

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – FGV

FGV/MANAGEMENT – NÚCLEO DE BRASÍLIA

MBA EM ADMINISTRAÇÃO FINANCEIRA E MERCADO DE CAPITAIS

AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTOS PARA PROJETO DE RISCO EM MINERAÇÃO

FREDERICO LOPES MEIRA BARBOZA

BRASÍLIA, MARÇO DE 2005



FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS - FGV

FGV/MANAGEMENT - NÚCLEO BRASÍLIA

MBA EM ADMINISTRAÇÃO FINENCEIRA E MERCADO DE CAPITAIS

AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTOS PARA PROJETOS DE RISCO EM MINERAÇÃO

FREDERICO LOPES MEIRA BARBOZA

Monografia apresentada para conclusão do Curso MBA em Administração Financeira e Mercado de Capitais, de Pós-Graduação "Lato Sensu", Nível de Especialização.

PROFESSOR ORIENTADOR: MURILO CASTELLANO

BRASÍLIA, MARÇO DE 2005

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, meus pais e minha família pelo apoio e incentivo. À minha esposa pela compreensão nas inúmeras horas de ausência requeridas neste curso. Agradeço também aos amigos e companheiros de curso pela amizade e apoio recebidos, bem como ao professor orientador que contribuiu com seu conhecimento para execução desse trabalho.

SUMÁRIO

		Página
1.	INTRODUÇÃO	1
1.1.	Problema e sua Importância	
1.2.	Hipótese	
1.2. 1.3.	•	
	Objetivos	
1.3.1.	,	
1.3.2.	, ,	
2.	METODOLOGIA	
2.1.	Área de Estudo e Modelagem Teórica	5
2.2.	Modelo Analítico	5
2.2.1.	Análise de Investimento na Pesquisa Mineral	5
2.2.2.	Fluxo de Caixa Descontado e VPL Esperado	7
2.2.3.	. Teoria da Utilidade (Preferência) e Equivalente Certo	10
2.2.4.	Encontrando a Participação Ótima de um Projeto	12
2.2.5.	Diversificação e Estabelecimento de um Portfólio de Investimento	13
3.	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	15
3.1.	Modelagem do Fluxo de Caixa	15
3.2.	Fluxo de Caixa Descontado e VPL	17
3.3.	Análise de Sensibilidade e Simulação de Monte Carlo	18
3.4.	Árvore de Decisão e VPL Esperado	21
3.5.	Equivalente Certo	23
3.6.	Análise do Nível Ótimo de Participação em Cada Projeto	25
3.3.	Diversificação e Estabelecimento da Fronteira Eficiente de um Portfólio	
	de Investimento	28
3.8.	Estabelecimento do Portfólio Ótimo para Diferentes Níveis de Tolerância	

	ao Risco do Investidor	32
4.	CONCLUSÕES	35
5.	BIBLIOGRAFIA	36
6.	ANEXOS	39
6.1	Fluxo de Caixa do Projeto A	40
6.2	Fluxo de Caixa do Projeto B	41
6.3	Fluxo de Caixa do Projeto C	42
6.4	Projeto A (Análise de Sensibilidade e Correlação)	43
6.5	Projeto B (Análise de Sensibilidade e Correlação)	44
6.6	Projeto C (Análise de Sensibilidade e Correlação)	45
6.7	Gráficos da Distribuição de Valores dos VPL's e TIR's Calculados pela	
	Simulação de Monte Carlo	46
6.8	Variação do Equivalente Certo Segundo a Participação nos Projetos	47

LISTA DE TABELAS

		Páginas
Tabela 1:	Quadro das variáveis de entrada para modelagem do FC do Projeto A	16
Tabela 2:	Quadro das variáveis de entrada para modelagem do FC do Projeto B	16
Tabela 3:	Quadro das variáveis de entrada para modelagem do FC do Projeto C	17
Tabela 4:	VPL, TIR e Payback dos Projetos	18
Tabela 5:	Quadro das incertezas das variáveis de entradas no Fluxo de Caixa do	
	Projeto A	19
Tabela 6:	Quadro das incertezas das variáveis de entradas no Fluxo de Caixa do	
	Projeto B	19
Tabela 7:	Quadro das incertezas das variáveis de entradas no Fluxo de Caixa do	
	Projeto C	19
Tabela 8:	Quadro dos quocientes da Análise de Sensibilidade e Correlação	20
Tabela 9:	Quadro resumo: Resultado da Simulação	21
Tabela 10	: Dados disponíveis para calcular o retorno e risco do Portfólio	29
Tabela 11	: Resultados da simulação usando Solver	30
Tabela 12	: Simulação do Solver (CAPM e EgC)	33

LISTA DE GRÁFICOS

		Página
Figura 1:	Esquema simplificado de tempo e investimento para o Projeto de	
	Urânio de "Key Lake"	6
Figura 2:	Tipos de dados necessários para uma avaliação econômica de um	
	projeto de mineração	8
Figura 3:	Árvore de decisão para o valor presente líquido (VPL) esperado	23
Figura 4:	Árvore de decisão representando os equivalentes certos (R=50.000.000)	24
Figura 5:	Variação do Equivalente Certo segundo a participação nos projetos	
	(R=25.000.000)	26
Figura 6:	Variação do Equivalente Certo segundo a participação nos projetos	
	(R=50.000.000)	27
Figura 7:	Variação do Equivalente Certo segundo a participação nos projetos	
	(R=75.000.000)	27
Figura 8:	Fronteira Eficiente – Análise CAPM	31
Figura 9:	Fronteira Eficiente – Análise do Equivalente Certo	34

RESUMO

O ambiente de competição e incertezas relacionadas aos riscos de investimentos, no qual as empresas de mineração estão inseridas, torna necessária a busca de técnicas mais modernas no processo decisório de alocação de capital. A tomada de decisões, tanto a nível de projetos como em nível orçamentário entre empresas na formulação de Joint-Ventures, precisa de técnicas que complementem o uso das técnicas tradicionais de avaliação de investimentos, principalmente o Fluxo de Caixa Descontado, que sejam capazes de lidar com as incertezas e adaptação às condições e capacitações individuais de exposição ao risco do investidor.

Esse estudo fundamentou-se na teoria de análise financeira de investimentos, levando em consideração a metodologia convencional em uso de cálculos determinísticos do Valor Presente Líquido (VPL) de projetos de investimentos e de Análise de Sensibilidade das principais variáveis de entrada no modelo de Fluxo de Caixa. Então, com base em cálculos probabilísticos dos dados com sensibilidades relevantes, se procedeu a uma análise de Monte Carlo para análise dos riscos envolvidos e determinação dos Valores Esperados do VPL. Em seguida, a utilização da Teoria de Utilidade é usada para avaliação de valor do Equivalente Certo decorrente de níveis próprios de aversão ao risco do investidor. A partir de três exemplos procurou-se avaliar oportunidades de investimento em portfólios usando Árvore de Decisão, dada à facilidade e a melhor visualização dos resultados de seleção dos projetos avaliados.

Com os dados levantados no segmento anterior utiliza-se a teoria de Markovitch para buscar a redução do risco pelo efeito da diversificação de investimentos e obtenção de uma Carteira Eficiente de projetos. Na otimização de resultados foi utilizada a teoria de Utilidade (Preferência) de acordo com a aversão ao risco do investidor associado ao modelo CAPM.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Problema e sua Importância

A globalização da economia e consequente crescimento da competitividade entre as empresas têm exigido cada vez mais estratégias atualizadas na administração das mesmas. Em muitas delas, a questão da análise de investimentos no setor mineral vem se tornando um desafio constante. Observa-se no cenário mundial cada vez mais o aparecimento de associações e "jointventures" na formação de projetos e investimentos entre as grandes empresas multinacionais, de certa forma buscando minimizar o risco inerente às suas atividades.

Na conjuntura nacional é notória a rentabilidade de alguns projetos de investimento no âmbito da mineração e metalurgia. Grandes empresas tem tido atuação significativa no mercado de capitais, tanto em bolsa de valores como em operações junto a bancos de desenvolvimento nacionais e externos. A importância do setor na economia é salientada pela acentuada participação no PIB nacional. Em 2002 o produto da indústria de transformação mineral alcançou US\$ 38 bilhões correspondendo a 8,4 % do PIB. Na Balança Comercial as transações registraram um valor aproximado em US\$ 30 bilhões (exportações de US\$ 17,3 bilhões e importações de US\$ 12,6 bilhões) em 2003 (www.dnpm.gov.br: Sumário Mineral 2003). A indústria mineral é um segmento estratégico da economia brasileira, para o qual a Nação, apesar da vocação da geologia de seu vasto território, não tem dispensado os devidos cuidados. Prova disso é o incipiente volume de investimentos em projetos de exploração e produção mineral, fruto da baixa disponibilidade de créditos e capitais de investimento no setor, principalmente nos projetos de maior risco.

O objetivo de uma empresa de mineração é produzir, processar e vender o bem mineral. Mas, antes de produzir é preciso haver a descoberta de uma reserva mineral através da pesquisa geológica. O sucesso da pesquisa mineral é relativamente baixo: é costume no

setor haver citações sobre estimativas de que um sucesso ocorre entre dez tentativas. Reserva mineral é um depósito de um determinado mineral encontrado no subsolo, muitas vezes ocorrendo em certas profundidades sem afloramento na superfície, o qual possui determinadas características de teor do elemento químico que se deseja extrair, volume e custo de extração economicamente viável.

Entretanto, a redução nos investimentos de risco na mineração, na última década e anos recentes, especificamente com vistas à descoberta de novas jazidas minerais, necessárias à substituição da exaustão natural das minas em operação, tem sido motivo de preocupação do setor. Deixa-se de aproveitar depósitos minerais que poderiam contribuir para a geração de emprego e renda, para a redução de desigualdades regionais e para a redução da vulnerabilidade externa da economia – abastecendo a indústria, substituindo importações ou gerando excedentes exportáveis.

Os riscos e incertezas são decorrentes não somente da tendência baixista e volatilidade de preço inerente aos metais, mas reside, sobretudo, na primeira etapa desta cadeia produtiva: a pesquisa mineral. Daí a escassez de fontes de financiamento devido ao grau de risco envolvido nessas operações. Como toda atividade, a mineração possui um grau de risco intrínseco, todavia, ao contrário da maioria das atividades que com ela competem por capitais de investimentos, a mineração tem sido prejudicada pela ampliação dessa percepção de risco.

Além dos modelos clássicos de análises de projeto, englobando avaliações de fluxos de caixa pelos métodos tradicionais de Payback, VPL, TIR e análise de sensibilidade, poucos trabalhos sobre análise financeira do setor mineral tem sido divulgados em boletins e revistas especializadas. Um dos poucos estudos que merece destaque foi o de Brian Mackenzie (MACKENZIE, 1991), que avalia o potencial econômico de ouro no Brasil analisando a distribuição temporal dos fluxos de caixas das descobertas de reservas minerais e calcula o valor esperado baseado numa taxa de retorno esperada definida. Em 1995 Douglas Arantes (ARANTES, 1995) atualiza e expande as análises econômicas da publicação anterior.

Análises mais contemporâneas sobre decisões financeiras em condições de risco têm sido publicadas em livros recentes sobre administração financeira e aplicados na sua maioria a estudos e exemplos em investimentos de ativos financeiros (mercados de capitais, derivativos, opções), que possuem também um elevado risco associado. A questão que se coloca aqui é a seguinte: Estes novos métodos de administração financeira podem ser aplicados na administração da pesquisa mineral e mineração? Que impactos ocorreriam nos resultados desta avaliação de risco em tomadas de decisões? Seria possível obter decisões para maximizar os resultados bem como minimizar os riscos?

Em face de tais questionamentos espera-se que os resultados alcançados neste trabalho possam contribuir para avaliação de investimentos em projetos em mineração, levando em consideração: (1) as incertezas decorrentes de riscos geológicos e de riscos de mercado; (2) comparação de preferências interpessoais para tomada de decisões em projetos de risco; e (3) controle dos riscos através da seleção de uma carteira de investimentos e diversificação.

1.2. Hipótese

A diversificação de portfólios de investimentos é uma maneira de diminuir o risco dos investimentos em pesquisa mineral e lavra. A determinação de ações que envolvem diminuição do risco pode ser estabelecida pela construção de modelos que possam dar forma quantitativa à aversão ao risco do investidor bem como associa-lo à diversificação de portfólios de investimentos. A integração da Teoria da Utilidade e as Técnicas de Avaliação de Risco da Administração Financeira podem ajudar a melhorar a relação custo x benefício da exploração mineral.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo Geral

Esse estudo tem por objetivo propor metodologias capazes de mitigar os riscos no investimento em mineração. Além de estar sujeito aos riscos normais de qualquer investimento, isto é, risco sistemático ou conjuntural e risco não sistemático ou próprio da

empresa, a mineração apresenta riscos intrínsecos da geologia, ou seja, ligados à probabilidade de sucesso na descoberta de uma jazida mineral, ou seja, do volume das reservas minerais encontrados e do teor do elemento químico na rocha.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Montagem dos Fluxos de Caixa dos Investimentos em três projetos fictícios com identificação dos fatores que afetam o risco envolvido. Realizar simulação pelo método Monte Carlos para calcular o Valor Esperado do VPL baseado na distribuição de probabilidades dos principais fatores de risco entrados no fluxo de caixa.
- Aplicar a Teoria da Preferência para calcular o Equivalente Certo para avaliação das oportunidades de investimento, compondo um novo modelo para selecionar o melhor projeto de acordo com o perfil de risco da empresa.
- Estabelecimento de um portfólio otimizado pelo estabelecimento da Fronteira Eficiente de Markowitz para selecionar a participação que maximiza o Equivalente Certo.

2. METODOLOGIA

2.1. Área de Estudo e Modelagem Teórica

Esse estudo fundamenta-se na teoria de análise financeira de investimentos, levando em consideração a metodologia convencional em uso de cálculos determinísticos do Valor Presente Líquido (VPL) de projetos de investimentos e de Análise de Sensibilidade das principais variáveis de entrada no modelo de Fluxo de Caixa. Então, com base em cálculos probabilísticos dos dados com sensibilidades relevantes, se procederá a uma análise de Monte Carlo para análise dos riscos envolvidos e determinação dos Valores Esperados do VPL. Em seguida, a utilização da Teoria de Utilidade é usada para avaliação de valor do Equivalente Certo decorrente de níveis próprios de aversão ao risco do investidor. A partir de três exemplos procura-se avaliar oportunidades de investimento em portfólios usando Árvore de Decisão, dada à facilidade e a melhor visualização dos resultados de seleção dos projetos avaliados

Com os dados levantados no segmento anterior utiliza-se a teoria de Markovitch para buscar a redução do risco pelo efeito da diversificação de investimentos e obtenção de uma Carteira Eficiente de projetos. Para otimização de resultados utiliza-se a teoria de Utilidade (Preferência) de acordo com a aversão ao risco do investidor associado ao modelo CAPM.

2.2. Modelo Analítico

2.2.1 Análise de Investimento na Pesquisa Mineral

É necessária uma descrição das várias etapas da cadeia produtiva da mineração para estabelecimento da metodologia a ser efetuada. A Figura 1 é um esquema das várias etapas de um projeto de investimento em mineração e a escala de seus respectivos custos de investimento. Deve-se notar que os custos crescem à medida que se passa de uma etapa precedente para a posterior e que, à medida que o projeto avança de etapa, se tem um aumento das informações e uma diminuição dos riscos geológicos associados. Entretanto a evolução de

uma etapa do projeto para a próxima depende do sucesso na pesquisa. Na maioria das vezes o projeto é interrompido nas etapas preliminares devido aos resultados negativos da pesquisa, e o projeto não chega ao seu final.

Para finalidade desta monografia, pode-se fazer um resumo destas atividades em três etapas: (1) pesquisa mineral exploratória ("prospecting"); (2) pesquisa mineral detalhada ("exploration") e desenvolvimento ("development"); e (3) construção da mina e demais instalações para fase produtiva.

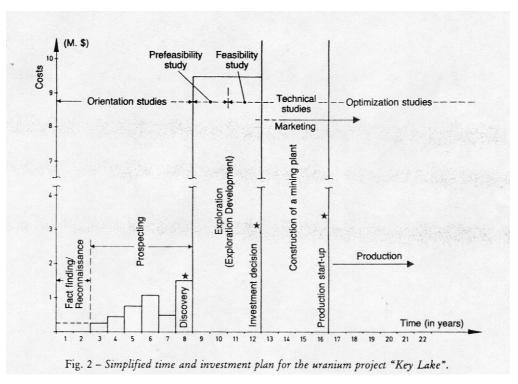


Figura 1: Esquema simplificado de tempo e investimento para o Projeto de urânio de "Key Lake", in: "Hikmet Akin e Rimbert Gatzweiler, The Application of Economic Considerations at the Early Stages of Deposit Projecty Evaluation."

Fonte: www.cameco.com/operations/uranium/key_lake/index.php

Somente após o sucesso e término da primeira etapa são conseguidos dados técnicos e econômicos para fazer o estudo de pre-viabilidade. Somente a partir daí pode-se montar o Fluxo de Caixa e começar a metodologia de análise da pre-viabilidade econômica, para

aplicação do método de análise usando o fluxo de caixa descontado. É importante notar algumas premissas observadas em experiências no setor:

- A existência de reservas minerais é a base para haver o desenvolvimento mineral.
- Os custos são determinados pelo volume do minério a ser produzido.
- As receitas são determinadas pelo teor da qualidade do minério e o preço de venda do mercado.

Christopher R. Lattanzi relata que o lucro é muito mais sensível a mudanças de receitas que nas mudanças de custo, sendo por isto um fator de risco financeiro merecedor de análise (www.cim.org/mes/mineral_properties.cfm: Discount Cash Flow Analysis – Input Parameters and Sensitivity, p.11).

O presente estudo focará na análise de três projetos de investimento com pesquisa mineral concluída, correspondente à etapa 2 do gráfico da Figura 1.

Após o sucesso na primeira etapa, uma descoberta mineral será mais bem investigada pela pesquisa mineral detalhada, onde os custos de investimentos envolvidos são maiores (vários milhões de dólares) e ainda existem riscos de haver insucesso nesta pesquisa com o conseqüente abandono e prejuízo financeiro. Os valores do investimento de implantação de uma mina variam enormemente, dependendo do local, das necessidades de infra-estruturas e do tipo do minério, mas geralmente suplantam o patamar das centenas de milhões de dólares (para os minerais metálicos).

2.2.2 Fluxo de Caixa Descontado e VPL Esperado

O valor do dinheiro no tempo e o Fluxo de Caixa são os conceitos básicos usados na maioria das técnicas de avaliação de projetos. Demonstração de Fluxo de Caixa (DFC) indica a origem de todo dinheiro que entrou no Caixa, bem como a aplicação de todo dinheiro que saiu do Caixa em determinado período (usualmente igual a um ano) e, ainda, o Resultado do Fluxo Financeiro. Em outras palavras, o Fluxo de Caixa mede o fluxo real monetário que está entrando ou saindo de um projeto específico. Ele mede o excesso do fluxo de caixa por unidade de tempo das entradas sobre as saídas provenientes de custos operacionais e de

investimentos. É muito importante o esforço a ser feito para estimar os dados utilizados nos cálculos de uma avaliação econômica. Os principais componentes envolvem elementos de estimativas sobre custos de investimento, custos operacionais, reservas minerais, produção anual e receitas. Rudawsky (1970) descreve detalhes destas estimativas e apresenta um esquema resumido destes dados (Figura 2).

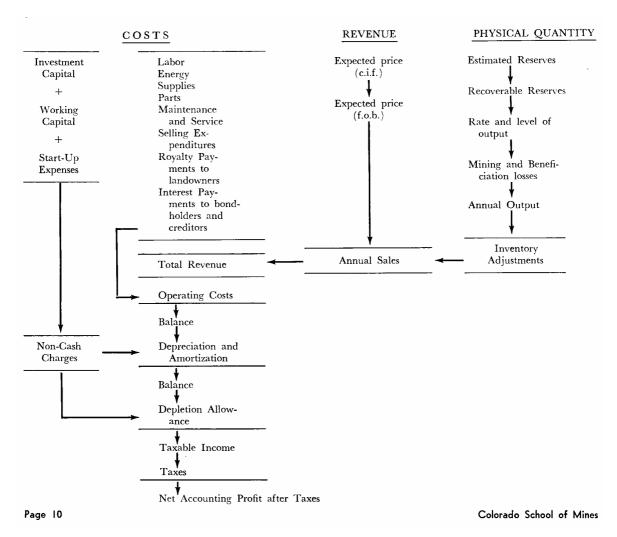


Figura 2. Tipos de dados necessários para uma avaliação econômica de um projeto de mineração.

Fonte: Qarterly Colorado School of Mines, Denver, USA, V.68, no. 4, 1973

A metodologia mais utilizada na avaliação de qualquer investimento baseia-se no método do Valor Presente Líquido. O Valor Presente Líquido descontado (VPL) é a soma algébrica de todos os fluxos de caixa descontados para o instante presente (t=0), a uma taxa de juros i.

$$VPL(i) = \sum FC(n) / (1+i)^n$$

Na avaliação de investimento na pesquisa mineral procede-se em primeiro lugar a uma quantificação do Valor Presente Líquido do Fluxo de Caixa de cada oportunidade de investimento. Em seguida procede-se uma avaliação do risco com simulação pelo método de Monte Carlo para analisar a sensibilidade do VPL às variações dos elementos importantes no cômputo de cada fluxo de caixa. Três cenários podem ser estabelecidos pela curva de freqüência acumulada (pessimista, média e otimista) das variáveis mais importantes escolhidas pela análise de sensibilidade. Para isto se usa os níveis de confiança de 10%, 50% e 90% para o percentil, de modo a quantificar as probabilidades de cada evento, e consequentemente do sucesso de cada um.

Os três exemplos de oportunidades de investimento serão avaliados para níveis de investimentos e de riscos individuais, calculando-se taxas internas de retorno e respectivos desvios padrões. A probabilidade de sucesso da cada oportunidade também será avaliada. Posteriormente é computado o Valor Presente Líquido Esperado e o Risco associado a cada oportunidade é representado pelo desvio padrão. É comum o uso de Árvore de Decisão, contendo uma apresentação gráfica de cada opção e suas conseqüências, simplificando a decisão da melhor escolha.

O Valor Presente Líquido Esperado, calculado com as probabilidades para cada ramo da árvore de decisão, não reduz e nem elimina os riscos, entretanto, é uma ferramenta importante para avaliar e quantificar os riscos que o investidor correrá.

$$E(VPL) = \sum Pi \times VPLi$$

Qual a taxa de desconto a ser usada em projetos com risco, onde o risco é diferente da Carteira de Mercado? A Teoria de Mercado de Capitais é a mais apropriada para determinar a taxa de desconto. O Modelo de Precificação de Ativos (CAPM) diz que o Retorno Esperado de um investimento é igual a Taxa de Juros Livre de Risco mais o Prêmio pelo Risco, e pode ser expresso pela fórmula (ROSS, 2002):

R esperado =
$$Rf + \beta (Rm - Rf)$$

Onde: Rf = taxa de juros livre de risco.

Rm = retorno esperado do mercado.

(Rm - Rf) = prêmio histórico por risco de mercado.

 β = é uma medida de sensibilidade do retorno do investimento em relação ao retorno do mercado

Em outras palavras, o retorno esperado varia direta e linearmente com o beta e o prêmio pelo risco é igual ao prêmio pelo risco do mercado ponderado pelo índice de risco sistemático do investimento real individual. O CAPM indica que o beta, e não o desvio padrão, é a medida apropriada de risco. A taxa de retorno esperada é vista como um mínimo de retorno que um investimento precisa ter para ser aceito (ROSS, 2002, p.259). Se o Valor Presente Líquido (VPL) descontado por esta taxa for positivo significa que um valor adicional estará sendo agregado à empresa.

2.2.3 Teoria da Utilidade (Preferência) e Equivalente Certo.

A hipótese de aversão ao risco é básica para muitos modelos de decisão usados em finanças. A maioria das pessoas tem aversão ao risco. Isto significa que eles desgostam mais das coisas ruins do que gostam das coisas boas equivalentes. A aversão ao risco impera entre os administradores e executivos que tem que representar os interesses de acionistas em empresas. Economistas desenvolveram modelos de aversão ao risco usando o conceito de "utilidade", que representa uma medida subjetiva pessoal de bem-estar ou satisfação. Uma forma de expressar a preferência em relação ao risco é através da função utilidade. No cerne da Teoria da Utilidade está a noção de diminuição da utilidade marginal do dinheiro.

Para aplicação da Teoria da Preferência é importante o uso de dois conceitos: o Equivalente Certo e a Função de Aversão ao Risco associada à Função de Utilidade (Motta, 2002).

Todo projeto arriscado tem um preço, no mercado, para que o empreendedor o venda, deixando, portanto, de correr o risco, em troca de um valor imediatista, mas que poderá evitar o risco de uma perda substancial. O Equivalente Certo é o preço que o investidor aceita, sem correr o risco, para vender o ativo de risco. A diferença entre o Valor Presente Líquido com risco e o Equivalente Certo é o "prêmio pelo risco", que o mercado reconhece e paga. Dado uma "função de utilidade", que é uma forma de penalizar as perdas, então se pode calcular o

$$EqC = (-1/c) \cdot ln (p1. e^{-c..VPL1} + p2 \cdot e^{-c..VPL2})$$

Onde: c é o coeficiente de aversão ao risco.

1/c = R é a tolerância ao risco.

p1 e p2 são as probabilidades de ocorrência dos eventos 1 e 2.

e = 2,7183

Equivalente Certo pela fórmula:

VPL1 é o VPL do sucesso.

VPL2 é o VPL do insucesso.

A Função de Utilidade Exponencial, de aversão ao risco constante, é assumida na avaliação e implementação de análise de risco de projetos de mineração. Esta função é definida como:

$$U(VPL) = 1 - e^{-c.VPL}$$

Onde: c é o coeficiente de aversão ao risco

U é calculado como uma função do VPL do investimento.

Calcula-se o Equivalente Certo para os três exemplos de projetos de investimentos analisados pelo VPL Esperado na seção anterior para avaliação de uma nova Árvore de Decisão, compondo um novo modelo para selecionar dentro de uma gama de três projetos, aquele mais de acordo com o perfil de risco da empresa. Dessa forma é possível combinar o comportamento frente ao risco, modelado pela função utilidade e a árvore de decisão, compondo um modelo capaz de selecionar dentro de uma gama de projetos, aquele mais de acordo com o perfil de risco do investidor.

11

2.2.4 Encontrando a Participação Ótima de um Projeto.

Existe, também, uma outra situação, onde a empresa tem interesse em desenvolver os três projetos e o limite orçamentário da empresa não comporta investimento nos três, havendo a possibilidade da empresa comprometer-se apenas com uma parcela de cada projeto e procurar parcerias via "joint-ventures". O Equivalente Certo do nível de participação ótima depende do nível de investimento dado pela tolerância ao risco do investidor. Podem-se variar os níveis de tolerância ao risco (R) para avaliar o nível do investimento otimizado e sua respectiva participação no projeto.. Dessa forma introduz-se uma variável adicional para a análise: o nível de participação dentro do projeto. A função de utilidade pode ser convenientemente modelada para tal, originando-se a seguinte expressão para o Equivalente Certo:

$$EqC = (-R) \cdot ln[(p1. e^{-\frac{x1.(VPL1)/R}{R}} + p2. e^{-\frac{x2.(VPL2)/R}{R}} + p3. e^{-x3.\frac{(VPL3)/R}{R}})]$$

Onde: R é a tolerância ao risco.

p1, p2e p3 são as probabilidades de ocorrência dos eventos 1, 2 e 3.

VPLi é o VPL do investimento i (1, 2, 3)

Xi é o nível de participação percentual em cada projeto projeto.

A construção de curva de Equivalente Certo para cada projeto com diferentes níveis de participação será usada para selecionar a participação que maximiza o Equivalente Certo.

O valor R específico de cada empresa é dado pela respectiva parcela estimada do investimento em pesquisa mineral. Calcula-se, portanto, o Equivalente Certo que é usado para a análise de investimento. Baixa preferência ao risco significa escolha de projetos de menor risco para o investidor.

2.2.5 Diversificação e Estabelecimento de um Portfólio de Investimentos

A diversificação de investimentos pela participação em diversos projetos reduz as incertezas e aumenta as chances de sucesso no portfólio (carteira) de investimentos.. O retorno de cada projeto é dado pela VPL esperado e o risco é o desvio padrão respectivo (ROSS, 2002). O efeito da diversificação é notado pela comparação entre o desvio padrão do retorno da carteira ao desvio padrão dos retornos dos projetos individuais.

O retorno esperado e a variância do retorno de um portfolio de três projetos (a, b e c) são dados pelas fórmulas seguintes:

```
Retorno esperado do portfólio: VPLa,b,c = Xa. VPLa + Xb. VPLb + Xc. VPLc Var (portfólio): \sigma abc^2 = Xa^2.\sigma a^2 + Xb^2.\sigma b^2 + Xc^2.\sigma c^2 + 2.Xa.Xb.\sigma a.\sigma b.\rho ab +2.Xa.Xc.\sigma a\sigma c.\rho ac + +2.Xb.Xc.\sigma b\sigma c.\rho bc.
```

Onde: Xi é o nível de participação nos projetos (a, b, c).

VPLi é o retorno esperado dos ativos (a, b, c).

σi² é a variância dos VPLi (a, b, c).

σi é o desvio padrão do VPLi (a, b, c).

ρij é o índice de correlação entre os projetos i e j (ab, ac e cb).

O índice de correlação pij entre os projetos é estabelecido como zero, indicando a independência estatística entre os projetos. É importante notar que o efeito de diversificação atua desde que haja correlação menos do que perfeita (pij <1).

A regra geral conhecida de que quanto maior o risco maior o retorno requerido é bem apresentada na teoria da **Fronteira Eficiente** de Markowitz. Para calcular a Fronteira Eficiente é preciso simular variações na participação em cada um destes projetos (Xi), usando a restrição do limite orçamentário da empresa para este portfólio, buscando a otimização linear para o Retorno Esperado usando o "Solver" do Excel. O cálculo do nível ótimo de retorno para um dado nível de risco passa por uma otimização, variando-se os níveis de participação Xi, entre 0% e 100% e encontrando-se a melhor alocação de capital para o total

de projetos. Então a empresa pode escolher o nível do risco pelo desvio padrão desejado e terá o seu retorno maximizado para os investimentos disponíveis no seu orçamento.

Estabelecimento de portfólio ótimo do investidor.

Por último, mas não menos importante, pode-se combinar a CAPM e Análise de Risco através da Teoria de Utilidade calculando-se os pontos da fronteira eficiente, o valor do equivalente certo para as respectivas combinações de projetos. Isso será feito pelo uso da fórmula simplificada do equivalente certo do portfólio:

EqC (Portf) = { VE – (
$$\sigma^2/2R$$
) }

Onde:

VE = é o valor esperado do retorno do portfólio;

 σ = é o desvio-padrão associado ao retorno do portfólio; e

R = é a tolerância ao risco do investidor.

Desta forma, pode-se registrar a restrição orçamentária do investidor e verificar a otimização dos resultados pela planilha calculada e configuração de um novo gráfico sobre "retorno verso risco". Mota (2002, p.350) descreve várias opções de resultados deste tipo de gráfico para:

- "mostrar gráfico de fronteira eficiente, dado sua restrição orçamentária;
- otimizar o retorno para um dado nível máximo de risco;
- minimizar o risco para um dado retorno; e
- encontrar o valor no qual o equivalente certo do portfólio alcança seu máximo."

3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Conforme já citado anteriormente, o desenvolvimento do procedimento analítico será realizado usando três exemplos de oportunidades de investimentos em projetos de pesquisa e mineração (início estágio 2 descritos na Fig.1), isto é, após ter sido descoberto a reserva mineral pela pesquisa mineral exploratória ("prospecting").

O Projeto "A" refere-se a uma mina de cobre, o Projeto "B" de níquel e o Projeto "C" de ouro.

3.1 Modelagem do Fluxo de Caixa

Na montagem do fluxo de caixa livre de cada projeto foram adotadas algumas premissas básicas para simplificar a modelagem dos dados dos projetos analisados: (1) O projeto é totalmente integrado mina/metalurgia, entretanto os custos de capital estão restritos às operações de mineração e processamento até a concentração do mineral pelos processos convencionais de cada produto: (2) Os custos operacionais incluem o pagamento do refino do metal pelos respectivos processos metalúrgicos ("tool smelt"), assumindo que não existem outros metais vendidos como subproduto; (3) A reserva mineral adotada é usada para determinar a vida do projeto (anos) e capacidade anual de produção; (4) A produção tem início no ano 2 do fluxo de caixa, supondo-se o valor de 50% da capacidade instalada; (5) O financiamento dos investimentos é restrito ao capital próprio do investidor, de modo a eliminar os efeitos de alavancagem financeira nos resultados calculados; (6) O investimento fixo depreciável são distribuídos nos anos do fluxo de caixa e quando necessário uma reposição de parte dos investimentos no décimo ano de operação; (7) A depreciação dos investimentos é feita pelo índice de 10% ao ano no período de 10 anos; e (8) Toda produção do metal é exportada, não havendo incidência de ICMS, IPI, COFINS e PIS.

O **Projeto A** (cobre) está baseado nos dados do estudo de James M. Otto (OTTO, 2000, p.89). Alguns dados foram atualizados e simplificados para o propósito desta monografía. Os dados utilizados na modelagem do fluxo de caixa do Projeto A (<u>Anexo 1</u>) estão no quadro abaixo:

Tabela 1: Quadro das variáveis de entrada para modelagem do FC do Projeto A

Reservas (t de minério)	200.000.000
Teor (% Cu no minério)	0,90%
Anos produção	20
Recuperação no Tratamento	92%
Recuperação no Refino	98%
Vendas Anuais (t de cobre)	81.144
Preço Cobre (US\$/t de cobre)	2.000
Impostos e Contribuições sobre as Vendas	4%
Custo Vendas e Despesas Operacionais (\$/t)	1.102,25
Investimentos Pesquisa e Estudos Viabilidade (US\$)	25.000.000
Investimento Fixo Depreciável (US\$)	400.000.000
Investimento em Desenvolvimento (US\$)	50.000.000

O **Projeto B** é um depósito mineral de níquel laterítico desenvolvido em Madang, província da Papua Nova Guiné (BNDES, 2000, p.15) com os indicadores do projeto adaptados e atualizados conforme abaixo. O Fluxo de Caixa elaborado para o projeto esta no Anexo 2, tendo como variáveis de entrada os dados no quadro abaixo:

Tabela 2: Quadro das variáveis de entrada para modelagem do FC do Projeto B

Reservas (t de minério)	140.000.000
Teor (% Ni no minério)	1,01%
Anos produção	20
Produção média (Catodo de Níquel): t/ano	32.800
Preço Níquel (US\$/t)	7.889,71
Impostos e Contribuições sobre as Vendas	4%
Custo Vendas e Despesas Operacionais (\$/t)	3.747,81
Investimentos Pesquisa e Estudos Viabilidade (US\$)	29.000.000
Investimernto Fixo Depreciável (US\$)	800.000.000
Investimento em Desenvolvimento (US\$)	58.000.000

O **Projeto C** também está baseado nos dados do estudo de James M. Otto (OTTO, 2000, p.89) e se referem a um projeto de mineração de ouro. Alguns dados foram atualizados e simplificados para o propósito desta monografía. Os dados utilizados no modelo do fluxo de caixa no <u>Anexo 3</u> são:

Tabela 3: Quadro das variáveis de entrada para modelagem do FC do Projeto C

Reservas (oz de ouro no minério)	2.350.000
Anos produção	9
Vendas Anuais (oz de ouro)	261.111
Preço Ouro (US\$/oz de ouro)	415
Impostos e Contribuições sobre as Vendas	2%
Custo Vendas e Despesas Operacionais (\$/oz)	210,00
Investimentos Pesquisa e Estudos Viabilidade (US\$)	15.000.000
Investimernto Fixo Depreciável (US\$)	127.000.000
Investimento em Desenvolvimento (US\$)	40.000.000

3.2 Fluxo de Caixa Descontado e VPL

O valor presente líquido (VPL) de um projeto é um dos instrumentos mais usados para a tomada de decisão. A quantificação do VPL é feita pela somatória dos fluxos de caixa anuais do projeto descontados a uma taxa de retorno esperada pelo investidor. O retorno esperado de um investimento é representado por uma taxa de juros livre de risco mais um prêmio pelo risco. A Teoria de Mercado de Capitais mostra que o prêmio pelo risco é igual ao prêmio do risco do mercado ponderado pelo índice de risco sistemático do investimento (beta). Então, o Custo do Capital Próprio é calculado pelo modelo de precificação de ativos - CAPM (ROSS, 2002, p.231):

Resperado =
$$R_F + \beta x (R_M - R_F)$$

onde, R_F é uma taxa de juros considerada livre de risco: 6%; R_M é uma taxa de juros de referência do mercado: 11%; $\beta \times (R_M - R_F)$ é o prêmio pelo risco; β é o beta da empresa.

Segundo Ross (2002, p. 228) o "beta mede a sensibilidade de um título a movimentos da carteira de mercado". A definição da fórmula do beta é uma medida da covariância padronizada entre o retorno de uma ação/empresa/projeto e do ativo de mercado.

$$\beta i = \frac{\text{Cov}(\text{Ri}, \text{Rm})}{\sigma^2(\text{Rm})}$$

O beta é, portanto, uma medida de risco. Este índice deve ser preferencialmente do setor da empresa. Foi utilizado o cálculo do beta realizado por Victor Rudenno (RUDENNO, 1998, p.152) para os setores de cobre e níquel (β = 1,24) e ouro (β = 1,41). Então, o retorno exigido para os investimentos são os seguintes:

Cobre : $6\% + 1,24 \times (11\% - 6\%) = 12\%$.

Níquel: $6\% + 1,24 \times (11\% - 6\%) = 12\%$.

Ouro: $6\% + 1.41 \times (11\% - 6\%) = 13\%$.

Para análise dos fluxos de caixa foi realizado o cálculo do VPL da cada projeto (usando como desconto o retorno esperado) utilizando as fórmulas do Excel para VPL e TIR, bem como o período payback:

Tabela 4: VPL, TIR e Payback dos Projetos

	VPL	TIR	Payback
Projeto A	63.482.036	15,13%	6,76
Projeto B	73.208.790	13,89%	6,95
Projeto C	36.451.000	19,10%	5,46

3.3 Análise de Sensibilidade e Simulação de Monte Carlo

No cálculo do valor presente líquido (VPL) consideramos o custo do investimento e o valor presente dos fluxos de caixa livres futuros, entretanto, por melhor que sejam as estimativas futuras de fluxo de caixa, a incerteza é inerente a todo o processo. Assim, após calcular o valor presente de um projeto é necessário estimar a sua volatilidade. A volatilidade de um projeto não é igual à volatilidade de quaisquer das variáveis insumos. A abordagem Monte Carlo simula a volatilidade de um projeto considerando as propriedades estocásticas e de correlação entre as variáveis que afetam o resultado. O resultado é uma estimativa de volatilidade do projeto, gerada a partir das incertezas individuais das variáveis insumos que compõem um projeto de investimento. Geralmente, os parâmetros individuais escolhidos são os que afetam diretamente a receita bruta, incluindo tanto os parâmetros relacionados aos riscos geológicos (volume das reservas pesquisadas e teor do metal contido no minério) como

os relacionados com o próprio mercado (como o preço do produto, custos e a quantidade vendida).

As estimativas das incertezas individuais (média, desvio padrão e outros) são obtidas a partir de dados históricos utilizando os softwares BestFit, @Risk e RiskView, da Palisade Corporation, que rodam dentro do Excel. Na maioria das vezes se utilizou estimativas subjetivas dos valores mínimos, médios e máximos (função "RiskTriang"). A tabela abaixo sintetiza as incertezas das variáveis insumos utilizadas nos fluxos de caixa de cada projeto:

Tabela - 5: Quadro das incertezas das variáveis de entrada no Fluxo de Caixa do Projeto A

Variáveis	Cálculo da Volatilidade				
	Fórmula	Média	Desvio Padrão	Coef.Variação	
Reservas	Triang(130;200;300)	210.204.000	35.902.780	17%	
Teor%	Triang(0,6%;0,9%;1,3%)	0,93%	0,15%	16%	
Preço	Triang(1572,08;1818,3;2775,36)	2.063,24	265,02	13%	
Custo	Triang(0,3;0,5;0,8)	0,53	0,11	20%	

Tabela - 6 : Quadro das incertezas das variáveis de entrada no Fluxo de Caixa do Projeto B

Variáveis	Cálculo da Volatilidade				
	Fórmula	Média	Desvio Padrão	Coef.Variação	
Reservas	Triang(50;140;200)	133.797.600	30.728.150	23%	
Teor%	Triang(0,6%;1,01%;1,3%)	0,96%	0,15%	15%	
Preço	Triang(4626,42;7889,71;13791,9)	8.857,52	2.061,88	23%	
Custo	Triang(0,8;2;3,19)	1,98	0,44	22%	

Tabela - 7 : Quadro das incertezas das variáveis de entrada no Fluxo de Caixa do Projeto C

Variáveis	Cálculo da Volatilidade				
	Fórmula	Média	Desvio Padrão	Coef.Variação	
Reservas	Triang(1930;2350;3200)	2.473.398	263.154		11%
Preço	Triang(350;415;450)	405,57	21,01		5%
Custo	Triang(200;210;301)	237,86	22,77		10%

Os gráficos apresentadas nos ANEXOS – 4, 5 e 6 apresentam o resultado da análise de sensibilidade e correlação para cada projeto, onde estão representado as diversas influências que as variáveis de entrada sobre o resultado do fluxo de caixa descontado VPL.. A **sensibilidade** é dada pelo coeficiente do desvio padrão do VPL causado pela variação de um desvio padrão da cada variável, isto é, a sensibilidade do VPL à variação de 1 (um) desvio padrão da variável. Do mesmo modo, as correlações entre as variáveis e o VPL denotam medidas diferentes sobre a influência destas variáveis. Os coeficientes abaixo foram retirados diretamente de gráficos dos anexos.

Tabela - 8: Quadro dos quocientes da Análise de Sensibilidade e Correlação

	Sens	sibilidade do \	/PL	Coi	relação do V	PL
	Projeto A	Projeto B	Projeto C	Projeto A	Projeto B	Projeto C
Reservas	0,348	0	0,473	0,305	-0,010	0,051
Teor	0,314	0		0,309	-0,031	
Custo	-0,590	-0,424	-0,641	-0,605	-0,510	-0,638
Preço	0,640	0,864	0,573	0,606	0,900	0,565

Para os Projetos A e C, as duas variáveis que mais influência exerce sobre o valor presente líquido descontado são, nessa ordem: o <u>Preço</u>, com coeficientes entre 0,64 e 0,57, e o <u>Custo</u>, cujo coeficiente varia entre -0,59 e -0,64. Estas variáveis de maior volatilidade representam os riscos de mercado. Os riscos geológicos (<u>Reservas</u> e <u>Teor</u>) apresentam coeficientes de sensibilidade de menor intensidade (0,3 e 0,4).

Já para o Projeto B, os <u>Preços</u> continuam exercendo a maior influência (0,86). Entretanto os riscos geológicos têm coeficientes desprezíveis, apesar de ter um coeficiente de variação de 11%.

As informações que podem ser retiradas da análise de sensibilidade são importantes porque, baseado nelas, é possível saber sobre qual variável de entrada é mais compensatório atuar, de modo a modificar o seu valor para que se tenha um efeito maior sobre o valor presente líquido. Depois de introduzido a volatilidade destas variáveis em cada Fluxo de Caixa, foi utilizado o software @RISK, da Palisade Corporation (que opera em planilhas do Excel) para calcular os valores da distribuição estatística do VPL de cada projeto. Para isto o

programa executou 1000 simulações amostrais pelo método Monte Carlo, que resultaram nos seguintes resultados:

Tabela 9: Quadro resumo: Resultado da Simulação

	Projeto A	Projeto B	Projeto C
VPL médio	83.909.770	114.535.300	16.019.200
Desvio-Padrão do VPL	147.023.400	311.094.600	26.878.510
Assimetria	0,643	0,258	0,067
Curtose	3,374	2,209	2,760
Moda	202.167.300	58.205.240	25.021.660
Percentil 10%	-94.418.770	-279.298.200	-18.051.620
Coeficiente de Variação	175%	272%	168%
TIR	15,68%	14,20%	15,59%

As distribuições estatísticas destes resultados estão mais bem visualizadas nas figuras do Anexo -7. Os resultados podem ser analisados sob dois ângulos diferentes: 1) desconsiderando a incerteza; e 2) levando em consideração um ambiente incerto. Sob o primeiro ponto de vista, observando-se os valores dos VPL dos projetos, nota-se que a ordem de prioridade é a que segue: projeto B; projeto A; e projeto C.

No entanto, a avaliação sob condições incertas deve considerar sua relatividade. A necessidade de uma cautela maior pode ser atestada por meio do desvio-padrão do valor presente líquido. O projeto C tem menor desvio padrão e menor coeficiente de variação, sendo considerado o de menor risco. Uma das conseqüências dos desvio-padrão maiores nos projetos A e B é a probabilidade de 10% de o VPL ser negativo em valores muito maiores que o projeto C.

3.4 Árvore de Decisão e VPL Esperado

A árvore de decisão é muito usada em processos decisórios, consistindo numa representação gráfica das opções de investimentos numa maneira clara que simplifica o trabalho da escolha. Trabalha-se com um valor que pode ser o VPL e uma probabilidade de ocorrência de cada uma das ocorrências. O processo de escolha deseja maximizar o valor presente da decisão. Seleciona-se sempre o ramo com maior Valor Esperado. Cada ramo da árvore tem seu Valor Esperado calculado fazendo-se uma média ponderada...

$E(VPL) = \sum Pi \times VPLi$

O Valor Presente Líquido Esperado, calculado com as probabilidades para cada ramo da árvore de decisão, não reduz nem elimina os riscos, entretanto, é uma ferramenta importante para avaliar e quantificar os riscos que o investidor correrá.

Para efeito de simplificar os procedimentos estatísticos para o cálculo das probabilidades das ocorrências devido às incertezas envolvidas, foram usados os dados da Tabela - 9 para preencher os ramos da árvore de decisão. Na realidade seria mais correto se fazer uma análise estatística sobre a distribuição dos depósitos minerais (reservas) para calcular as probabilidades de risco envolvidas nos sucessos e fracassos da pesquisa mineral. Entretanto isto está fora do escopo do presente estudo devido à complexidade do assunto.

Então foram usados como fracassos os valores do percentil de 10% da cada projeto, significando existir uma probabilidade de 10% para que o VPL assuma valores menores. Como nesta cauda da distribuição estatística os VPL's são negativos, podemos dizer que 10% é a probalidade do prejuízo ser igual ou maior que o percentil.

A árvore de decisão foi modelada no software Precision Tree, da Palisade Corporation, que funciona dentro de Excel. Nessa representação, destacam-se os nós de decisão, probabilidade e de valor. Os nós de decisão são representados por retângulos, os de probabilidade por círculos e os de valor, por triângulos. Como se pode ver na figura 3, a representação gráfica ilustra bem a situação (três opções). Aparece junto ao ramo a expressão VERDADEIRO, significando que essa foi a opção escolhida.

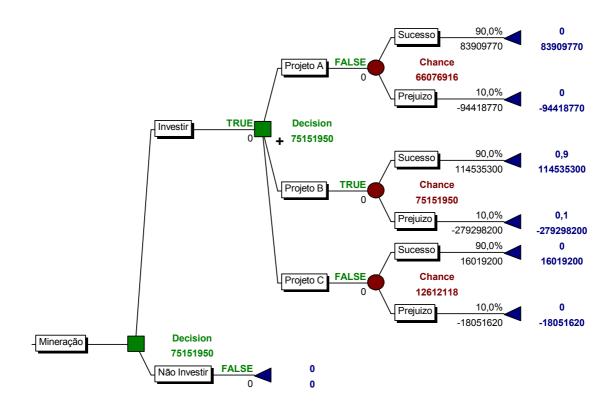


Figura 3. Árvore de decisão para o valor presente líquido (VPL) esperado.

Verifica-se que o Projeto C é o menos arriscado, menor coeficiente de variação, mas o que apresenta o VPL mais modesto. Pelo VPL esperado, a decisão é investir no Projeto B, que apesar de ser o de maior risco, no entanto tem maior valor monetário.

3.5 Equivalente Certo.

A análise de risco de investimentos pode orientar de forma muito deferente a tomada de decisão. Para se comparar uma opção de investimento com certo risco com outra de menor risco é necessário usar o Equivalente Certo (EqC) para os projetos de investimentos analisados, conforme já descrito no item 2.2.3., utilizando a função de utilidade exponencial de aversão ao risco constante U (VPL).

EqC =
$$(-1/c)$$
 . ln $(p1. e^{-c..VPL1} + p2 . e^{-c..VPL2})$
U $(VPL) = 1 - e^{-c.VPL}$

Onde: c é o coeficiente de aversão ao risco

U é calculado como uma função do VPL do investimento.

O Equivalente Certo para os três projetos de investimentos analisados pelo VPL Esperado na seção anterior é calculado para avaliação de uma nova Árvore de Decisão, compondo um novo modelo para selecionar dentro de uma gama de três projetos, aquele mais de acordo com o perfil de risco da empresa. Dessa forma é possível combinar o comportamento frente ao risco, modelado pela função utilidade e a árvore de decisão, compondo um modelo capaz de selecionar dentro de uma gama de projetos, aquele mais de acordo com o perfil de risco do investidor.

A tolerância ao risco é dada por "R = 1/c", e "c" é o coeficiente de aversão ao risco da fórmula do EqC. Geralmente, o valor dessa tolerância "R" é o capital de risco da empresa. Regis Motta (Motta, 2002, p.326) cita: "... "R" tende a valer ¼ do orçamento de capital para exploração da empresa...". Supondo-se que a empresa possua uma tolerância ao risco de US\$ 50 milhões, o resultado encontrado é o seguinte:

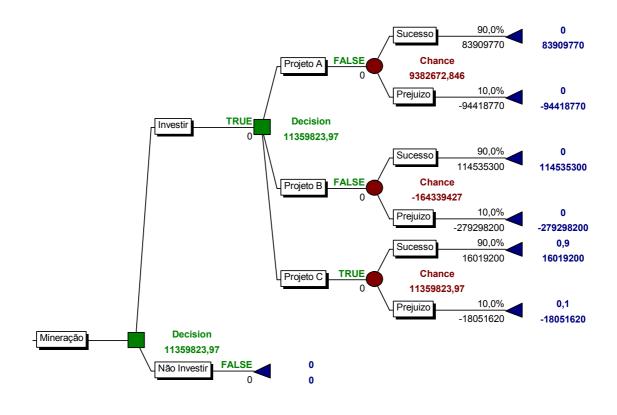


Figura 4. Árvore de decisão representando os equivalentes certos (R = 50.000.000).

O Projeto C é o indicado para este nível de tolerância ao risco, pois possui o menor risco.

3.6 Análise do Nível Ótimo de Participação em Cada Projeto.

O nível de participação do investidor em um projeto pode variar entre 0% (não investir) até 100% (percentual de participação acionária no projeto). Conforme já descrito no item 2.2.4, a equação do cálculo do equivalente certo é adaptada para:

EqC =
$$(-R)$$
. ln[$(p1.e^{-\frac{x1.(VPL1)/R}{R}} + p2.e^{-\frac{x2.(VPL2)/R}{R}})$]

Onde: R é a tolerância ao risco.

p1 e p2 são as probabilidades de ocorrência dos eventos 1 (sucesso) e 2 (prejuizo).

VPLi é o VPL do investimento i (1, 2,)

Xi é o nível de participação percentual em cada projeto projeto.

Para determinar a participação ótima em um projeto, mantendo constante certa aversão ao risco, basta variar os valores de Xi da fórmula para calcular os diversos níveis do EqC. A participação ótima é aquela que maximiza o EqC.

Supondo que um primeiro investidor tenha uma tolerância ao risco dado por R = US\$ 25.000.000, as participações ótimas que maximizam o equivalente certo, para cada projeto, é apresentada na Figura 5 abaixo (Os valores dos gráficos estão tabelados no Anexo - 8). Ao nível de participação de 100%, único acionista, o projeto C é o mais valorizado que os demais, entretanto o nível ótimo de cada projeto é dado por: para A 30%; para B, 10%; e para C, 100%.

Observa-se que todos os níveis de participações no projeto C apresentam valores positivos para o EqC (rentáveis). No projeto A somente as participações até 50% são positivas, e no projeto B, que é o de maior risco, somente interessa participar com 10%.

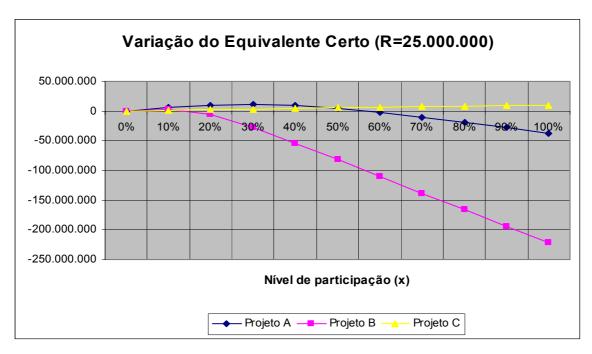


Figura 5. Variação do Equivalente Certo segundo a participação nos projetos (R= 25.000.000).

Supondo-se que um segundo investidor possua um nível de tolerância ao risco maior, da ordem de US\$ 50.000.000, a mesma do exercício da árvore de decisão. Ao nível de participação de 100%, sendo único acionista, o projeto C continua o mais valorizado que os demais (Figura 6). Entretanto o nível ótimo dos projetos A e B sobem para 60% e 20%, respectivamente. Nota-se ainda que o projeto A seja o melhor na participação menores que 100%. O projeto B melhora um pouco, mas é positivo somente para as participações de 10%, 20% e 30%.

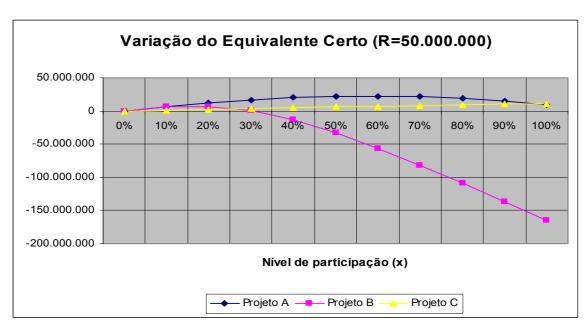


Figura 6. Variação do Equivalente Certo segundo a participação nos projetos (R= 50.000.000).

Um terceiro investidor com tolerância ao risco ainda maior, da ordem de US\$ 75.000.000, encontra a seguinte situação: o projeto A agora é o mais valorizado que os demais, pois este terceiro investidor tem maior tolerância ao risco (Figura 7). A participação ótima dos projetos se modifica para: para A, 90%; para B, 20%; e para C, 100%.

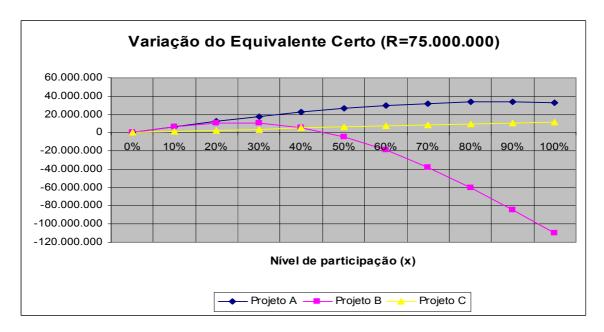


Figura 7. Variação do Equivalente Certo segundo a participação nos projetos (R= 75.000.000).

3.7 Diversificação e Estabelecimento da Fronteira Eficiente de um Portfólio de Investimento.

Mudando agora o enfoque da análise do investidor. Em vez de querer analisar o resultado individual do investimento em determinado projeto, passamos a querer estabelecer um portfólio de investimentos com participações em vários projetos simultâneos, de modo a diminuir o risco do investimento pelo efeito da diversificação, e passamos a querer saber o resultado global do total dos investimentos. Isto é muito comum no setor mineral, às empresas freqüentemente fazem "Joint-Ventures" para desenvolver projetos.

Conforme já descrito no item 2.2.5, a utilização da técnica de Capital Asset Pricing Model (Markowits) é usada para calcular o retorno e risco de um portfólio de investimentos. O calculo da fronteira eficiente é uma otimização de retorno do portfólio pela variação das participações possíveis nos "Joint-Ventures". O Solver do Excel, para cálculos de otimização de resultados (os problemas lineares usam o método simplex com limites sobre as variáveis), é usado para localizar um valor ótimo para uma fórmula (cálculo do valor otimizado retorno ou risco) em uma célula (chamada célula de destino) em uma planilha. O Solver trabalha com um grupo de células relacionadas com a fórmula na célula destino (retorno), ajustando os valores nas células variáveis (níveis de participação) para produzir o resultado específico da fórmula. Aplica-se restrições para restringir os valores que o Solver usa no modelo. As fórmulas das células destino usadas neste modelo são:

- (1) Retorno (portfólio)= Rp = Xa. VPLa + Xb. VPLb + Xc. VPLc
- (2) Risco (portfólio) = desvio padrão (portfólio) = $\sigma p = \sqrt{\text{Var (portfólio)}}$

Var (portfólio) : $\sigma p^2 = Xa^2 \cdot \sigma a^2 + Xb^2 \cdot \sigma b^2 + Xc^2 \cdot \sigma c^2$ (o índice de correlação pij entre os projetos é estabelecido como zero, indicando a independência estatística entre os projetos)

Onde: Xi é o nível de participação nos projetos (a, b, c).

VPLi é o retorno esperado dos ativos (a, b, c).

σi é o desvio padrão do VPLi (a, b, c).

(3) Variáveis (Xi): Xa, Xb e Xc.

As células de restrições são relacionadas às limitações do orçamento disponível para investir no portfólio e das células variáveis (Xi) entre 0% (zero porcento) e 100% (cem porcento). As fórmulas usadas são as seguintes:

- (4) Investimento no portfólio ≥ limite mínimo a ser investido (US\$ 50 milhões);
- (5) Investimento no portfólio ≤ limite máximo a ser investido (US\$ 800 milhões);
- (6) $0\% \ge Xi \le 100\%$.

Os limites do investimento a ser usado para custear o portfólio são dados pelo orçamento disponível da empresa/investidor. Usamos aleatoriamente os valores de limites mínimo de US\$ 100 milhões e máximo de US\$ 1.000 milhões. Os demais dados usados no modelo são: VPLs de cada projeto; os desvios padrões (riscos); e os respectivos investimentos dos projetos, conforme quadro abaixo:

Tabela – 10: Dados disponíveis para calcular o retorno e risco do portifólio (US\$ milhões)

PROJETO	INVESTIMENTO	VPL	DESVIO	NÍVEL DE
	dos PROJETOS	MÉDIO	PADRÃO	PARTICIPAÇÃO
A	475	83,9	147,0	Variável: Xa
В	887	114,5	311,1	Variável: Xb
С	182	16,0	26,9	Variável: Xc

As etapas usadas no Solver para calcular os valores ótimos do modelo de fronteira eficiente seguiram os seguintes passos:

1. Determinar o menor risco: minimizar o risco proveniente de uma situação de um baixo nível de investimento no portfólio;

- 2. Determinar o risco máximo: maximizar o risco associado a maior alocação de variáveis no portfólio;
- 3. Calcular o máximo retorno para os níveis de risco entre o mínimo e máximo dos passos anteriores (interpolar para um total de 10 situações).

A tabela abaixo lista o resultado destas simulações:

Tabela 11: Resultados da simulação usando Solver

	Risco(port.)	Retorno(port.)	Invest.(port.)	Variáv	eis: partici	ipação
	σр	Rp	Custo	Xa	Xb	Хc
Menor	12,46	10,76	100,00	0,0341	0,0142	0,3911
Risco	34,78	31,43	266,71	0,1494	0,0455	0,8535
	57,09	50,23	396,59	0,2879	0,0878	1,0000
	79,41	66,77	500,36	0,4271	0,1302	1,0000
	101,73	82,66	600,01	0,5608	0,1709	1,0000
	124,05	98,27	697,96	0,6922	0,2110	1,0000
	146,36	113,73	794,96	0,8223	0,2507	1,0000
	168,68	129,12	891,48	0,9518	0,2902	1,0000
	191,00	143,71	996,08	1,0000	0,3823	1,0000
Maior	· ·		1.000,00	1,0000	0,4951	0,4716
Risco	235,63	151,70	1.000,00	1,0000	0,5919	0,0000

Os pares de valores achados para retornos e riscos na tabela acima representam os pontos da fronteira eficiente, que estão plotados no gráfico abaixo.

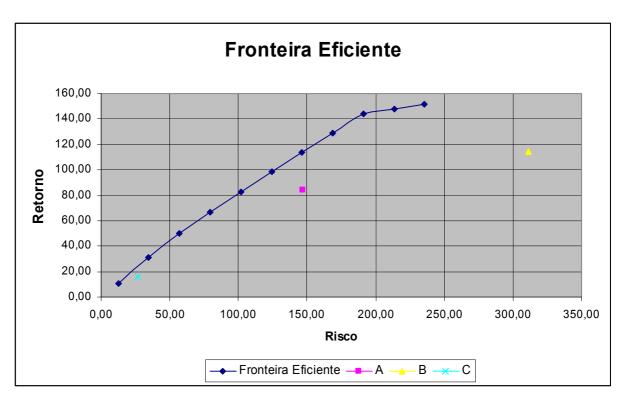


Figura 8. Fronteira Eficiente - Análise CAPM.

A análise da tabela 10 e figura acima permite destacar algumas observações importantes para o investidor:

- O aumento do nível de risco do portfólio é acompanhado pelo aumento do retorno do portfólio;
- O aumento do nível de risco do portfólio é acompanhado pelo aumento na participação do projeto A, atingindo a participação máxima de 100% no nível de risco σp = 191, mantendo-se estável em diante;
- O aumento do nível de risco do portfólio é acompanhado pelo aumento na participação no projeto B, atingindo participação máxima de 59,19% no nível de risco máximo de σp = 235,63;
- O aumento do nível de risco do portfólio atinge a participação máxima de 100% no projeto C logo no início (risco σp =57,09). Na parte de maior risco, esta participação é eliminada para 0%.

3.8 Estabelecimento do Portfólio Ótimo para Diferentes Níveis de Tolerância ao Risco do Investidor.

O estabelecimento do portfólio ótimo para diferentes níveis de tolerância do investidor é baseado na combinação da teoria da preferência e fronteira eficiente – CAPM. Baixa tolerância ao risco significa preferência a negócios de baixo risco. Dado o conhecimento da tolerância ao risco, é possível calcular a melhor alocação de capital para um portfólio.

A fórmula do equivalente certo que envolve todo portfólio é adaptada da fórmula para projetos isolados mostrada a seguir:

EqC (Portf) =
$$\{ VE - (\sigma^2/2R) \}$$

Onde:

VE = é o valor esperado do retorno do portfólio;

σ = é o desvio-padrão associado ao retorno do portfólio; e

R = é a tolerância ao risco do investidor.

Desta forma, pode-se registrar a restrição orçamentária do investidor e verificar a otimização dos resultados pela planilha calculada e configuração de um novo gráfico sobre "retorno verso risco". O objetivo da otimização do Solver é maximizar o equivalente certo fazendo simulações de ajuste nas participações dos projetos A, B e C. A fronteira eficiente para diversos níveis de tolerâncias ao risco, de 25 a 1.000 milhões, que maximiza o equivalente certo está calculada na tabela abaixo. Os mesmos limites orçamentários estabelecidos no item anterior, 100 e 1.000 milhões, foram usados para esta simulação.

Tabela 12: Simulação do Solver (CAPM e EqC)

R	RiskPort	RetPort	Portifolio	Α	В	С	MaxEqC
	σр	kp	Cost	X1	X2	X3	
25	12,90	11,65	100,00	0,05	0,02	0,33	8,32
50	22,59	20,41	173,23	0,10	0,03	0,55	15,31
75	33,88	30,62	259,84	0,15	0,04	0,83	22,96
100	43,31	39,08	326,68	0,19	0,06	1,00	29,70
200	73,04	62,15	471,36	0,39	0,12	1,00	48,81
300	105,36	85,21	616,04	0,58	0,18	1,00	66,71
400	138,47	108,27	760,72	0,78	0,24	1,00	84,31
500	171,91	131,34	905,40	0,97	0,30	1,00	101,79
600	185,84	140,59	971,92	1,00	0,36	1,00	111,81
700	191,86	144,22	1.000,00	1,00	0,39	1,00	117,93
800	191,86	144,22	1.000,00	1,00	0,39	1,00	121,21
900	191,86	144,22	1.000,00	1,00	0,39	1,00	123,77
1.000	191,86	144,22	1.000,00	1,00	0,39	1,00	125,81

É interessante verificar como, à medida que se aumenta o valor de R, os pontos de maximização do equivalente certo possuem risco e retornos cada vez maiores até o nível de tolerância de 700 milhões, a partir de então permanecem constantes após haver atingido o limite máximo orçamentário de 1.000 milhão. A partir deste ponto não é mais possível adicionar risco ou retorno ao portfólio.

O gráfico abaixo mostra as curvas de evolução entre os valores de maximização do equivalente certo e respectivos pontos da fronteira eficiente, evidenciando a diferença entre eles com valores cada vez maiores e propiciando aumentos no prêmio pelo riso, até a tolerância de 700 milhões. Aumentos a partir deste ponto, devido à estagnação dos riscos e retornos do portfólio, somente provocam a diminuição do prêmio pelo risco.

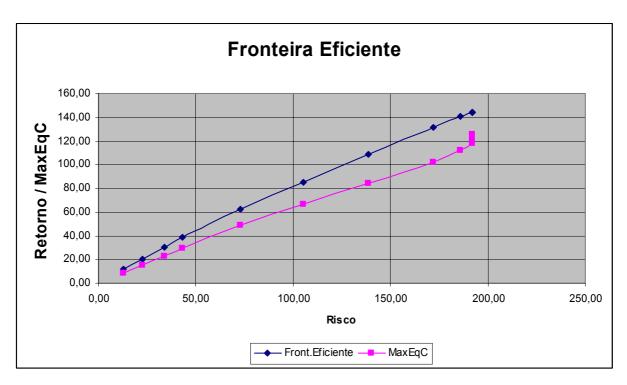


Figura 9: Fronteira Eficiente – Análise do Equivalente Certo

A combinação entre a teoria da preferência e a fronteira eficiente de um portfólio pelo uso do CAPM mostra-se, desta maneira, muito útil, para decisões de otimização dos investimentos.

4. CONCLUSÕES.

O ambiente de competição e incertezas relacionadas aos riscos de investimentos, no qual as empresas de mineração estão inseridas, torna necessária a busca de técnicas mais modernas no processo decisório de alocação de capital. A tomada de decisões, tanto a nível de projetos como em nível orçamentário entre empresas na formulação de Joint-Ventures, precisa de técnicas que complementem o uso das técnicas tradicionais de avaliação de investimentos, principalmente o Fluxo de Caixa Descontado, que sejam capazes de lidar com as incertezas e adaptação às condições e capacitações individuais de exposição ao risco do investidor.

A metodologia usada para incorporação do risco envolveu duas etapas de decisões: independentes de orçamento de capital, para escolha entre projetos, e dependentes de orçamento de capital, para formulação de portfólios. Na primeira etapa procedeu-se: (1) ao ajuste da taxa de desconto pelo modelo CAPM onde o risco de mercado é avaliado pelo Beta; (2) a simulação computacional para analisar sensibilidade pelo método Monte Carlo e Árvore de Decisão; e (3) a avaliação do risco usando a função de utilidade e seu inverso pelo Equivalente Certo. Na segunda etapa procedeu-se a continuação da análise de sensibilidade do VPL pelo uso da programação linear (Solver) para estudar as possibilidades de formação de portfólios: combinando CAPM e teoria de preferência para determinar a fronteira eficiente das possibilidades com diferentes níveis de tolerâncias ao risco.

Os resultados mostraram-se muitos úteis no processo de tomada de decisões, envolvendo problemas com diversas alternativas de solução, onde acreditamos haver uma correta, ou hierarquicamente superior às demais segundo os critérios de preferências. Além de examinarem as melhores alternativas (ou mesmo a melhor), as técnicas estudadas têm caráter didático aos empreendedores, permitindo-os trabalhar as variáveis de maior sensibilidade.

5. BIBLIOGRAFIA

ARANTES, Douglas, A Posição Competitiva do Brasil na Mineração de Ouro. Brasília:

BNDES, 2000. 57p. (BRASIL, BNDES, Mineração e Metalurgia: **Níquel – Novos Parâmetros de Desenvolvimento**, Maio de 2000).

DNPM, 1995. 102p. (Brasil, DNPM, Estudos de Política e Economia Mineral, 7).

ASSAF NETO, Alexandre, **Mercado Financeiro**, 4^a. Edição, São Paulo: Atlas, 2001.

BRASIL, DNPM, Departamento Nacional da Produção Mineral, **Sumário Mineral 2003**, Brasília. Disponível em http://www.dnpm.gov.br/m_economia_sumário.htm > Acesso em 15 set. 2004.

DAMODARAN, Aswath, **Avaliação de Investimentos: Ferramentas e Técnicas para Determinação do Valor de Qualquer Ativo,** Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997.

LAPPONI, Juan C., **Estatística Usando Excel,** São Paulo: Lapponi Treinamento e Editora, 2000.

LOZARDO, Ernesto, **Derivativos no Brasil – Fundamentos e Práticas,** São Paulo: BM&F, 1998.

MACKENZIE, Brian, **Potencial Econômico da Prospecção de Ouro no Brasil**. Brasília: DNPM, 1991. 220p. (Brasil, DNPM, Estudos de Política e Economia Mineral, 4).

MEGILL, R. E., **An Introduction to Exploration Economics,** Tulsa (Oklahama, USA): The Petroleum Publishing Company, 1971.

MOTTA, Regis da Rocha, **Análise de Investimentos.** São Paulo: Atlas, 2002.

MURTHA, James A., **Decisions Involving Uncertainty: Na @Risk Tutorial for the Petroleum Industry,** Palisade Corporation, Newfield, NY: 2000

OTTO, James M et alli, **Global Mining Taxation Comparative Study,** Institute for Global Resources Policy & Management, Colorado School of Mines, Golden, Colorado, Estados Unidos, 2a. Edição, 2000.

RAIFFA, Howard, **Teoria da Decisão:** aulas introdutórias sobre escolhas em condições de incerteza; tradução de Sérgio Dirão. Petrópolis, Vozes. São Paulo: Ed. Da Universidade de São Paulo, 1977.

ROSS, Stephen A., WESTERFIELD, Randolf W., JAFFE, Jeffrey E., **Administração** Financeira – Corporate Finance. São Paulo: Atlas, 2002.

RUDAWSKY, Oded, **Economic Evaluation Techniques for mining Investment Projects,** in Colorado School of Mines Mineral Industries Bulletin, vol.13, Colorado (USA): 1970.

RUDENNO, Victor, The Mining Valuation Handbook: Australian mining and energy valuation for investors and management, Victoria (Austrália): Australian Print Group, 1998

SECURATO, José R., **Decisões Financeiras em Condições de Risco,** São Paulo: Atlas, 1996.

SMITH, V. Kerry, KRUTILLA, John V., **Exploration in Natural Resource Economics,** Baltimore (Maryland, USA): Published for Resources for the Future by The Johns Hopkins Press, 1982.

SOUZA, Petain A., Avaliação Econômica de Projetos de Mineração – Análise de Sensibilidade e Análise de Risco, Belo Horizonte: 1995.

WELLMER, Friedrich W., **Economic Evaluations in Exploration,** Hanover (Federal Republic of Germany): Verlag Ellen Pilger, 1986.

ANEXOS

ANEXO 1 – FLUXO DE CAIXA DO PROJETO A – (US\$)

FLUXO DE CAIXA / Ano Investimentos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pesquisa/Estudo de Viabilidade Desenvolvimento	20000000	-20000000	-20000000								
Investimento Fixo Depreciável Receitas Brutas Impostos e Contribuições s/ Vendas Receitas Líquidas Custos prod. Vendidos e Custos Operacionais Lucro Operacional - LAJIR IRPF (25%) CSLL (9%) Lucro Líquido Depreciação	1	80000000	-180000000 81144000 -3245760 77898240 -44720487 33177753 -8294438,25 -2985997,77 21897316,98 18000000	162288000 -6491520 155796480 -89440974 66355506 -16588876,5 -5971995,54 43794633,96 36000000							
Fluxo de Caixa	20000000 2	200000000	-160102683	79794633,96	79794633,96	79794633,96	79794633,96	79794633,96	79794633,96	79794633,96	79794633,96
FLUXO DE CAIXA / Ano	11		12	13	14	15	16	17	18	19	20 21
Investimentos											
Pesquisa/Estudo de Viabilidade											
Desenvolvimento											
Investimento Fixo Depreciável	-200000000										
Receitas Brutas	162288000	1622880	00 1622880	000 1622880	000 162288	162288	000 162288	000 162288	000 1622880	000 1622880	00 162288000
Impostos e Contribuições s/ Vendas	-6491520	-64915	20 -64915	520 -6491	520 -6491	520 -6491	520 -6491	520 -6491	520 -6491	520 -64915	20 -6491520
Receitas Líquidas Custos prod. Vendidos e Custos	155796480	1557964									
Operacionais	-89440974	-894409									
Lucro Operacional - LAJIR	66355506	663555									
IRPF (25%)	-16588876,5	-16588876	•	•	,	•	,	,	•	,	
CSLL (9%)	-5971995,54	-5971995,		,	•	,	•	•	,		,
Lucro Líquido	43794633,96	43794633,		,		,	•		,	,96 43794633	
Depreciação	36000000	380000	00 200000	200000	20000	20000	000 20000	000 20000	000 200000	200000	00 20000000
Fluxo de Caixa	-120205366	81794633,	96 63794633	,96 63794633	,96 6379463	3,96 63794633	3,96 63794633	3,96 63794633	3,96 63794633	,96 63794633	96 63794633,96

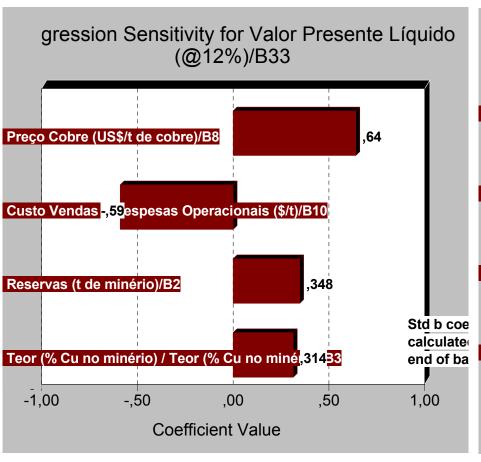
ANEXO 2 – FLUXO DE CAIXA DO PROJETO "B" - (US\$)

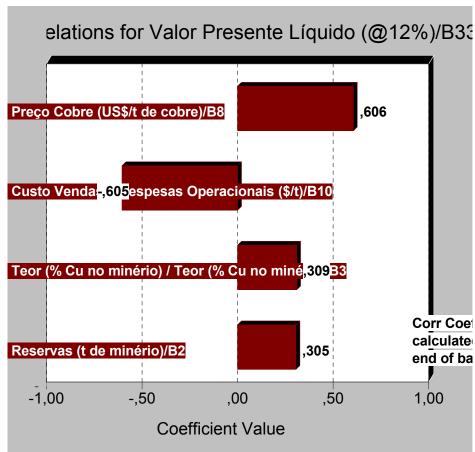
FLUXO DE CAIXA / Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investimentos											
Pesquisa/Estudo de Viabilidade	29.000.000										
Desenvolvimento		-43.000.000	-15.000.000								
Investimento Fixo Depreciável		400.000.000	400.000.000								
Receitas Brutas			129.391.244	258.782.488	258.782.488	258.782.488	258.782.488	258.782.488	258.782.488	258.782.488	258.782.488
Impostos e Contribuições s/ Vendas			-5.175.650	-10.351.300	-10.351.300	-10.351.300	-10.351.300	-10.351.300	-10.351.300	-10.351.300	-10.351.300
Receitas Líquidas Custos prod. Vendidos e Custos Operacionais			124.215.594 -61.464.248	248.431.188 - 122.928.496	248.431.188	248.431.188	248.431.188 - 122.928.496	248.431.188 - 122.928.496	248.431.188 - 122.928.496	248.431.188 - 122.928.496	248.431.188 - 122.928.496
Lucro Operacional - LAJIR			62.751.346	125.502.692	125.502.692	125.502.692	125.502.692	125.502.692	125.502.692	125.502.692	125.502.692
IRPF (25%)			-15.687.837	-31.375.673	-31.375.673	-31.375.673	-31.375.673	-31.375.673	-31.375.673	-31.375.673	-31.375.673
CSLL (9%)			-5.647.621	-11.295.242	-11.295.242	-11.295.242	-11.295.242	-11.295.242	-11.295.242	-11.295.242	-11.295.242
Lucro Líquido			41.415.889	82.831.777	82.831.777	82.831.777	82.831.777	82.831.777	82.831.777	82.831.777	82.831.777
Depreciação			40.000.000	80.000.000	80.000.000	80.000.000	80.000.000	80.000.000	80.000.000	80.000.000	80.000.000
Fluxo de Caixa	29.000.000	443.000.000	333.584.111	162.831.777	162.831.777	162.831.777	162.831.777	162.831.777	162.831.777	162.831.777	162.831.777
FLUXO DE CAIXA / Ano	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
FLUXO DE CAIXA / Ano Investimentos	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Investimentos	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Investimentos Pesquisa/Estudo de Viabilidade	11 400.000.000	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Investimentos Pesquisa/Estudo de Viabilidade Desenvolvimento	-	12 258.782.488	13 258.782.488	14 258.782.488	15 258.782.488	16 258.782.488	17 258.782.488	18 258.782.488	19 258.782.488	20 258.782.488	21 258.782.488
Investimentos Pesquisa/Estudo de Viabilidade Desenvolvimento Investimento Fixo Depreciável	400.000.000										
Investimentos Pesquisa/Estudo de Viabilidade Desenvolvimento Investimento Fixo Depreciável Receitas Brutas Impostos e Contribuições s/ Vendas Receitas Líquidas	- 400.000.000 258.782.488	258.782.488	258.782.488	258.782.488	258.782.488	258.782.488	258.782.488	258.782.488	258.782.488	258.782.488	258.782.488
Investimentos Pesquisa/Estudo de Viabilidade Desenvolvimento Investimento Fixo Depreciável Receitas Brutas Impostos e Contribuições s/ Vendas	400.000.000 258.782.488 -10.351.300	258.782.488 -10.351.300	258.782.488 -10.351.300	258.782.488 -10.351.300	258.782.488 -10.351.300	258.782.488 -10.351.300	258.782.488 -10.351.300	258.782.488 -10.351.300	258.782.488 -10.351.300	258.782.488 -10.351.300	258.782.488 -10.351.300
Investimentos Pesquisa/Estudo de Viabilidade Desenvolvimento Investimento Fixo Depreciável Receitas Brutas Impostos e Contribuições s/ Vendas Receitas Líquidas Custos prod. Vendidos e Custos	400.000.000 258.782.488 -10.351.300 248.431.188	258.782.488 -10.351.300 248.431.188	258.782.488 -10.351.300 248.431.188	258.782.488 -10.351.300 248.431.188	258.782.488 -10.351.300 248.431.188	258.782.488 -10.351.300 248.431.188	258.782.488 -10.351.300 248.431.188	258.782.488 -10.351.300 248.431.188	258.782.488 -10.351.300 248.431.188	258.782.488 -10.351.300 248.431.188	258.782.488 -10.351.300 248.431.188
Investimentos Pesquisa/Estudo de Viabilidade Desenvolvimento Investimento Fixo Depreciável Receitas Brutas Impostos e Contribuições s/ Vendas Receitas Líquidas Custos prod. Vendidos e Custos Operacionais	400.000.000 258.782.488 -10.351.300 248.431.188 - 122.928.496	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 - 122.928.496	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 - 122.928.496	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 - 122.928.496	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 - 122.928.496	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 - 122.928.496	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 -122.928.496	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 - 122.928.496	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 - 122.928.496	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 - 122.928.496	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 - 122.928.496
Investimentos Pesquisa/Estudo de Viabilidade Desenvolvimento Investimento Fixo Depreciável Receitas Brutas Impostos e Contribuições s/ Vendas Receitas Líquidas Custos prod. Vendidos e Custos Operacionais Lucro Operacional - LAJIR	400.000.000 258.782.488 -10.351.300 248.431.188 122.928.496 125.502.692	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 122.928.496 125.502.692	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 122.928.496 125.502.692	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 122.928.496 125.502.692	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 - 122.928.496 125.502.692	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 -122.928.496 125.502.692	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 122.928.496 125.502.692	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 122.928.496 125.502.692	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 122.928.496 125.502.692	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 122.928.496 125.502.692	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 -122.928.496 125.502.692
Investimentos Pesquisa/Estudo de Viabilidade Desenvolvimento Investimento Fixo Depreciável Receitas Brutas Impostos e Contribuições s/ Vendas Receitas Líquidas Custos prod. Vendidos e Custos Operacionais Lucro Operacional - LAJIR IRPF (25%)	400.000.000 258.782.488 -10.351.300 248.431.188 - 122.928.496 125.502.692 -31.375.673	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 - 122.928.496 125.502.692 -31.375.673	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 - 122.928.496 125.502.692 -31.375.673	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 - 122.928.496 125.502.692 -31.375.673	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 - 122.928.496 125.502.692 -31.375.673	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 - 122.928.496 125.502.692 -31.375.673	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 - 122.928.496 125.502.692 -31.375.673	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 - 122.928.496 125.502.692 -31.375.673	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 - 122.928.496 125.502.692 -31.375.673	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 - 122.928.496 125.502.692 -31.375.673	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 - 122.928.496 125.502.692 -31.375.673
Investimentos Pesquisa/Estudo de Viabilidade Desenvolvimento Investimento Fixo Depreciável Receitas Brutas Impostos e Contribuições s/ Vendas Receitas Líquidas Custos prod. Vendidos e Custos Operacionais Lucro Operacional - LAJIR IRPF (25%) CSLL (9%)	400.000.000 258.782.488 -10.351.300 248.431.188 -122.928.496 125.502.692 -31.375.673 -11.295.242	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 -122.928.496 125.502.692 -31.375.673 -11.295.242	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 -122.928.496 125.502.692 -31.375.673 -11.295.242	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 -122.928.496 125.502.692 -31.375.673 -11.295.242	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 -122.928.496 125.502.692 -31.375.673 -11.295.242	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 -122.928.496 125.502.692 -31.375.673 -11.295.242	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 122.928.496 125.502.692 -31.375.673 -11.295.242	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 122.928.496 125.502.692 -31.375.673 -11.295.242	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 122.928.496 125.502.692 -31.375.673 -11.295.242	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 122.928.496 125.502.692 -31.375.673 -11.295.242	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 - 122.928.496 125.502.692 -31.375.673 -11.295.242
Investimentos Pesquisa/Estudo de Viabilidade Desenvolvimento Investimento Fixo Depreciável Receitas Brutas Impostos e Contribuições s/ Vendas Receitas Líquidas Custos prod. Vendidos e Custos Operacionais Lucro Operacional - LAJIR IRPF (25%) CSLL (9%) Lucro Líquido	400.000.000 258.782.488 -10.351.300 248.431.188 122.928.496 125.502.692 -31.375.673 -11.295.242 82.831.777	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 122.928.496 125.502.692 -31.375.673 -11.295.242 82.831.777	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 122.928.496 125.502.692 -31.375.673 -11.295.242 82.831.777	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 122.928.496 125.502.692 -31.375.673 -11.295.242 82.831.777	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 122.928.496 125.502.692 -31.375.673 -11.295.242 82.831.777	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 -122.928.496 125.502.692 -31.375.673 -11.295.242 82.831.777	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 122.928.496 125.502.692 -31.375.673 -11.295.242 82.831.777	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 122.928.496 125.502.692 -31.375.673 -11.295.242 82.831.777	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 122.928.496 125.502.692 -31.375.673 -11.295.242 82.831.777	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 122.928.496 125.502.692 -31.375.673 -11.295.242 82.831.777	258.782.488 -10.351.300 248.431.188 -122.928.496 125.502.692 -31.375.673 -11.295.242 82.831.777

ANEXO 3 – FLUXO DE CAIXA DO PROJETO "C" - (US\$)

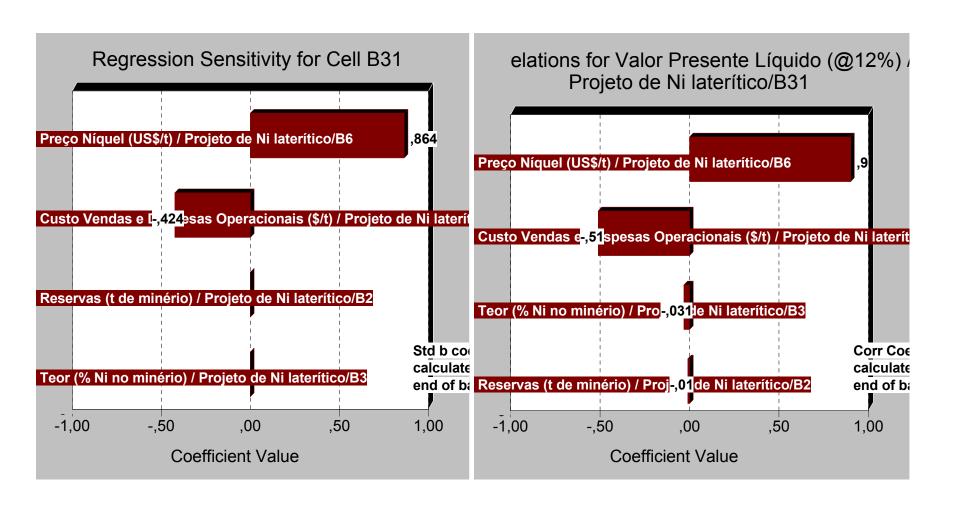
FLUXO DE CAIXA / Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investimentos	_										
Pesquisa/Estudo de Viabilidade	15.000.000										
Desenvolvimento		20.000.000	20.000.000								
Investimento Fixo Depreciável		63.500.000	63.500.000								
Receitas Brutas			54.180.556	108.361.111	108.361.111	108.361.111	108.361.111	108.361.111	108.361.111	108.361.111	108.361.111
Impostos e Contribuições s/ Vendas			-1.083.611	-2.167.222	-2.167.222	-2.167.222	-2.167.222	-2.167.222	-2.167.222	-2.167.222	-2.167.222
Receitas Líquidas Custos prod. Vendidos e Custos			53.096.944	106.193.889	106.193.889	106.193.889	106.193.889	106.193.889	106.193.889	106.193.889	106.193.889
Operacionais			27.416.667	-54.833.333	-54.833.333	-54.833.333	-54.833.333	-54.833.333	-54.833.333	-54.833.333	-54.833.333
Lucro Operacional - LAJIR			25.680.278	51.360.556	51.360.556	51.360.556	51.360.556	51.360.556	51.360.556	51.360.556	51.360.556
IRPF (25%)			-6.420.069	-12.840.139	-12.840.139	-12.840.139	-12.840.139	-12.840.139	-12.840.139	-12.840.139	-12.840.139
CSLL (9%)			-2.311.225	-4.622.450	-4.622.450	-4.622.450	-4.622.450	-4.622.450	-4.622.450	-4.622.450	-4.622.450
Lucro Líquido			16.948.983	33.897.967	33.897.967	33.897.967	33.897.967	33.897.967	33.897.967	33.897.967	33.897.967
Depreciação			6.350.000	12.000.000	12.000.000	12.000.000	12.000.000	12.000.000	12.000.000	12.000.000	12.000.000
Fluxo de Caixa	15.000.000	83.500.000	60.201.017	45.897.967	45.897.967	45.897.967	45.897.967	45.897.967	45.897.967	45.897.967	45.897.967

Anexo - 4 : Projeto A (Análise de Sensibilidade e Correlação)

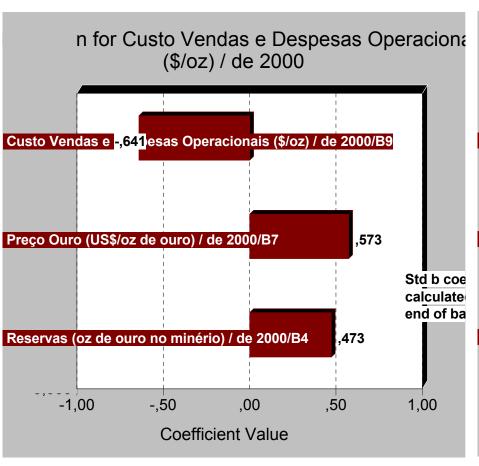


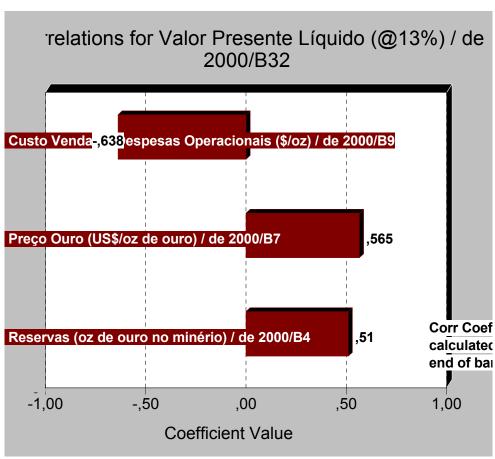


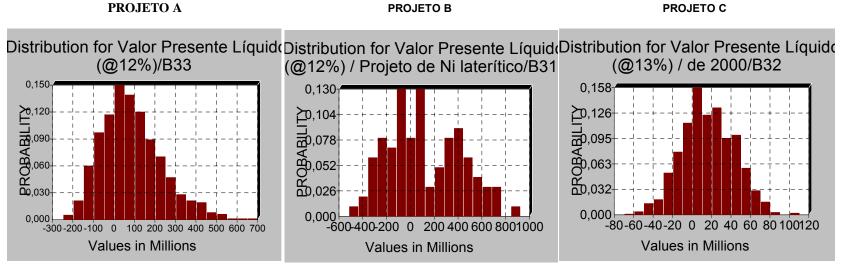
ANEXO - 5 : PROJETO B (Análise de Sensibilidade e Correlação)

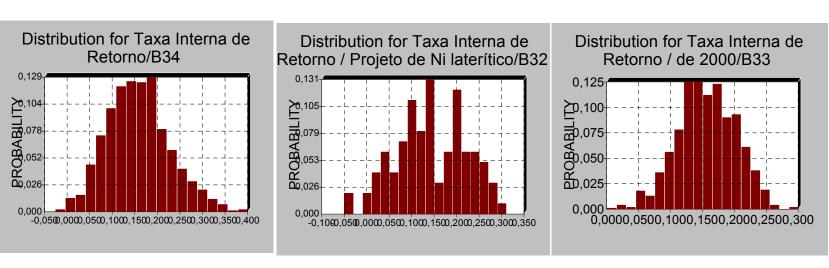


Anexo - 6 : Projeto C (Análise de Sensibilidade e Correlação)









ANEXO - 8: Variação do Equivalente Certo Segundo a Participação nos Projetos

EqC = (- R) . ln[(p1. e
$$\frac{-x1.(VPL1)/R}{} + p2. e \frac{-x2.(VPL2)/R}{}$$
)]

/PL1- As(12%) =	83.909.770	p1=	0,9
VPL 2-Ap(12%)=	-94.418.770	p2=	0,1
/PL 1-Bs(12%) =	114.535.300		
VPL 2-Bp(12%)=	-279.298.200		
/PL 1-Cs(13%) =	16.019.200		
VPI 2-Cn(13%)=	-18 051 620		

R = 25.000.000

Participação (x)	Projeto A	Projeto B	Projeto C
0%	0	0	0
10%	5.915.795	3.342.896	1.239.543
20%	9.908.232	-6.444.945	2.432.534
30%	11.184.038	-28.143.221	3.573.900
40%	9.347.357	-54.563.902	4.658.248
50%	4.691.336	-82.169.713	5.679.912
60%	-2.022.282	-110.031.956	6.633.005
70%	-10.010.112	-137.947.769	7.511.500
80%	-18.707.373	-165.874.689	8.309.321
90%	-27.776.116	-193.803.909	9.020.460
100%	-37.033.097	-221.733.605	9.639.106

Projeto A	Projeto B	Projeto C
0	0	0
6.292.889	5.794.856	1.250.573
11.831.590	6.685.793	2.479.086
16.411.039	655.281	3.684.334
	0 6.292.889 11.831.590	0 0 6.292.889 5.794.856 11.831.590 6.685.793

R = 50.000.000

1070	0.202.000	0.704.000	1.200.070
20%	11.831.590	6.685.793	2.479.086
30%	16.411.039	655.281	3.684.334
40%	19.816.464	-12.889.889	4.865.069
50%	21.850.680	-32.597.106	6.020.001
60%	22.368.076	-56.286.442	7.147.800
70%	21.305.052	-82.161.432	8.247.099
80%	18.694.714	-109.127.803	9.316.497
90%	14.659.119	-136.613.126	10.354.559
100%	9.382.673	-164.339.427	11.359.824

R = 75.000.000

	10.000.000		
Participação (x)	Projeto A	Projeto B	Projeto C
0%	0	0	0
10%	6.404.378	6.444.718	1.254.162
20%	12.348.931	10.123.918	2.493.880
30%	17.747.385	10.028.689	3.718.629
40%	22.506.681	5.271.568	4.927.868
50%	26.530.562	-4.585.829	6.121.048
60%	29.724.696	-19.334.834	7.297.603
70%	32.003.089	-38.216.850	8.456.958
80%	33.295.110	-60.231.556	9.598.523
90%	33.552.114	-84.429.662	10.721.700
100%	32.752.432	-110.061.531	11.825.878