

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ADMINISTRATIVAS**

Leandro Paloschi Dick

**AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTO NO SETOR DE MINERAÇÃO
UTILIZANDO ANÁLISE POR OPÇÕES REAIS**

Porto Alegre
2007

Leandro Paloschi Dick

**AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTO NO SETOR DE MINERAÇÃO
UTILIZANDO ANÁLISE POR OPÇÕES REAIS**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Departamento de Ciências Administrativas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Administração.

Orientador: Prof. Gilberto de Oliveira Kloeckner

Porto Alegre

2007

AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares, especialmente meus pais, pelos princípios que souberam me passar, pelo exemplo que são para mim e pelo imenso apoio durante todos os momentos de minha vida.

Ao professor Gilberto Kloeckner, pela orientação e pelo conhecimento dedicados à elaboração deste trabalho.

RESUMO

Este trabalho trata da utilização da Análise por Opções Reais na avaliação e na tomada de decisão de investimentos, abordando o estudo de caso de um projeto de exploração de uma mina de bauxita no Brasil. O modelo de avaliação através de Opções Reais surge para suprir a falta de flexibilidade verificada em outras técnicas de tomada de decisão, notadamente a do fluxo de caixa descontado. Para tanto, além de projetar e trazer a valor presente os fluxos de caixa do empreendimento em questão, o estudo estima, através de uma Simulação Monte Carlo, a volatilidade das taxas de retorno do investimento, a partir das principais variáveis de incerteza que compõem o modelo, o que permite construir uma árvore de decisão. Tal árvore inclui aspectos de flexibilidade, como a possibilidade de expandir, contrair ou abandonar o projeto, de acordo com a sua evolução. Portanto, a avaliação incluiu diferentes opções reais e precifica-as, a exemplo dos derivativos financeiros, pelo modelo Binomial, a fim de obter um valor mais preciso ao projeto avaliado.

Palavras-chave: avaliação de investimentos; opções reais; modelo binomial; mineração.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Gráficos dos Fluxos de Caixa de uma Opção de Compra	21
Figura 2 – Gráficos dos Fluxos de Caixa de uma Opção de Venda	22
Figura 3 – Caminho Binomial dos Preços do Ativo-objeto.....	27
Figura 4 – Opções Reais em Quatro Etapas	31
Figura 5 – Distribuição dos Valores Presentes	32
Figura 6 – Exemplo Árvore de Eventos	33
Figura 7 – Exemplo Árvore de Decisão	34
Figura 8 – Previsão Demanda e Produção Global de Alumínio (2005 – 2010) ...	39
Figura 9 – Consumo de Alumínio na Indústria	40
Figura 10 – Produção de Alumínio por Continente em 2005	40
Figura 11 – Crescimento do PIB Mundial	41
Figura 12 – Lucros Líquidos.....	42
Figura 13 – Margens Bruta e Líquida.....	42
Figura 14 – Preços médios realizados da bauxita.....	43
Figura 15 – Árvore de Eventos.....	48
Figura 16 – Árvore de Decisão	49
Figura 17 – Decisões Ótimas.....	51
Figura 18 – Comparação VPL sem flexibilidade e Opções Reais	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo das variáveis que afetam o prêmio das opções	24
Tabela 2 – Exemplo de Decisões Ano 2	34
Tabela 3 – Exemplo de Decisões Ano 1	35
Tabela 4 – Fluxos de Caixa.....	44
Tabela 5 – Valores Presentes dos Fluxos de Caixa	46
Tabela 6 – Resultados Simulação Monte Carlo	47
Tabela 7 – Decisões 2011	49
Tabela 8 – Decisões 2010	50
Tabela 9 – Decisões 2009	50
Tabela 10 – Decisões 2008	50
Tabela 11 – Decisões 2007	50

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	08
1.1	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	09
1.2	JUSTIFICATIVA.....	09
1.3	OBJETIVOS.....	10
1.3.1	Objetivo Geral	10
1.3.2	Objetivos Específicos.....	11
2	A ANÁLISE DE INVESTIMENTOS ATRAVÉS DE OPÇÕES REAIS	12
2.1	CUSTO DE CAPITAL	12
2.1.1	Custo de Capital Próprio	12
2.1.1.1	Modelo de Crescimento de Dividendos	13
2.1.1.2	Modelo de Precificação de Ativos Financeiros (CAPM).....	14
2.1.2	Custo de Capital de Terceiros	15
2.1.3	Custo Médio Ponderado de Capital (WACC)	16
2.2	AVALIAÇÃO ATRAVÉS DO FLUXO DE CAIXA DESCONTADO.....	17
2.3	ANÁLISE POR OPÇÕES REAIS	19
2.3.1	O Mercado de Opções Financeiras	19
2.3.2	Modelos de Precificação de Opções.....	23
2.3.2.1	Modelo de Black & Scholes (B&S).....	24
2.3.2.2	Modelo Binomial	27
2.3.3	Avaliação de Investimentos por Opções Reais.....	29
2.3.3.1	A Avaliação em Quatro Etapas.....	31
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	36
4	OPÇÕES REAIS NO SETOR DE MINERAÇÃO	38
4.1	CARACTERÍSTICAS DO PROJETO ANALISADO.....	38
4.2	O MERCADO DE BAUXITA E DE ALUMÍNIO	39
4.3	ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA E PROJEÇÕES	41
4.4	FLUXOS DE CAIXA DESCONTADOS	44
4.5	A VOLATILIDADE DO PROJETO.....	46
4.6	ÁRVORE DE EVENTOS E ÁRVORE DE DECISÃO	47
4.7	O VALOR DA FLEXIBILIDADE.....	51
5	CONCLUSÃO.....	53

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
ANEXO A – BALANÇOS PATRIMONIAIS (2000 - 2006)	59
ANEXO B – DEMONSTRAÇÕES DE RESULTADO DO EXERCÍCIO (2000 - 2006)	60
ANEXO C – DEMONSTRAÇÕES DAS ORIGENS E APLICAÇÕES DE RECURSOS (2000 - 2006)	62
ANEXO D – SIMULAÇÃO MONTE CARLO	63

1 INTRODUÇÃO

A tomada de decisões de investimentos é uma das principais dificuldades a que se deparam gestores de empresas, assim como muitos investidores interessados em alocar suas riquezas. Como metodologia para avaliar uma organização ou um investimento, destaca-se o sistema pelo fluxo de caixa descontado, certamente um dos mais difundidos. Tal modelo tem como principal premissa, segundo Póvoa (2004), a de que o valor de um investimento representa o que ele pode gerar de retorno no futuro, expresso em valores de hoje.

Mais recentemente, outra ferramenta, conhecida pelo nome de Análise de Opções Reais, tem se mostrado bastante promissora, já que procura tornar mais completa e realista, em relação a um estudo baseado somente no fluxo de caixa descontado, a valoração de um empreendimento. De fato, os dois modelos citados podem levar a decisões bastante distintas.

Segundo Copeland e Antikarov (2001), uma opção real pode ser definida como o direito, e não a obrigação, de realizar uma ação a um custo predeterminado durante um período preestabelecido. Portanto, a Análise de Opções Reais leva em consideração na valoração a flexibilidade para reagir a eventos incertos. A possibilidade de uma empresa investir mais e expandir-se no futuro, aproveitando oportunidades inesperadas em suas atividades, ou a opção de adiar o investimento em uma determinada tecnologia, inviável num determinado momento, são alguns exemplos destacados por Damodaram (2002) que ilustram aspectos a serem computados em uma avaliação. Caso isso não ocorra, certamente o valor da companhia estará sendo subestimado.

Nos próximos tópicos deste capítulo, serão apresentados a definição do problema a ser estudado, a justificativa para a realização deste trabalho, bem como o objetivo geral e os objetivos específicos propostos a alcançar. A seguir, no capítulo dois, é feita uma revisão da literatura sobre análise de investimentos utilizando o modelo das opções reais. No capítulo seguinte, são explicados os procedimentos metodológicos aplicados na realização do estudo de caso, para então, no capítulo quatro, ser relatado todo o desenvolvimento e os resultados obtidos.

1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

No presente trabalho, será analisado um caso prático em que a utilização da Análise por Opções Reais torna-se imprescindível para a obtenção de um valor mais confiável para o investimento em estudo. O empreendimento em questão trata-se de uma mina de bauxita explorada por uma companhia mineradora brasileira, em Paragominas, norte do Brasil. Apesar de serem conhecidos os investimentos necessários para iniciar as atividades de exploração, bem como a capacidade de produção instalada e os preços históricos do minério, diversos são os fatores de incerteza que surgem para avaliar este projeto.

Como já salienta Luehrman (1998), não se pode considerar um empreendimento sem flexibilidade de mudanças, seguindo apenas um caminho pré-determinado. Pelo contrário, precisa-se levar em consideração que o projeto pode ser expandido, em caso de estar sendo bem-sucedido, ou, por outro lado, até mesmo abandonado. Em outras palavras, há a necessidade de agir estrategicamente, e a companhia possui diversas opções reais que lhe dão o direito de tomar novas direções conforme seu desempenho ao longo dos anos. Tais opções precisam ser valoradas, em um procedimento análogo à precificação de derivativos financeiros pelo modelo Binomial ou de Black & Scholes, levando em conta as variáveis de risco ou volatilidade.

Portanto, considerando o aspecto da flexibilidade gerencial, através da Análise por Opções Reais, do empreendimento de exploração, por uma companhia mineradora brasileira, da jazida de bauxita em questão, qual valor será obtido para este projeto?

1.2 JUSTIFICATIVA

Muitos projetos, ao serem analisados apenas pelo modelo de fluxo de caixa descontado sem flexibilidade, podem, simplesmente por apresentarem um valor presente líquido negativo, ser abandonados. Já a utilização da metodologia das Opções Reais muitas vezes altera significativamente o valor de uma empresa. Por

isso, busca-se entender a importância da flexibilidade, tendo em vista os múltiplos fatores de incerteza a que toda organização se depara atualmente.

A avaliação de um empreendimento pelo método das opções reais nos permitirá ter uma visão da magnitude do contraste das decisões que poderiam ser feitas ao optar por esse modelo ou somente por uma análise dos fluxos de caixa descontados. Além disso, segundo Copeland, Koller e Murrin (2002), muitos administradores ainda não estão familiarizados com os avanços metodológicos para aplicar o mencionado modelo, sendo que muitos não estão nem mesmo treinados para reconhecer as Opções Reais. Hoje se sabe que os diversos estudos abordando a Análise de Opções Reais têm demonstrado a importância de considerar em tais avaliações as diversas mudanças de rumo, muitas vezes imprevisíveis, que as empresas realizam em seu caminho, necessitando que se adaptem constantemente e rapidamente a novas condições de mercado, a fim de que sobrevivam.

Por fim, destaca-se que o mercado de capitais brasileiro tem apresentado, especialmente nos últimos cinco anos, um crescimento suntuoso. Os investimentos externos em nossas empresas aumentam de forma significativa, assim como o interesse do pequeno investidor pessoa física, que cada vez mais destina uma parcela de seus ganhos para aplicação em renda variável. Portanto, torna-se cada vez mais urgente a difusão do conhecimento e de informações relacionados a tomadas de decisão de investimentos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Valorar um projeto de exploração de uma mina de bauxita, pertencente a uma companhia mineradora brasileira, pelo modelo de Análise por Opções Reais, considerando os riscos e as flexibilidades inerentes a um investimento neste setor.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Projetar os fluxos de caixa do projeto de exploração da jazida até o ano de 2011;
- Determinar o Custo Médio Ponderado de Capital (WACC) para o projeto;
- Avaliar o investimento pelo modelo de fluxo de caixa descontado sem flexibilidade;
- Estimar a volatilidade do projeto, considerando as suas principais variáveis de incerteza;
- Construir uma árvore de eventos e uma árvore de decisão, com base na volatilidade encontrada para o projeto;
- Obter um valor para o projeto considerando uma avaliação por opções reais, utilizando o modelo Binomial de precificação de opções e computando as flexibilidades de expandir, contrair ou abandonar o empreendimento;
- Comparar os valores do projeto obtidos com a avaliação por opções reais e com o modelo de fluxo de caixa descontado.

2 A ANÁLISE DE INVESTIMENTOS ATRAVÉS DE OPÇÕES REAIS

Uma vez definida a problemática do presente trabalho, a respeito de avaliação de investimentos utilizando Opções Reais, é necessário revisar os principais conceitos teóricos a serem utilizados no desenvolvimento do estudo. Para tanto, serão abordados, neste capítulo, diversos assuntos da área de Finanças, incluindo custo de capital próprio e de terceiros, avaliação por fluxo de caixa descontado, modelos de precificação de opções financeiras e, finalmente, métodos para avaliar Opções Reais.

2.1 CUSTO DE CAPITAL

O custo de capital de uma empresa reflete o custo global, ou seja, o retorno exigido sobre os ativos de toda a empresa (ROSS, WESTERFIELD E JORDAN, 2000). Portanto, ao avaliar uma organização, devem ser estimados o custo de capital próprio e o custo de capital de terceiros. A partir deles, chegar-se-á ao custo médio ponderado de capital, ou seja, a taxa de retorno a que uma empresa está sujeita, de acordo com a sua estrutura de capital.

Segundo Gitman (1997, p.382), custo de capital é a “taxa de retorno que a empresa precisa obter sobre seus projetos de investimento, para manter o valor de mercado de suas ações e atrair os recursos necessários”. Logo, projetos com taxa de retorno acima do custo de capital agregarão valor à organização, ao contrário do que ocorre quando a taxa de retorno está abaixo do retorno esperado.

2.1.1 Custo de Capital Próprio

Ross, Westerfield e Jordan (2000, p.321) definem custo de capital próprio como o “retorno que os investidores em ações da empresa exigem por seu investimento”. Para estimá-lo, são apresentadas duas abordagens: o modelo de

crescimento de dividendos e o modelo de precificação de ativos financeiros (CAPM), os quais serão descritos a seguir.

2.1.1.1 Modelo de Crescimento de Dividendos

Pelo modelo de crescimento de dividendos, o preço corrente de uma ação é determinado pela estimativa do próximo dividendo a ser pago, dividido pela diferença entre a taxa de retorno exigida pelos investidores e a taxa de crescimento constante dos dividendos (ROSS, WESTERFIELD e JORDAN, 2000). Desta forma, a seguinte fórmula é obtida:

$$P_0 = \frac{D_1}{R_E - g}$$

Onde:

P_0 : preço corrente da ação

D_1 : próximo dividendo a ser pago

R_E : retorno esperado por investir na ação

g : taxa de crescimento constante dos dividendos

A partir disso, isola-se a variável R_E para que a expressão que calcula o custo de capital próprio seja visualizada de forma mais clara:

$$R_E = \frac{D_1}{P_0 + g}$$

Ross, Westerfield e Jordan (2000) destacam que o modelo de crescimento de dividendos demonstra-se, à primeira vista, ser bastante simples, já que sua aplicação é de fácil compreensão. No entanto, logo se percebem algumas desvantagens. Ele só é aplicável quando a empresa paga dividendos, os quais devem crescer a uma taxa constante. Além disso, o custo de capital próprio encontrado é muito sensível a esta taxa de crescimento “ g ”, a qual também precisa

ser estimada, e isso geralmente é feito levando-se em consideração apenas dados passados.

2.1.1.2 Modelo de Precificação de Ativos Financeiros (CAPM)

Segundo Ross, Westerfield e Jordan (2000), o modelo de precificação de ativos CAPM (*Capital Asset Pricing Model*) demonstra que o retorno esperado de um determinado ativo depende de três fatores:

- Valor puro do dinheiro do tempo, ou seja, a recompensa exigida por uma aplicação que não ofereça risco algum;
- Recompensa por assumir risco sistemático, a qual é medida pela diferença entre o retorno esperado da carteira de mercado e a taxa livre de risco;
- Nível de risco sistemático, medido pelo Beta do ativo, ou seja, o coeficiente angular de uma regressão linear que explica a variação de determinado ativo relativamente a um ativo com risco médio. Assim, um ativo com Beta inferior a 1 tende a ser menos sensível a variações do mercado, ao contrário de um Beta maior que 1 (PÓVOA, 2004).

Com esses dados, chega-se a seguinte fórmula para o cálculo do custo de capital próprio:

$$E(R_i) = R_f + [E(R_M) - R_f] \times \beta_i$$

Onde:

$E(R_i)$: retorno esperado do ativo i

R_f : taxa livre de risco

$E(R_M)$: retorno esperado da carteira de mercado

β_i : Beta do ativo

Póvoa (2004) destaca ainda que há quatro premissas básicas para aplicar o modelo CAPM, as quais são:

- a) inexistência de custos de transação;

- b) alta liquidez de compra e venda nos mercados;
- c) simetria de informações
- d) possibilidade de eliminação total do risco específico de uma ação através da diversificação de um portfólio.

Em comparação ao modelo de crescimento de dividendos, o modelo CAPM apresenta algumas vantagens, destacadas por Ross, Westerfield e Jordan (2000), já que faz ajustes levando em consideração o risco do ativo em questão. Além disso, esta abordagem se aplica também a empresas que não tenham um crescimento constante dos dividendos.

Por outro lado, a abordagem pelo CAPM também apresenta algumas deficiências. Tanto o prêmio por risco de mercado quanto o Beta deve ser estimado baseando-se em dados históricos e, portanto, caso tais estimativas não sejam boas, pode-se obter um custo de capital próprio muito distorcido.

2.1.2 Custo de Capital de Terceiros

O custo de capital de terceiros corresponde ao retorno exigido pelos credores das dívidas de uma empresa. Este custo pode ser encontrado de forma mais direta, quando comparado ao custo de capital próprio. Em outras palavras, representa as taxas de juros que uma empresa incorreria para obter novos empréstimos. Se a companhia possui títulos de dívida negociados publicamente, o custo de capital de terceiros corresponderia, neste caso, ao retorno esperado até o vencimento dos títulos. Outra abordagem seria utilizar, caso a empresa tenha suas obrigações classificadas pelo seu risco de crédito, o retorno esperado de obrigações com emissão recente de mesma classificação da companhia (ROSS, WESTERFIELD e JORDAN, 2000).

De acordo com Damodaran (2002), o custo de capital de terceiros mede o custo incorrido por uma organização na contratação de empréstimos para financiar seus projetos. Deve ser calculado considerando o nível atual das taxas de juros, o risco de inadimplência da empresa (atrelado a um *spread* por inadimplência) e

também a vantagem fiscal associada ao endividamento, tendo em vista que as despesas financeiras são dedutíveis de impostos.

2.1.3 Custo Médio Ponderado de Capital (WACC)

De acordo com Ross, Westerfield e Jordan (2000), o custo médio ponderado de capital (*Weighted Average Cost of Capital - WACC*) representa o custo de capital da totalidade da empresa, ou seja, o retorno total exigido para a empresa sobre seus ativos, a fim de que mantenha o valor de suas ações. Seu cálculo envolve a média ponderada entre o custo de capital próprio e o custo de capital de terceiros após o imposto de renda, como demonstrado na equação abaixo:

$$WACC = [(E / V) \times R_E] + [(D / V) \times R_D \times (1 - T_c)]$$

Onde:

E: valor de mercado do capital próprio da empresa

D: valor de mercado do capital de terceiros da empresa

V: valor de mercado composto do capital próprio e de terceiros ($V = D + E$)

R_E : custo de capital próprio

R_D : custo do capital de terceiros

T_c : alíquota do imposto de renda

O valor de mercado do capital próprio da empresa “E” é calculado pela multiplicação do número de ações existentes pelo preço corrente da ação. Já o valor de mercado do capital de terceiros “D” é encontrado, quando se tratando de dívida de longo prazo, pela multiplicação do preço de mercado de uma obrigação pelo número de obrigações existentes. Para as dívidas de curto prazo, utiliza-se o próprio valor contábil como estimativa do valor de mercado. Por fim, destaca-se que os juros pagos por uma empresa são dedutíveis para fins fiscais. É por isso que na equação apresentada multiplicou-se o custo de capital de terceiros por 1 menos a alíquota do imposto de renda, para obter então a taxa de juros após o imposto (ROSS, WESTERFIELD e JORDAN, 2000).

2.2 AVALIAÇÃO ATRAVÉS DO FLUXO DE CAIXA DESCONTADO

A avaliação de investimentos pelo Fluxo de Caixa Descontado (FCD) é um método baseado na projeção futura de geração de caixa pela empresa, valores esses que são descontados ao tempo presente a uma taxa de desconto (PÓVOA, 2005). Damodaran (2002) destaca que o valor de qualquer ativo é função de: volume de fluxos de caixa que gera, momento em que tais fluxos de caixa se darão e o grau de incerteza incorrido. Este princípio pode ser utilizado para avaliar qualquer tipo de ativo, desde aqueles com fluxos de caixa garantidos, até os com fluxos de caixa incertos.

Segundo Póvoa (2004), são necessários, para definir o valor de uma empresa, três pontos básicos:

- projetar os fluxos de caixa da empresa para os próximos anos;
- fixar uma taxa de desconto que reflita da forma mais fiel possível os riscos envolvidos no projeto;
- trazer a valor presente, utilizando a taxa de desconto encontrada, os fluxos de caixa projetados.

Gitman (1997) afirma que os fluxos de caixa relevantes para tomar as decisões de investimento englobam o investimento inicial, as entradas de caixa operacionais e o fluxo de caixa residual. Ao contrário dos valores contábeis, os fluxos de caixa demonstram qual é a real capacidade de uma empresa em arcar com suas obrigações e adquirir novos ativos. Portanto, aquelas despesas contábeis do Demonstrativo de Resultado do Exercício que não representam saídas de caixa devem ser adicionadas ao lucro líquido após o imposto de renda. A conta Depreciação é, certamente, o encargo mais comum que não envolve desembolso.

Damodaran (2002) apresenta três etapas para a construção e a projeção dos fluxos de caixa futuros:

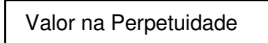
- I. Estimar a receita operacional gerada pela empresa com base em seus ativos e investimentos existentes;
- II. Estimar a parcela da receita operacional que é absorvida por impostos; e
- III. Desenvolver uma medida de quanto a empresa está investindo no crescimento futuro.

Assim, pode-se resumir o fluxo de caixa para a empresa como sendo:

Lucro antes de Juros e Impostos (1 – Alíquota)
 – (Investimento no Ativo Fixo – Depreciação)
 – (Variação do Capital de Giro Não-Caixa)
 = Fluxo de Caixa Livre para a Empresa

A taxa de desconto a ser utilizada para trazer tais valores para o presente trata-se do Custo Médio Ponderado de Capital (WACC), estudado na seção anterior. Por fim, para o cálculo do Fluxo de Caixa Descontado, pode-se considerar a seguinte estrutura (DAMODARAN, 1997):

$$\sum_{t=1}^{t=n} \frac{\text{FCFF}_t}{(1+\text{WACC})^t} + \frac{\text{FCFF}_{n+1} / (\text{WACC} - g)}{(1+\text{WACC})^n}$$



Onde:

FCFF = Fluxo de Caixa livre para a empresa

WACC = taxa de desconto

g = taxa de crescimento constante na perpetuidade

A perpetuidade significa o período em que a empresa já atingiu a sua maturidade, ou seja, já alcançou o seu estágio máximo de produtividade, tendo pouco a evoluir a partir de então. Póvoa (2004) destaca duas formas para calcular tal fase:

- a) Perpetuidade sem crescimento do fluxo de caixa:
 = valor do fluxo de caixa projetado na perpetuidade ÷ (taxa desconto perpetuidade ÷ 100)
- b) Perpetuidade com crescimento do fluxo de caixa:
 = valor do fluxo de caixa projetado na perpetuidade ÷ ((taxa desconto na perpetuidade ÷ 100) – (taxa de crescimento na perpetuidade ÷ 100))

Percebe-se que a participação da fase da perpetuidade no valor total encontrado, mesmo em empresas maduras, representa cerca de 40% a 60%. Portanto, deve ser dada uma atenção extra para esta etapa.

De acordo com a avaliação por fluxos de caixa descontados, devem ser aceitos aqueles projetos que apresentarem Valor Presente Líquido (VPL - diferença entre os valores presentes dos fluxos de caixa e o custo dos investimentos) positivo. Porém, deve-se levar em consideração também o chamado “Risco de Previsão”, ou seja, a possibilidade de que as estimativas feitas levem a decisões incorretas (ROSS, WESTERFIELD e JORDAN, 2000). Uma alternativa para combater tal risco consiste em realizar análises de sensibilidade, ou seja, comparar os diferentes Valores Presentes Líquidos que seriam obtidos alterando uma variável, como, por exemplo, o número de unidades vendidas por um determinado projeto.

2.3 ANÁLISE POR OPÇÕES REAIS

Neste capítulo, será estudada a teoria da Análise por Opções Reais propriamente dita. No entanto, antes de abordar o modelo em si, são necessários conhecimentos prévios relacionados ao mercado de opções financeiras e aos modelos de precificação de tais derivativos, conteúdos esses que serão contemplados nos dois próximos tópicos.

2.3.1 O Mercado de Opções Financeiras

Para o desenvolvimento desta seção, utilizou-se como referência bibliográfica o livro “Mercado de Derivativos no Brasil”, de Barbedo, Araújo e Bessada (2005).

Uma opção é um contrato que concede ao seu titular (comprador da opção) o direito de comprar ou de vender um ativo em (ou até) uma data limite e a um preço preestabelecido (o “preço de exercício”). É, portanto, uma espécie de derivativo, ou seja, seu valor depende do valor de outra variável mais básica, conhecida como ativo-objeto. O vendedor (lançador) da opção fica com a obrigação futura de vender

ou comprar o ativo pelo preço predeterminado, no momento em que o titular quiser exercer seu direito. Para possuir tal direito, deve-se pagar o chamado prêmio, que corresponde ao valor de mercado da opção.

Uma opção de compra (ou *call*) é aquela que dá ao titular o direito de comprar do lançador o ativo-objeto. Já a opção de venda concede ao titular o direito de vender o ativo-objeto ao lançador. As opções podem ser de duas modalidades: americanas ou européias. As americanas permitem que o titular exerça seu direito a qualquer momento antes do vencimento do contrato, já com as européias o comprador só pode exercê-las na data de vencimento. Além disso, o titular de uma opção pode também se desfazer dela simplesmente vendendo-a no mercado. Da mesma forma, o lançador pode “zerar” sua posição, eliminando a obrigação que adquirira num primeiro momento, ao comprar a mesma quantidade da mesma opção que havia vendido.

Ademais, para fins didáticos, as opções são classificadas ainda de acordo com a probabilidade de serem exercidas. Uma opção é identificada como fora-do-dinheiro (*out-of-the-money*) quando a probabilidade de seu exercício é baixa. Diz-se que ela está no-dinheiro (*at-the-money*) quando o valor do ativo-objeto está muito próximo do preço de exercício, havendo ainda boas chances para o exercício. Por fim, a opção é classificada como dentro-do-dinheiro (*in-the-money*) quando o seu exercício é bastante provável, ou seja, o valor ativo-objeto está acima do preço de exercício a ponto de a operação já ser lucrativa.

As opções podem ser negociadas em bolsa de valores, tendo como ativo-objeto ações, em bolsas de futuros, em que os ativos-objetos são, por exemplo, ouro, dólar ou taxas de juros, e também operações em mercado de balcão. No Brasil, o mercado organizado de opções surgiu em 1979, na Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa), sendo hoje já negociadas também na BM&F (Bolsa de Mercadorias e Futuros).

Na Bovespa, as opções de maior liquidez são as de compra estilo americano e os vencimentos ocorrem na terceira segunda-feira de cada mês. Já as opções de venda apresentam um volume de negociação baixo e são do estilo europeu. Todas as opções são identificadas por um código composto pelo símbolo do ativo-objeto, seguido por uma letra que identifica o mês de vencimento (em ordem alfabética, de Janeiro a Dezembro, sendo que as opções de compra vão de “A” a “L” e as opções de venda de “M” a “X”) e um número que indica o preço de exercício. Por exemplo,

PETRF48 indica uma opção de compra da ação da Petrobrás (PETR), com vencimento em junho (F) ao preço de exercício de R\$48,00 por ação. A organização responsável pela liquidação das operações é a CBLC (Companhia Brasileira de Liquidação e Custódia).

Para melhor ilustrar como funcionam as operações com opções de compra ou de venda, cabe analisar graficamente os fluxos de caixa de tais operações, tanto para o titular, como para o lançador. Na primeira ilustração abaixo, visualizam-se os gráficos de uma opção de compra.

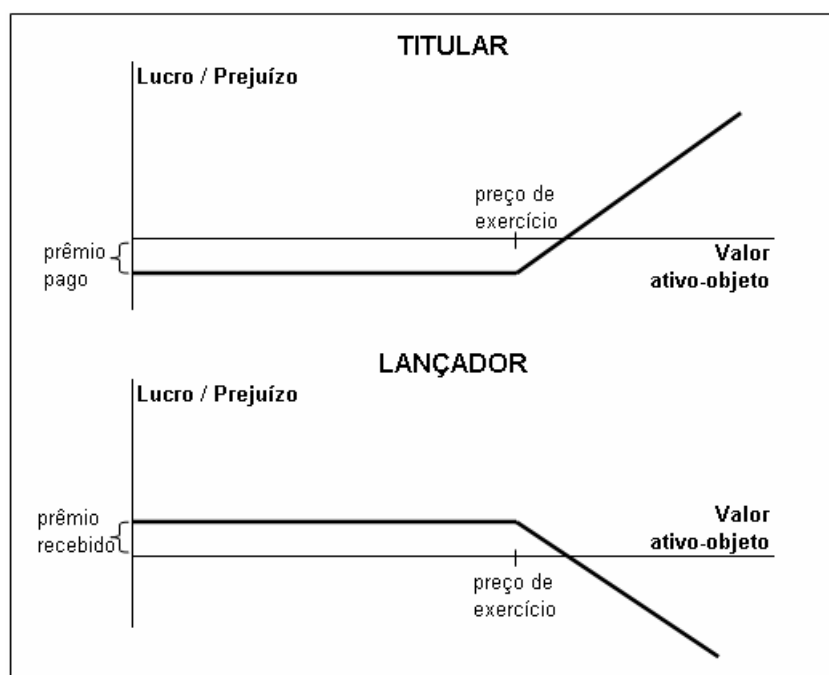


Figura 1 – Gráficos dos Fluxos de Caixa de uma Opção de Compra

Fonte: Barbedo, Araújo e Bessada (2005, p.185)

O titular de uma opção de compra espera sempre que haja um aumento no valor do ativo-objeto. Ele terá lucro se o preço deste ativo for superior ao preço de exercício mais o valor do prêmio pago, enquanto sua perda é limitada ao próprio prêmio. Já o lançador espera que o valor do ativo-objeto caia, já que o seu lucro é dado pelo valor do prêmio recebido, desde que a opção não seja exercida. Em caso de exercício, os prejuízos que o lançador incorre são ilimitados, e, por isso, este tipo de operação é classificado como de alto risco.

Na próxima ilustração, são demonstrados os gráficos de uma opção de venda para o titular e para o lançador.

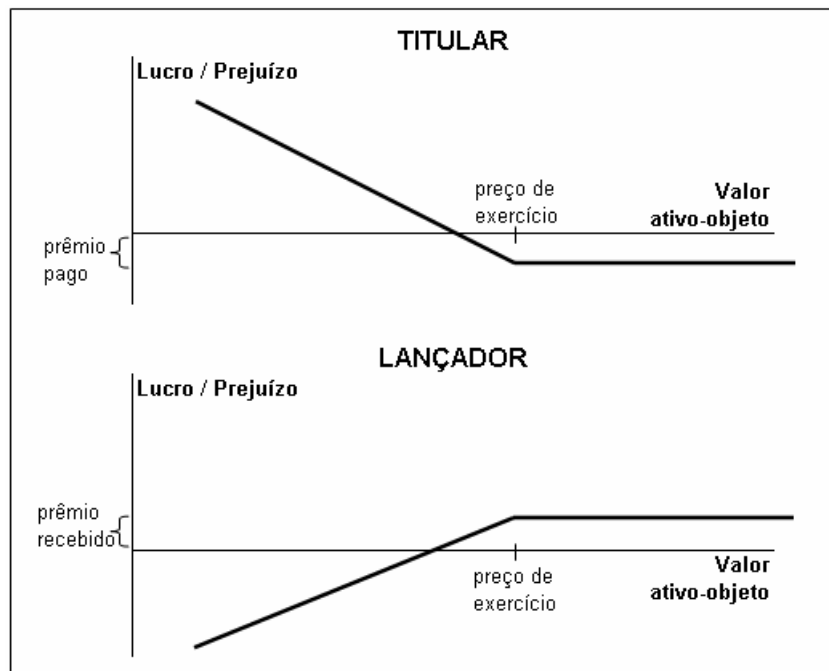


Figura 2 – Gráficos dos Fluxos de Caixa de uma Opção de Venda

Fonte: Barbedo, Araújo e Bessada (2005, p.192)

O titular de uma opção de venda terá ganhos com a queda do preço do ativo-objeto. Seu lucro corresponderá ao preço de exercício subtraído do valor do ativo e do prêmio pago, e sua perda é, novamente, limitada a apenas ao valor do prêmio. Já o lançador espera que preço do ativo-objeto aumente e a opção não seja exercida, uma vez que seu lucro é o próprio prêmio recebido pela venda. Por outro lado, em caso de exercício, suas perdas podem ser muito grandes, sendo o limite o valor “zero” do ativo-objeto.

O mercado de opções permite a realização de uma variada gama de estratégias, seja para obter proteção (*hedge*), seja para especular. Alguns dos principais motivos que justificam a sua utilização estão relacionados a:

- a) obter retornos maiores, tendo em vista o aspecto da alavancagem, que permite, com um volume de dinheiro menor, ter o direito de comprar ou vender uma quantidade de determinado ativo que não seria possível no mercado à vista;
- b) fixar o preço de uma futura aquisição, permitindo, por exemplo, que um agente econômico, acreditando estar atrativo o valor atual de um certo ativo, possa ter o direito de adquiri-lo a esse preço numa data posterior,

caso, no momento, ele não possua a quantidade de recursos necessários;
e

- c) realizar operações de *hedging*, protegendo contra a queda de preços alguém que possua, em carteira, determinados ativos financeiros, mediante a compra de opções de venda.

2.3.2 Modelos de Precificação de Opções

Segundo Damodaran (2002), o prêmio de uma opção de compra ou de venda é influenciado por seis variáveis:

1. Preço de mercado do ativo-objeto (S): quanto mais alto for o preço do ativo-objeto, maior será o prêmio da opção de compra e menor será o da opção de venda;
2. Volatilidade do valor do ativo-objeto (σ): quanto maior for a volatilidade do ativo-objeto, maior será o valor da opção, uma vez que uma volatilidade alta indica maior incerteza com relação aos preços futuros do ativo, aumentando também a incerteza em relação ao exercício da opção, o que faz elevar o seu preço;
3. Dividendos pagos pelo ativo-objeto: considerando que o valor do ativo-objeto diminui quando há distribuição de dividendos, o prêmio da opção de compra também diminui, enquanto o da opção de venda cresce;
4. Preço de exercício (K): para uma opção de compra, quanto menor for o preço de exercício, maior será a probabilidade de ela ser exercida e, portanto, maior será seu valor. Já para uma opção de venda, a probabilidade maior de ela ser exercida se dará quanto maior for o preço de exercício, aumentando, assim, o valor da opção;
5. Prazo até o vencimento da opção (t): todas as opções aumentam de valor com o aumento do prazo até o vencimento da opção, uma vez que um prazo maior significa mais tempo para o valor do ativo-objeto variar e a opção tornar-se dentro-do-dinheiro;
6. Taxa de juros (r): o custo de oportunidade envolvido na compra de uma opção é representado pela taxa de juros. Quanto essa taxa cresce, torna-

se maior também o valor esperado do ativo-objeto no vencimento. Conseqüentemente, verifica-se um aumento no prêmio da opção de compra e uma diminuição no da opção de venda.

A tabela abaixo apresenta um resumo dos efeitos das variáveis apresentadas sobre o prêmio das opções de compra e de venda.

Tabela 1 – Resumo das variáveis que afetam o prêmio das opções

Fator	Prêmio Opção de Compra	Prêmio Opção de Venda
Aumento do valor do ativo-objeto	Aumenta	Diminui
Aumento do preço de exercício	Diminui	Aumenta
Aumento da variância do ativo-objeto	Aumenta	Aumenta
Aumento do prazo até o vencimento	Aumenta	Aumenta
Aumento das taxas de juros	Aumenta	Diminui
Aumento dos dividendos pagos	Diminui	Aumenta

Fonte: Damodaran (2002, p.348)

Uma vez conhecidas as variáveis que afetam o prêmio de uma opção, é preciso saber como utilizá-las em conjunto para poder precificar a opção. Para tanto, dois modelos se destacam: o modelo Black & Scholes e o modelo Binomial. Ambos são apresentados a seguir.

2.3.2.1 Modelo de Black & Scholes (B&S)

De acordo com Barbedo, Araújo e Bessada (2005), o trabalho intitulado *The Pricing of Corporate Liabilities*, publicado em 1973 e de autoria de Fischer Black e Myron Scholes, deu origem ao mais famoso modelo de apreçamento de opções, o modelo Black & Scholes. O modelo apreça opções européias de compra e de venda em função do preço do ativo no mercado à vista, do preço de exercício, do tempo para o vencimento da opção, da taxa de juros do ativo livre de risco e da volatilidade dos retornos do ativo-objeto. Assim, o preço de uma opção de compra (c), por exemplo, é representado por:

$$c = f(S, K, t, r, \sigma)$$

As primeiras quatro variáveis são observadas no mercado de forma mais direta. Já a volatilidade (σ) precisa ser estimada. Desta forma, é obtida a equação do modelo B&S para opções de compra (c) do tipo europeu, sobre ativos que não pagam dividendos:

$$c = SN(d_1) - Ke^{(-rt)} N(d_2)$$

Onde:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot t}{\sigma\sqrt{t}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

Já a equação do prêmio de uma opção de venda (p) é dada por:

$$p = Ke^{(-rt)} N(-d_2) - SN(-d_1)$$

Os parâmetros d_1 e d_2 são os mesmos da fórmula para opções de compra.

Ressalta-se que o modelo Black & Schole, segundo Barbedo, Araújo e Bessada (2005), leva como pressupostos as seguintes hipóteses:

1. O preço dos ativos tem distribuição log-normal, uma vez que eles não podem ser negativos;
2. A volatilidade do ativo-objeto é constante até o vencimento da opção;
3. A taxa de juros livre de risco é constante durante a vida da opção;
4. Não existem oportunidades de arbitragem;
5. Não existem custos de transação ou impostos;
6. O ativo-objeto não paga dividendos ou qualquer outro rendimento durante a vida da opção;

7. São permitidas vendas a descoberto, podendo-se pegar emprestado ou aplicar qualquer quantia à taxa de juros do ativo livre de risco; e
8. A negociação com o ativo-objeto é contínua e o ativo é divisível.

Com relação a tais limitações, Damodaran (2002) sugere uma correção na formulação, a fim de poder computar o pagamento de dividendos. Considerando a variável:

$$y = \text{dividendos} \div \text{valor atual do ativo}$$

A equação da opção de compra (c) passaria a ser:

$$c = S e^{(-yt)} N(d_1) - K e^{(-rt)} N(d_2)$$

Já a da opção de venda (p) seria alterada para:

$$p = S e^{(-yt)} (N(d_1) - 1) - K e^{(-rt)} (N(d_2) - 1)$$

O parâmetro d_1 também mudaria, tornando-se:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r - y + \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot t}{\sigma \sqrt{t}}$$

Tais alterações são fundamentadas considerando, em primeiro lugar, que o valor do ativo-objeto é reduzido (no caso de uma opção de compra) e então se deve trazê-lo a valor presente descontando o rendimento dos dividendos. Em segundo lugar, a taxa de juros livre de risco é compensada pelos dividendos, uma vez que se tem um menor custo de manutenção da ação. Em suma, verificar-se-á, como já visto, uma redução do valor das opções de compra e um aumento do das opções de venda.

2.3.2.2 Modelo Binomial

O conceito fundamental relativo ao modelo binomial é o de que é possível montar uma carteira-réplica, combinando concessão/tomada de empréstimos livre de risco com o ativo-objeto, e obter fluxos de caixa iguais aos da opção em questão, ou seja, o valor da opção deve ser igual ao da carteira-réplica (DAMODARAN, 2002). Também pode-se chamar isso de condição de arbitragem zero ou lei do preço único, uma vez que, segundo Copeland, Koller e Murrin (2002, p.409), “ativos que tenham os mesmos rendimentos devem ter os mesmos preços na ausência da possibilidade de lucros por arbitragem”.

Segundo Barbedo, Araújo e Bessada (2005), o modelo binomial de precificação de opções se baseia no fato de que o ativo-objeto (S) pode assumir dois valores no futuro: $S \times u$ (representado por S_u), no caso de uma subida, ou $S \times d$ (representado por S_d), no caso de uma queda. Para este modelo, deve-se tomar como premissas:

1. Para impedir oportunidades de arbitragem, $d < 1 + r < u$;
2. A taxa do ativo livre de risco (r) é constante;
3. Não existem impostos;
4. Não existem custos de transação; e
5. A venda a descoberto é permitida sem restrições.

Desta forma, o caminho binomial do preço de um ativo é ilustrado da seguinte maneira:

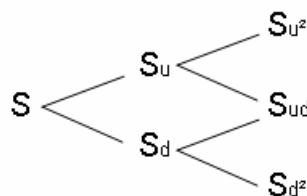


Figura 3 – Caminho Binomial dos Preços do Ativo-objeto

Fonte: Damodaran (2002, p.350)

Portanto, u representa quantas vezes o ativo-objeto sobe (S_u/S) e d quantas vezes o ativo-objeto desce (S_d/S). Além disso, C_u representa o valor da opção de

compra se o preço da ação for S_u , e C_d o valor da opção de compra se o preço da ação for S_d .

De acordo com a Abordagem Probabilística Neutra em Relação ao Risco para avaliar opções, considera-se uma carteira de *hedge* formada pela venda de um ativo objeto e a compra de $1/\Delta$ opções, obtendo então $-S + (1/\Delta)C$, de modo que, caso a ação suba, a carteira valerá $-S_u + (1/\Delta)C_u$ e, caso ela caia, valerá $-S_d + (1/\Delta)C_d$. Sabendo que os fluxos de caixa devem ser os mesmos, independentemente da situação, tem-se a seguinte igualdade:

$$-S_u + (1/\Delta)C_u = -S_d + (1/\Delta)C_d$$

Desta forma, é possível obter o valor do Δ , de maneira a criar uma carteira sem risco, como sendo:

$$\Delta = \frac{C_u - C_d}{S_u - S_d}$$

Considerando que a carteira $-S + (1/\Delta)C$ tenha um rendimento livre de risco de acordo com a taxa livre de risco r , tem-se que:

$$(1 + r) [-S + (1/\Delta)C] = -S_u + (1/\Delta)C_u, \text{ ou}$$

$$(1 + r) [-S + (1/\Delta)C] = -S_d + (1/\Delta)C_d$$

Isolando o termo C (preço da opção), a seguinte equação para o cálculo do valor da opção de compra é obtida:

$$C = \frac{qC_u + (1 - q)C_d}{1 + r}$$

Onde q representa a probabilidade neutra ao risco do movimento de subida e $(1 - q)$ representa a probabilidade neutra ao risco do movimento de descida, sendo calculados pela seguinte expressão:

$$q = \frac{1 + r - d}{u - d}$$

Considerando a taxa de juros livre de risco como contínua e Δt o passo de tempo definido, tem-se os seguintes novos parâmetros de probabilidade (q) e preço da opção de compra (C):

$$C = \frac{qC_u + (1 - q)C_d}{e^{r\Delta t}} \qquad q = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d}$$

Por fim, sabendo que a volatilidade dos retornos do preço de uma ação (σ) em um intervalo de tempo Δt é dada por $\sigma\sqrt{\Delta t}$, então u e d são calculados da seguinte forma:

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}$$

$$d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}$$

Portanto, a interpretação para este modelo é a de que, segundo Barbedo, Araújo e Bessada (2005), o valor da opção na data zero representa o valor esperado do fluxo de pagamentos na data 1, ponderado pelas probabilidades neutras ao risco q e $(1 - q)$ e descontado pela taxa de juros do ativo livre de risco.

2.3.3 Avaliação de Investimentos por Opções Reais

Uma das principais contribuições da avaliação de investimentos através da análise por Opções Reais é o fato de ela levar em consideração aspectos de flexibilidade administrativa. Um projeto, quando apresenta resultados ruins, pode vir a ser reduzido ou até mesmo abandonado. Por outro lado, caso seja muito bem-sucedido, ele poderá ser expandido ou sua duração ser prorrogada. Uma empresa que possa decidir pelo encerramento, adiamento, expansão ou abandono é mais

flexível e, portanto, mais valiosa do que uma empresa que não possua tais opções. (COPELAND, KOLLER e MURRIN, 2002)

As opções reais são, portanto, classificadas de acordo com a flexibilidade que oferecem, destacando-se as seguintes situações:

- a) Opção de adiamento: é a possibilidade de adiar o início do desenvolvimento de um projeto ou investimento, sendo assim equivalente a uma opção de compra americana. Como exemplo, pode-se citar o caso de uma companhia petrolífera que detém os direitos para explorar determinada reserva, mas prefere postergar o desenvolvimento do projeto até que os preços do petróleo tornem-se mais atrativos para ela;
- b) Opção de abandono: é a possibilidade de renunciar a determinado projeto ou vendê-lo por um preço fixo, sendo, portanto, equivalente a uma opção de venda americana. Dessa forma, o valor de liquidação do investimento corresponderia ao preço de exercício da *put*. Um projeto, mesmo que gerando fluxos de caixa não muito atraentes, certamente valerá mais se puder, ao menos, ser liquidado do que um projeto que não apresente tal possibilidade;
- c) Opção de expansão: a opção de expandir um certo investimento constitui uma *call* americana, condição essa presente muitas vezes quando um projeto obtém mais sucesso do que o esperado;
- d) Opção de contração: equivalente a uma opção de venda americana, a opção de contração também é muito comum e nela a não-realização de despesas futuras corresponde ao preço de exercício das *put*.
- e) Opção de ampliação ou redução de escopo: para uma empresa, ampliar o escopo significa diversificar e poder optar por diferentes alternativas quando em momentos decisivos no futuro. Assim, ampliar o escopo corresponde a uma *call*, enquanto reduzir é equivalente a uma opção de venda.

2.3.3.1 A Avaliação em Quatro Etapas

O método de avaliação de opções reais é apresentado por Copeland, Koller e Murrin (2002) como seguindo um processo de quatro etapas:

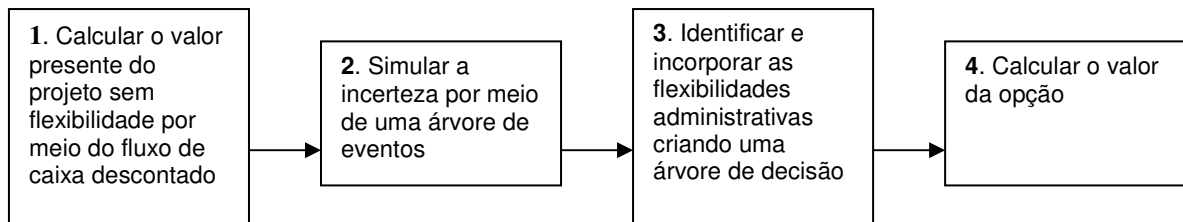


Figura 4 – Opções Reais em Quatro Etapas

Fonte: Copeland, Koller e Murrin (2002, p.420)

Na etapa dois, o valor presente sem flexibilidade irá evoluir pela árvore de eventos de acordo com o grau de incerteza do projeto. Logo, é necessário estimar a variância do projeto, e, para isso, Damodaran (2002) sugere três maneiras diferentes:

1. Caso haja projetos semelhantes já em operação, a variância dos fluxos de caixa desses projetos pode ser usada como estimativa;
2. Usar como estimativa a variância do valor empresarial de companhias que atuem no mesmo setor de atividade do empreendimento analisado.
3. Atribuir diferentes probabilidades a diferentes situações de mercado, estimar os fluxos de caixa em cada caso e estimar a variância em relação ao valor presente;

Lewis e Spurlock (2004) destacam que a volatilidade é a variável mais difícil a ser encontrada no modelo de avaliação por opções reais. Os autores apresentam um método simples para estimar tal variável, baseando-se nos retornos normais previstos dos fluxos de caixa de um projeto, para então aplicar a fórmula do cálculo da variância:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2}$$

Onde:

r_i = retorno do fluxo de caixa no período i

\bar{r} = média dos retornos dos fluxos de caixa

Copeland e Antikarov (2001) apresentam um modelo de estimativa de volatilidade utilizando simulações Monte Carlo. Nesta abordagem, as principais variáveis de incerteza que contribuem para o valor de um projeto, como, por exemplo, os preços futuros ou as quantidades a serem vendidas, são modeladas e combinadas em uma única incerteza. Tal incerteza é representada pelo desvio-padrão das taxas de retorno do projeto, as quais são dadas pela seguinte fórmula:

$$\ln\left(\frac{VP_t}{VP_0}\right)$$

Assim, obtém-se uma distribuição dos valores presentes, de acordo com a probabilidade de ocorrerem, como segue no modelo do gráfico abaixo:

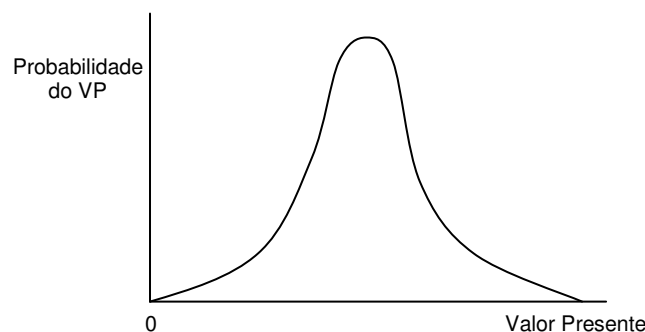


Figura 5 – Distribuição dos Valores Presentes

Fonte: Copeland e Antikarov (2001, p.246)

Segundo Lewis e Spurllock (2004), sabe-se que a volatilidade de um projeto, por exemplo, de uma usina elétrica a gás natural, não é simplesmente igual à volatilidade do preço do gás natural. Portanto, os autores destacam que a técnica da análise Monte Carlo funciona muito bem contanto que se conheçam a volatilidade

das principais variáveis de incerteza, tais como quantidades a serem vendidas do produto em questão e custos de produção, além dos preços dos insumos necessários à atividade.

Na construção da árvore de eventos, é realizado o processo multiplicativo ou geométrico, em que o valor inicial V_0 (correspondente ao valor presente do projeto sem flexibilidade) é multiplicado pelos fatores de movimento ascendente $u > 1$ e descendente $d < 1$. Tomando como exemplo um projeto de dois anos que possua valor presente igual a R\$500,00, taxa livre de risco de 5% ao ano e um desvio padrão da taxa de variação do valor do projeto (volatilidade) de 15% ao ano. Neste caso, tem-se que $u=1,1618$ e $d=0,8607$. Assim, a árvore de evento já pode ser montada, como segue abaixo:

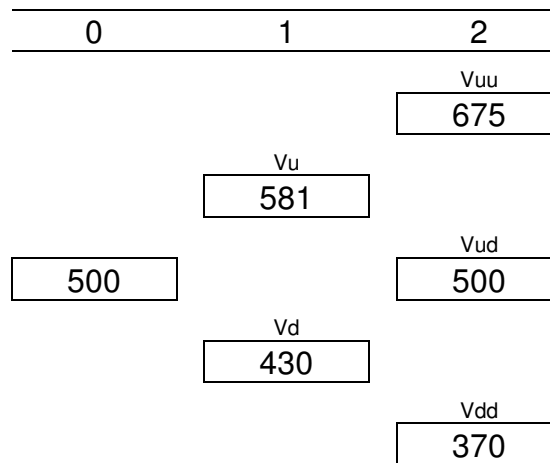


Figura 6 – Exemplo Árvore de Eventos

Adiante, uma vez montada a árvore de eventos, parte-se para a terceira etapa, em que são incorporados os aspectos de flexibilidade para, então, construir uma árvore de decisão. Ao identificar os tipos de flexibilidade possíveis, é importante que haja regras de priorização com relação às seqüências de decisões.

Consideram-se, para o mesmo exemplo em questão, três flexibilidades: expandir o projeto em 17%, ao custo de R\$84,00; contrair em 45% o projeto, recebendo R\$200,00 pela venda de ativos; ou abandonar o projeto, vendendo-o ao preço fixo de R400,00. Ademais, calculando a probabilidade ajustada pelo risco, tem-se:

$$q = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d} = \frac{1,05127 - 0,8607}{1,1618 - 0,8607} = 0,6328$$

Tais informações dão origem à árvore de decisão, representada a seguir:

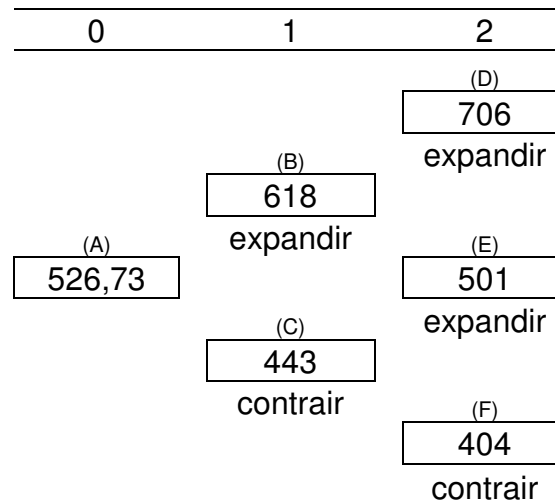


Figura 7 – Exemplo Árvore de Decisão

Segundo Copeland e Antikarov (2001), as decisões ótimas e seus retornos correspondentes devem ser analisadas começando pelos nós finais. Assim, pode-se visualizar na tabela abaixo as decisões realizadas para os nós D, E e F:

Tabela 2 – Exemplo de Decisões Ano 2

Nó	Retorno	Decisão
D	MAX[675 ; (1,17*675) - 84 ; (0,55*675) + 200 ; 400]	Expandir
	MAX[675 ; 706 ; 571 ; 400] = 706 prosseguir expandir contrair abandonar	
E	MAX[500 ; (1,17*500) - 84 ; (0,55*500) + 200 ; 400]	Expandir
	MAX[500 ; 501 ; 475 ; 400] = 501 prosseguir expandir contrair abandonar	
F	MAX[370 ; (1,17*370) - 84 ; (0,55*370) + 200 ; 400]	Contrair
	MAX[370 ; 349 ; 404 ; 400] = 404 prosseguir expandir contrair abandonar	

A seguir, os nós B e C são analisados, escolhendo-se, novamente, as opções que mais agreguem valor:

Tabela 3 – Exemplo de Decisões Ano 1

Nó	Retorno				Decisão
B	MAX[600 prosseguir	; 618 expandir	; 530 contrair	; 400] = 618 abandonar	Expandir
C	MAX[442,59 prosseguir	; 434 expandir	; 443,43 contrair	; 400] = 443 abandonar	Contrair

Por fim, na última etapa do processo de avaliação (etapa quatro), chega-se ao valor final do projeto, composto pelo valor do caso sem flexibilidade mais o valor das opções, as quais foram precificadas utilizando-se o modelo binomial. O resultado obtido é de R\$526,73.

$$\frac{(618 \times q) + [443 \times (1 - q)]}{e^{r\Delta t}} = \text{R\$ } 526,73$$

No exemplo estudado, as opções reais acrescentaram a quantia de R\$26,73 ao projeto, que representa o valor da combinação das opções. Houve, portanto, um aumento de cerca de 5% no valor final em relação à análise por fluxo de caixa descontado.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O método empregado para a realização do trabalho foi o de estudo de caso. Yin (2001) destaca que os estudos de caso são preferidos quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando se trata de questões contemporâneas, inseridas no contexto da vida real. Logo, contribuem para compreensão de fenômenos individuais, organizacionais, sociais e políticos. De acordo com Roesch (1999), o estudo de caso baseia-se no uso de diversas fontes de dados. Além disso, possui tanto características específicas, como também uma dimensão genérica, representando fenômenos mais amplos, independentemente da unidade em estudo.

O primeiro passo para efetuar a análise por Opções Reais, segundo Copeland, Koller e Murrin (2002), é a realização da projeção dos fluxos de caixa do empreendimento em questão. Neste estudo, as projeções se estendem do ano de 2007 ao de 2011, mais o período de perpetuidade, descontando os fluxos de caixa a valor presente pelo Custo Médio Ponderado de Capital (WACC).

Para tanto, foi feita, primeiramente, uma análise dos seguintes demonstrativos contábeis, dos últimos sete anos, deflacionados para dezembro de 2006, da empresa responsável por desenvolver o respectivo projeto: Demonstrativo de Resultado do Exercício, Balanço Patrimonial e Demonstrativo de Origens e Aplicações de Recursos. Tais demonstrativos são disponibilizados publicamente pela empresa controladora, que adota boas práticas de Governança Corporativa.

Destaca-se que as principais variáveis de incerteza identificadas para realizar tal projeção incluem: preços futuros, custos dos produtos vendidos, despesas operacionais e a taxa de crescimento do projeto na fase de perpetuidade. Para alimentar tais variáveis, foram utilizados também relatórios de desempenho divulgados regularmente e tornados públicos pela organização controladora, em sua página na Internet. Assim, obtiveram-se, por exemplo, os dados históricos dos preços da bauxita praticados pela empresa nos últimos quatro anos, bem como informações específicas a respeito do empreendimento a ser analisado, como a capacidade instalada e os custos dos investimentos realizados para dar início às operações. Ademais, buscaram-se também fontes externas, como a London Metal

Exchange e o Fundo Monetário Internacional, para realizar estudo referente às perspectivas da economia mundial e do mercado de bauxita e de alumínio.

Já para estimar o Custo Médio Ponderado de Capital, foram necessários dados do mercado de capitais, como, por exemplo, o Beta da ação da empresa controladora do projeto e os retornos históricos do Ibovespa. Tais informações foram obtidas utilizando o software Economática, especializado em tratar tais informações.

Uma vez realizadas as projeções dos fluxos de caixa, foi aplicado o método de simulação Monte Carlo, a fim de obter o desvio padrão das taxas de retorno do projeto. Tal método busca combinar as diversas volatilidades individuais das principais variáveis de incerteza identificadas, realizando inúmeras simulações, a fim de que se alcance uma única incerteza comum, a qual representa a volatilidade global do projeto, que será utilizada na próxima etapa da avaliação. Destaca-se que, para realizar tal simulação, foi utilizado o programa Simulación 4.0, desenvolvido em Microsoft Excel, o qual permite a realização de cerca de 65.000 iterações com até 150 variáveis aleatórias.

Uma vez obtido o valor presente e o desvio padrão das taxas de retorno do projeto, pôde-se partir para a construção da árvore de eventos. Em seguida, foram computadas as opções reais de expandir o projeto, contraí-lo ou abandoná-lo. Assim, chegou-se, finalmente, a uma árvore de decisão. Para precificar novamente o projeto, considerando agora as flexibilidades gerenciais, de acordo com a Teoria das Opções Reais, utilizou-se a abordagem probabilística neutra em relação ao risco do modelo Binomial de precificação de opções.

4. OPÇÕES REAIS NO SETOR DE MINERAÇÃO

Neste capítulo, desenvolveu-se o estudo de caso da avaliação de um investimento no setor de mineração de bauxita, utilizando a teorias das opções reais. Ele está dividido em sete tópicos: Característica do Projeto Analisado; O Mercado de Bauxita e de Alumínio; Análise Econômico-Financeira e Projeções; Fluxos de Caixa Descontados; A Volatilidade do Projeto; Árvore de Eventos e Árvore de Decisão; e O Valor da Flexibilidade.

4.1 CARACTERÍSTICAS DO PROJETO ANALISADO

O Brasil é um país extremamente rico em recursos minerais, possuindo reservas de ferro, manganês, bauxita, cobre, níquel, entre muitas outras. O investimento a ser analisado pelo presente trabalho trata-se da exploração de uma mina de bauxita localizada na região de Paragominas, no Estado do Pará, norte do Brasil, local abundante em minério de bauxita. Esta mina pertence inteiramente a uma companhia mineradora brasileira e a sua exploração é realizada por uma de suas controladas, especializada no trabalho com este minério.

A bauxita é o minério do qual se extrai o alumínio, metal este muito útil ao homem. Possui propriedades muito vantajosas, tais como: resistência à corrosão, leveza, rápida condução de eletricidade e rápida condução de calor. Logo, devido a tais qualidades, inúmeros são os produtos hoje feitos de alumínio, incluindo utensílios de cozinha, aparelhos eletrodomésticos, lâmpadas, cabos elétricos, embalagens, construções, embarcações, automóveis e aviões (ENCICLOPÉDIA DELTA UNIVERSAL, 1988).

Concentrada próximo à superfície da terra, a exploração da bauxita é realizada a céu aberto. Uma vez extraída, deve passar por um processo de limpeza, para então ser conduzida a outra empresa, a qual realizará os processos de refino da bauxita, de fundição de Alumina e, finalmente, de moldagem do alumínio fundido.

As reservas de bauxita em Paragominas são estimadas em dois bilhões de toneladas. As operações na mina iniciaram em março de 2007, com uma

capacidade instalada de produção de 5,4 milhões de toneladas de bauxita por ano. Para tanto, foram necessários investimentos da ordem de US\$ 352 milhões, incluindo um mineroduto com 244 quilômetros de extensão, para o transporte da bauxita até a empresa de refinaria de alumina. Além disso, já está em andamento a expansão da capacidade produtiva do empreendimento para 9,9 milhões de toneladas de bauxita por ano, exigindo um investimento adicional de US\$ 196 milhões. A conclusão desta expansão está prevista para abril de 2008.

4.2 O MERCADO DE BAUXITA E DE ALUMÍNIO

Estima-se que a demanda global por alumínio durante as décadas de 80 e 90 tenha crescido a uma taxa média de 3% ao ano. Segundo informações divulgadas no documento “CVRD 2006 Analyst & Investor Tour”, é previsto, para o período de 2005 a 2010, que a demanda global por alumínio cresça a uma taxa média de 5%, enquanto que a produção global a uma taxa de aproximadamente 5,5%. As quantidades previstas de produção e demanda global de alumínio para o respectivo período podem ser visualizadas no gráfico abaixo:

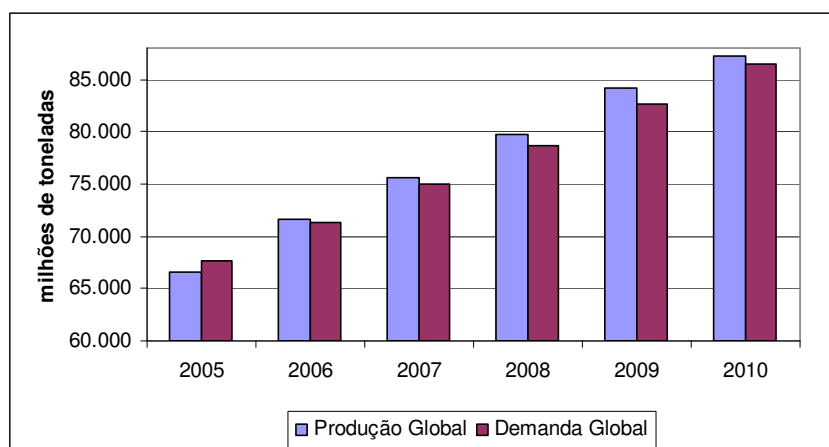


Figura 8 – Previsão Demanda e Produção Global de Alumínio (2005 – 2010)

Fonte: CVRD 2006 Analyst & Investor Tour

Percebe-se, portanto, um crescimento bastante forte pela demanda de alumínio, um insumo essencial a diversos setores da economia. Na ilustração

abaixo, pode-se verificar, proporcionalmente, as quantidades que são utilizadas nos diferentes setores da indústria, entre todo o alumínio que é produzido no mundo:

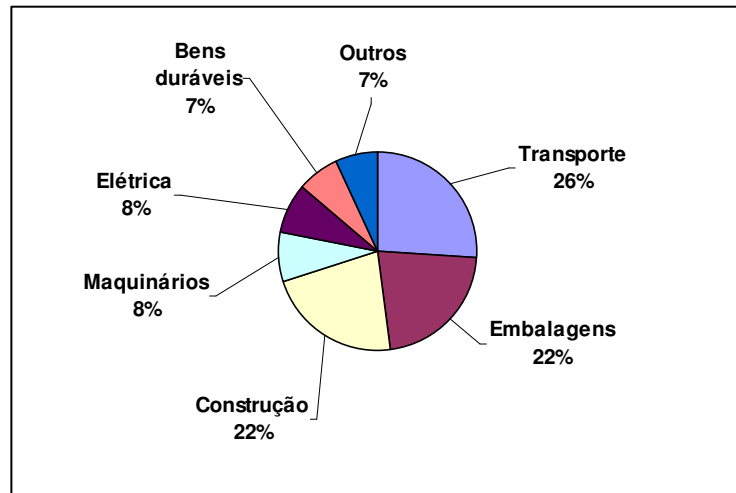


Figura 9 – Consumo de Alumínio na Indústria

Fonte: London Metal Exchange

Quanto às quantidades produzidas de alumínio por continente, percebe-se claramente uma supremacia do continente asiático, impulsionado pela China que, em 2005, respondia por 24% da produção mundial, conforme a figura abaixo:

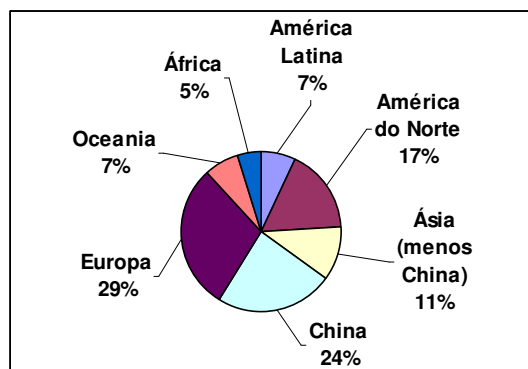


Figura 10 – Produção de Alumínio por Continente em 2005

Fonte: CVRD 2006 Analyst & Investor Tour

Ademais, cabe destacar também as perspectivas da economia mundial, a fim de realizar os prognósticos necessários. Segundo o Fundo Monetário Internacional, as estimativas de aumento do Produto Interno Bruto mundial, que vem apresentando

taxas médias em torno de 4% nos último dez anos, também são promissoras, como se pode ver no próximo gráfico:

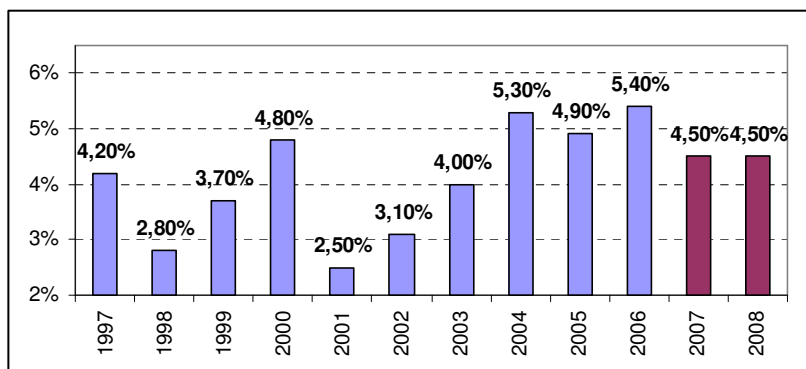


Figura 11 – Crescimento do PIB Mundial

Fonte: Fundo Monetário Internacional

As projeções de crescimento do PIB mundial para 2007 e 2008, segundo o FMI, são de 4,5% para ambos os anos, confirmando a alta média verificada na última década. O Fundo destaca também, em sua matéria “World Economic Outlook”, de abril de 2007, que os preços dos metais aumentaram, em média, 57% em 2006, refletindo um contínuo e forte crescimento da demanda pelas commodities metálicas. Salienta-se que grande parte destes resultados deve-se ao crescimento suntuoso da China, grande consumidora dos mais variados metais.

4.3 ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA E PROJEÇÕES

Adiante, parte-se para a análise das demonstrações contábeis, no período de 2000 a 2006, da empresa responsável pela exploração da mina de bauxita de Paragominas e a posterior projeção dos fluxos de caixa para o período de 2007 a 2011. Todos os valores das demonstrações analisadas foram deflacionados para dezembro de 2006, utilizando o Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI), calculado pela Fundação Getúlio Vargas.

De acordo com os Demonstrativos de Resultado de Exercício (ANEXO B), verifica-se que as Receitas Operacionais Líquidas aumentaram, em média, a uma taxa de 5,27% ao ano, durante o período estudado. Já o Lucro Bruto aumentou a

uma taxa média de 4,78% ao ano, e o Lucro Líquido a 3,87% ao ano, conforme o gráfico abaixo:

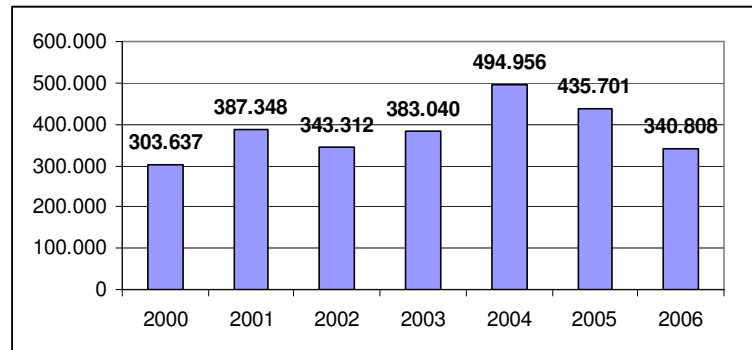


Figura 12 – Lucros Líquidos

As margens brutas verificadas mantiveram-se, em média, em torno de 52,23%, enquanto as margens líquidas estiveram no patamar de 45,04%. Tais informações sugerem que empresa está trabalhando com uma ótima eficiência produtiva, considerando as altas margens brutas, bem como vem mantendo baixas despesas operacionais e financeiras, obtendo, assim, também altas margens líquidas.

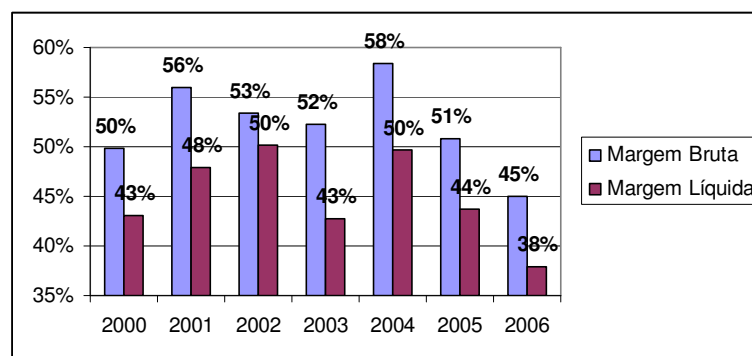


Figura 13 – Margens Bruta e Líquida

Quanto ao índice de retorno sobre o ativo (ROA), ele manteve-se em torno de 27% nos sete anos contemplados, representando a eficiência da empresa na geração de lucros, diante dos investimentos em ativo.

Com base em tais considerações, parte-se para as projeções dos fluxos de caixa, as quais iniciaram pelas estimativas de vendas para cada ano. Sabendo que a capacidade instalada de extração de bauxita na mina em 2007 é de 5,4 milhões de

toneladas/ano, mas considerando que a empresa iniciou os negócios apenas em Março, a previsão de vendas para este ano é de 4,5 milhões de toneladas. A partir de Abril de 2008, já estará em atividade a primeira expansão da mina, a qual aumentará a produção em 4,5 milhões de toneladas/ano. Estima-se, portanto, para o mencionado ano, vendas de 8,775 milhões de toneladas e, para 2009 em diante, 9,9 milhões de toneladas, ou seja, a capacidade total.

Quanto aos preços, as estimativas foram baseadas nos últimos preços médios realizados de bauxita pela empresa controladora do projeto e, ainda, na análise histórica da relação 'receita bruta/unidades vendidas' dos últimos sete anos. Abaixo, segue o gráfico referente aos preços de bauxita realizados por trimestre, no período de 2003 a 2006:

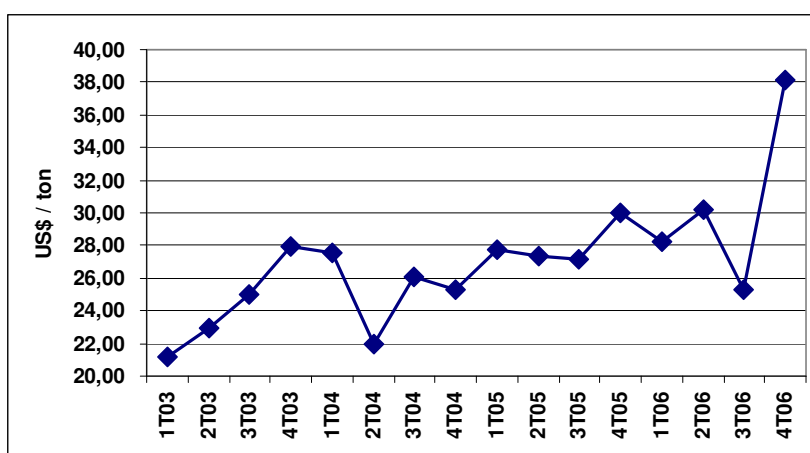


Figura 14 – Preços médios realizados da bauxita

Com base em tais variações e na análise da relação 'receita bruta/unidades vendidas', chegou-se a uma média de aumento dos preços ao ano de 7,5%. Assim, com base em tal taxa, foram feitas as estimativas dos valores futuros, a partir de um preço de R\$ 65,90/ton em 2006.

A multiplicação da quantidade de toneladas de bauxita vendidas pelo preço fornece a receita bruta. Sobre tal valor, incidiram impostos de 8,85%, conforme a média dos anos anteriores.

Os custos dos produtos vendidos representaram, durante o período analisado, cerca de 48% da receita líquida, peso este utilizado também para os anos seguintes. Já as despesas operacionais mantiveram uma média de participação de 1,96% sobre a receita operacional líquida. Ademais, com relação às receitas e às

despesas financeiras líquidas, os pesos de ambas praticamente se igualaram no decorrer dos anos, não sendo consideradas, portanto, nas estimativas futuras.

A conta depreciação, que, apesar de despesa, não gera uma saída de caixa, é primordial na construção dos fluxos de caixa. Considerou-se que o investimento total será depreciado igualmente e integralmente durante os dez próximos anos.

Por fim, após 2011, tem-se o período da perpetuidade. A taxa de crescimento contínuo empregada foi de 3% ao ano.

A tabela abaixo apresenta os fluxos de caixa projetados para o período da análise:

Tabela 4 – Fluxos de Caixa

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Perpetuidade
Vendas		4.500.000	8.775.000	9.900.000	9.900.000	9.900.000	
Preço	65,90	70,84	76,16	81,87	88,01	94,61	
(Reais Mil)							
Receita Bruta		318.791	668.266	810.487	871.273	936.619	
Impostos sobre Vendas		(28.213)	(59.142)	(71.728)	(77.108)	(82.891)	
Receita Líquida		290.578	609.125	738.759	794.166	853.728	
Custo dos Produtos Vendidos		(138.809)	(290.979)	(352.905)	(379.373)	(407.826)	
Lucro Bruto		151.769	318.146	385.854	414.793	445.902	
Despesas Operacionais		(5.695)	(11.939)	(14.480)	(15.566)	(16.733)	
(-) Depreciação e Amortização		(118.395)	(118.395)	(118.395)	(118.395)	(118.395)	
EBIT		27.679	187.812	252.980	280.833	310.775	
IRPJ e CSLL		0	(63.856)	(86.013)	(95.483)	(105.663)	
(+) Depreciação e Amortização		118.395	118.395	118.395	118.395	118.395	
Investimentos	(1.183.945)						
Fluxo de Caixa	(1.183.945)	146.074	242.351	285.361	303.744	323.506	3.385.349

4.4 FLUXOS DE CAIXA DESCONTADOS

A análise pelo Fluxo de Caixa Descontado requer que seja estimado o custo de capital global para o projeto, constituído pelo custo de capital próprio e o custo do capital de terceiros. Tais cálculos envolvem um conjunto de fatores que serão apresentados a seguir.

Para o cálculo do custo de capital próprio (R_E), foi utilizado o modelo de precificação de ativos CAPM, em que são necessárias as seguintes variáveis: taxa livre de risco (R_f); Beta do ativo (β); e prêmio por risco de mercado. A taxa livre de risco utilizada foi o CDI (Certificado de Depósito Interfinanceiro). Para o Beta do ativo, foi considerado o da empresa detentora dos direitos de exploração da mina,

obtido através do software de análise de investimentos em ações Económica. Por fim, quanto ao prêmio por risco de mercado, foi necessário estimar o retorno esperado da carteira de mercado $E(R_M)$. Para tanto, considerou-se a média histórica dos retornos anuais, ajustados pelo IGP-DI, do IBOVESPA, no período de 1997 a 2006. Os seguintes valores foram obtidos: $R_f = 10\%$; $\beta = 0,82$; $E(R_M) = 17,07\%$. Assim, chega-se ao custo de capital próprio:

$$R_E = R_f + [E(R_M) - R_f] \times \beta_i$$

$$R_E = 10\% + [(17,07\% - 10\%) \times 0,82] = 15,80\%$$

A seguir, calculou-se o custo de capital de terceiros (R_D). Segundo a agência Standard & Poor's Ratings Services, a empresa detentora dos direitos de exploração da mina possui um rating BBB. Considerando um spread de 1,50% para esse rating, o custo de capital de terceiros utilizado é igual à taxa livre de risco somada ao spread pela inadimplência:

$$R_D = 10\% + 1,50\% = 11,5\%$$

Em dezembro de 2006, a empresa apresentava uma estrutura de capital composta por 64% de capital próprio e 36% de capital de terceiros. Assim, o seu custo médio ponderado de capital (WACC) ficou estimado em:

$$WACC = [(E / V) \times R_E] + [(D / V) \times R_D \times (1 - T_c)]$$

$$WACC = [64\% \times 15,80\%] + [36\% \times 11,5\% \times (1 - 0,34)]$$

$$WACC = 12,84\%$$

Uma vez encontrado o custo médio ponderado de capital, os fluxos de caixa projetados foram trazidos a valor presente, conforme a tabela a seguir:

Tabela 5 – Valores Presentes dos Fluxos de Caixa

	(Reais Mil)						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Perpetuidade
EBIT		27.679	187.812	252.980	280.833	310.775	
IRPJ e CSLL		0	(63.856)	(86.013)	(95.483)	(105.663)	
(+) Depreciação e Amortização		118.395	118.395	118.395	118.395	118.395	
Investimentos	(1.183.945)						
Fluxo de Caixa	(1.183.945)	146.074	242.351	285.361	303.744	323.506	3.385.349
WACC (r) = 12,84%							
VP do Fluxo de Caixa	(1.183.945)	129.449	190.326	198.598	187.333	176.813	1.850.271
VP do Projeto	(1.183.945)	129.449	190.326	198.598	187.333	176.813	1.850.271

Por fim, calculou-se o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR) do projeto sem flexibilidades, chegando-se aos seguintes valores:

$$\text{VPL} = \text{R\$ } 1.548.843.384,27$$

$$\text{TIR} = 37,50\%$$

4.5 A VOLATILIDADE DO PROJETO

A estimação da volatilidade do projeto foi feita pelo método da Análise Monte Carlo. As simulações foram realizadas utilizando o programa Simulación 4.0, desenvolvido para ser utilizado com o Microsoft Excel.

As variáveis de incerteza identificadas para o modelo estudado são quatro: variação anual dos preços da tonelada da bauxita, custo dos produtos vendidos, despesas operacionais e a taxa de crescimento na fase de perpetuidade. Tais variáveis constituem, portanto, as entradas do modelo. A seguir, as incertezas foram inseridas no programa de simulação, partindo da análise dos dados históricos e gerando a seguinte definição de hipóteses para cada variável:

- a) Variação anual dos preços da tonelada da bauxita: distribuição de probabilidade normal, média 7,5% e desvio padrão 14,26%;
- b) Custo dos produtos vendidos (porcentagem em relação à receita operacional líquida): distribuição normal, média 47,77% e desvio padrão 4,36%;

- c) Despesas operacionais (porcentagem em relação à receita operacional líquida): distribuição normal, média 1,96% e desvio padrão 0,49%;
- d) Taxa de crescimento na fase de perpetuidade: distribuição triangular, moda 3%, máximo 5% e mínimo 1%.

Uma vez que a variável de saída que necessita ser prevista pelo modelo corresponde ao desvio padrão das variações percentuais do valor do projeto, definiu-se a taxa de retornos do projeto através da expressão:

$$\ln\left(\frac{VP_t}{VP_0}\right)$$

O programa executou uma simulação com 20.000 iterações, ao final da qual os seguintes resultados foram obtidos:

Tabela 6 – Resultados Simulação Monte Carlo

Name	Maximum	Minimum	Mean	Variance	Std. Dev.	Dev./Mean
Output 1 - Taxa de Retorno	266,82%	-81,93%	83,78%	25,75%	50,75%	60,57%
Input 1 - Variação dos preços	62,36%	-44,68%	7,57%	2,04%	14,28%	188,68%
Input 2 - CPV	63,10%	31,64%	47,75%	0,19%	4,32%	9,05%
Input 3 - Despesas Operacionais	3,90%	-0,16%	1,96%	0,00%	0,49%	25,04%
Input 4 - Taxa perpetuidade	5,0%	1,0%	3,0%	0,0%	0,8%	27,21%

Portanto, a volatilidade a ser considerada para o projeto é de 50,75%.

4.6 ÁRVORE DE EVENTOS E ÁRVORE DE DECISÃO

Uma vez encontrado o valor presente do projeto e estimada a sua volatilidade, pode-se partir para a construção da árvore de eventos. Para tanto, foram calculados os fatores de movimento ascendente (u) e descendente (d) anuais ($\Delta t = 1$) conforme segue:

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} = e^{0,5075\sqrt{1}} = 1,6611$$

$$d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}} = e^{-0,5075\sqrt{1}} = 0,6020$$

A seguir, calculou-se a probabilidade neutra ao risco do movimento de subida, representada pelo termo q :

$$q = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d} = \frac{1,10517 - 0,6020}{1,6611 - 0,6020} = 0,4751$$

A probabilidade neutra ao risco do movimento de descida, por sua vez, é dada por $(1 - q)$:

$$1 - q = 1 - 0,4751 = 0,5249$$

Assim, considerando que o valor presente do projeto é R\$ 2.732.788.654,90, tem-se a seguinte árvore de eventos:

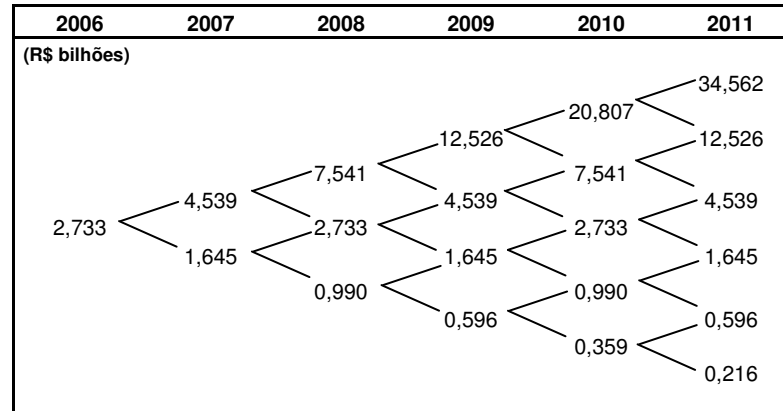


Figura 15 – Árvore de Eventos

Neste ponto, são incluídas as flexibilidades gerenciais que a empresa pode vir a usufruir durante o período analisado. As seguintes opções reais serão analisadas:

- I. Expandir: aumentar em 20% a capacidade produtiva de toneladas de bauxita por ano, ao custo de 500 milhões de reais;
- II. Contrair: diminuir as atividades na mina em 40%, vendendo ativos no valor de 400 milhões de reais;
- III. Abandonar: vender o projeto a qualquer momento no período dos cinco anos considerados, ao valor de um bilhão de reais.

As opções, uma vez precificadas através da abordagem probabilística neutra em relação ao risco, do modelo Binomial, acrescentarão os seguintes valores ao projeto:

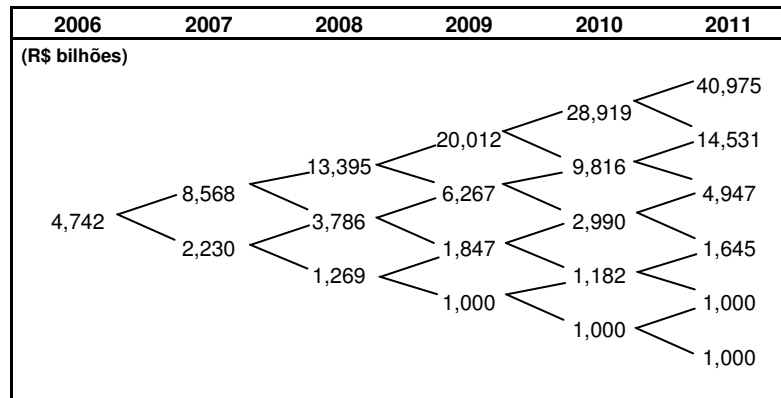


Figura 16 – Árvore de Decisão

Analisando os nós do quinto ano, começando pelo valor mais alto até o mais baixo, as decisões tomadas levaram em consideração os cálculos apresentados na seguinte tabela:

Tabela 7 – Decisões 2011

Nó	Retornos (R\$ bilhões)	Decisão
Vu^5	$MAX[34,56 ; (1,2*34,56) - 0,5 ; (0,6*34,56) + 0,40 ; 1]$ $MAX[34,56 ; 40,97 ; 21,14 ; 1] = 40,97$ prosseguir expandir contrair abandonar	Expandir
Vu^4d	$MAX[12,53 ; (1,2*12,53) - 0,5 ; (0,6*12,53) + 0,40 ; 1]$ $MAX[12,53 ; 14,53 ; 7,92 ; 1] = 14,53$ prosseguir expandir contrair abandonar	Expandir
Vu^3d^2	$MAX[4,54 ; (1,2*4,54) - 0,5 ; (0,6*4,54) + 0,40 ; 1]$ $MAX[4,54 ; 4,95 ; 3,12 ; 1] = 4,95$ prosseguir expandir contrair abandonar	Expandir
Vu^2d^3	$MAX[1,65 ; (1,2*1,65) - 0,5 ; (0,6*1,65) + 0,40 ; 1]$ $MAX[1,65 ; 1,47 ; 1,39 ; 1] = 1,65$ prosseguir expandir contrair abandonar	Prosseguir
Vud^4	$MAX[0,60 ; (1,2*0,60) - 0,5 ; (0,6*0,60) + 0,40 ; 1]$ $MAX[0,60 ; 0,22 ; 0,76 ; 1] = 1$ prosseguir expandir contrair abandonar	Abandonar
Vd^5	$MAX[0,22 ; (1,2*0,22) - 0,5 ; (0,6*0,22) + 0,40 ; 1]$ $MAX[0,22 ; -0,24 ; 0,53 ; 1] = 1$ prosseguir expandir contrair abandonar	Abandonar

Na seqüência, buscou-se os maiores valores para cada nó nos anos seguintes, tendo sempre como ponto de partida para os cálculos o valor da opção de prosseguir:

Tabela 8 – Decisões 2010

Nó	Retornos (R\$ bilhões)				Decisão
Vu^4	MAX[24,52 prosseguir	; 28,92 expandir	; 15,11 contrair	; 1] = 28,92 abandonar	Expandir
Vu^3d	MAX[8,60 prosseguir	; 9,82 expandir	; 5,56 contrair	; 1] = 9,82 abandonar	Expandir
Vu^2d^2	MAX[2,91 prosseguir	; 2,99 expandir	; 2,14 contrair	; 1] = 2,99 abandonar	Expandir
Vud^3	MAX[1,18 prosseguir	; 0,92 expandir	; 1,11 contrair	; 1] = 1,18 abandonar	Prosseguir
Vd^4	MAX[0,90 prosseguir	; 0,59 expandir	; 0,94 contrair	; 1] = 1 abandonar	Abandonar

Tabela 9 – Decisões 2009

Nó	Retornos (R\$ bilhões)				Decisão
Vu^3	MAX[17,09 prosseguir	; 20,01 expandir	; 10,66 contrair	; 1] = 20,01 abandonar	Expandir
Vu^2d	MAX[5,64 prosseguir	; 6,27 expandir	; 3,78 contrair	; 1] = 6,27 abandonar	Expandir
Vud^2	MAX[1,85 prosseguir	; 1,72 expandir	; 1,51 contrair	; 1] = 1,85 abandonar	Prosseguir
Vd^3	MAX[0,98 prosseguir	; 0,68 expandir	; 0,99 contrair	; 1] = 1 abandonar	Abandonar

Tabela 10 – Decisões 2008

Nó	Retornos (R\$ bilhões)				Decisão
Vu^2	MAX[11,58 prosseguir	; 13,40 expandir	; 7,35 contrair	; 1] = 13,40 abandonar	Expandir
Vud	MAX[3,57 prosseguir	; 3,79 expandir	; 2,54 contrair	; 1] = 3,79 abandonar	Expandir
Vd^2	MAX[1,27 prosseguir	; 1,02 expandir	; 1,16 contrair	; 1] = 1,27 abandonar	Prosseguir

Tabela 11 – Decisões 2007

Nó	Retornos (R\$ bilhões)				Decisão
Vu	MAX[7,56 prosseguir	; 8,57 expandir	; 4,93 contrair	; 1] = 8,57 abandonar	Expandir

do Fluxo de Caixa Descontado sem flexibilidade. A diferença dos valores presentes é de R\$2.009.326.375,98. Na ilustração a seguir, é possível visualizar a forte discrepância dos resultados, considerando as duas metodologias.

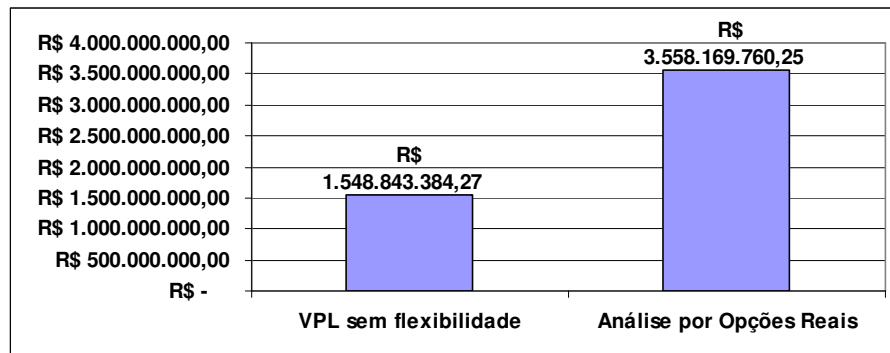


Figura 18 – Comparação VPL sem flexibilidade e Opções Reais

Analisando as opções reais avaliadas nesse projeto, a opção de expandir os investimentos aparece com bastante destaque na árvore de decisão. A opção de abandonar está presente em quatro nós, contribuindo também consideravelmente para agregar valor ao projeto. Por outro lado, a possibilidade de contrair o empreendimento em nenhum momento se mostrou vantajosa.

5 CONCLUSÃO

O trabalho desenvolvido demonstrou o impacto da utilização da Análise por Opções Reais na avaliação de um investimento. Neste estudo, o projeto em questão, de exploração de uma jazida de bauxita, foi, em um primeiro momento, valorado utilizando a técnica do fluxo de caixa descontado, o qual não considera aspectos de flexibilidade. Em seguida, buscando o objetivo principal do trabalho, aplicou-se o modelo das Opções Reais, o qual agregou ao empreendimento um enorme valor.

Os fluxos de caixa projetados e descontados ao custo médio ponderado de capital calculado resultaram em um valor presente líquido de R\$1.548.843.384,27. Nesta primeira avaliação, assume-se que o projeto não possui outras possibilidades de ação além do que foi estimado nos fluxos de caixa.

Por outro lado, no modelo desenvolvido utilizando a Análise por Opções Reais, o projeto apresentou diferentes caminhos de ação, através da árvore de decisão, tendo sido traçado aquele que maior valor trouxesse ao empreendimento. As flexibilidades utilizadas incluíram a de expandir o projeto, exigindo novos investimentos; a de contraí-lo, ou seja, a de diminuir as suas operações, gerando um valor com a venda de ativos; a de abandonar totalmente o projeto, vendendo-o a um valor fixo; ou a de prosseguir, aplicável quando nenhuma das opções anteriores pudessem agregar um valor maior, caso exercidas.

Certamente, um dos principais aspectos que caracterizam a Análise por Opções Reais é a estimação da volatilidade dos retornos projetados de um investimento. Esta medida de risco é primordial no processo de avaliação, e, para tanto, diversas são as maneiras de encontrá-la, com destaque para a técnica da Simulação Monte Carlo, utilizada neste estudo. Em um primeiro momento, identificaram-se quatro fontes de incerteza, relacionadas a variações nos preços da bauxita, aos custos dos produtos vendidos, às despesas operacionais e à taxa de crescimento do investimento no período de perpetuidade. A incerteza de tais variáveis, simuladas conjuntamente, através de programa de computador, forneceu a medida de risco do empreendimento, representada pelo desvio-padrão das taxas de retorno.

Com a informação referente à volatilidade do projeto e utilizando o modelo Binomial de precificação de opções, obteve-se um novo valor final, no montante de R\$3.558.169.760,25. Constatou-se que as opções de expandir os investimentos, em caso de bons resultados, ou, ao contrário, a de abandonar o projeto apareceram com destaque nesta avaliação. Já a opção de contrair, apesar de também ter sido levada em consideração no modelo, não foi exercida em situação alguma.

Com relação a tais resultados, deve-se destacar que o mercado mundial de bauxita apresenta-se bastante promissor, tendo em vista a forte e crescente demanda por alumínio pelos mais diversos setores da indústria, as perspectivas de uma contínua valorização nos preços deste metal, além de um cenário positivo para a economia mundial. Essas condições, associadas a uma eficiente gestão financeira, como a verificada no estudo, mostraram que o investimento é, enfim, plenamente viável, tendo em vista o alto valor final obtido com a avaliação.

As opções reais acrescentaram ao projeto estudado um valor de R\$2.009.326.375,98. Este montante corresponde a um aumento de cerca de 130% em relação ao valor encontrado na análise considerando apenas o fluxo de caixa descontado.

Portanto, apesar da avaliação por fluxo de caixa descontado ter fornecido um valor presente líquido positivo, o incremento verificado com as opções reais foi extremamente grande. Este resultado ressalta, assim, a importância da utilização da Análise por Opções Reais na decisão de compra ou de venda de um ativo a um preço mais justo.

O grande diferencial das opções reais, demonstrado com o estudo de caso, está justamente na capacidade de agir estrategicamente que é proporcionada a uma empresa que aplica este modelo de análise de investimentos. Isso vai ao encontro do que Luehrman (1998) defende ao afirmar que, em termos financeiros, a estratégia de uma organização está muito mais relacionada a uma série de opções do que apenas a uma série de fluxos de caixa.

Além disso, como já ressaltado por Copeland e Antikarov (2001), a Análise por Opções Reais é mais difícil de ser empregada, em decisões de investimentos, que a análise por fluxo de caixa descontado tradicional, que não considera aspectos de flexibilidade. No entanto, sabe-se que um gestor que não leve em consideração a possibilidade de ocorrerem situações imprevistas, considerando apenas estimativas

rígidas, poderá incorrer em graves erros, a ponto de comprometer importantes investimentos.

Por fim, destaca-se a necessidade de expandir a utilização da Análise por Opções Reais como importante instrumento para profissionais de Finanças e gestores de empresas. À medida que os benefícios proporcionados por esta técnica tornarem-se mais conhecidos, certamente ela tornar-se-á uma das principais ferramentas para a tomada de decisão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBEDO, Cláudio; ARAÚJO, Gustavo; BESSADA, Octavio. **Mercado de Derivativos no Brasil**. Rio de Janeiro: Record, 2005.

BOVESPA. **Site Institucional**. Disponível em: <www.bovespa.com.br>. Acesso em: 3 de outubro de 2007.

COMPANHIA VALE DO RIO DOCE. **Site Institucional**. Disponível em <www.cvrld.com.br>. Acesso em: 30 de setembro de 2007.

COPELAND, Tom; ANTIKAROV, Vladimir. **Opções Reais: um novo paradigma para reinventar a avaliação de investimentos**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

COPELAND, Tom; KOLLER, Tim; MURRIN, Jack. **Avaliação de empresas – Valuation: Calculando e gerenciando o valor das empresas**. 3. ed. São Paulo: Makron Books, 2002.

DAMODARAM, Aswath. **Avaliação de investimentos: ferramentas e técnicas para a determinação do valor de qualquer ativo**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997.

DAMODARAM, Aswath. **A Face Oculta da Avaliação**. São Paulo: Makron Books, 2002.

DOWNING, Douglas; CLARK, Jeffrey. **Estatística Aplicada**. São Paulo: Saraiva, 2000.

Enciclopédia Delta Universal. Rio de Janeiro: Delta S.A., 1988.

FGV DADOS. **Site Institucional**. Disponível em: <www.fgvdados.fgv.br>. Acesso em: 3 de outubro de 2007.

FORTUNA, Eduardo. **Mercado Financeiro: produtos e serviços**. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 1995.

GITMAN, Lawrence J. **Princípios de Administração Financeira**. 7. ed. São Paulo: Harbra, 1997.

IMF - INTERNATIONAL MONETARY FUND. World Economic Outlook. Disponível em: <www.imf.org>. Acesso em: 3 de outubro de 2007.

LEWIS, Neal; SPURLOCK, David. **Volatility Estimation of Forecasted Project Returns for Real Options Analysis**. In: AMERICAN SOCIETY FOR ENGINEERING MANAGEMENT CONFERENCE, 2004, Alexandria.

LONDON METAL EXCHANGE. **Site Institucional**. Disponível em: <www.lme.co.uk>. Acesso em: 3 de outubro de 2007.

LUEHRMAN, Timothy. Strategy as a Portfolio of Real Options. **Harvard Business Review**, set./out. 1998, p. 87-99.

PÓVOA, Alexandre. **Valuation - Como precificar ações**. São Paulo: Globo, 2004.

ROESCH, Sylvia Maria Azevedo. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

ROSS, Stephen A.; WESTERFIELD, Randolph W.; JORDAN, Bradford D.; **Princípios de Administração Financeira**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

SANTOS, E M.; PAMPLONA, E.O. **Teoria das Opções Reais: Aplicação em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)**. ENCONTRO BRASILEIRO DE FINANÇAS, 2., 2002, Rio de Janeiro.

SIMULACIÓN 4.0. Disponível em: <www.cema.edu.ar/~jvarela/simulacion.htm>. Acesso em: 5 de junho de 2007.

STANDARD & POOR'S. **Site Institucional.** Disponível em:
<www.standardandpoors.com>. Acesso em: 3 de outubro de 2007.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 2. ed. Porto Alegre:
Bookman, 2001.

ANEXO A – BALANÇOS PATRIMONIAIS (2000 – 2006)

ATIVO (em milhares de reais – atualizados IGP-DI)							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
CIRCULANTE							
Disponibilidades	169.669	6.713	50.822	11.323	16.847	5.092	58.451
Contas a receber clientes	73.451	132.819	114.440	126.309	106.228	136.378	61.598
Estoque de minério	9.795	1.799	7.789	7.996	16.212	32.311	47.138
Estoque outros materiais	27.447	28.422	21.412	25.393	26.977		
Outros ativos circulantes	11.937	6.023	7.968	6.197	8.231	7.227	6.655
Total Circulante	292.299	175.775	202.430	177.217	174.496	181.008	173.842
REALIZÁVEL A LONGO PRAZO							
Incentivos fiscais	10.896	10.952	8.664	8.047	24	32	
Depósitos judiciais		12.075	18.498	433.832	429.724	487.883	504.193
Total ARLP	10.896	23.027	27.162	441.879	429.748	487.915	504.193
PERMANENTE							
Investimentos	96.897	117.255	577	536	373	366	463
Ativos imobilizados	1.863.557	1.808.117	1.558.768	2.150.554	1.969.174	1.980.135	1.953.211
Depreciação acumulada	-1.165.149	-1.127.170	-956.799	-980.069	-920.036	-993.139	-1.056.001
Imobilizações em curso	116.154	384.634	750.302	111.703	33.408	35.445	64.131
Total Permanente	911.459	1.182.836	1.352.849	1.282.725	1.082.918	1.022.808	961.804
Total do Ativo	1.214.654	1.381.639	1.582.441	1.901.821	1.687.162	1.691.730	1.639.839
PASSIVO (em milhares de reais – atualizados IGP-DI)							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
CIRCULANTE							
Fornecedores e empreiteiros	18.477	66.792	24.573	16.897	17.522	21.404	30.469
Financiamentos	5.157	7.869	135.660	550.387	419.062	412.989	440.176
Impostos parcelados	9.478	9.694	8.154	14.224	14.295	15.758	989
Impostos e contribuições	14.747	22.242	23.978	18.913	18.885	21.472	15.770
Dividendos propostos	61.234	61.965	54.438	61.390	62.357	428.661	339.752
Salários e encargos sociais	5.824	5.587	5.035	7.423	8.084	12.624	15.311
Provisão para reflorestamento	5.385	5.526	3.907	3.629	3.702	4.202	2.046
Outros passivos circulantes	8.274	13.294	2.517	49	1.322	8.233	1.580
Total Circulante	128.576	192.967	258.262	672.912	545.228	925.343	846.093
EXIGÍVEL A LONGO PRAZO							
Financiamentos	2.424	89.239	336.694	167.868	112.493	12.667	46.446
Impostos parcelados	81.963	70.876	52.878	36.630	20.046	6.908	
Provisão para contingências	28.534	38.821	43.562	30.188	23.572	45.700	42.151
Imposto de renda diferido				14.393	29.802	49.571	64.062
Provisão para reflorestamento	13.821	18.954	26.227	24.979	22.422	39.489	43.296
Outras exigibilidades			11.948	16.571	19.519	11.121	12.906
Total PELP	126.741	217.890	471.309	290.628	227.855	165.457	208.861
PATRIMÔNIO LÍQUIDO							
Capital social	764.330	720.632	580.696	542.067	485.659	485.997	473.516
Reservas de capital	57.287	28.128	14.351	17.627	19.011	17.735	16.666
Reservas de lucros	37.960	53.755	59.690	74.588	91.264	97.199	94.703
Lucros acumulados	99.760	168.266	198.132	303.999	318.146		
Total Patrimônio Líquido	959.337	970.781	852.870	938.282	914.079	600.931	584.885
Total do Passivo	1.214.654	1.381.639	1.582.441	1.901.821	1.687.162	1.691.730	1.639.839

Fonte: www.cvrld.com.br

ANEXO B – DEMONSTRAÇÕES DE RESULTADO DO EXERCÍCIO (2000 – 2006)

DRE 2000 e 2001

(R\$ mil – atualizados IGP-DI)	2000		2001		
		AV	AV	AV	AH
RECEITA BRUTA DE VENDAS					
Venda de produtos	769.954	109,13%	884.722	109,48%	14,91%
Impostos incidentes sobre vendas	(64.433)	9,13%	(76.644)	9,48%	18,95%
RECEITA OPERACIONAL LÍQUIDA	705.521	100,00%	808.078	100,00%	14,54%
CUSTO DOS PRODUTOS VENDIDOS	(353.632)	50,12%	(355.318)	43,97%	0,48%
LUCRO BRUTO	351.888	49,88%	452.760	56,03%	28,67%
DESPESAS OPERACIONAIS					
Despesas gerais e administrativas	(17.439)	2,47%	(13.860)	1,72%	-20,53%
Resultado de Equivalência Patrimonial	3.742	0,53%	(2.381)	0,29%	
Outras despesas (receitas) operacionais, líquidas					
LUCRO OPERACIONAL ANTES DO RES. FIN.	338.192	47,94%	436.519	54,02%	29,07%
RESULTADO FINANCEIRO					
Receitas (despesas) financeiras, líquidas	12.459	1,77%	(11.337)	-1,40%	
LUCRO OPERACIONAL	350.651	49,70%	425.182	52,62%	21,26%
RECEITAS (DESPESAS) NÃO OPERACIONAIS LÍQ.	31.384	4,45%	(977)	0,12%	
LUCRO ANTES IR E CS	382.035	54,15%	424.206	52,50%	11,04%
IMPOSTO DE RENDA E CONTRIBUIÇÃO SOCIAL	(78.397)	11,11%	(36.858)	4,56%	-52,99%
LUCRO LÍQUIDO DO EXERCÍCIO	303.637	43,04%	387.348	47,93%	27,57%
Lucro líquido por lote de 1.000.000 de ações (em R\$)	506,06		645,58		

Fonte: www.cvrd.com.br

DRE 2002 e 2003

(R\$ mil – atualizados IGP-DI)	2002			2003		
		AV	AH	AV	AV	AH
RECEITA BRUTA DE VENDAS						
Venda de produtos	753.810	110,26%	-14,80%	973.735	108,83%	29,18%
Impostos incidentes sobre vendas	(70.133)	10,26%	-8,50%	(79.017)	8,83%	12,67%
RECEITA OPERACIONAL LÍQUIDA	683.678	100,00%	-15,39%	894.719	100,00%	30,87%
CUSTO DOS PRODUTOS VENDIDOS	(318.758)	46,62%	-10,29%	(427.769)	47,81%	34,20%
LUCRO BRUTO	364.920	53,38%	-19,40%	466.950	52,19%	27,96%
DESPESAS OPERACIONAIS						
Despesas gerais e administrativas	(13.221)	1,93%	-4,61%	(15.741)	1,76%	19,06%
Resultado de Equivalência Patrimonial	(6.026)	0,88%				
Outras despesas (receitas) operacionais, líquidas						
LUCRO OPERACIONAL ANTES DO RES. FIN.	345.674	50,56%	-20,81%	451.209	50,43%	30,53%
RESULTADO FINANCEIRO						
Receitas (despesas) financeiras, líquidas	(6.640)	-0,97%		(10.348)	-1,16%	
LUCRO OPERACIONAL	339.034	49,59%	-20,26%	440.861	49,27%	30,03%
RECEITAS (DESPESAS) NÃO OPERACIONAIS LÍQ.	57.248	8,37%		(6.444)	0,72%	
LUCRO ANTES IR E CS	396.282	57,96%	-6,58%	434.417	48,55%	9,62%
IMPOSTO DE RENDA E CONTRIBUIÇÃO SOCIAL	(52.970)	7,75%	43,71%	(51.376)	5,74%	-3,01%
LUCRO LÍQUIDO DO EXERCÍCIO	343.312	50,22%	-11,37%	383.040	42,81%	11,57%
Lucro líquido por lote de 1.000.000 de ações (em R\$)	572,19			638,40		

Fonte: www.cvrd.com.br

DRE 2004 e 2005

(R\$ mil – atualizados IGP-DI)	2004			2005		
		AV	AH		AV	AH
RECEITA BRUTA DE VENDAS						
Venda de produtos	1.073.561	107,91%	10,25%	1.075.732	107,80%	0,20%
Impostos incidentes sobre vendas	(78.735)	7,91%	-0,36%	(77.878)	7,80%	-1,09%
RECEITA OPERACIONAL LÍQUIDA	994.826	100,00%	11,19%	997.854	100,00%	0,30%
CUSTO DOS PRODUTOS VENDIDOS	(413.935)	41,61%	-3,23%	(491.006)	49,21%	18,62%
LUCRO BRUTO	580.892	58,39%	24,40%	506.848	50,79%	-12,75%
DESPESAS OPERACIONAIS						
Despesas gerais e administrativas	(12.699)	1,28%	-19,33%	(15.211)	1,52%	19,78%
Resultado de Equivalência Patrimonial						
Outras despesas (receitas) operacionais, líquidas	(2.994)	0,30%		(7.649)	0,77%	
LUCRO OPERACIONAL ANTES DO RES. FIN.	565.198	56,81%	25,26%	483.988	48,50%	-14,37%
RESULTADO FINANCEIRO						
Receitas (despesas) financeiras, líquidas	(3.037)	-0,31%		18.381	1,84%	
LUCRO OPERACIONAL	562.161	56,51%	27,51%	502.369	50,34%	-10,64%
RECEITAS (DESPESAS) NÃO OPERACIONAIS LÍQ.	(10.951)	1,10%		(7.639)	0,77%	
LUCRO ANTES IR E CS	551.210	55,41%	26,89%	494.730	49,58%	-10,25%
IMPOSTO DE RENDA E CONTRIBUIÇÃO SOCIAL	(56.254)	5,65%	9,49%	(59.029)	5,92%	4,93%
LUCRO LÍQUIDO DO EXERCÍCIO	494.956	49,75%	29,22%	435.701	43,66%	-11,97%
Lucro líquido por lote de 1.000.000 de ações (em R\$)	824,93			726,17		

Fonte: www.cvr.com.br

DRE 2006

(R\$ mil – atualizados IGP-DI)	2006		
		AV	AH
RECEITA BRUTA DE VENDAS			
Venda de produtos	976.167	108,53%	-9,26%
Impostos incidentes sobre vendas	-76.751	8,53%	-1,45%
RECEITA OPERACIONAL LÍQUIDA	899.416	100,00%	-9,86%
CUSTO DOS PRODUTOS VENDIDOS	-494.870	55,02%	0,79%
LUCRO BRUTO	404.546	44,98%	-20,18%
DESPESAS OPERACIONAIS			
Despesas gerais e administrativas	-15.850	1,76%	4,20%
Resultado de Equivalência Patrimonial			
Outras despesas (receitas) operacionais, líquidas	3.982	0,44%	
LUCRO OPERACIONAL ANTES DO RES. FIN.	392.678	43,66%	-18,87%
RESULTADO FINANCEIRO			
Receitas (despesas) financeiras, líquidas	1.625	0,18%	
LUCRO OPERACIONAL	394.303	43,84%	-21,51%
RECEITAS (DESPESAS) NÃO OPERACIONAIS LÍQ.	-2.761	0,31%	
LUCRO ANTES IR E CS	391.542	43,53%	-20,86%
IMPOSTO DE RENDA E CONTRIBUIÇÃO SOCIAL	-50.734	5,64%	-14,05%
LUCRO LÍQUIDO DO EXERCÍCIO	340.808	37,89%	-21,78%
Lucro líquido por lote de 1.000.000 de ações (em R\$)	568		

Fonte: www.cvr.com.br

ANEXO C – DEMONSTRAÇÕES DAS ORIGENS E APLICAÇÕES DE RECURSOS (2000 – 2006)

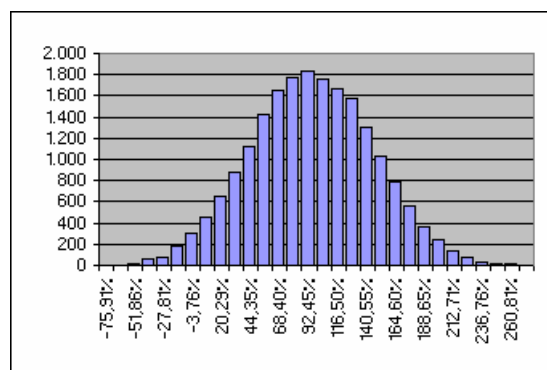
(R\$ mil – atualizados IGP-DI)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
ORIGENS							
Das Operações							
Lucro Líquido Exercício	303.637	387.348	343.312	383.040	494.956	435.701	340.808
Itens que não afetam o capital circ.							
Depreciação e exaustão	79.734	75.708	68.483	92.145	108.379	108.594	106.383
Variações monetárias e juros de LP				(106.482)	(80.710)	(78.863)	(68.645)
Resultado de Equivalência patrimonial	(3.742)	2.381	6.026				
Lucro na alienação de investimentos			(57.552)				
Isenção de IR e CS diferidos				14.393	16.967	20.129	16.303
Isenção de IR a capitalizar	15.161	3.444	2.724	7.051	5.547	5.167	4.859
Provisão p/ contingências		6.435	12.852	(10.270)	8.380	12.159	12.846
Provisão p/ perdas de investimentos					7.151		
Valor residual do ativo imob. baixado				70	2.747	5.083	194
Outros	7.092	277	167				
Ajuste de exercício anterior	7.363						
Ganho na variação de participações	(12.394)						
Constituição de IR e CS diferidos	23.166						
Constituição de prov. p/ contingências	1.147						
Total proveniente das operações	421.164	475.594	376.011	379.948	563.416	507.969	412.748
De terceiros							
Aumento (redução) do exigível LP	(28.525)	96.650	286.095				79.821
Receita na alienação de investimentos			150.799				
Total proveniente de terceiros	(28.525)	96.650	436.895	0	0	0	79.821
TOTAL ORIGENS	392.639	572.244	812.905	379.948	563.416	507.969	492.569
APLICAÇÕES							
Aumento em depósitos judiciais				374.322	4.669	5.727	
Transferência de exigível LP para circ.				87.070	14.130	89.765	19.700
Aumento do realizável a LP		12.075	8.947				5.391
Adições ao ativo permanente							
Investimentos	5.952	31.865	7.091				
Imobilizado	126.930	403.723	577.975	118.494	50.140	47.605	82.844
Dividendos pagos	170.031	228.111	206.686	184.013	271.099	314.297	
Dividendos do exercício atual					93.717		
Dividendos estatutários e propostos	61.234	61.965	54.438	59.890	58.345	428.661	339.752
TOTAL APLICAÇÕES	364.148	737.739	855.138	823.788	492.100	886.056	447.687
VARIAÇÃO DO CAPITAL CIRC. LÍQ.	28.491	(165.495)	(42.232)	(443.841)	71.316	(378.087)	44.882

Fonte: www.cvrd.com.br

ANEXO D –SIMULAÇÃO MONTE CARLO

Variable - Taxa de Retorno	
Type	Output
Maximum	266,82%
Minimum	-81,93%
Mean	83,78%
Variance	25,75%
Std. Deviation	50,75%
Dev./Mean	60,57%

Class Mark	Frequency	Acum. Freq.	Frequency %	Acum.Freq.%
-75,91%	1	1	0,01%	0,01%
-63,89%	4	5	0,02%	0,03%
-51,86%	18	23	0,09%	0,12%
-39,83%	59	82	0,30%	0,41%
-27,81%	83	165	0,42%	0,83%
-15,78%	189	354	0,95%	1,77%
-3,76%	306	660	1,53%	3,30%
8,27%	448	1.108	2,24%	5,54%
20,29%	649	1.757	3,25%	8,79%
32,32%	886	2.643	4,43%	13,22%
44,35%	1.121	3.764	5,61%	18,82%
56,37%	1.424	5.188	7,12%	25,94%
68,40%	1.650	6.838	8,25%	34,19%
80,42%	1.779	8.617	8,90%	43,09%
92,45%	1.829	10.446	9,15%	52,23%
104,47%	1.762	12.208	8,81%	61,04%
116,50%	1.673	13.881	8,37%	69,41%
128,53%	1.577	15.458	7,89%	77,29%
140,55%	1.298	16.756	6,49%	83,78%
152,58%	1.036	17.792	5,18%	88,96%
164,60%	785	18.577	3,93%	92,89%
176,63%	554	19.131	2,77%	95,66%
188,65%	363	19.494	1,82%	97,47%
200,68%	241	19.735	1,21%	98,68%
212,71%	129	19.864	0,65%	99,32%
224,73%	71	19.935	0,36%	99,68%
236,76%	34	19.969	0,17%	99,85%
248,78%	19	19.988	0,10%	99,94%
260,81%	8	19.996	0,04%	99,98%
272,83%	4	20.000	0,02%	100,00%



TRABALHO APRESENTADO EM BANCA E APROVADO POR:

Conceito Final:

Porto Alegre, de de 2007

Orientador: Prof. Dr. Gilberto de Oliveira Kloeckner

Disciplina: Estágio Final - ADM 01198

Aluno: Leandro Paloschi Dick