

1. Introdução

Diante da questão económica recursos escassos versus necessidades cada vez mais crescentes no consumo de commodities minerais e, considerando as características singulares da indústria da mineração, é imperativo o estudo de avaliação económica para a implantação de empreendimentos mineiros.

Normalmente, o desenvolvimento de um projecto mineiro exige, somas elevadas de capital. Deste modo, para a análise de uma alternativa de investimento, considerando um ambiente de incertezas, técnicas apropriadas devem ser utilizadas para a mensuração do valor de um activo mineral, bem como a medida da eficiência do uso do capital.

A indústria da mineração representa um sector de suprimento de bens de primordial importância para o desenvolvimento da sociedade actual. Daí, a necessidade de buscar novas jazidas minerais. Isso exige a realização de estudos exploratórios confiáveis. Assim, com base em dados fidedignos obtidos, comprovando a existência de uma reserva que permita o aproveitamento dos bens minerais de valor económico, vários elementos que compõem um fluxo de caixa são reunidos, a fim de determinar os parâmetros económicos ou indicadores de rentabilidade de empreendimentos de mineração.

O presente trabalho aborda aspecto referente a avaliação económica de projectos de mineração com a finalidade de auxiliar os investidores através de critérios económicos, na escolha da melhor opção de investimento. Através desta avaliação é possível determinar a rentabilidade do projecto e assim, realizar investimentos mais lucrativos, com retorno num curto espaço de tempo e com grandes perspectivas de crescimento.

Para isso é necessário aplicar algumas técnicas de avaliação económica, cujo objectivo é o de indicar os parâmetros de viabilidade e económicos do projecto. Esses parâmetros são analisados com base na montagem de um fluxo de caixa, que deve ser representativo de todo o projecto e deve abranger toda a vida do mesmo. Os resultados deste fluxo de caixa serão determinantes da decisão de investir ou não no projecto.

2. Problema: Dificuldade em realizar um estudo de avaliação económica de projecto de mineração.

3.Objectivo

3.1Objectivo geral

Apontar as directrizes fundamentais para o estudo de avaliação económica de projectos de mineração.

3.2 Objectivos específicos

- ✓ Realizar um estudo bibliográfico sobre avaliação económica de projecto de mineração;
- ✓ Elaborar um projecto fictício com base ao estudo bibliográfico realizado;
- ✓ Avaliar os resultados obtidos mediante os indicadores de rentabilidade.

4. Justificativa

No mundo de hoje praticamente todas as empresas operam em um mercado muito volátil e até mesmo imprevisível, o qual é impactado por inúmeros factores como: as flutuações cambiais, globalização dos mercados, inovações tecnológicas etc. Por essa razão, os investidores tornam-se mais cautelosos na hora de tomar decisões e buscam nas teorias de administração financeira formas de minimizar os riscos envolvidos nos projectos de investimento.

Através da realização da avaliação económica do projecto é possível identificar as variáveis que poderão gerar maiores probabilidades de risco para o investimento identificando *a priori* os proveitos que se deseja alcançar, para posteriormente compará-los aos investimentos e custos a ele associados. Para transformar em mina um depósito mineral recentemente descoberto, justifica-se a realização de estudos para avaliar o seu valor e a sua viabilidade económica, e demonstrar que a sua lavra será economicamente atractiva.

5. Metodologia Científica

Este trabalho envolveu uma pesquisa bibliográfica. Os dados ou informações foram objecto de uma ampla busca; em seguida, os textos foram colectados, organizados, analisados, interpretados e acrescentados ao trabalho.

A metodologia bibliográfica refere-se à busca de informações suficientes para o desenvolvimento do trabalho. As etapas de colecta, organização, análise e interpretação estão vinculadas à descrição das informações relativas aos temas percorridos.

Pesquisas podem ser agrupadas em dois tipos de procedimentos: documentação indirecta e documentação directa. Portanto, neste trabalho adoptou-se a técnica de documentação indirecta, através da pesquisa bibliográfica de todos os assuntos percorridos.

Usa-se de igual modo a metodologia do fluxo de caixa uma ferramenta que regista as movimentações financeiras do projecto com finalidade de avaliar a rentabilidade do mesmo.

CAPITULO I – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 Recursos minerais

A expressão ‘**Recurso Mineral**’ é dada a mineralizações identificadas e estimadas através de pesquisas e amostragens, na qual Reservas de Minério podem ser definidas pela consideração e aplicação de factores técnicos, económicos, direitos minerais, assuntos legais, meio ambiente, sociais e governamentais.

Em outras palavras, um recurso mineral não é um inventário de todas as mineralizações sondadas ou amostradas, sem atenção a teores de corte, condições de todas as mineralizações continuidade. É um inventário realista de mineralizações que, sob condições técnicas e económicas presumíveis e justificáveis, podem, total ou parcialmente, tornarem-se economicamente viáveis, na categoria de recursos minerais temos os seguintes:

- ✓ Recurso mineral inferido;
- ✓ Recurso mineral indicado;
- ✓ Recurso mineral medido.

1.1.1 Recurso Mineral Inferido

Um **Recurso Mineral Inferido** é aquela parte do Recurso Mineral para a qual a tonelagem, teor e conteúdo mineral podem ser estimados com baixo grau de confiabilidade. É inferido a partir de evidência geológica presumida sua interpretação é baseada em informações colectadas através de técnicas apropriadas, tais como afloramentos, trincheiras, poços, escavações e furos de sonda, os quais podem ser poucos ou de incerta confiabilidade. Um Recurso Mineral Inferido tem um nível de confiabilidade inferior ao do Recurso Mineral Indicado.

1.1.2 Recurso Mineral Indicado

Um Recurso Mineral Indicado é aquela parte de um recurso mineral em que a forma do corpo, sua tonelagem, as densidades, as características físicas, o teor e o conteúdo mineral podem ser estimados com razoável grau de precisão. Baseia-se em resultados de exploração mineral, amostragem e análises, obtidos com técnicas

apropriadas em locais como afloramentos, trincheiras, poços, escavações e furos de sonda. Esses locais situam-se em grandes distâncias ou a espaçamentos insatisfatórios, inadequados para a confirmação da continuidade geológica e ou de teor, mas suficientemente próximos para admitir a continuidade da mineralização. Um Recurso Mineral Indicado tem um nível de confiabilidade mais baixo comparado ao Recurso Mineral Medido, mas um nível de confiabilidade superior à aquele aplicado ao Recurso Mineral Inferido.

1.1.3 Recurso Mineral Medido

Um Recurso Mineral Medido é aquela porção de um recurso mineral para o qual a tonelagem, densidades, formato, características físicas, teor e conteúdo mineral podem ser estimados com alto grau de precisão. Baseia-se em resultados de exploração mineral, amostragem e análises detalhadas e confiáveis, executada com técnicas apropriadas em locais como afloramentos, trincheiras, poços, escavações e furos de sonda. A mineralização pode ser classificada como um Recurso Mineral Medido quando a natureza, qualidade, quantidade e distribuição de dados são tais que não deixam qualquer dúvida, na opinião da Pessoa Competente que esteja determinando o Recurso Mineral, que a tonelagem e o teor da mineralização podem ser estimados com bastante precisão e que qualquer variação da estimativa não afectaria significativamente a viabilidade económica em potencial. Esta categoria exige um elevado grau de confiabilidade na compreensão da geologia e nos controlos do depósito de minério. A confiança na estimativa é suficiente para permitir a aplicação apropriada de parâmetros técnicos e económicos e para que seja realizada a avaliação de viabilidade económica

1.2 Reservas de minério

Uma **Reserva de Minério** é a parte economicamente lavrável de um Recurso Mineral Medido ou Indicado. Inclui materiais diluídos no minério e descontos para perdas que poderão ocorrer quando o minério for lavrado. Avaliações, que podem incluir estudos de viabilidade, já foram realizadas, tendo considerado a influência e as modificações causadas pela lavra, metalurgia, comercialização, direito mineral, assuntos legais, meio ambiente e factores sociais e governamentais. Estas avaliações demonstram que, na data de emissão do relatório, a extracção pode ser razoavelmente justificada.

Reserva de mineiro são aquelas partes dos Recursos Minerais que, após a aplicação de todos os factores de lavra, resultam em uma estimativa de tonelagem e teor que, na opinião da Pessoa ou Pessoas Competentes fazendo a estimativa, pode ser a base de um projecto viável, pois leva em consideração todos os factores relevantes de ordem metalúrgica, económica, comercialização, direito mineral, assuntos legais, meio ambiente, e factores sociais e governamentais.

As Reservas de Minério são subdivididas, em ordem crescente de confiabilidade em:

- ✓ Reservas de minério prováveis;
- ✓ Reserva de minério provadas.

1.2.1 Reserva de Minério Provável

Uma Reserva de Minério Provável é a parte economicamente lavrável de um Recurso Mineral Indicado e, em algumas circunstâncias, de um Recurso Mineral Medido. Inclui materiais diluídos no minério e descontos para perdas que poderão ocorrer quando o minério for lavrado. Avaliações, que podem incluir estudos de viabilidade, já foram realizadas, tendo considerado a influência e as modificações causadas pela lavra, metalurgia, comercialização, direito mineral, assuntos legais, meio ambiente e factores sociais e governamentais. Estas avaliações demonstram que, na data de emissão do relatório, a extracção pode ser razoavelmente justificada.

Uma Reserva de Minério Provável tem um nível de confiabilidade mais baixo que a Reserva de Minério Provada.

1.2.2 Reserva de Minério Provada

Uma **Reserva de Minério Provada** é a parte economicamente lavrável de um Recurso Mineral Medido. Inclui materiais diluídos no minério e descontos para perdas que poderão ocorrer quando o minério for lavrado. Avaliações que podem incluir estudos de viabilidade, já foram realizadas, tendo considerado a influência e as modificações causadas pela lavra, metalurgia, comercialização, direito mineral, assuntos legais, meio ambiente e factores sociais e governamentais. Estas avaliações demonstram que, na data de emissão do relatório, a extracção pode ser razoavelmente justificada.

Existe uma certa relação entre resultados de exploração mineral, Recurso mineral e Reserva de Mineiro conforme a figura (1) indicado abaixo.

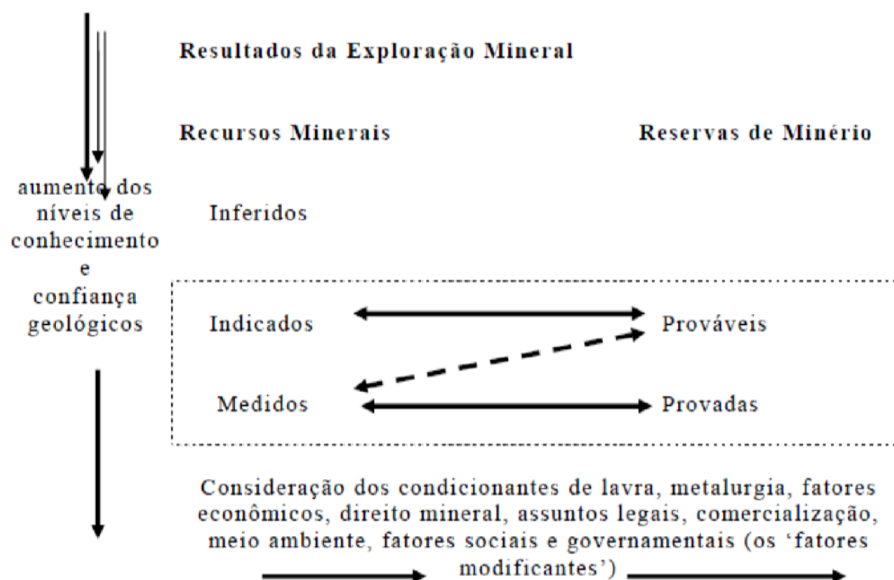


Figura 1: Relação geral entre resultados de exploração, recursos minerais e reservas de minério.

Fonte: traduzida do código Jorc (The JORC code, 2004 Edition).

1.3 Fases da mineração

A mineração envolve procedimentos que vão desde a procura e descoberta de ocorrências minerais com possível interesse económico, até o reconhecimento do seu tamanho, forma e valor económico.

As fases de prospecção e pesquisa mineral poderão revelar dados promissores para a futura lavra, se demonstrarem a existência de reservas económicas capazes de suportar um empreendimento de natureza industrial.

A mineração engloba ainda o transporte, o processamento e a concentração dos minérios e toda a infra-estrutura necessária a estas operações, dando lugar aos processos da metalurgia e da indústria transformadora.

A mineração compreende diversas fases que estão interligadas entre si e são descritas a seguir:

1.3.1 Prospeção e pesquisa mineral.

A Prospeção e Pesquisa Mineral se iniciam com a procura do bem mineral, visando definir áreas com indícios de ocorrência mineral. É seguida pelo estudo mais profundo da ocorrência mineral descoberta, visando qualificar e quantificar as reservas minerais existentes, bem como definir o seu valor económico. Pode-se conceituar prospecção mineral como sendo a arte ou ciência de rastrear, localizar e avaliar ocorrências minerais. Os trabalhos preparatórios para uma prospecção mineral começam com estudos de mapas topográficos e geológicos, e com a pesquisa bibliográfica aproveitando publicações e relatórios disponíveis, a figura (2) do presente trabalho representa a sondagem do poço para a realização de trabalho de prospecção.

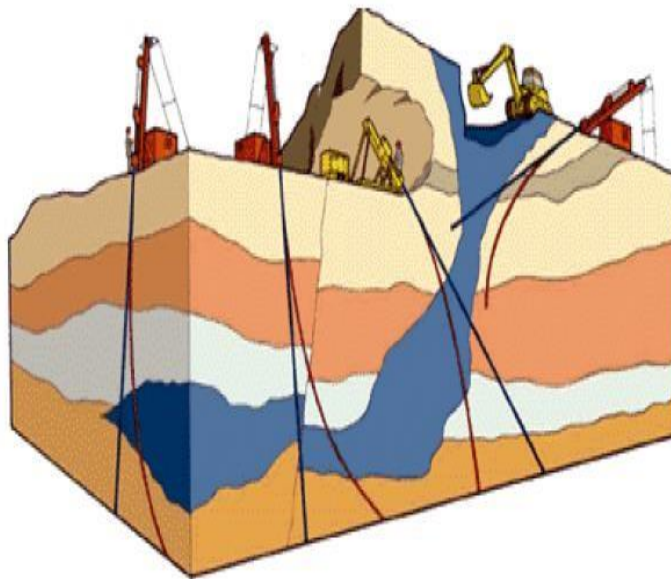


Figura 2: Sondagem de poço para prospecção mineral

Fonte: Ricardo Dutra, Actividade e Responsabilidade da mineração (2016)

De notar que a condição básica para o sucesso do projecto é o conhecimento profundo da geologia regional e local, das condições estruturais, além da estratigrafia e a petrografia.

1.3.2 Pesquisa mineral

Entende-se por pesquisa mineral a execução dos trabalhos necessários à definição da jazida, sua avaliação e a determinação da exequibilidade do seu aproveitamento económico. A pesquisa mineral compreende, entre outros, trabalhos de campo e de

laboratório, tais como levantamentos geológicos pormenorizados da área a pesquisar, em escala conveniente, estudos dos afloramentos e suas correlações, levantamentos geofísicos e geoquímicos de detalhe, abertura de escavações visitáveis e execução de sondagens no corpo mineral, amostragens sistemáticas, análises físicas e químicas das amostras e dos testemunhos de sondagem, ensaios exploratórios de beneficiamento dos minérios ou das substâncias minerais úteis, para obtenção de concentrados de acordo com as especificações do mercado ou aproveitamento industrial.

A definição da jazida resultará da coordenação, correlação e interpretação dos dados colhidos nos trabalhos executados e conduzirá a uma medida das reservas e dos teores.

A exequibilidade do aproveitamento económico resultará da análise preliminar dos custos de produção, dos fretes e do mercado. Os principais métodos de pesquisa mineral utilizados são os seguintes:

- ✓ Escavações directas (poços, trincheiras e galerias);
- ✓ Sondagens (trado, percussiva, rotativa e rotopercussiva);
- ✓ Amostragem (canal, testemunhos de sondagem e pó de perfuratriz);
- ✓ Análises físicas e químicas;
- ✓ Tratamento de dados (softwares especiais);
- ✓ Relatórios técnicos;
- ✓ Avaliação económica.

1.3.3 Lavra de jazidas.

Entende-se por lavra o conjunto de operações coordenadas objectivando o aproveitamento industrial de uma jazida, a começar da extracção das substâncias minerais úteis que contiver até o seu beneficiamento.

A lavra de Jazida é a fase onde começa o aproveitamento económico e industrial da jazida. Pode ser desenvolvida a céu aberto ou em subsolo, envolvendo basicamente as seguintes operações unitárias:

- ✓ Perfuração;
- ✓ Desmonte;

- ✓ Carregamento e Transporte.

Os trabalhos de lavra se dividem basicamente em duas fases: o desenvolvimento e a lavra propriamente dita.

A extracção das substâncias úteis de uma jazida não deve ser iniciada imediatamente nos locais onde a mesma aflora. A eventual adopção de tal prática, denominada “extrativismo mineral”, pode comprometer de forma irreversível o aproveitamento económico de todo jazigo.

Deve-se proceder a uma preparação do local, dentro de um determinado planeamento, envolvendo uma série de operações e actividades denominada de desenvolvimento.

Trata-se de uma fase que envolve investimentos significativos e que, por segurança, deve ser iniciada somente após a certeza de posse da jazida. Seu planeamento está intimamente ligado ao tipo de jazigo e ao método de lavra a ser adoptado.

No desenvolvimento das jazidas de médio e grande porte, se faz necessário efectuar sua divisão em módulos de menor porte, compatíveis com a geologia e morfologia do corpo de minério, visando o planeamento racional e sistemático das futuras operações de lavra. Compreendem também a implantação de vias de acesso e obras de infra-estrutura para suprimento dos insumos necessários (água, energia, ar comprimido, etc...).

A lavra de uma jazida mineral pode ser realizada por trabalhos a céu aberto, subterrâneos ou por uma combinação dos mesmos. A opção depende de um factor denominado relação de mineração limite, isto é, relação estéril / minério limite. Trata-se de um número adimensional que expressa uma relação entre massas ou volumes. Esta relação é um dos valores fundamentais para o planeamento de lavra.

1.3.4 Beneficiamento de minérios.

O Beneficiamento de Minérios abrange a transformação física do minério bruto em produtos minerais (concentrados) com especificações técnicas bem definidas e compatíveis com as exigências do mercado consumidor.

A tecnologia mineral constitui o único arsenal de informações e metodologias ao qual se pode recorrer para promover o fortalecimento da indústria de mineração, principalmente as de pequeno e médio porte, visando sua sobrevivência e crescimento num mercado globalizado altamente competitivo.

O beneficiamento de minérios pode ser conceituado basicamente como sendo a ciência que transforma “pedras” em matérias-primas para suprir os mais diversos ramos industriais. Na realidade, compreende um universo amplo e multidisciplinar, envolvendo diversos campos de engenharia e da ciência propriamente dita. Hoje em dia, poucos minérios brutos são passíveis de utilização directa como produto final. Na maioria dos casos necessitam de um determinado beneficiamento, utilizando essencialmente processos físicos, sem alterar a estrutura química dos minerais presentes. Os materiais assim obtidos são usualmente denominados concentrados.

1.3.5 Recuperação ambiental

A mineração, independente do tipo ou característica do depósito mineral, causa diversas mudanças no meio ambiente.

A lavra subterrânea torna a área pouco afectada superficialmente, ao contrário da lavra a céu aberto que, pela maior movimentação de materiais, impacta de maneira acentuada a superfície com significativas mudanças na topografia e estabilidade da paisagem, além da remoção e disposição de rocha estéril com as aberturas de cavas. A recuperação e reabilitação de áreas mineradas têm como objectivo primordial:

- ✓ Protecção da saúde e segurança da comunidade;
- ✓ Minimizar ou eliminar o impacto ambiental;
- ✓ Permitir, no local, um uso produtivo similar ao original ou uma alternativa aceitável.

1.4 Projectos de mineração

Os projectos de mineração são limitados à existência de uma jazida, e é essa particularidade que os torna diferentes dos outros projectos industriais. A tradução desta particularidade em números que possam ser interpretados por profissionais capacitados constitui a sua avaliação económica.

Projectos de mineração são essencialmente projectos de investimento, os quais, de acordo com a análise financeira, devem ser avaliados economicamente com a preocupação principal de aumentar o valor da empresa. Neste sentido, a avaliação económica de jazidas minerais e de empresas de mineração visa a determinação de parâmetros quantitativos que indicarão a sua viabilidade económica e ajudarão na tomada de decisão de investir para, assim, permitir um melhor aproveitamento dos depósitos minerais disponíveis e a maximização do capital das empresas.

Segundo Silva (2009), nesta avaliação são considerados diversos aspectos técnicos (como método de lavra e de beneficiamento), económicos (análise de mercado, dinâmica da indústria, preço do minério), financeiros (fontes de financiamento), intangíveis (instabilidade de política e/ou económica, sócios-ambientais), entre outros.

Este capítulo apresenta as bases teóricas necessárias para a avaliação económica de um projecto de investimento mineiro, tais como os conceitos relacionados ao fluxo de caixa e do dinheiro no tempo, cálculos financeiros envolvidos na avaliação económica etc. Também se descreve a classificação das alternativas de investimentos, os critérios de decisão do investidor e os métodos de avaliação económica de investimentos. Finalmente apresentam-se os conceitos de análise de sensibilidade, em que consiste, sua aplicação e importância na análise financeira dos projectos de mineração.

1.5 Projecto de investimento

Woiler e Mathias (2008) definem o *projecto* como um conjunto de informações internas e/ ou externas à empresa, colectadas e processadas com o objectivo de se analisar e, eventualmente, se implantar uma decisão de investimento.

Para a empresa, o investimento é definido por Souza e Clemente (2004) como um desembolso feito visando gerar um fluxo de benefícios futuros, usualmente superior a um ano. Ainda segundo estes autores, a decisão de investir certo capital é parte integrante de um processo que envolve a geração e avaliação das diversas alternativas que atendam às especificações técnicas dos investimentos.

O projecto de investimento pode ser definido como aquele cujos valores iniciais do fluxo de caixa são negativos e os seguintes são positivos. Para que possam ser avaliados economicamente, os projectos de investimento são classificados em:

- a. **Projectos Mutuamente Excludentes:** são aqueles em que a escolha de uma alternativa de investimento elimina as demais;
- b. **Projectos Independentes:** quando a selecção de uma alternativa de investimento não afecta a escolha das outras;
- c. **Projectos Condicionados:** são aqueles cuja aceitação condiciona a aceitação das outras alternativas.

A análise de investimentos pode ser definida como um conjunto de técnicas que possibilitam comparar o resultado de uma decisão de investir, relativa a diferentes alternativas. A decisão de investir em determinada alternativa pode apresentar as seguintes características:

Os investimentos são parcialmente ou completamente irreversíveis, ou seja, se o investidor muda de ideia no meio do projecto, ele não conseguirá recuperar na totalidade o investimento inicial aplicado;

O retorno dos investimentos envolve incertezas quanto a recuperação total ou parcial dos montantes aplicados;

Existe flexibilidade na hora de fazer o investimento, e isso permite ao investidor adiar as suas intenções até que sejam dissipadas todas as incertezas.

Num projecto de mineração os investimentos não são realizados todos de uma vez, geralmente acontecem em fases diferentes.

A figura (03) apresenta o gráfico com as principais fases de investimento num projecto de mineração e a percentagem de gastos em cada fase.

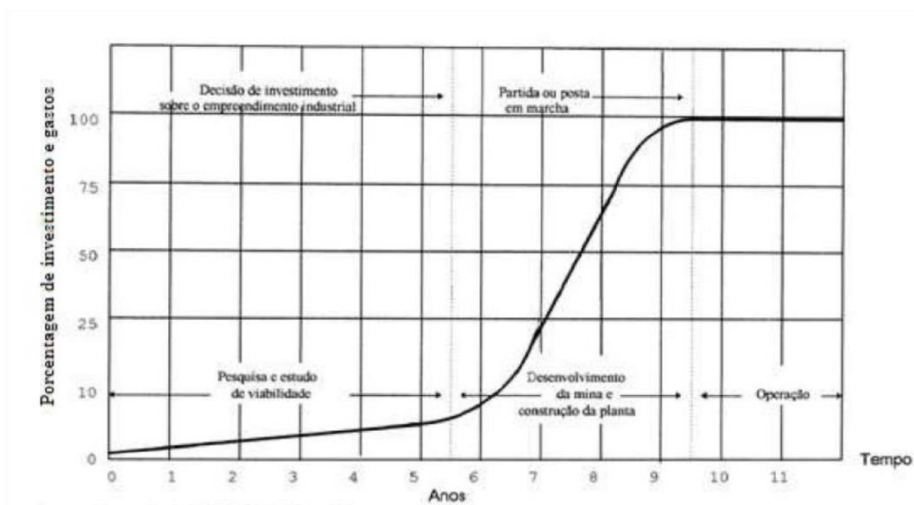


Figura 03: Fases de investimento num projecto de mineração.

Fonte: Castro (1997).

1.6 Custo de Oportunidade

O conceito de custo de oportunidade é fundamental na avaliação económica de qualquer projecto e relaciona-se directamente como princípio de escassez de recursos. No mundo de hoje os recursos existentes não são suficientes para satisfazer todas as nossas necessidades, por isso, quando se opta por usar certo recurso para satisfazer determinada necessidade, perde-se a oportunidade de usa-lo para outra necessidade.

Em termos de investimento, o custo de oportunidade pode ser interpretado como o custo associado a escolha de não se investir, diante de uma óptima oportunidade de rendimento. Este conceito deve ser levado em consideração na determinação do custo de capital.

1.7 Custo de Capital

O custo de capital pode ser definido como a taxa de retorno que uma empresa espera obter sobre os seus investimentos, para satisfazer a taxa de rentabilidade exigida pelos investidores. Tem grande importância para as empresas e seus accionistas, auxiliando-os na toma da de decisão dos investimentos, onde se busca sempre obter a melhor aplicação dos recursos financeiros, com vista na maximização das suas riquezas.

Todo o investimento ou uso de capital deve passar por uma análise de viabilidade, com vista na avaliação das alternativas disponíveis perante o custo de capital. Projectos de investimento que permitem retornos superiores ao custo de capital da empresa

aumentam o valor desta (e vice-versa), visto que o mesmo tem grande influência sobre os resultados operacionais da empresa que, subsequentemente, afectam a sua lucratividade.

Quando, para atender as suas necessidades de capital, a empresa se vê obrigada a encontrar fontes de recursos financeiros, neste caso o custo de capital vai representar uma média ponderada entre os custos de todos os elementos de financiamento utilizados pela empresa. Este custo é denominado *Custo Médio Ponderado de Capital* (*Weighted Average Cost of Capital–WACC*).

1.8 Taxa Mínima de Atractividade (TMA)

A taxa mínima de atractividade pode ser definida como uma taxa de juros que representa a rentabilidade mínima que um investidor se propõe a ganhar quando investe o seu capital em determinado empreendimento. Cada investidor estabelece a sua própria TMA, e quanto maior for o seu valor, mais exigente ele é em relação aos lucros que pretende obter.

Também conhecida como a taxa de desconto que determina o valor do dinheiro no tempo, ela é usada para calcular valores futuros e actualizar valores passados. Na avaliação económica de projectos, ela é aplicada nos seus fluxos de caixa para calcular o valor equivalente de cada fluxo em uma mesma data.

1.9 Valor do dinheiro no tempo

O valor do dinheiro no tempo é o conceito que se refere ao facto que um dólar hoje vale mais que um dólar recebido daqui a um ano, e isso pode ser devido a três razões: o dinheiro pode ser investido hoje e render juros que aumentarão o montante inicial, a inflação pode mudar o poder de compra do dinheiro com o tempo, e, finalmente, os rendimentos que se espera obter no futuro são incertos.

Por essas e por outras razões os investidores só se dispõem a aplicar determinado capital, se o retorno no futuro for bastante atractivo e compensar o tempo de espera pelo recebimento do montante. O custo de optar por ganhar amanhã em vez de hoje, por um investimento realizado é o que os economistas chamam de custo de oportunidade.

Essa compensação pela espera do retorno é medida pela taxa de desconto ou taxa mínima de atractividade, que é a taxa de juros que calcula o valor do dinheiro no tempo. Supondo uma taxa de desconto fixa, o montante a ser recebido no futuro será tanto maior, quanto maior for o seu período de recuperação.

1.10 Métodos de avaliação económica de projectos

Os projectos de investimento envolvem entradas e saídas futuras de dinheiro do caixa da empresa. Por essa razão, a aplicação dos métodos de avaliação económica é feita com base nas projecções de um fluxo de caixa, considerando o valor do dinheiro no tempo.

1.11 Fluxo de caixa de um projecto

O fluxo de caixa (FC) é a ferramenta que permite identificar a capacidade de um empreendimento produzir rendimentos suficientes para suportar as suas responsabilidades e obrigações financeiras, e gerar lucros. Essa ferramenta financeira possibilita um melhor planeamento dos recursos financeiros disponíveis, e representa a diferença entre as entradas e saídas de caixa, associadas a um projecto de investimento ou empreendimento, durante um determinado período de tempo.

Barboza (2005) aponta os conceitos de valor de dinheiro no tempo e fluxo de caixa, como essenciais nas técnicas de avaliação económica de projectos.

Segundo esse autor, a projecção do *Fluxo de Caixa Descontado* (FCD) mostra todas as entradas e saídas de caixa em determinado período de tempo, normalmente anual.

Segundo Pessoa(2006), o método do FCD fundamenta-se no princípio do valor actual ou do conceito de valor do dinheiro no tempo, que calcula o valor de qualquer activo através do valor dos seus futuros fluxos de caixa, descontados pelo custo de oportunidade no tempo.

O método do FDC é uma excelente ferramenta de avaliação de projectos de investimento, que permite prever a agregação de valor de um projecto ao longo do tempo e os riscos a ele associados, para garantir a eficiência na tomada de decisões.

Os resultados económicos de um projecto de mineração são avaliados através das projecções do seu FC, que representará o conjunto de fluxos que abrangem toda a vida útil do empreendimento. Este fluxo de caixa é chamado FC Líquido Anual que é dado pela equação seguinte (Souza, 1995):

FC líquido anual = Entradas anuais de caixa – Saídas anuais de caixa

Onde:

Entradas Anuais de Caixa = receitas operacionais, recuperação do capital de giro, entrada de recursos de terceiros, receita pela venda do bem mineral etc.

Saídas Anuais de Caixa = investimento fixo, injeção do capital de giro, aquisição de direitos minerários, despesas com reposição e reforma de equipamentos, pagamentos de impostos, juros e amortização de financiamentos etc.

De um modo geral, os elementos que compõem os fluxos de caixa de projectos de mineração são os apresentados na figura 04.

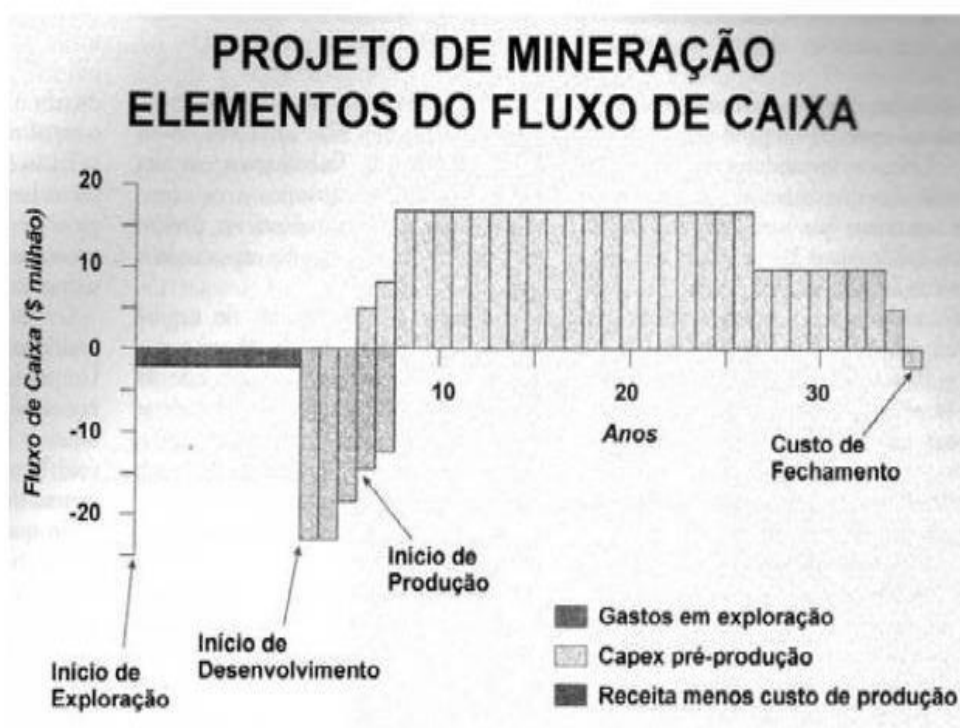


Figura 04: Elementos do fluxo de caixa de um projecto de mineração

Fonte: Filho (2000)

Na figura (04) a recta horizontal representa uma escala de tempo (anos) que progride da esquerda para a direita. A recta vertical representa as entradas ou recebimentos de dinheiro (valores positivos), e as saídas ou aplicação de dinheiro (valores negativos).

Geralmente os períodos iniciais do projecto são negativos porque é uma fase com grande investimento para a implantação do projecto e não há produção, logo, não entram rendimentos. O capital inicial dispendido, normalmente é desembolsado a cada ano.

Tabela 1: Fluxo de caixa de um projecto de exploração mineral

Nº	Formulas
(1)	Investimento fixo: $(1.1) + (1.2) + (1.3) + (1.4)$
(1.1)	Investimento fixo inicial (equipamentos e serviços)
(1.2)	Reposição e reforma de equipamentos
(1.3)	Direitos mineiro e outros direitos
(1.4)	Despesas de “Posta em marcha” ou Startup
(2)	Capital de giro (injecção inicial e recuperação final)
(3)	Investimento total: $(1) + (2)$
(4)	Receita operacional líquida
(5)	Receita não operacional (valor residual ou do salvado)
(6)	Receita total: $(4) + (5)$
(7)	Custos operacionais
(8)	Lucro antes do imposto de renda IR: $(6) - (7)$
(I) FC do Projecto Antes do IR $(3) + (8)$	
(9)	Encargos de capital: $(9.1) + (9.2) + (9.3)$
(9.1)	Depreciação
(9.2)	Amortização fiscal
(9.3)	Exaustão
(10)	Lucro tributável $(8) - (9)$
(11)	Imposto de renda IR (alíquota) x (10)
(12)	Lucro após IR: $(8) - (11)$ ou $(10) - (11) + (9)$
FC do projecto após IR: $(I) - (11)$ ou $(3) + (12)$	

Fonte: Filho (2000)

1.12 Parâmetros económicos usados na avaliação de projectos

Os parâmetros económicos necessários na montagem do fluxo de caixa do projecto de mineração são também de extrema importância na sua avaliação económica, e são descritos a seguir.

a) Vida útil da mina

A vida útil da mina é definida por Souza (1995), como o tempo (em anos) que um projecto deve se manter em operação, e durante ou até ao final do qual os capitais investidos devem ser recuperados, para garantir a atractividade da empresa em relação as outras oportunidades de investimento.

b) Investimentos de Capital (CAPEX = Capital Expenditure)

Segundo Silva (2009), basicamente os primeiros anos de um projecto mineral são de investimento, para preparar as condições necessárias ao início da produção do bem mineral. É nessa altura que se aplicam os investimentos iniciais que compreendem as despesas com a pesquisa ou aquisição da jazida, construção de infra-estrutura etc., bem como o capital de giro necessário para cobrir os custos inerentes ao início das actividades produtivas.

Os investimentos envolvidos num projecto de mineração são geralmente os seguintes:

a) Investimentos iniciais

- ✓ Despesas com a pesquisa mineral ou de aquisição da jazida;
- ✓ Compra de equipamentos de lavra, beneficiamento e oficinas, e sua instalação;
- ✓ Construção de infra-estruturas, tais como escritórios, residências, oficinas, escolas, hospitais, vias de acesso, captação de energia e água etc.;
- ✓ Despesas com estudos técnicos e económicos e com os projectos de engenharia;
- ✓ Despesas pré-operacionais relativas ao treinamento de mão-de-obra, início de produção (fase de testes dos produtos) etc.;
- ✓ Desenvolvimento da mina.

b) Capital de giro

O capital de giro constitui uma reserva de recursos financeiros que serão utilizados de acordo com as necessidades diárias de uma empresa ao longo do tempo. Geralmente estes recursos ficam distribuídos pelos estoques, contas a receber, na conta bancária ou caixa. Deve ser cuidadosamente estimado e para isso é necessário estabelecer as políticas de venda a adoptar, os volumes dos estoques na mina e/ou usina, e os valores necessários em caixa para se equilibrar as contas de curto prazo (*Baudson,2008*).

Nos fluxos de caixa dos projectos o capital de giro é aplicado nos anos iniciais de produção e recuperado no fim da sua vida útil.

c)Receitas anuais

Baudson (2008) define as receitas de um empreendimento como as entradas de caixa resultantes da venda dos produtos gerados pelo investimento.

Nos processos de avaliação de empreendimentos de mineração, as receitas anuais são determinadas através da multiplicação da quantidade de minério ou concentrado produzido, pelo seu preço futuro de comercialização.

De acordo com Silva (2009), a quantidade de material produzido é dependente da escala anual de extracção e da recuperação no beneficiamento, e o preço de comercialização do produto é estimado com base numa cotação média anual, previamente verificada, e estabelecida a partir de rectas ou curvas de tendência.

Grande parte dos minerais é comercializada em bolsas de valores, como o caso do níquel, cobre e alumínio, e por isso são denominados commodities. A principal bolsa de comercialização de minerais existe desde 1877 e é a *London Metal Exchange* (LME).

Nem todos os minerais são cotados em bolsa de valores, como é o caso do carvão e do minério de ferro, cujos preços são estabelecidos com base em contratos de médio e longo prazo entre o produtor e o comprador.

d) Custos envolvidos no projecto

Segundo Silva (2009), todos os custos de correntes da produção são considerados custos operacionais, também chamados de OPEX (Operational Expenditure). Estes custos correspondem as saídas de caixa envolvidas no processo produtivo e devem ser minuciosamente estimados, e detalhados em termos de serviços (extracção, beneficiamento, transporte etc.) e nos seus principais componentes: material, pessoal, energia eléctrica, serviços terceirizados, reposição de equipamentos, impostos e taxas etc.

Os custos são usualmente classificados em: Custos variáveis, aqueles que dependem directamente do volume de produção; Custos fixos, aqueles que não são influenciados pelo volume de produção.

e) Encargos de capital

Os encargos de capital são definidos por Souza (1995), como despesas não monetárias que não exigem desembolsos de caixa, isto é, são descontadas da receita operacional (ou lucro antes do imposto de renda) para obtenção da renda tributável, sobre a qual incide aquele imposto. Por outras palavras, são despesas assumidas para reduzir a carga tributária incidente sobre as actividades produtivas durante a lavra.

Na distribuição dos fluxos de caixa, esses encargos não são considerados como despesas normais, por isso não devem ser incluídos nos custos operacionais. Eles são representados pela exaustão, depreciação e amortização.

Exaustão mineral, de acordo com Paione (1998), é o encargo financeiro aplicado na aquisição de recursos minerais, ou seja, pode ser incluída, em cada período de avaliação do imposto de renda, como custo ou despesa, o montante correspondente à diminuição do valor dos recursos minerais, resultante da sua lavra.

Segundo Souza (1995), a exaustão tem a função económica de recuperar o capital investido na aquisição ou obtenção do direito monetário devido a redução das reservas durante a lavra.

Silva (2009) apresenta a seguinte expressão para o cálculo da exaustão anual (E_a):

$$E_a = \frac{V_a}{P_t} \times P_i$$

Onde:

Va= valor gasto na obtenção ou aquisição de direitos de lavra;

P_i= Produção do minério no ano i;

P_t= produção total (reservas recuperáveis).

Depreciação: é definida como a perda de valor que resulta do desgaste de um bem material, devido ao efeito do tempo. Pode incorrer de causas técnicas, motivadas exclusivamente pelo uso (depreciação funcional) ou pelo decorrer do tempo independentemente da utilização (depreciação física). Também pode ocorrer devido a causas económicas, derivadas de inovações tecnológicas, que da em desuso, disposições legais etc.

A depreciação anual física é determinada tendo em conta os valores de aquisição e residual do activo. A depreciação fiscal é calculada pelo método linear, sem ter em conta o valor residual do activo. Este método é mais simples e consiste na aplicação de taxas constantes durante o tempo de vida útil do activo.

Amortização: o seu conceito é semelhante ao da depreciação, mas existe uma diferença, a depreciação incide sobre o valor dos bens corpóreos ou físicos, e a amortização sobre o valor dos bens incorpóreos (direitos). Em termos económicos a amortização é definida como a diminuição de valor do direito de vida à sua extinção gradual com o passar do tempo.

A cota anual de amortização é determinada através do custo de aquisição e do tempo de existência (anos) ou uso do direito.

f) Tributos (impostos, contribuições fiscais etc.)

Os tributos associados às actividades de mineração são estabelecidos de acordo com a legislação minerária vigente em cada país. De acordo com Souza (1995), existem dois grupos de tributos que afectam os projectos de exploração mineral: os directos, que recaem sobre o lucro, e os indirectos que recaem sobre a receita operacional bruta (faturamento).

Para efeitos de cálculo do royalty, o valor dos minerais produzidos será determinado em função do preço médio das vendas realizadas anteriormente ou será fixado em função da média das cotações internacionais. Segundo o código Angolano de 23 de Setembro de 2011 no seu artigo 257º As taxas de royalty são as seguintes:

Pedras e metais preciosos 5%;

Pedras semi-preciosas – 4%;

Minerais metálicos – 3%;

Outros recursos minerais – 2%.

O tributo que afecta o lucro é representado pelo Imposto de Rendimento pela actividade mineira, cuja taxa cobrada é de 40%.

a) **Condições de financiamento do projecto**

Referem-se aos recursos financeiros adquiridos através de instituições financeiras, para alavancar o projecto e dar início as actividades produtivas.

1.12 Principais métodos de avaliação económica

Para avaliar economicamente um projecto de mineração são aplicadas técnicas específicas, através das quais se determinam os parâmetros de viabilidade e economicidade, como objectivo comum de auxiliar os investidores na tomada de decisão de investir ou não no projecto.

Essas técnicas são complementares entre si e são utilizadas para transformar os dados estimados de um projecto em indicadores económicos. Mas para determinar os indicadores de rentabilidade é necessário considerar uma taxa de juros, que é a Taxa Mínima de Atractividade (TMA). Essa taxa representa o mínimo que o projecto pode alcançar para que seja economicamente viável e é também a taxa utilizada para descontar o fluxo de caixa do projecto.

Geralmente, as técnicas mais aplicadas na avaliação de projectos de mineração baseiam-se nos princípios dos seguintes métodos: *Valor Actual Líquido (VAL)*, *Índice do Valor Actual (IVA)*, *Custo Anual Equivalente (CAE)*, *Taxa Interna de Retorno (TIR)*, e *Período de Retorno (PR)*.

1.12.1 Valor Presente Líquido (VPL) ou Valor Actual Líquido (VAL)

O Valor Actual Líquido (VAL), como o próprio nome indica, é definido como a soma algébrica de todas as entradas e saídas de caixa (pagamentos e recebimentos), cujos valores são actualizados pela taxa de desconto ou TMA da empresa.

De acordo com Ferreira e Andrade (2004), este método consiste na conversão dos fluxos de caixa de uma alternativa de investimento, em um valor equivalente na data zero.

Silva (2009), define o VAL de um fluxo de caixa como a diferença entre o valor presente das quantias futuras envolvidas e o investimento inicial. Segundo este autor, calcula-se o valor actual do fluxo de caixa usando a TMA, se o resultado for positivo significa o investimento é atractivo, já que as quantias futuras, descontadas àquela taxa, superam o investimento necessário. No caso de um resultado negativo, significa que os investimentos são superiores aos ganhos que se irão obter, logo o investimento não é atractivo.

Pode-se dizer em outras palavras que o Valor Actual das quantias futuras de um fluxo de caixa, corresponde ao valor máximo que o investidor se dispõe a investir para obter tais quantias.

Segundo Pessoa (2006), o VAL é uma técnica do Método do Fluxo de Caixa Descontado (FCD), considerado o mais adequado para a avaliação de investimentos de capital. Ferreira e Andrade (2004) afirmam que os métodos que se baseiam no FCD consideram de forma combinada, o fluxo de caixa e o valor do dinheiro no tempo. Isso permite a avaliação de projectos ou alternativas de investimento na mesma data (presente ou futura) ou num mesmo período de tempo.

O valor actual líquido é determinado através da seguinte expressão (Silva, 2009):

$$VAL = \sum_{n=1}^n \frac{FC_n}{(1+i)^n}$$

Onde:

i= taxa mínima de atractividade;

FC_n= Fluxo de caixa no ano n;

VAL= soma dos valores actuais das entradas e saídas de caixa do projecto.

A avaliação de um projecto de investimento através deste método é feita com base no seguinte critério de aceitação:

VAL>0, o projecto é atractivo;

VAL<0, o projecto não é atractivo.

VAL=0, significa que é indiferente aceitar ou não o projecto de investimento.

1.12.2 Índice do Valor Actual (IVA)

O Índice do Valor Actual (IVA), também conhecido como índice de rentabilidade ou relação custo benefício, é um indicador de rentabilidade semelhante ao VAL, que pode ser definido como quociente entre o valor actual dos fluxos de caixa futuros de um investimento e o valor actual dos investimentos iniciais, ambos descontados à determinada taxa.

O IVA é um indicador de rentabilidade adimensional que, segundo Souza e Clemente (2004), mede quanto se espera ganhar por unidade de capital investido, isto é, a eficiência ou lucratividade do projecto. Ainda de acordo com esses autores, o IVA pode ser calculado pela fórmula seguinte:

$$IVA = \frac{\text{valor actual do fluxo de beneficios ou entrada a taxa } i}{\text{valor actual do fluxo de investimento à taxa } i}$$

Silva (2009), afirma que o IVA pode ser obtido através do quociente entre o valor actual de uma oportunidade económica e o valor absoluto dos fluxos de caixa descontados negativos, como apresentado na expressão seguinte:

$$IVA = \frac{\sum_{x=1}^n \frac{FC_x}{(1+i)^x}}{\sum_{x=1}^p \frac{FC_x}{(1+i)^x}}$$

Onde:

p= é o período de investimento.

Um projecto é ou não aceito pela avaliação deste indicador com base no seguinte critério:

IVA>1: o projecto é atractivo porque indica um VAL>0;

IVA <1: o projecto não é atractivo porque o seu VAL é negativo;

IVA=1: apresenta um VAL=0; em princípio este valor considera o projecto atractivo, pois remunera o accionista em sua taxa de atractividade.

1.12.3 Valor Anual Equivalente (VAE)

O Valor Anual Equivalente (VAE) é o método que sucede ao VAL, e que consiste na transformação dos valores dos fluxos de caixa anuais em uma série uniforme equivalente, relativa a vida útil do projecto.

De acordo com Ferreira e Andrade (2004), o VAE pode ser obtido de duas formas, ambas com a aplicação de uma taxa de desconto, a TMA do investidor que é a mesma usada no VAL. A primeira forma é calculando as séries de valores equivalentes de cada fluxo de caixa anual, resultando do somatório de cada ano uma série uniforme que corresponde ao VAE. A segunda forma, que é a mais simplificada e prática, consiste no cálculo do VAE a partir do VAL, aplicando o Factor de Recuperação de Capital (FRC).

Esses autores apresentam a seguinte expressão para o cálculo do VAE:

$$VAE = VAL \times FRC_{(i,n)}$$

Onde:

$$FRC_{(i,n)} = \frac{i}{1 - (1 + i)^{-n}}$$

Para analisar um projecto de investimento através desta técnica de avaliação, é aplicado o seguinte critério de aceitação: $VAE > 0$ – o projecto é atractivo;

$VAE < 0$ – o projecto não é atractivo;

$VAE = 0$ – é indiferente aceitar ou não o projecto.

Dentre as alternativas consideradas atractivas, deve-se dar preferência àquelas que apresentar em o maior VAE.

1.12.4 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Souza (1995) define a TIR como a taxa de desconto que iguala a soma do valor actual das entradas líquidas de caixa ao valor actual das saídas líquidas de caixa, ou seja, representa a taxa que, aplicada ao fluxo de caixa de um projecto, anula o VAL.

Enquanto os métodos do VAL, VAE e IVA necessitam da aplicação de uma taxa de desconto pré-definida nos seus cálculos, a TIR, pelo contrário, determina a taxa de retorno do investimento.

Souza e Clemente (2004), definem a TIR como a taxa i que torna verdadeira a expressão seguinte:

$$VAL = \sum_{j=0}^n \frac{[FC_j]}{(1 + i)^j} = 0$$

Ferreira e Andrade (2004) afirmam que a TIR pode ser usada tanto para determinar a taxa de retorno de uma alternativa de investimento, quanto para avaliar os projectos em termos de rentabilidade. A condição mínima aceitável nessa avaliação é que a TIR deve ser maior ou igual a taxa de atractividade.

Os critérios adoptados para classificar os projectos, com base na aplicação desse método são apresentados a seguir e estão representados na figura 05:

- $TIR > i$ – o projeto é atrativo;
- $TIR < i$ – o projeto não é atrativo
- $VAL > 0 \Rightarrow i < TIR$
- $VAL = 0 \Rightarrow i = TIR$
- $VAL < 0 \Rightarrow i > TIR$

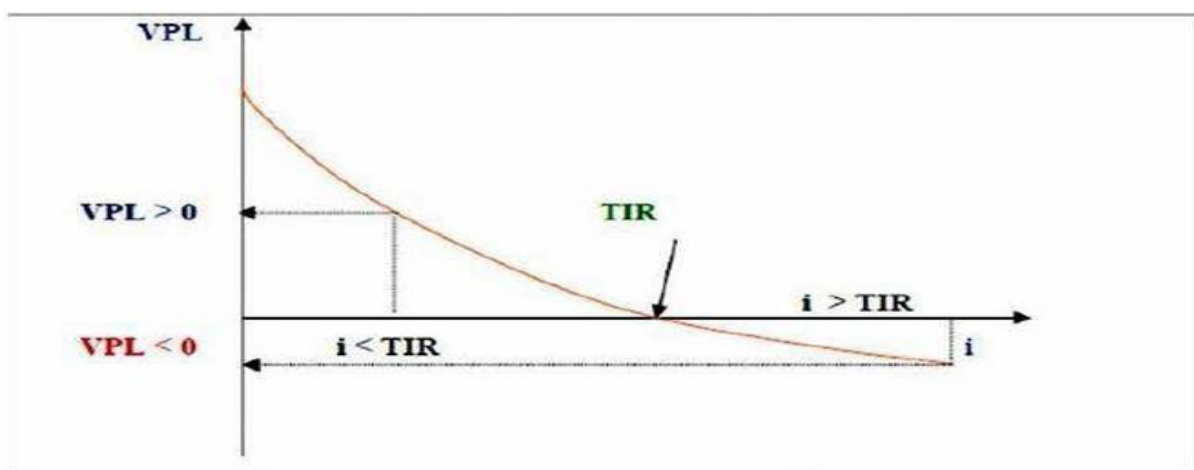


Figura 05: Representação gráfica dos critérios de aceitação da TIR
Fonte: Silva 2009

Ao analisar um projecto exclusivamente pelo método da TIR, o qual é mais eficiente na escolha de alternativas independentes, o mesmo será mais atractivo quanto maior for o valor da TIR.

1.12.5 Período de Retorno (PR)

O Período de Retorno, também conhecido como Período de *Pay back* ou de Recuperação do Investimento, como o próprio nome indica, é o tempo que se demora a recuperar os investimentos realizados.

Segundo Silva (2009), o PR é um bom indicador económico, mas apresenta muitas limitações quando aplicado isoladamente nas análises económicas de projectos, como por exemplo, não permite avaliar a rentabilidade de um investimento, e nem tem em consideração o valor do dinheiro no tempo nos fluxos de caixa. Essas limitações fazem Souza (1995) afirmar que na prática o PR não é considerado um método de avaliação, e sim um parâmetro estratégico de investimento para as empresas.

Ao analisar os resultados deste indicado, um projecto é considerado viável ou rentável, quanto menor for o tempo de retorno dos investimentos. Mas essa análise deve ser muito cuidada porque, um projecto com menor PR, não garante maior rentabilidade sobre outro com PR maior.

O período de retorno pode ser simples ou descontado. O período de retorno simples, de acordo com Baudson (2008), pode ser determinado somando os valores dos fluxos de caixa negativos com os valores dos fluxos de caixa positivos, até essa soma resultarem zero.

Silva (2009), apresenta a seguinte expressão para o cálculo do período de retorno, a qual é aplicado no caso de projectos que apresentam fluxo de caixa igual até o fim da vida útil:

$$PR = \frac{\text{Quantia inicialmente Investida}}{\text{Fluxo de caixa uniforme anual}}$$

1.13 Risco e incerteza

Nos projectos de investimento os valores dos principais elementos dos fluxos de caixa são determinados com base em previsões de acontecimentos económicos futuros,

os quais envolvem incertezas. Essas ocorrem porque não se consegue saber exactamente quando e com que intensidade aqueles eventos económicos ocorrerão.

Qualquer processo de decisão envolve riscos porque, além de ser impossível prever o futuro, também não se consegue obter todas as informações relevantes. Woilere Mathias (2008) afirmam que existe risco quando se conhecem as variações que poderão ocorrer no futuro e suas respectivas probabilidades de ocorrência.

Esses autores consideram duas fontes principais de risco: as *fontes endógenas*, relativas aos factores internos do projecto (custo de produção, investimento, custos administrativos etc.), e as *fontes exógenas*, sobre as quais não se tem controlo (mudanças tecnológicas, condições económicas, militares e políticas do país, situação económica do sector etc.).

Para Souza e Clemente (2004), a diferença entre risco e incerteza está associada ao nível de conhecimento do futuro. O termo *incerteza* usa-se quando se possui tão escassa informação, a qual não permite saber que eventos poderão ocorrer, ou conhecê-los mas não pode atribuir-lhes probabilidades de ocorrência. O termo *risco* é usado quando se tem informação suficiente para prever os possíveis eventos e conferir-lhes probabilidades.

Ainda de acordo com esses autores, as técnicas conhecidas para analisar risco e incerteza são:

- ✓ Análise de Sensibilidade;
- ✓ Geração Analítica da Distribuição de Probabilidade do Valor Presente Líquido;
- ✓ Geração Numérica da Distribuição de Probabilidade do Valor Presente Líquido do Projecto.

Esse trabalho vai se concentrar apenas na análise de sensibilidade, que será descrita a seguir.

1.13 Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade é uma técnica de análise do risco, cujo objectivo é determinar o grau de alteração dos resultados económicos de determinado investimento

(VAL, TIR, IVA etc.), quando se provocam variações nos valores dos elementos mais importantes os fluxos de caixa do projecto, tais como preços de venda, custos operacionais, reserva, investimento inicial, teor etc.

Essa metodologia permite delinear diferentes cenários na análise de viabilidade de um projecto, que serão essenciais na identificação dos elementos mais sensíveis às oscilações e com maior tendência a gerar riscos para o investimento.

Silva (2009) classifica as análises de sensibilidade em unidimensionais e multidimensionais, dependendo do número de variáveis que sofrem oscilações ao mesmo tempo.

As análises unidimensionais consistem em provocar alterações arbitrárias (-20%, -10%, 10%, 20%), em cada um dos elementos importantes do projecto e analisar as mudanças sofridas pelo indicador económico escolhido. Neste tipo de análise oscila-se um elemento ou variável de cada vez, mantendo os restantes constantes, sendo a sensibilidade de cada um deles, medida pela relação entre as percentagens de mudança do indicador económico e das variáveis investigadas.

As análises multidimensionais consistem em submeter dois ou mais elementos do fluxo de caixa de um projecto a variações simultâneas, para posteriormente se analisar o seu efeito sob o indicador económico escolhido.

CAPITULO II – ELABORAÇÃO DE UM PROJECTO MINÉRIO FICTÍCIO PARA APLICAÇÃO PRÁTICA DE AVALIAÇÃO ECONÓMICA.

Tendo sido elaborado todas as questões teóricas por meio de bibliografia pesquisada, no presente capítulo vai se realizar um estudo de um caso fictício para mostrar as directrizes a seguir para avaliação económica de projecto de mineração. Um projecto fictício é um projecto simulado que tem como objectivo explicar como seria na prática algo apenas idealizado.

Foi escolhido um projecto fictício devido ao facto de que se pretende explicar de forma mais clara como analisar a alternativa de investimento de um projecto de mineração mediante a avaliação económica dos indicadores de rentabilidade e a análise de sensibilidade pela técnica do fluxo de caixa.

Tratando-se de projecto mineiro, óbvio que há necessidade de se ter dados geológicos para a sua devida realização, para o efeito, os dados geológicos deste projecto cujo é denominado projecto **BC-MINE** são equivalente aos dados de um projecto mineiro existente denominado projecto **Cassinga do Norte** que é um projecto minério de ferro eluvionar localizado na província da Huíla. O projecto **BC-MINE** iguala-se ao projecto **Cassinga do Norte** no que diz respeito as questões geológicas porém diferenciam-se em questões de investimentos e preço de venda do mineral.

Assim sendo, o real objectivo do projecto fictício **BC-MINE** está em verificar por meio de avaliação económica dos indicadores de rentabilidade se o projecto fictício traria resultados económicos satisfatórios para quem tomasse a decisão de investir nele.

Os passos a seguir para a realização deste estudo são os seguintes:

1. Recolher todos os dados ou informações geológica do projecto (reserva, teor do depósito, tipo de minério a ser explorado, recuperação, vida útil da mina etc);
2. Definir o valor do investimento total para o projecto;
3. Definir os centros de custos do projecto;
4. Determinar as grandezas económicas do projecto (valor do depósito, reserva recuperável, teores recuperáveis, receita anual, etc);
5. Projectar o fluxo de caixa;
6. Determinar os indicadores de rentabilidade do projecto (VAL, TIR, IVA E PR);
7. Fazer uma análise sobre os indicadores de rentabilidade com base nos resultados.

As informações geológicas do projecto **Cassinga do Norte** cujo são também usado no projecto fictício BC-MINE são as seguintes:

- **Reserva provada:** 20,3 milhões de toneladas;
- **Reserva provável:** 12,3 milhões de toneladas;
- **Reserva possível:** 8,6 milhões de toneladas;
- **Teor do depósito:** 45,56%Fe;
- **Tipo de minério a ser explorado:** Minério de ferro.

- **Tipos de produto:** (50%) de concentrados “pebble”, na classe granulométrica de 20 – 5mm e com teores mínimos de 61,5%Fe e (50%) de concentrados finos, na classe granulométrica de 5 – 0,5 mm e com teores mínimos de 62% Fe.
- **Recuperação da lavra:** estimada a 90%
- **Diluição:** estimada a 5%
- **Recuperação do metal durante a concentração do minério:** 85% apresentado no concentrado um teor mínimo de 62% de ferro.

Com os dados obtidos pode ser calculado o Ritmo óptimo de produção (capacidade produtiva) e o tempo de vida útil da mina tal como apresentados abaixo.

Para o cálculo do Ritmo óptimo de produção ou a capacidade produtiva é usado a fórmula de Tylor:

$$P(Mt/ano) = 0,15 \times R^{0,75} \times (1 \pm 0,2)$$

O tempo de vida útil, é calculado tendo os dados da reserva (20.300.00 ton) provada e o ritmo de produção

$$P(Mt/ano) = 0,15 \times (20.300.000)^{0,75} \times (1 \pm 0,2)$$

$$P(Mt/ano) = 1,9Mt/ano$$

$$Vu = \frac{R}{P} = \frac{20,3Mt}{1,9Mt/ano}$$

$$Vu = 11 \text{ anos}$$

3.1 Investimento de capital (CAPEX) no projecto BC-MINE

Tabela(2): Distribuição dos investimentos do projecto BC-MINE

Área de investimento	US\$ milhões
Trabalhos preparatórios e formação profissional	30,324
Equipamentos (Equipamentos mineiro, usina, laboratórios, transporte, etc	90,526
Infra-estrutura	65,170
Investimento fixo total	186,020
Capital de giro	9,791

3.2 Definição do OPEX

Os custos totais do projecto é definido pelas diferentes áreas de produção tal como se apresenta na tabela abaixo:

Tabela (3): Distribuição dos custos totais do projecto BC-MINE

Área de custo	US\$ / tonelada de Run of Mine (ROM)
Custo de Mineração e Carregamento	3,934
Custo de transporte de ROM e Estéreis	3,397
Custo de Controlo das Operações de Lavra	1,436
Custo total de concentração	7,70
Custos ambientais	US\$ Milhões
Construção (pilha de estéril, bacia de rejeitados)	3,593
Recuperação ambiental	5,705
Manutenção e Monitorização	3,703

3.3 Encargos de capitais

Depreciação

De acordo ao código mineiro da Republica de Angola de 23 de Setembro de 2011 no seu artigo 249º constituem custos ou perdas do exercício, até ao limite das taxas anuais indicadas, os seguintes encargos de reintegração e amortização do activo imobilizado:

- Equipamentos mineiros fixos 20%
- Equipamentos mineiros móveis 25%
- Ferramentas e utensílios de ligação 33,3%
- Equipamento de acampamento e escritório 20%
- Outros móveis 20%
- Bens incorpóreos 25%

Nota: Para o efeito de cálculos, a taxa de depreciação é quantificada em 23,88%, referente ao valor médio das percentagens acima referidas.

O imposto inerente as actividades mineira são os seguintes:

- ✓ Taxa de imposto de rendimento da indústria mineira: 25% (de acordo ao código mineiro da República de Angola de 23 de Setembro de 2011 no seu artigo 245º).
- ✓ Taxa do royalty para minerais metálicos: 5% do valor do minério vendido (de acordo ao código mineiro da Republica de Angola de 23 de Setembro de 2011 no seu artigo 257º).
- ✓ Para o efeito de cálculo assume-se para o preço de venda dos concentrados que serão produzidos no valor de US\$ 125/tonelada.
- ✓ O projecto prevê uma taxa de atractividade de 12% a.a

3.4 Cálculo das grandezas económicas do projecto

Aqui serão montados as grandezas económicas necessária para a montagem do fluxo de caixa do projecto BC-Mine as quais serão necessárias para se fazer uma avaliação económica.

a) Valor bruto do depósito

Determina-se através do produto entre a reserva, o teor médio do minério in situ e o preço estimado para a venda do minério.

Valor bruto do depósito = reserva mineral x teor in situ x preço estimado

Valor bruto do depósito = 20.300.000 x 0,4556 x 125

Valor bruto do depósito = US\$ 1.156.085.000

b) Reserva recuperável

Indica quanto da reserva mineral existente poderá ser efectivamente recuperado pode-se obter este valor através da reserva mineral

Reserva recuperável = Reserva mineral x %recuperação da lavra

Reserva recuperável = 20.300.000 x 0,9 = 18.270.000 t

Diluição da reserva = reserva recuperável x % diluição = 18.270.000 x 0,05

Diluição da reserva = 913.500t

Reserva recuperável total = reserva recuperável + diluição da reserva

Reserva recuperável total = 18.270.000 + 913.500

Reserva recuperável total = 19.183.500t

c) Teores recuperáveis

O teor recuperável de minério representa o teor real do minério extraído, e é obtido pela expressão:

$$\text{Teor recuperável} = \frac{\text{Reserva recuperável} \times \text{teor in situ}}{\text{Reserva recuperável total}} \times 100\%$$

$$\text{Teor recuperável} = \frac{18.270.000 \times 0,4556}{19.183.500} \times 100\%$$

$$\text{Teor recuperável} = 43,39\%$$

d) Receita anual bruta

Pode ser calculada em função da origem da receita (receita proveniente da venda do minério extraído, da venda do concentrado ou da venda do conteúdo do bem mineral contido no concentrado. Nesse caso, a receita será proveniente da venda do concentrado, logo a Receita anual bruta (RAB) será obtida multiplicando pela produção anual do concentrado (PAC) ao seu preço da venda.

$$\text{RAB} = \text{Produção anual concentrado} \times \text{preço de venda do concentrado}$$

Sendo que:

$$\text{Teor médio dos concentrados} = 61,75\%$$

PAC

$$= \frac{\text{reserva recuperável} \times \text{teor recuperável} \times \% \text{recuperação concentrado}}{\text{teor médio dos concentrados}} \times \frac{1}{\text{vida útil da mina}}$$

$$\text{PAC} = \frac{19.183.500 \times 0,4339 \times 0,85}{0,6175} \times \frac{1}{10}$$

$$\text{PAC} = 1.145.788 \text{ t/ano}$$

$$\text{Receita anual bruta} = 1.145.788 \times 125 = \text{US\$ } 143.223.500 / \text{ano}$$

e) Investimento total (IT)

Pode ser obtido através da soma do investimento fixo total, referente aos gastos com os trabalhos preparatórios, construção de infra-estruturas etc e o capital de giro.

IT= investimento fixo total + Capital de giro

$$IT = (186,020 + 9,791) \times 1.000.000$$

$$IT = \text{US \$ } 195.811.000$$

f) Custo total de operação (OPEX)

Representa o somatório de todos os custos envolvidos no projecto, assim sendo temos.

$$\text{OPEX} = \text{US \$ } 29.468.000 / \text{ano}$$

g) Receita operacional

Receita operacional também é chamada de lucro antes do imposto de renda (IR)

Receita Operacional = receita anual bruta – custo total de operação

$$\text{Receita operacional} = 143.223.500 - 29.468.000 = 113.755.500 \text{ US\$ /ano}$$

h) Cálculo da Depreciação

Para este cálculo será aplicado o método linear considerando o valor residual e uma taxa de depreciação de 23,88%

Para o efeito será o usado a seguinte fórmula:

$$\text{Depreciação} = \frac{\text{Investimento em equipamentos} - \text{Valor residual}}{\text{Tempo de vida útil do projecto}}$$

$$\text{Investimento em equipamentos} = \text{US\$ } 70.526.000$$

Valor residual = Investimento em equipamentos x taxa de depreciação

$$\text{Valor residual} = 70.526.000 \times 0,2388$$

$$\text{Valor residual} = \text{US\$ } 16841608,8$$

Assim sendo teremos:

$$\text{Depreciação} = \frac{70526000 - 16841608,8}{11}$$

Depreciação = US\$ 4.880.399,2 a.a

Este valor será descontado anualmente no valor total dos custos dos equipamentos.

I) Royalties

A taxa de royalties para as pedras e minerais metálicos preciosos é de 5%.

Royalty (5%) = receita anual bruta x taxa de royalty

Royalty (5%) = 143.223.500 x 0.05

Royalty (5%) = US\$ 7.161.175

J) Lucro tributável

O lucro é obtido abatendo da receita operacional a depreciação e a taxa de royalty.

Lucro tributável = receita operacional – depreciação – royalty

Os resultados do cálculo do lucro tributável estão apresentados na tabela do fluxo de caixa do projecto

k) Imposto de renda (IR)

É calculado deduzindo do lucro tributável a taxa de imposto de rendimento da indústria mineira de 25%, acrescentando o royalty.

IR= Lucro tributável x taxa de IR

Os resultados do cálculo do lucro tributável estão apresentados na tabela do fluxo de caixa do projecto

3.5 Projecção do fluxo de caixa

Após a determinação das grandezas económicas necessárias, faz-se a projecção do fluxo de caixa do projecto, descontado a taxa mínima de atractividade de 12% a.a estabelecida pela empresa que vai deter os direitos mineiro.

O fluxo de caixa é calculado para cada ano pela expressão:

Fluxo de caixa = Receita Operacional – Imposto de Renda

Tabela (5): Fluxo de caixa do projecto BC-MINE

Item Ano	0	1	2	3
Investimento total	-195.811.000			
Capital de giro				
Receita anual bruta		143.223.500	143.223.500	143.223.500
Custo total de operação		29.468.000	29.468.000	29.468.000
Receita operacional		113.755.500	113.755.500	113.755.500
Depreciação		65.645.600,8	60.765.201,6	55.884.802,4
Royalty (5%)		7.161.175	7.161.175	7.161.175
Lucro tributável		40.948.724,2	45.829.123,4	50.709.522,6
Imposto de renda (25%)		10.237.181	11.457.281	12.677.381
Fluxo de caixa do projecto	-195.811.000	103.518.318,95	102.298.219,15	101.078.119,35

Item Ano	4	5	6	7
Investimento total				
Capital de giro				
Receita anual bruta	143.223.500	143.223.500	143.223.500	143.223.500
Custo total de operação	29.468.000	29.468.000	29.468.000	29.468.000
Receita operacional	113.755.500	113.755.500	113.755.500	113.755.500
Depreciação	51.004.403,2	46.124.004	41.243.604,8	36.363.205,6
Royalty (5%)	7.161.175	7.161.175	7.161.175	7.161.175
Lucro tributável	55.589.921,8	60.470.321	65.350.720,2	70.231.119,4
Imposto de renda (25%)	13.897.480	15.117.580	16.337.680	17.557.780
Fluxo de caixa do projecto	9.9858.019,55	98.637.919,75	97.417.819,95	96.197.720,15

Item Ano	8	9	10	11
Investimento total				
Capital de giro				9.791.000
Receita anual bruta	143.223.500	143.223.500	143.223.500	143.223.500
Custo total de operação	29.468.000	29.468.000	29.468.000	29.468.000
Receita operacional	113.755.500	113.755.500	113.755.500	113.755.500
Depreciação	31.482.806,4	26.602.407,2	21.722.008	16.841.608,8
Royalty (5%)	7.161.175	7.161.175	7.161.175	7.161.175
Lucro tributável	75.111.518,6	79.991.917,8	84.872.317	89.752.716,2
Imposto de renda (25%)	18.777.880	19.997.979	21.218.079	22.438.179
Fluxo de caixa do projecto	94.977.620,35	93.757.520,55	92.537.420,75	91.317.320,95

3.6 Determinação dos indicadores de rentabilidade

Com base nos resultados do fluxo de caixa do projecto, determinou-se os parâmetros de rentabilidade do mesmo, aplicando os seguintes métodos de avaliação económica: *Valor Actual Líquido (VAL)*, *Taxa Interna de Retorno (TIR)*, *Período de Retorno (PR)* e *Índice do Valor Actual (IVA)*.

3.6.1 Valor Actual Líquido (VAL)

Na determinação do VAL foram aplicadas as ferramentas do Excel, como apresentado na figura 05. Para isso, seguiram-se os seguintes passos: Excel → fx → Financeira → VAL.

VP

Taxa	\$C\$3	= 0,12
Per	C7	= 0
Pgto		= número
Vf	-D7	= 195811000
Tipo		= número

= -195811000

Retorna o valor presente de um investimento: a quantia total atual de uma série de pagamentos futuros.

Taxa é a taxa de juros por período. Por exemplo, use 6%/4 para pagamentos trimestrais a uma taxa de 6% TPA.

Resultado da fórmula = -195 811 000,00 €

[Ajuda sobre esta função](#)

OK Cancelar

Figura (06): Cálculo do VAL através das funções financeiras do Excel 2013.

3.6.2 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Para o cálculo da TIR também se recorreu as ferramentas do Excel, seguindo os seguintes passos (figura 07): Excel → f_x → Financeira → TIR.

TIR

Valores = {-195811000;103518318,95;1022982...}

Estimativa = número

= 0,511734939

Retorna a taxa interna de retorno de uma série de fluxos de caixa.

Valores é uma matriz ou uma referência a células que contêm números cuja taxa interna de retorno se deseja calcular.

Resultado da fórmula = 51%

[Ajuda sobre esta função](#)

Figura (07): Cálculo da TIR através das funções financeiras do Excel 2013

3.6.3 Índice do valor actual (IVA)

O IVA calculou-se utilizando a seguinte fórmula, apresentada por Souza e Clemente (2004)

$$\text{IVA} = \frac{\text{Valor actual do fluxo de benefícios ou entradas à taxa } i}{\text{Valor actual do fluxo de investimento à taxa } i}$$

O valor actual (VA) determina-se aplicando a seguinte expressão (Silva, 2009)

$$VA = \frac{\text{valor actual de fluxo de benefícios ou entradas à taxa } i}{\text{Valor actual do fluxo de investimentos à taxa } i}$$

Nota: O resultado do cálculo do IVA é apresentado na tabela 7, tabela dos resultados dos indicadores de rentabilidade do projecto fictício BC-MINE.

3.6.4 Período de retorno (PR)

Optou-se por determinar o Período de Retorno ou Payback descontado à Taxa de 12% (TMA) e considerando o valor do dinheiro no tempo. Seguiu-se a metodologia de cálculo apresentada por Bruni (2007), na qual é necessário trazer os valores de fluxo de caixa para o presente, ou seja, ajustar os fluxos de caixa pela taxa de desconto de igual modo, o resultado do calculo do período de retorno (PR) é apresentado na tabela 7.

Tabela (6): Determinação do período de retorno do projecto fictício BC-MINE

Ano	FC Simples	FC ajustado à 12%	FC Acumulado
0	-195811000	-195 811 000,00	-195 811 000,00
1	103518318,95	92 427 070,49	-103 383 929,51
2	102298219,15	81 551 513,99	-21 832 415,52
3	101078119,35	71 945 408,84	50 112 993,32
4	99858019,55	63 461 576,70	113 574 570,02
5	98637919,75	55 969 804,66	169 544 374,68
6	97417819,95	49 354 899,34	218 899 274,02
7	96197720,15	43 514 963,23	262 414 237,25
8	94977620,35	38 359 867,89	300 774 105,14
9	93757520,55	33 809 901,83	334 584 006,97
10	92537420,75	29 794 572,86	364 378 579,83
11	91317320,95	26 251 547,66	390 630 127,50

O período de retorno encontra-se na passagem de fluxo de caixa acumulado negativo para o positivo, isto é, o PR está entre o ano 2 e o ano 3- o seu valor exacto foi determinado da seguinte forma:

$$PR = 2 + \frac{21832415,52}{71945408,84}$$

PR= 2,30 anos

Tabela (7): Resultados dos indicadores de rentabilidade do projecto fictício BC-MINE

Indicador	Valor
Resultado do Período de retorno (PR) <i>(tal como referido no ponto 3.6.4)</i>	2,30 anos
Resultado do Valor actual líquido (VAL) a 12% a.a <i>(tal como referido no ponto 3.6.1)</i>	US\$ 390.630.127,50
Resultado da Taxa interna de Retorno (TIR) <i>(tal como referido no ponto 3.6.2)</i>	51%
Índice do valor actual (IVA) <i>(Tal como Referido no ponto 3.6.5)</i>	2,99

3.7 Analise dos resultados dos indicadores de rentabilidade

Os resultados dos indicadores de rentabilidade do projecto fictício BC-MINE, obtidos através da aplicação dos métodos de avaliação económica de projecto de mineração, são a seguir:

a)Valor actual líquido

O método valor actual líquido (VAL) mede quanto valor será gerado por um determinado investimento. Os cálculos mostraram que investir no projecto BC-MINE gerará um VAL positivo de US\$ 390.630.127,50 que indica que os investidores terão um benefício líquido igual ao VAL, o qual remunera o investimento de US\$ 195.811.000 realizado à taxa de 12% ao ano. Os critérios de aceitação deste método consideram o projecto *atractivo*, visto que o seu VAL é maior que zero, cobre a taxa mínima de atractividade da empresa e recompensa os investimentos.

b)Taxa Interna de Retorno (TIR)

Os resultados mostram que o projecto terá um retorno sobre os investimentos de 51%, ou seja, espera-se receber pelo investimento de US\$ 195.811.000 uma lucratividade de 51%. Avaliando o projecto por este método, o mesmo é considerado

atractivo porque a TIR garante uma expectativa grande de retorno que cobrirá o custo do capital e gerará uma certa margem de lucro.

c) Índice do Valor Actual (IVA)

De acordo com os critérios de aceitação desse método, todos os projectos são aceitáveis quando apresentam um IVA superior ou igual a 1.

No projecto em análise obteve-se um IVA de 2,99, que significa que o projecto terá ganhos de aproximadamente 3 vezes maiores que os investimentos realizados, isto é, o valor da empresa aumentará em 3 vezes cobrindo a taxa mínima de atractividade e garantindo um excedente de retorno para os investidores.

d) Período de Retorno (PR)

Geralmente, as empresas estabelecem um período máximo de 2 a 4 anos para terem retorno dos investimentos. Do ponto de vista económico, quanto menor for prazo de recuperação do investimento mais atractivo é o projecto, porque os riscos aumentam a medida que o PR se aproxima do fim da vida do projecto.

No caso do projecto fictício BC-MINE, o período de retorno obtido foi de 2,30 anos, isto é, 2 anos e aproximadamente 3 meses, o qual indica que, como o projecto começa a produzir a partir do 3º ano e a mina tem 11 anos, o investimento começará a ser recuperado entre o 4º e o 5º ano. Por este método o projecto é considerado bastante *atractivo*, visto que o tempo de recuperação do capital é baixo e inferior ao tempo de vida útil do empreendimento.

Resumindo, pela análise dos principais indicadores de rentabilidade (IVA, TIR, VAL, PR), o projecto fictício BC-MINE, cujo investimento inicial foi de US\$ 195.811.000 a uma taxa mínima de atractividade de 12% a.a., revelou-se atractivo, visto que a empresa terá um retorno dos investimentos num prazo aceitável e terá ganhos suficientes para cobrir as despesas iniciais e satisfazer os investidores.

3.8 Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade é um recurso importante pois busca entender o quanto será impactado do resultado final quando suas variáveis for alterada.

Para o presente trabalho é feita a análise de sensibilidade unidimensional submeteu-se alguns dos elementos chaves a variações de valor, um de cada vez e mantendo os outros constantes, por exemplo, quando se faz a alteração do investimento total mantém-se fixo o custo e o preço.

Os efeitos das alterações de valor dos elementos de caixa nos indicadores de rentabilidade do projectos são apresentados na tabela.

Tabela 8:Resultado da análise de sensibilidade unidimensional considerando uma taxa de desconto de 12% a.a

			Taxa de desconto 12% a.a			
	Variação	Valor	PR	VAL (\$)	TIR(%)	IVA
Investimento	-20%	156.648.800	1,79	429792327,5	65	3,74
	-10%	176.229.900	2,03	410211227,5	57	3,33
	20%	234.973.200	2,83	351467927,5	42	2,50
	10%	215.392.100	2,58	371049027,5	46	2,72
Preço	-20%	100	3,03	263759737,13	40	2,35
	-10%	112,5	2,62	323760773,58	45	2,65
	20%	150	1,85	518192835,25	63	3,65
	10%	137,5	2,05	454411481,37	57	3,22
Custos	-20%	23574400	2,19	416875945,20	54	3,13
	-10%	26521200	2,25	403753036,35	52	3,06
	20%	35361600	2,43	364384309,79	49	2,86
	10%	32414800	2,36	377507218,64	50	2,93

Da análise de sensibilidade descrita na tabela 8, pode-se constar num cenário de variação de investimento, preço e custo a -10% e – 20% ou a 10% e 20% o projecto ainda continua ser viável para ser investido.

CONCLUSÕES

Com base os objectivos traçados para a realização deste trabalho foi possível chegar as seguintes conclusões:

A recolha de todas informações bibliográfica sobre as directrizes que visam a avaliar economicamente um projecto de mineração foi de carácter importante pois foi através dela que se passou a agir para conhecer o assunto a ser pesquisado graças as pesquisas já realizadas por outros autores trazendo assim uma visão mais concisa sobre o tema;

A elaboração de um projecto fictício foi de carácter relevante pois com isto foi possível ter uma melhor compreensão da dimensão prática da elaboração de um projecto de mineração;

Com base nos resultados obtidos foi possível compreender como os indicadores de rentabilidade da avaliação económicas de projecto dizem muito sobre a decisão de se investir em um determinado projecto de mineração acarretando consigo informações que visam a medir e acompanhar os resultados alcançados.

RECOMENDAÇÕES

Para os próximos trabalhos recomenda-se que se trabalhe com um projecto minério existente com proposta de entrar em funcionamento. O futuro autor deverá propor um projecto que visará a convencer uma determinada entidade a investir de modo a alavancar a economia nacional uma vez que os empreendimentos mineiros têm grande influência na economia alavancando o PIB.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castro, M. C. G. (1997). ***Projecto para mineração de pequeno e médio porte: elementos para elaboração do estudo de viabilidade***. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Instituto de Geociências, Campinas, São Paulo, p. 17-90.
- CMA – Companhia Mineira de Angola, S.A.R.L. (1998). ***Projecto Kassinga – Descrição do Projecto***. Empresa Nacional de Ferro U.E.E. (Ferrangol), v. 5, p. 1-50, Maio, Luanda.
- Diário da República. (2011). ***Regulamento do regime fiscal para a indústria mineira***. Diário da República de Angola, Série Nº 22, Capítulos I e II, p. 27-33, Maio, Angola.
- Ericsson, M.; Löf, A. (2008). ***Minério de ferro – O mercado de minério de ferro em 2007 e 2008***. Revista Brasil Mineral. Nº 275. Ano XXV. Julho, pag. 18-27.(2009).
- Ferreira, G. E. e Andrade, J. G. (2004). ***Elaboração e Avaliação Económica de Projectos de Mineração***. CETEM – Centro de Tecnologia Mineral, Ministério da Ciência e Tecnologia, Capítulo 20, Rio de Janeiro, p.817-852.
- Filho, E. R. (2000). ***Princípios económicos na mineração***. Revista Minérios & Minerales, edição 249.
- SOUZA, Petain A. Avaliação Económica de Projectos de Mineração: Análise de sensibilidade e Análise de Risco. Belo Horizonte: IETEC, 1996. 247 p.
- SUSLICK, Saul B. ***Métodos de Avaliação Económica*** In: YAMAMOTO, Jorge K. Avaliação e Classificação de Reservas Minerais, São Paulo: EDUSP – Editora da Universidade de São Paulo, 2001. P. 193-226.
- PAIONE, José A. ***Jazida Mineral: Como calcular seu valor***. Ouro Preto: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 1998.106 p
- PEREIRA, Ronaldo M. ***Fundamentos de prospecção Mineral***. Rio de Janeiro: Editora Interciência Ltda, 2003. 167 p
- MIRANDA, José. ***Notas de Aulas da Disciplina Microeconomia Aplicada ao Sector Mineral***. Ouro preto: Departamento de Engenharia de Minas da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, 2008.

FERREIRA, Gilson E.; ANDRADE, José G. **Elaboração e Avaliação Económico de projectos de Mineração** in: LUZ, Adão B. da; SAMPAIO, João A.; ALMEIDA, Salvador L. M. de. (Editores) Tratamento de Minérios. 4 ed. rev. Rio de Janeiro: CETEM – MCT, 2004. Cap 20, p. 817-852.