recuperação do investimento. Por esses motivos, o PRI não apresenta uma indicação de rentabilidade satisfatória. Há casos em que o projeto com menor período de recuperação é o mais rentável, mas nem sempre ocorre este comportamento. O uso isolado do PRI pode conduzir à aceitação de projetos com curto período de recuperação e baixa rentabilidade ou à rejeição de projetos com período de recuperação longo e alta rentabilidade.

O método da Relação Benefício-Custo - RBC é pouco usado e também não considera o valor do dinheiro no tempo. Apresenta como vantagem, em relação ao PRI, o fato de considerar toda a vida do empreendimento.

Os métodos baseados no fluxo de caixa descontado (VAL, RVAL, RBCD, VAE e TIR), ou seja, os que consideram o valor do dinheiro no tempo, embora superiores aos métodos simples, também não são perfeitos. Na maioria dos casos, eles são usados de forma complementar, principalmente quando se deseja escolher entre alternativas mutuamente excludentes. Esses métodos têm a vantagem de considerar em seus cálculos toda a vida do empreendimento, bem como as variações nos investimentos e retornos ao longo do tempo. Outras vantagens e desvantagens ocorrem para cada método, conforme apresentadas adiante. São indicados na Tabela 5, os resultados do exemplo apresentado neste capítulo.

**Tabela 5.** Resumo dos métodos baseados no fluxo de caixa descontado (VAL, RVAL, RBCD, VAE e TIR).

Método	Alternativa "A"	Alternativa "B"
Valor Atual Líquido (VAL)	51,63 u.m.	65,34 u.m.
Razão do Valor Atual Líquido (RVAL)	0,516	0,327
Relação Benefício-Custo Descontado (RBCD)	1,516	1,327
Valor Anual Equivalente (VAE)	11,855 u.m.	15,003 u.m.
Taxa Interna de Retorno (TIR)	28,7%	22,1%

O Valor Atual Líquido - VAL tem a vantagem de ser o método mais apropriado para a avaliação do valor econômico de um projeto e, por conseguinte, permite obter um parâmetro relevante para negociação. Seu principal problema é a necessidade de determinação prévia de uma taxa de desconto apropriada.

O método da Razão do Valor Atual Líquido - RVAL, embora também necessite da taxa de desconto pré-determinada, tem a vantagem de permitir a comparação entre alternativas de projetos com diferentes investimentos iniciais, por meio da medição do VAL por unidade monetária de investimento.

A Relação Benefício-Custo Descontado - RBCD tem as mesmas características da RBC (método simples), com a vantagem de considerar o valor do dinheiro no tempo.

O Valor Anual Equivalente - VAE tem a vantagem de permitir ajustar, uniformemente, os custos ou retornos de um projeto, ao longo de toda a vida do empreendimento. Daí o fato de ser o método mais apropriado para a comparação entre alternativas com diferentes períodos de vida útil. A exemplo do VAL, necessita de uma taxa de desconto pré-estabelecida.

A Taxa Interna de Retorno - TIR mostra-se como uma das técnicas de avaliação mais usadas pelas seguintes razões: oferece uma medida de rentabilidade em forma de percentual (preferida pelos empresários e analistas) ao invés de u.m. como ocorre no caso do VAL e do VAE; e não necessita a definição de uma taxa de desconto pré-determinada para o seu cálculo. Os pontos negativos do método são: a necessidade da TIR ser comparada a uma taxa de desconto, como também ocorre com o VAL e o VAE; a inconveniência de apresentar, em alguns casos, mais de uma TIR ou mesmo nenhuma; e a dificuldade na interpretação do sentido econômico financeiro, dando a entender que a TIR é a taxa de retorno sobre o capital investido, o que, na maioria das vezes, não é verdadeiro.

Em síntese, os métodos que utilizam o fluxo de caixa descontado permitem uma melhor avaliação sobre a atratividade do investimento por considerarem o custo de capital. No entanto, embora complementares aos métodos simples, essas técnicas não esgotam o processo de análise econômica. Nos casos de projetos de mineração que envolvem altos investimentos financeiros, se fazem necessárias as análises de sensibilidade e de risco, objetivando avaliar as incertezas e seus possíveis impactos nos projetos. Essas técnicas não serão examinadas neste capítulo, sendo apresentados apenas seus conceitos básicos.

O objetivo da análise de sensibilidade é identificar os parâmetros críticos de um projeto, que, ao sofrerem variações, poderão alterar, significativamente, sua economicidade. A análise de sensibilidade permite estimar, portanto, os efeitos nas medidas de avaliação econômica (VAL, RVAL, TIR, etc), ao se alterar, para mais ou para menos, parâmetros intrínsecos do projeto de mineração, tais como: teor do minério, custos operacionais e preço de venda do produto mineral. No momento em que são identificadas as variáveis críticas de um projeto, elas passam a ser objeto de atenção especial por parte do responsável pela decisão de sua implantação.

A análise de risco tem o objetivo de avaliar o risco associado aos resultados econômicos esperados para um determinado projeto e, conseqüentemente, a probabilidade de sucesso ou insucesso, se o projeto for implantado. Nos casos dos projetos de mineração, onde o nível de incerteza é elevado, a análise de risco é procedida mediante a incorporação da possibilidade de ocorrência de diferentes valores para cada um dos parâmetros identificados como críticos através da análise de sensibilidade.

Finalmente, os resultados obtidos com as técnicas de avaliação econômica, associados à uma apreciação dos fatores intangíveis, são os ingredientes que permitem decidir sobre a oportunidade de implantação de um determinado projeto. A não utilização das técnicas aqui abordadas torna o processo decisório fique altamente vulnerável com relação ao sucesso econômico do projeto, principalmente quando se trata de empreendimento de mineração, onde o nível de incerteza é, em geral, muito elevado.

## ESTUDO DE CASO

---

Este estudo propõe realizar a viabilidade econômica para implantação de uma unidade de beneficiamento, utilizando os resíduos de extração e beneficiamento do calcário pré-cambriano, comercialmente denominado Bege Bahia, no Município de Ourolândia, situada no Centro-Norte do Estado da Bahia, Brasil.

O método de extração e processamento de rochas ornamentais no município de Ourolândia gera quantidade significativa de resíduos que deverão ser processados e utilizados como carga na produção de compostos poliméricos na indústria nacional.

No estudo de viabilidade econômica para aproveitamento dos resíduos gerados no beneficiamento do Bege Bahia foram definidos os equipamentos principais necessários e descritos os trabalhos a serem executados, assim como o levantamento das condições econômicas e de infraestrutura de forma a serem obtidos os dados para a implantação do projeto.

Foram utilizados dispositivos econômicos de avaliação de projetos tais como Taxa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Líquido (VPL) e Tempo de Retorno do Investimento (TRI).

### **Objetivo**

O objetivo deste trabalho foi elaborar uma viabilidade econômica para a implantação de uma unidade de beneficiamento, utilizando os resíduos de extração e beneficiamento do calcário pré-cambriano, mármore travertino, (Bege Bahia), situada no interior do Estado da Bahia.

As informações e os valores serão apresentados de forma resumida devido às características do trabalho; estas foram coletadas de empresas existentes no mercado baiano e os dados concernentes à engenharia e aspectos geológicos foram extraídos de relatórios disponíveis nos órgãos como DNPM, IBGE, CETEM, CBPM, SIC-BA e Sindicatos.

Os dados referidos nesse relatório, inclusive os financeiros, referem-se a junho de 2014, esclarece-se que para um melhor entendimento e exatidão novos e mais exaustivos estudos devem ser realizados.

Portanto, as informações foram obtidas de fontes secundárias, devendo para confirmá-las, ser realizado um trabalho de campo. O principal objetivo é ter uma quantificação de valores para se realizar um empreendimento desse porte usando como matéria-prima os resíduos sólidos que vêm impactando o meio ambiente local, aproveitando o incentivo fiscal da Lei 12.375/10 que contempla a isenção para aquisição de resíduos sólidos utilizados como matéria prima.

A mesma Lei em seu Artigo 44 afirma: “A União, os Estados e Municípios, poderão instituir normas com o objetivo de conceder INCENTIVOS FISCAIS, FINANCEIROS E CREDITÍCIOS a indústrias e entidades dedicadas a reutilização, ao tratamento e a reciclagem de resíduos sólidos produzidos no território nacional”.

### **Características do Produto**

As jazidas e ocorrências do mármore Bege Bahia se distribuem entre os municípios de Ouro-lândia, Campo Formoso, Mirangaba e Umburamas, no centro-norte da Bahia. Os principais polos de extração do mármore Bege Bahia, em ordem crescente de importância são os de Curral Velho (Campo Formoso), Mirangaba e Ouro-lândia.

As reservas medidas nesses municípios somam um volume quase 7 milhões de metros cúbicos, sendo que os métodos de extração do mármore Bege Bahia variam desde manuais, sem o mínimo cuidado ambiental, a avançados. As técnicas de transformação de blocos em peças ornamentais são também variáveis.

### **Matéria Prima**

A retirada de blocos para a produção de chapas gera uma quantidade significativa de resíduos grosseiros, gerado pela quebra das peças durante o corte, utilizados como matéria-prima neste projeto e resíduos finos que aparecem na forma de lama. Esta é geralmente constituída de água, de gralha, de cal e de rocha moída, que após o processo são lançadas no meio ambiente. Após a evaporação da água, o pó resultante se espalha, contaminando o ar e os recursos hídricos, sendo, em alguns casos, canalizada diretamente para os rios e lagos, ou são acumuladas nas serrarias ou pedreiras (FARIAS, 1995).

### **Mercado Consumidor**

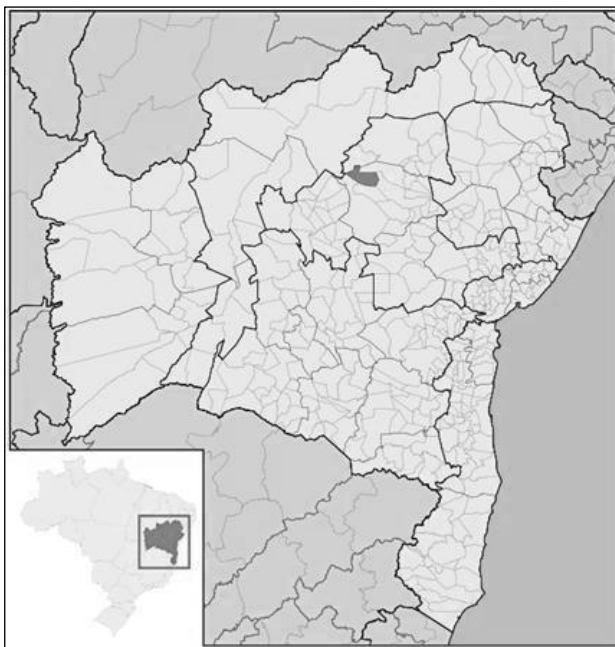
Nesse contexto, surge a indústria polimérica, que pode ser mais uma alternativa para a aplicação dos resíduos na geração de compósitos poliméricos. A adição de cargas minerais aos materiais termoplásticos tem se tornado cada vez mais frequente na indústria de polímeros. As cargas são incorporadas aos plásticos visando melhorar as propriedades térmicas, mecânicas e termomecânica, mudando a aparência superficial e as características de processamento, e em particular, reduzindo os custos da composição polimérica. O custo da carga e sua influência no preço final do compósito afeta fortemente a sua escolha.

### Logística do Empreendimento

Ênfase deve ser dada ao Município de Camaçari-BA, onde existe o Polo Petroquímico da Bahia, potencial comprador do produto a ser ofertado pelo novo empreendimento. Novos e mais detalhados estudos deverão ser elaborados para fixar a clientela do projeto que deverá ter o preço fixado como FOB usina.

### Localização e Aspectos Fisiográficos

O Município de Ouroilândia está localizado na região de planejamento do Piemonte da Diamantina do Estado da Bahia (Figura 2), limitando-se a leste com o Município de Jacobina, a sul com Várzea Nova e Morro do Chapéu, a oeste com Sento Sé e Umburanas, e a norte com Mirangaba. A área municipal é de 1.333 km<sup>2</sup>. Os limites do município podem ser observados no Mapa Sistema de Transportes do Estado da Bahia na escala 1:1.500.000 (DERBA, julho/2000). A sede municipal tem altitude de 576 metros e coordenadas geográficas 10°58'00" de altitude sul e 41°01'00" de longitude oeste.



**Figura 2.** Localização da região de Ouroilândia-BA.

Fonte: DERBA - Departamento de Infraestrutura Rodoviária da Bahia, 2000

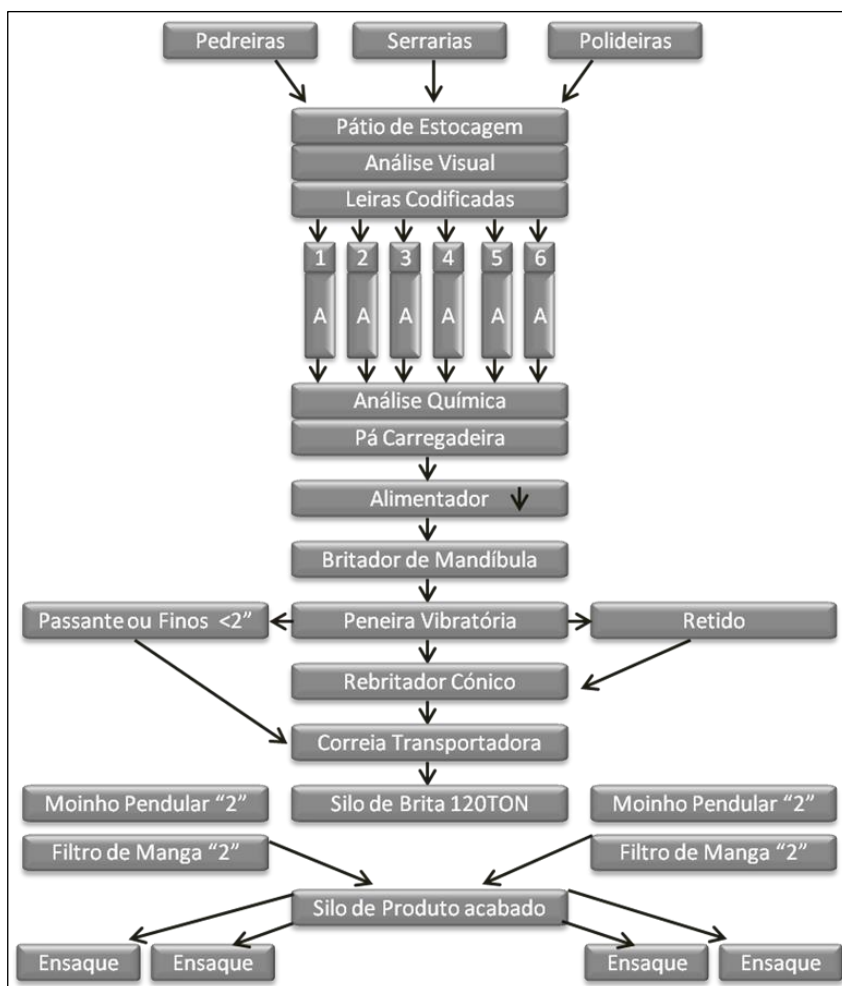
### Crítérios do Projeto

Considerou-se a vida útil do empreendimento em 20 anos, sem considerar valor residual. Serão utilizado os resíduos da extração e beneficiamento do mármore Bege Bahia, portanto sem custo de aquisição, conforme já enfatizado.

O regime de operação ou jornada de trabalho será de 22 dias por mês, perfazendo 264 dias por anos em um turno de 8 horas.

O preço de venda pretendido será de R\$30,00 por tonelada FOB usina. Entre os principais equipamentos, no presente projeto, serão usados 2 moinhos com capacidade de produção total de 100 t/h, ou seja 211.200 toneladas por ano, em 1 turno de 8h por 264 dias no ano. Considerando as perdas, quebras, acidentes ou outras anormalidades, adotou-se produção de 168.300 t/ano, o que permitirá à empresa atuar com razoável ocupação de sua capacidade instalada.

O fluxograma de produção é simplificado e tradicional em todas as fases de operação (Figura 3).



**Figura 3.** Fluxograma do projeto.



### Fontes Geradas de Matéria Prima

Visando ao aproveitamento dos resíduos sólidos, podemos definir 3 (três) fontes de abastecimento da usina de beneficiamento:

- blocos não conformes e pedras marroadas, provenientes das pedreiras;
- casqueiros provenientes das laterais nas serragens de blocos;
- cacos de chapas, originários das serrarias e de polimento.

Os resíduos são oriundos das pedreiras, serrarias e terão custo zero de aquisição; os resíduos serão tratados separadamente.

### Descrição de Processo

Os materiais acima obtidos serão transportados por caminhões caçamba até o pátio de estocagem da usina em questão, sem custo de aquisição.

#### *Britagem*

**Localização:** o setor de britagem está localizado em anexo ao pátio de estocagem.

**Cobertura:** a construção que abriga o setor de britagem apresenta duas coberturas interligadas, sendo a primeira com o piso ao nível do pátio de estocagem, destinada a abrigar matéria-prima em caso de chuva, e a segunda construída em declive, para abrigar e enclausurar todos os equipamentos do sistema de britagem.

Esta configuração evita a emissão de particulados na atmosfera e umidade na matéria-prima a ser elaborada.

#### *Moagem*

O sistema de moagem trabalhará com dois moinhos pendulares em paralelo, utilizando apenas um silo para alimentação de brita e convergindo a produção para um silo de produto acabado.

Pode-se optar por duas configurações na escolha dos equipamentos para o sistema produtivo, em função dos testes de moagem a serem realizados na Verdés, em São Paulo; complementados com análises físico-químicas da matéria-prima local, disponível, ou pela necessidade do mercado de uma granulometria mais fina.

### Geração de Emprego

Devido ao simples processo tecnológico (tradicional) a ser empregado, não se deve exigir grande especialização e treinamento a mão-de-obra direta, que será contratada na própria região.

Os operários vivem próximo da empresa, não necessitando criar acomodações especiais como uma vila operária no local.

A implantação da usina afetará positivamente a vida da população local, pela oferta de novos empregos diretos na região, incremento à renda, aumento da arrecadação de impostos e atenuação de problemas ambientais causados, atualmente, pelo descarte dos resíduos que vem impactando o meio ambiente.

### Investimentos Fixos

As máquinas, equipamentos, veículos, diversos para processo de produção e administração serão adquiridos de fornecedores nacionais, sem exigência de uma tecnologia própria para este projeto e os valores de aquisição dos bens citados são para entrega no Município de Ourolandia na futura usina de beneficiamento e foram cotados em junho de 2014, Tabela 6.

**Tabela 6.** Investimento em Máquinas e Equipamentos.

Principais Equipamentos	Valores R\$
2 Pás Carregadeiras	200.000,00
Alimentador vibratório	50.000,00
Britador de mandíbulas modelo 60x90	200.000,00
Peneira vibratória	50.000,00
Rebritador Girosférico ou mandíbulas	200.000,00
Cinta Transportadora	50.000,00
Silo de brita para moinho pendular capacidade 120 ton.	100.000,00
2 x Moinhos Verdés	2.000.000,00
Elevador de canecas da rosca para silo moinho de bolas	50.000,00
Moinho de bolas 6,00m x 1,80m	1.000.000,00
Divisor dosador de pó dos classificados	50.000,00
Elevador de canecas da sobra do divisor dosador	50.000,00
4 x Roscas transportadoras dos classificados	100.000,00
4 x Classificadores super JB	1.000.000,00

Fonte: Diversos fornecedores do mercado

### *Aquisição de Terreno*

Será necessária uma área de aproximadamente 20 mil metros quadrados, que na região custa aproximadamente R\$200.000,00. Entretanto, o terreno poderá ser doado pela Prefeitura.

### *Obras Civas*

As inversões em obras civis compreendem as instalações de produção, serviços de apoio, vias de transporte interno, galpões, paióis.

### *Fretes e Seguros*

Considerou-se 2% do valor das máquinas e equipamentos para a composição do item fretes e seguros.

### *Instalações e Montagens*

As inversões foram estimadas em aproximadamente 4,5% do valor de máquinas e equipamentos.

### *Inversões Fixas*

Considerou-se um valor fixo de R\$100.000,00 para fazer face às despesas eventuais, Tabela 7.

**Tabela 7.** Resumo das Inversões Fixas (R\$).

<b>Descrição</b>	<b>Investimento</b>
Aquisição de Terreno	200.000,00
Maquinas e Equipamentos	5.450.000,00
Obras civis (galpões, oficinas, paióis...)	200.000,00
Fretes e seguro	109.000,00
Instalações e Montagem	241.000,00
Eventuais	100.000,00
<b>TOTAL</b>	<b>6.300.000,00</b>

Fonte: Elaboração dos autores

### *Avaliação de Custos*

As informações referentes aos custos foram agrupadas em 3 setores distintos, beneficiamento (usina), comercial e administrativo. Alguns gastos, como por exemplo, a energia elétrica, foram considerados no todo em um só setor, por se considerar desnecessário seu desmembramento em diversos setores.

### *Cálculo da Receita*

Considerando-se a produção total dos moinhos de 100 t/h e o ano com 2112 horas, o que equivale a 211.200 t/a, a uma capacidade de produção de cerca de 80%, chega-se a uma produção de 168.300 t/a.

O valor médio de venda na região onde funcionará a empresa deverá ser de R\$30,00 a tonelada, FOB usina, o que proporcionará uma RECEITA BRUTA ANUAL de R\$5.049.000,00.

Deduzindo os custos dos impostos COFINS (3%) e PIS (0,65%) sobre a receita bruta, resulta numa RECEITA LIQUIDA de R\$4.864.712,00.

Os impostos sobre a Receita Bruta foram: COFINS (R\$151.470,00) + PIS (R\$32.818,00) = R\$184.288,00.

### Custos de Beneficiamento

Os salários considerados de mão de obra foram baseados em informações obtidas, indiretamente, no Sindicato dos Mineradores da Microrregião, levando-se em conta os encargos em 100% da folha de pagamentos, Tabela 8.

**Tabela 8.** Salários de mão de obra.

Descrição	Salário Mensal (R\$)	Quantidade	Custo Salário Anual (R\$)
Técnico encarregado	6.000,00	1	72.000,00
Operador de moinho	3.000,00	3	108.000,00
Operador pá carregadeira	3.000,00	3	108.000,00
Auxiliares	2.000,00	2	48.000,00
Eletricista	3.000,00	1	36.000,00
Mecânico/motorista	2.000,00	3	72.000,00
<b>TOTAL</b>	<b>19.000,00</b>	<b>13</b>	<b>444.000,00</b>

Fonte: Sindicato dos Mineradores da Microrregião. Ano 2014

Os encargos sociais e trabalhistas dos operários da usina representam 100% do total de salários a pagar, correspondendo a R\$444.000,00.

Os gastos com o pessoal da usina estão assim dimensionados: despesas com lanches e refeições em viagens, recreação, farmácia, restaurante, transporte, uniforme, equipamento de proteção individual.

Os gastos com energia elétrica estarão concentrados neste centro de custo, para facilidade de controle, pois o consumo da administração será irrelevante diante do consumo da usina.

A empresa se encaixa no grupo "A" de consumo de energia elétrica em alta tensão e estima-se um consumo de aproximadamente 300 mil kWh a um custo de R\$150.000,00 por ano. A energia será fornecida pela COELBA-Cia de Eletricidade da Bahia.

Despesas com veículos:

- taxas e licença, pneus, câmaras, lubrificantes, peças, etc, foram estimados em R\$50.000,00 por ano;
- o consumo de óleo diesel foi estimado em R\$50.000,00 por ano.

Totalizando o gasto com veículos em R\$100.000,00 por ano.

Os custos reais às despesas com depreciação, manutenção e seguros estão consolidados na Tabela 9.

**Tabela 9.** Depreciação, manutenção e seguro.

Descrição	Valor do Investimento R\$	Depreciação		Manutenção		Seguro	
		Base (anos)	Valor R\$	(%)	Valor R\$	(%)	Valor R\$
Equipamentos Usina	5.450.000,00	10	545.000,00	1,5	81.450,00	2	109.000,00
Obras	250.000,00	25	10.000,00	0,5	3.750,00	2	2.500,00

Fonte: Elaboração dos autores. Ano 2014

O total das despesas do setor beneficiamento é de R\$2.095.123,00, conforme Tabela 10.

**Tabela 10.** Resumo dos custos com o beneficiamento/usina (R\$).

Descrição	De ano 01 a 20 Valor
<b>Beneficiamento</b>	
Mão de Obra	444.000,00
Encargos (100% sal. + insalubridade)	444.000,00
Gastos com pessoal (viagens, recreação, transporte)	44.400,00
Material e insumos de consumo (óleo, lubrificante)	100.000,00
Energia elétrica	150.000,00
Despesas com veículo (licença, combustível, seguro)	100.000,00
Depreciação (irá compor o fluxo de caixa)	555.000,00
Manutenção	85.200,00
Seguro	111.500,00
<b>Subtotal</b>	<b>2.034.100,00</b>
Eventuais (3% sub-total)	61.023,00
<b>Total</b>	<b>2.095.123,00</b>
Custo variável	1.343.423,00
Custo fixo	751.700,00

Fonte: Elaboração dos autores em 2014

### Custos Administrativos

Os custos relativos com as despesas de mão de obra administrativa estão consolidados na Tabela 11. Os valores dos salários (R\$) foram obtidos junto ao Sindicato dos Mineradores de Brumado e Microrregião.

**Tabela 11.** Lista de cargos e salários administrativos.

Descrição	Salário Mensal (R\$)	Quant.	Salário Anual (R\$)
Administrador	6.000,00	1	72.000,00
Auxiliar de Tesouraria	2.000,00	1	24.000,00
Serviços Gerais	2.000,00	2	48.000,00
Escriturários	2.000,00	2	48.000,00
Almoxarife	2.000,00	2	48.000,00
Vigia	1.500,00	2	36.000,00
<b>Total</b>		<b>10</b>	<b>276.000,00</b>

Fonte: Sindicato dos Mineradores da Microrregião. Ano 2014

Os encargos com o pessoal da administração serão inferiores aos do beneficiamento por não estar inclusa a insalubridade ou periculosidade; portanto, 80% do total a serem pagos ao pessoal do escritório.

Considerou-se um dispêndio total com impostos a quantia de R\$184.288,00, sendo isento de ICMS, uma vez que todas as vendas serão realizadas dentro do Estado da Bahia, no Município de Camaçari.

Este segmento tributário deverá ser melhor discutido com as autoridades locais, visando aproveitar o benefício da Lei 12.375/2010 que trata dos resíduos sólidos.

Os gastos totais com a administração são de R\$829.025,00 conforme descrito na Tabela 12.

**Tabela 12.** Resumo dos custos com salários e despesas administrativas (R\$).

Descrição	De ano 01 a 20
<b>Administração</b>	
Mão de Obra	276.000,00
Encargos (80% sem insalubridade)	220.800,00
Honorários Diretoria (retirada R\$ 8.000x2)	192.000,00
Encargos (50% honorários)	96.000,00
Gastos com Pessoal (treinamento, recreação, transporte 5% mão de obra)	13.800,00
Gastos com escritório (2% mão de obra)	6.279,00
Subtotal	804.879,00
Outros (3% do subtotal)	24.146,00
Custo Fixo	829.025,00

Fonte: Elaboração dos autores em 2014

## Custos Comerciais

Os gastos totais com salário do pessoal comercial serão de R\$48.000,00 conforme descrito na Tabela 13. Os salários foram obtidos junto ao Sindicato dos Mineradores de Brumado e Microrregião em 2014.

**Tabela 13.** Lista de cargos e salários comerciais.

Descrição	Salário Mensal (R\$)	Quant.	Salário Anual (R\$)
Encarregado de Compras	2.000,00	1	24.000,00
Supervisor de Vendas	2.000,00	1	24.000,00
<b>Total</b>		<b>2</b>	<b>48.000,00</b>

Fonte: Elaboração dos autores em 2014

Os encargos sociais e trabalhistas foram estipulados em 80% do total a pagar, por não se considerar insalubridade ou periculosidade. Os gastos totais com os custos comerciais estão descritos na Tabela 14.

**Tabela 14.** Resumo dos custos com comerciais.

Comercial	R\$
Mão de Obra	48.000,00
Encargos (80% mão de obra)	38.400,00
Comunicação (telefone, correios, internet)	18.000,00
Comissão s/vendas (3% fat.)	151.470,00
<b>Subtotal</b>	<b>255.870,00</b>
Eventuais (3% do subtotal)	7.676,00
<b>Total</b>	<b>263.546,00</b>
Custo variável	117.146,00
Custo fixo	86.400,00

Fonte: Elaboração dos autores em 2014

## Consolidação dos Custos

O custo total operacional (OPEX), que é a soma dos custos relativos à usina de beneficiamento, administração e comercial está consolidado na Tabela 15.

**Tabela 15.** Consolidação dos custos.

Custos	R\$
Usina de Beneficiamento	2.095.123,00
Administrativo	829.025,00
Comercial	263.546,00
<b>Total</b>	<b>3.187.694,00</b>

Fonte: Elaboração dos autores em 2014

## Capital de Giro

O capital de giro necessário foi calculado tendo por base aplicada à realidade de uma empresa de mineração de pequeno porte com todas vendas realizadas à vista, com capital próprio, conforme apresentado a seguir.

Necessidades ou Ativo Circulante

CAIXA MINIMO - CM: Valor necessário para custear 10 dias de produção:

$$CM = \text{Custo total}/264 \times 10 = 3.187.694/264 \times 10 = R\$120.745,00.$$

ESTOQUES

MATERIAIS DE CONSUMO

MC. Itens de consumo (insumos, reagentes, lubrificantes, etc) necessários para atendimento a 15 dias de produção.

$$MC = \text{PCDP} \times 15 / 264 \quad MC = 100.000 \times 0,48 \times 15 / 264 = R\$2.727,00$$

Onde PCDP = Percentual do Custo Direto da Produção

PRODUTOS FINAIS

Estoques correspondente a 2% da produção anual.

$$PF = PT \times 0,02 \times 30$$

$$168.300 \times 0,02 = 3.366 \times 30 = R\$100.980,00$$

PEÇAS E MATERIAIS DE REPOSIÇÃO:

2% do valor das inversões em máquinas e equipamentos.

$$PMR = \text{Maq e Equip} \times 0,02$$

$$PMR = 5.450.000 \times 0,02 = R\$109.000,00$$

### Recursos ou Passivo Circulante

CONTAS A PAGAR - CP: Prazo de 15 dias para pagar as despesas do custo de produção;

$$CP = (CT - \text{Depr.}) \times 15 / 264$$

$$CP = (3.187.694 - 555.000) \times 15 / 264 = R\$149.584,00$$

IMPOSTOS A PAGAR - IP: Prazo médio de 30 dias para pagar os impostos incidentes sobre a receita

$$IP = \text{Impostos s/ receita} \times 30 / 264$$

$$IP = 184.288 \times 30 / 264 = R\$20.941,00$$



Considerando todos os itens comentados anteriormente, estimou-se a necessidade de R\$503.900,00 de capital de giro, conforme explicitado a seguir:

Investimento Fixo	R\$6.300.000,00
Capital de Giro	R\$503.977,00
Investimento Total	R\$6.803.977,00

### **Síntese do Fluxo de Caixa**

Os dados de entradas e saídas do fluxo de caixa (descritos anteriormente), após calculados para cada ano, representam valores que só serão efetivados no decorrer da vida útil do empreendimento. Dessa forma, a avaliação econômica dos resultados alcançados deverá levar em consideração essa realidade, mediante a utilização do conceito de valor do dinheiro no tempo. O fluxo de caixa projetado para um período de 20 anos está sintetizado na Tabela 16.



## Considerações Finais

A partir dos resultados obtidos o projeto, mostra-se viável para um valor pretendido de venda do produto a R\$30,00 por tonelada, preço FOB na usina de beneficiamento. Existem algumas restrições quanto à demanda, que precisa ser melhor estudada, uma vez que os mercados detectados, Polo Petroquímico de Camaçari e Região Metropolitana de Belo Horizonte localizam-se a 416 km e 1.369 km, respectivamente. Essas grandes distâncias, apesar do produto ser vendido FOB usina, poderão influenciar sobremaneira na sua colocação. As estratégias de logística deverão ser definidas com os potenciais compradores em função da distância até o empreendimento em Ourolândia, no Estado da Bahia, sendo frete fator preponderante.

Taxa de Desconto: Considerou-se, para o cálculo do Valor Presente, que o empreendimento seja estruturado com 100% de capital próprio a um custo de 12% ao ano.

Os principais parâmetros a partir do fluxo de caixa, com taxa de atratividade de 12% são:

TIR- Taxa Interna de Retorno : 12%

Payback - Tempo de Retorno do Capital: 7,37 ano

VPL - Valor Presente Líquido: R\$334.966,78

Acrescente-se que os cálculos efetuados foram feitos considerando-se a operação da usina a uma capacidade de 168.300 toneladas por ano, em um único turno de produção. A capacidade instalada da usina pode atingir em caso de necessidade o volume total de produção de 211.200 toneladas por ano em um turno. No projeto executivo deverão também ser aproveitada a lama, resíduo das serrarias que pode ser diretamente ensacada, eliminando-se a etapa de britagem.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

---

ABIROCHAS, Associação Brasileira de Rochas Ornamentais. Disponível em <http://abirochas.com.br>. Acesso em 10 maio 2014.

ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO 1999-2012. Disponível em <http://dnpm.gov.br>. Acesso em 10 maio 2014.

AZEVEDO, J.C.A. de et al.; Catálogo de Rochas Ornamentais da Bahia; Superintendência de Geologia e Recursos Minerais; Salvador, Bahia. 148 p., 1994.

BUARQUE, Cristovam. Avaliação Econômica de Projetos: Uma apresentação didática. São Paulo: Campus, 266 p., 1984.

CALAES G.D. Metodologia de Avaliação Econômica. Manual de Agregados para a Construção Civil. Rio de Janeiro, Cetem/CNPq, 2009.

CALAES G.D. Análise Econômica da Produção de Agregados. Rio de Janeiro, Cetem/CNPq, 2009.

CALAES, G.D.O. Planejamento Estratégico do Desenvolvimento Mineral e Competitivo. Tese de Doutorado. Departamento de Geologia do Instituto de Geociências da UFRJ, Rio de Janeiro, 2005.

CHAVES, A.P. Teoria do Tratamento de Minérios. São Paulo, Signus, 2006.

CARUSO, L.G. et al. Métodos de Beneficiamento de Rochas Ornamentais. Apostila IPT do Curso de Tecnologia de Rochas de Rocha Ornamental para revestimento de Edificações. São Paulo. 40 p., 1993.

CARUSO, F.G.; TAIOLI, F.; FARJALLAT, J.E.S. Os Mármore e Granitos Brasileiros, seu uso e suas Característica Tecnológicas. Revista Rochas de Qualidade, São Paulo, p. 11-22.

CARANASSIOS, A. Perspectivas de Inovação Tecnológica em Pedreiras de Rochas Ornamentais. Revista Rochas de Qualidade, São Paulo, n. 116, p. 62-72, 1994.

CASTRO, M.C.G. de. Tese de Mestrado: Projeto para Mineração de Pequeno e Médio Porte: elementos para elaboração de estudo de viabilidade econômica; UNICAMP, maio de 1997.

COMPANHIA BAHIANA DE PESQUISA MINERAL- CBPM. Disponível em <http://www.cbpm.com.br>. Acesso em 25 junho 2014.

DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURA RODOVIARIA DA BAHIA, julho de 2000.

FERREIRA G.E.; ANDRADE J.G. Avaliação Econômica de Projetos de Mineração. Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1998.

FRASCÁ, M.H.B. e FRAZÃO, E.B. Proposta de Especificação Tecnológica para Agregados Graudos. Revista Areia & Brita, n. 19, p. 28-33, 2002.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em [HTTP://www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acesso em 15 maio 2014.

SINDICATO DOS MINERADORES DE BRUMADO – Disponível em: [www.sindimine.or.br/](http://www.sindimine.or.br/). Acesso em 09 agosto 2015.

SOUZA, L.R.; RIBEIRO, R.C.C. e CARRISSO, R.C.C., Aplicação de Rejeitos Oriundos do Corte de Mármore como Carga na Indústria Polimérica. In: XVI Jornada de Iniciação Científica do CETEM. Rio de Janeiro, 2008.

SUMÁRIO MINERAL BRASILEIRO 1999 – 2014 Disponível em [www.dnpm.gov.br](http://www.dnpm.gov.br). Acesso em 23 abril 2014.

VALLE, C.E. Implantação de Indústrias. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1975.

VARGAS H.F. Cominuição. Tratamento de Minérios, Rio de Janeiro, : CETEM/CNPQ, cap. 4, 1998.

VIDAL, F.W.H. Estudos dos Elementos Abrasivos de Fios Diamantados para a Lavra de Granitos do Ceará. Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – USP, 1999.

VIDAL, F.W.H. A Indústria de R. O. no Ceará. São Paulo. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da USP; Departamento de Engenharia de Minas. 178 p., 1995.