



UTILIZAÇÃO DO MODELO FUZZY DE AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTOS
REAIS (VIRF) PARA AVALIAÇÃO DE ATIVOS E COMPARAÇÃO COM O
MODELO CLÁSSICO DE AVALIAÇÃO POR FLUXOS DE CAIXA
DESCONTADOS (FCD). ESTUDO DE CASO: AVALIAÇÃO DO VALE

Gilberto José Xavier Cardoso Junior

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-graduação em Engenharia
Civil, COPPE, da Universidade Federal do
Rio de Janeiro, como parte dos requisitos
necessários à obtenção do título de Mestre
em Engenharia de Produção.

Orientador: Carlos Alberto Nunes Cosenza

Rio de Janeiro

Setembro - 2010

UTILIZAÇÃO DO MODELO FUZZY DE AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTOS
REAIS (VIRF) PARA AVALIAÇÃO DE ATIVOS E COMPARAÇÃO COM O
MODELO CLÁSSICO DE AVALIAÇÃO POR FLUXOS DE CAIXA
DESCONTADOS (FCD). ESTUDO DE CASO: AVALIAÇÃO DO VALE

Gilberto José Xavier Cardoso Junior

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E DISSERTAÇÃO DE ENGENHARIA
(COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Examinada por:

Prof. Carlos Alberto Nunes Cosenza, D.Sc.

Prof. Francisco Antonio de Moraes Accioli Doria, D.Sc.

Prof. José Roberto Ribas, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

SETEMBRO DE 2010

Cardoso Junior, Gilberto José Xavier Cardoso

Utilização do Modelo Fuzzy de Avaliação de Investimentos Reais (VIRF) para avaliação de ativos e comparação com o modelo clássico de avaliação por fluxos de caixa descontados (FCD). Estudo de caso: Avaliação da Vale/Gilberto José Xavier Cardoso. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010.

VIII, 94 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Carlos Alberto Nunes Cosenza

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Produção, 2010.

Referências Bibliográficas: p. 73-86

1. Fuzzy. I. Cosenza, Carlos Alberto Nunes. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Produção. III. Título.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

UTILIZAÇÃO DO MODELO FUZZY DE AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTOS REAIS (VIRF) PARA AVALIAÇÃO DE ATIVOS E COMPARAÇÃO COM O MODELO CLÁSSICO DE AVALIAÇÃO POR FLUXOS DE CAIXA DESCONTADOS (FCD). ESTUDO DE CASO: AVALIAÇÃO DO VALE

Gilberto José Xavier Cardoso Junior

Setembro/2010

Orientador: Carlos Alberto Nunes Cosenza

Programa: Engenharia de Produção

Esta dissertação desenvolve um maior conhecimento sobre grandes investimentos industriais reais e giga-investimentos. Utiliza-se um modelo de avaliação fuzzy de investimentos industriais reais para giga-investimentos visando analisar o valor econômico da companhia Vale, cujas equações são solucionadas analiticamente. Além disso, é utilizado o método de avaliação por fluxo de caixa descontado para analisar a mesma companhia e faz-se uma comparação entre os resultados. Os resultados observados corroboram com os resultados previstos.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

UTILIZATION OF FUZZY REAL INVESTMENT VALUATION MODELS (FRIV)
TO ASSET VALUATION AND COMPARISON WITH CRISP DISCOUNTED CASH
FLOW (DCF). CASE STUDY: VALUATION OF VALE COMPANY

Gilberto José Xavier Cardoso Junior

Setembro/2010

Advisor: Carlos Alberto Nunes Cosenza

Department: Industrial Engineering

This work enhances the understanding of very large industrial real investments and giga-investments. A fuzzy real investment valuation model is used for giga-investments to analyze the economic value of Vale company, whose equations are solved analytically. Furthermore, the discounted cash flow method is used to evaluate the same company and making a comparison between the results. The observed results corroborate the expected results.

Agradecimentos

Agradeço aos meus mestres e colegas que me ajudaram na elaboração desta dissertação, ampliando meus horizontes e enriquecendo meu conhecimento.

Tenho de prestar um agradecimento a amiga Catarina Maria Cristina Gervai Pedrosa, que na época, era minha chefe no departamento de análise de empresas na corretora Banif Securities. Sem ela e sem o apoio da corretora não seria possível cursar o Mestrado em Engenharia de Produção da COPPE.

Um agradecimento especial a minha esposa Jusara Párraga pela compreensão e ajuda nas revisões de texto.

A minha família, agradeço aos meus pais pelo grande exemplo e incentivo em continuar e aprofundar meus estudos acadêmicos.

ÍNDICE

1. Introdução

1.1. Motivação para esta dissertação

1.2. Esboço da dissertação

2. Conceitos

2.1. Giga-Investimentos Industriais Reais (GIIR)

2.2. Estado da arte da análise da rentabilidade

2.2.1. Métodos mais utilizados para análise de rentabilidade (Avaliação de Investimento)

Método de Valor Presente Líquido (VPL)

Método de Taxa Interna Retorno (TIR)

Método Payback (PB)

2.2.2. Tecnologia de suporte a decisão e ferramentas de alocação de capital suplementar

2.3. Avaliando a flexibilidade gerencial, com avaliação de opções: Opções Reais

2.4. Modelagem imprecisa (Financeira) de informações com Lógica Fuzzy

2.4.1. Fundamento dos Conjuntos Fuzzy

2.5. Resumo dos fundamentos teórico para esta dissertação

2.6 Entendendo um Giga-Investimento Industrial Real (GIIR)

2.6.1 Definições e principais ferramentas

2.7 Definindo Giga-Investimentos - Três principais características

2.7.1. A Longa vida econômica

2.7.2. Alto grau de irreversibilidade

2.7.3. Longo tempo de construção	
2.7.4. Giga-investimento: Questões da avaliação e ciclo de vida	
2.8. Aprimoramento na avaliação de opção real Black-Scholes para Giga-Investimentos	
2.8.1. Modelo (híbrido) de Avaliação de opção real fuzzy (VORF)	
2.9. Um Novo Modelo de Avaliação de Giga-Investimentos	
2.10. Um resumo sobre a Vale	
2.10.1. Panorama Geral dos Negócios	
3. Metodologia	
3.1 Motivação para a aplicação do método VIRF para avaliação da Vale	
4. Desenvolvimento	
4.1 Avaliação da Vale utilizando FCD	
4.1.1 Indicadores e dados de previsão para o modelo FCD da Vale	
4.1.2. Análise dos resultados da avaliação da Vale utilizando o método de FCD	
4.2 Utilização do Modelo VIRF para avaliação da Vale	
4.2.1 Definição das variáveis do modelo VIRF	
5. Conclusões e futuras pesquisas	
5.1. Resumo dos Objetivos e Contribuições da dissertação	
5.2. Conclusões	
5.2.1. Pontos Fracos da dissertação	
6. Referencias bibliográficas em ordem alfabética	

01. Introdução

1.1. Motivação para esta dissertação

Avaliação é o cerne da tomada de decisão em investimentos. Há um número de fatores que são importantes quando as decisões de investimento são tomadas, no entanto, a rentabilidade de um investimento é talvez a única e mais o importante fator que contribui para a decisão. Isso se aplica tanto para investimentos financeiros quanto ativos reais.

Podemos entender investimento real como sendo feito em um único real ativo, ou em um único projeto, como uma máquina ou uma planta industrial. Como financeiro entendemos investimentos que são feitos em valores mobiliários que possuam um ativo real, ou mais comum, uma coleção de ativos reais (uma companhia) a elas subjacentes. Geralmente, os modelos de avaliação são utilizados para ambos os casos, ativos financeiros e ativos reais.

Os mercados para investimentos de ativos reais e financeiros são diferentes. Caso uma companhia invista em ativos financeiros e decida reverter esta decisão, os ativos financeiros podem, com uma probabilidade muito elevada, serem vendidos em mercados financeiros. O preço do ativo financeiro é determinado nos mercados existentes para o ativo em questão e pode ser vendido no determinado preço. Em outra alternativa, uma companhia invista em um ativo real e decida reverter a decisão de investimento, pode ser impossível encontrar um comprador para o ativo. Tal hipótese se dá quando o investimento foi feito em uma maquinaria especializada, ou algum outro ativo real pouco utilizado, ou ainda, quando o investimento real é muito grande. Em outras palavras, os investimentos reais tem maior grau de irreversibilidade que os investimentos financeiros, e em especial para o grande investimento real, que mais se torna difícil de se reverter.

Assim, parece que os mercados de investimentos financeiros são diferentes dos mercados de investimento real. Isto significa que os ativos reais são diferentes de ativos financeiros como investimentos, ainda que a avaliação dos ativos reais seja geralmente feita com os mesmos modelos de avaliação dos ativos financeiros. Parece também que os grandes investimentos reais são diferentes dos pequenos investimentos reais, devido

ao seu maior grau de irreversibilidade. Investimentos reais muito grandes necessitam de grande imobilização de capital e afeta a estratégia futura das companhias. Quanto maior o investimento real, mais importante deve ser feita corretamente a avaliação de investimento, porque as companhias estão, de fato, ligadas a seus grandes investimentos reais. Uma decisão de investimento incorreta pode levar essas companhias a perderem quantias significativas em dinheiro, deteriorar sua rentabilidade ou até falir.

(Caves, Gale, e Porter, 1977) afirmam que "um dos mais importantes determinantes de desempenho de muitas companhias *ex-post* é o seu sucesso respectivo com grandes e *ex-ante* investimentos incertos", eles também apontam semelhantes argumentos que aparecem em (Demsetz, 1973), (Bock e Farkas, 1969), e (McGee, 1974). O tempo dos investimentos também é um problema importante nas indústrias de transformação. De acordo com as respostas a um inquérito realizado entre companhias irlandesas de manufatura, o tempo de investimentos em projetos de capital irá afetar o futuro desempenho da companhia, (Driver e Whelan, 2001). A partir desse contexto, grandes investimentos industriais reais podem ser considerados vitais para o desempenho da companhia.

(Collan, 2004) cita o interesse pela avaliação de grandes investimentos industriais reais surgiu entre as tradicionais companhias industriais na Finlândia durante o período de referência (contexto econômico), no período 1995 a 2004, durante o qual o mundo apreciou o grande crescimento das companhias chamadas de *ponto com*. Os retornos projetados, relativamente baixos e historicamente decrescentes, recaíram sobre as tradicionais companhias industriais que não poderiam competir com os retornos elevados esperados pelas de tecnologia da informação¹.

Devido ao contexto econômico e os juros aparentemente baixos do mercado para financiamento de seus investimentos, as companhias industriais envolvidas em fazer grandes investimentos industriais reais tornaram-se mais interessadas em modelos de avaliação e que suportassem a tomada de decisão de seus investimentos. No fundo, este interesse foi uma suspeita de que talvez os modelos utilizados para avaliação de grandes investimentos industriais reais não davam a real magnitude do seu valor.

¹ Em uma retrospectiva, podemos dizer que as expectativas de muitas companhias *ponto com* era fundamentalmente falhas, devido ao excedente de receita expectativas positivas e, em parte, da desqualificação riscos envolvidos. Uma espiada na avaliação de companhias *ponto com* pode ser encontrada, por exemplo, em (Desmet et al., 2000), e em erros na avaliação da companhia, por exemplo, em (Fernandez, 2003).

Curiosamente, parece que existem muitos poucos modelos de avaliação disponíveis, especificamente projetado para grandes investimentos reais.

Grandes investimentos industriais reais são normalmente caracterizados por grandes investimentos a fundo perdido, que, juntamente com seu grande tamanho físico e equipamento especializado, pode tornar-se em investimentos irreversíveis. Sob tais circunstâncias, os investimentos podem ser originais, isto é, por não ter nenhuma informação histórica ou investimentos comparáveis disponíveis, a incerteza desempenha um papel fundamental na tomada de decisão de grandes investimentos industriais. A incerteza sobre a rentabilidade do investimento faz com que o investimento seja um risco para a companhia. Os gestores precisam de mais informações sobre a incerteza e os efeitos dela no valor de grandes investimentos industriais reais, e é por isso que há um interesse em novos métodos que melhorem a análise da rentabilidade “*ex-ante*” de grandes investimentos industriais reais.

Uma maneira de adicionar à análise “*ex-ante*” dos investimentos reais é usar a avaliação de opções reais, com base na avaliação das financeiras, para capturar o valor, por exemplo, esperando para investir. A avaliação da opção real é um método que também é útil para grandes investimentos industriais reais, devido às suposições subjacentes à fórmulas financeiras de preços (Black-Scholes) utilizadas na avaliação deste tipo. A utilização desses modelos e avaliações destas alternativas para estes investimentos podem ser questionadas. Esta dissertação aplica um método de avaliação fuzzy de opção real, com base na fórmula de Black-Scholes que é projetada para melhorar desta a avaliação para o grandes investimentos industriais reais.

Um modelo de avaliação fuzzy real de investimento, com base nas características de grandes investimentos industriais reais, é utilizado. Este modelo concentra-se especialmente no tratamento da incerteza, utilizando conjuntos fuzzy para captar a incerteza do fluxo de caixa e contando com uma previsão futura, ao contrário do comumente utilizado com um histórico, o método de cálculo do desvio-padrão para a estimativa da incerteza do investimento.

Esta dissertação ainda discute ser possível, de maneira bastante intuitiva, dividir a avaliação de grandes investimentos industriais reais em três fases que podem ser tratados separadamente, dando uma nova visão para a valoração destes investimentos.

Esta dissertação pressupõe que as decisões de investimento são tomadas por gestores e de forma sistemática, com base nas análises sobre a rentabilidade do investimento em questão. Sob os pressupostos de melhores modelos de avaliação, as necessárias ferramentas de apoio à decisão e com base sistemática do investimento é que resultarão as decisões plenas e, portanto, adicionar riqueza à companhia. Este conteúdo não enfatiza questões organizacionais, psicológicas e problemas de gestão para as tomadas de decisão.

Com base na discussão acima, a motivação para este trabalho é a aplicação da ferramenta VIRF de avaliação de empresas, em particular da Vale, e comparar com o método de fluxo de caixa descontado. Devido às constantes mudanças nas condições de negócios, ciclos econômicos, tempo de espera para a tomada de investimentos e a irreversibilidade de investimentos, torna-se cada vez mais importante avaliar um ativo de forma mais precisa. Espera-se uma avaliação do ativo de forma mais detalhada e precisa para suportar melhor um processo decisório de investimento. Além disso, poderá se avaliar se o modelo VIRF pode ser aplicado no mercado de capitais, fusões e aquisições.

1.2. Esboço da dissertação

Esta dissertação foi elaborada como uma coletânea de artigos com a reunião de temas da avaliação, aplicando novos conhecimentos sobre grandes investimentos industriais reais. No âmbito da avaliação de investimentos a colocação do problema desta dissertação é de que um grupo especial de investimentos, dentro do grupo de grandes investimentos industriais reais, pode ser definido e que o grupo tem características que precisam e podem ser tomados em consideração nas suas avaliações. Métodos podem ser desenvolvidos e podem ser demonstrados para representar extensões, ou melhorias, para os modelos de investimento existentes. Argumenta-se que os modelos vão reforçar e melhorar o apoio às decisões de investimento. Para apresentar o problema, os objetivos desta dissertação são:

(I) Compreender e caracterizar os grandes investimentos industriais reais;

(II) Para os fins desta dissertação, mostrar a definição de um grupo especial de investimentos no âmbito do grupo de grandes investimentos industriais reais;

(III) Desenvolver e selecionar relevantes construções e métodos a serem utilizados na avaliação do seletivo grupo de investimentos e de grandes investimentos industriais reais;

(IV) Apresentar um quadro demonstrativo para a avaliação do seletivo grupo de investimentos que se baseia nas construções e métodos propostos e selecionados;

(V) Utilização do modelo e comparação com um modelo VPL para avaliação de empresas, caso específico da companhia Vale do ponto de vista de fusão e aquisição.

Os cinco objetivos devem servir para melhorar nosso conhecimento sobre grandes investimentos industriais reais e deve nos dar um cenário de utilização desta ferramenta que pode ser usado em avaliá-los.

A dissertação está dividida em duas partes. A primeira parte trata de uma revisão bibliográfica dos trabalhos publicados sobre o assunto. São apresentadas e discutidas as diferentes questões de trabalhos e temas, mostrando como eles se interligam e formam um todo. A segunda parte é baseada na aplicação do modelo e comparação dos resultados da investigação.

A primeira parte desta dissertação está estruturada da seguinte forma:

O Capítulo 2 apresenta a argumentação sobre a qual esta dissertação foi conduzida, ou seja as questões principais que contribuem e as disciplinas que são relevantes para o presente estudo.

O Capítulo 3 descreve a metodologia utilizada para esta dissertação.

O Capítulo 4 apresenta o desenvolvimento das análises propostas e discussão de seus resultados.

O Capítulo 5 conclui apresentando os resultados da dissertação com referência à avaliação de grandes investimentos industriais reais e enfatiza as principais contribuições. Limitações do estudo são abordadas e para o futuro da investigação, possibilidades são sugeridas.

2. Conceitos

Este capítulo irá apresentar o pano de fundo sobre a qual esta dissertação se baseia. Primeiro, uma breve introdução ao giga-investimento industrial real é feita, onde as características que são relevantes para a avaliação e rentabilidade destes investimentos são discutidas e resumidas. Então, uma revisão do estudo da arte da análise de rentabilidade é feita, com uma apresentação dos métodos mais comumente usados para alocação de capital, a entrada seletiva de valor variável, ferramentas de alocação suplementar de capital, e a evolução da tecnologia de suporte à decisão para alocação de capital. Em terceiro lugar, modelagem de flexibilidade de gestão e avaliação de opções reais, são discutidas e, uma apresentação acerca da modelagem de informações financeiras com lógica fuzzy é dada, seguida por uma discussão sobre os conjuntos fuzzy e números fuzzy. No último tópico o modelo de avaliação de investimento real fuzzy é introduzido e discutido.

2.1. Giga-Investimentos Industriais Reais (GIIR)

Giga-investimentos industriais reais, abreviado GIIR, são normalmente investimentos que as companhias industriais fazem em suas instalações de produção. Exemplos de grandes investimentos industriais reais são, por exemplo, usinas nucleares outro tipos de usinas, jazidas e minas, siderúrgicas, fábricas de papel e celulose, e outras grandes instalações de produção industrial. GIIR são muitas vezes importantes, não só para as companhias, mas também para a sociedade e para a economia como um todo. Questões como meio ambiente, segurança e emprego não são desprezadas, quando GIIR são discutidos. Na seqüência da discussão sobre os GIIR, no entanto, vai priorizar-se questões sobre a rentabilidade e avaliação de grandes investimentos industriais reais. O tamanho do investimento inicial dos GIIR varia, no entanto, eles estão acima dos cem milhões de dólares (ou USD)². O custo do investimento inicial é muitas vezes um custo perdido. GIIR são os investimentos fixos e uma vez que sua construção foi iniciada, por sua parte, bloqueia a estratégia geográfica da companhia até o local de construção. A tecnologia dos GIIR também é na maioria das vezes fixada por

² Custos de investimento inicial utilizado na literatura para GIIR são, por exemplo, USD 104 milhões (óleo campo) (Trigeorgis, 1995), US \$ 600 milhões (campo de petróleo) (Leslie e Michaels, 1997), FIM 1,4 bilhões (siderurgia) (Blom, 2000), FIM 988 milhões (fábrica de celulose) (Bodman, 2000), EUR 1,7-2,5 bilhões (usina nuclear) (Teollisuuden Voima 2000), e 550 milhões de dólares (Hidrelétrica) (Keppo e Lu, 2003).

um longo tempo e, muitas vezes existem restrições, por exemplo, com a capacidade de produção e com a qualidade da produção do investimento.

"Os investimentos têm um grau de irreversibilidade uma vez que tenham sempre atributos que façam do capital próprio da companhia, um produto ou uma indústria, ou tão custoso o suficiente para se mover e/ou realocar o valor do capital que foi efetivamente ligado ao seu uso original "(Barham, Chavas e Klemme, 1994). Segundo a definição acima, GIIR são de certa maneira, irreversíveis. Isso também é corroborado pela observação de que não existem mercados estabelecidos para a compra e venda de GIIR.

O tempo de construção de um GIIR pode ser longo, variando de meses a vários anos, por exemplo, dois anos (máquina de papel) (Bodman, 2000), dois anos (Palomäki, 2000), três anos (coque vegetal) (Blom, 2000), três anos (de celulose) (Leivo, 2001), e de 4-5 anos (usina nuclear) (Teollisuuden Voima, 2000). Durante um longo período de construção, pode haver mudanças nos mercados, nos quais o giga-investimento industrial real irá operar após a sua conclusão. Tais mudanças podem afetar a rentabilidade desses investimentos. Um longo tempo de construção pode aumentar a dificuldade de se estimar os fluxos de caixa a partir dos GIIR, e assim aumentar a incerteza do investimento.

O GIIR, na maioria das vezes têm longa vida econômica de 10 a 20 anos³, variando até 60 anos, por exemplo, usinas de energia nuclear (Teollisuuden Voima, 2000)), ou ainda mais, por exemplo, minas. Quando a rentabilidade de um GIIR analisa a longa vida econômica, pode causar problemas na precisão da estimativa de custos e fluxos de caixa e as respectivas receitas provenientes dos GIIR. É muito provável que os mercados mudem várias vezes durante a vida econômica dos GIIR. GIIR podem ter um efeito nos seus mercados, por exemplo, "... no caso de mercado de eletricidade uma vez que uma usina nova normalmente aumenta significativamente a capacidade no mercado e, portanto, a decisão de investimento pode afetar o preço da eletricidade "(Keppo e Lu, 2003). Como um exemplo concreto de um investimento que orienta os mercados que apresentam uma análise deste tipo é de uma usina hidrelétrica. Efeitos semelhantes da direção do mercado é visível também na indústria de papel

³ Por exemplo, (Blom, 2000), (Bodman, 2000), (Palomäki, 2000), Leivo (2001), e (e Keppo Lu, 2003).

(Papel e celulose) (Leivo, 2001) e (Bodman, 2000), e metais básicos na indústria (cobre e aço) (Palomäki, 2000) e (Blom, 2000). Isto significa que alguns GIIR não seguem um comportamento tomador de preços, mas há um ciclo de realimentação entre GIIR e os mercados em que são construídos (Harris, 1978).

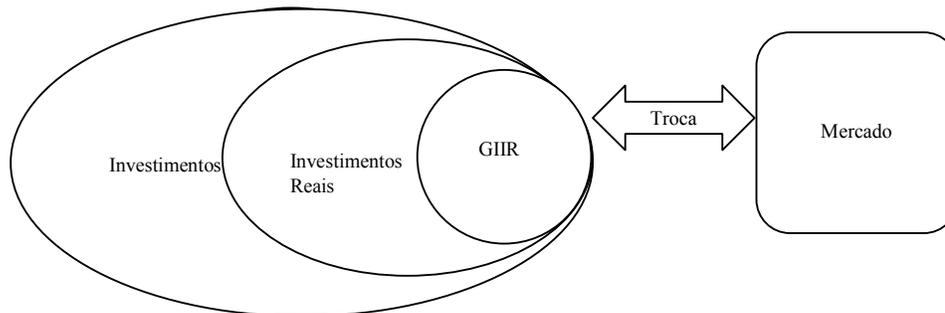


Figura 1. GIIR são um caso especial de investimento. Alguns GIIR podem dirigir seus mercados: um ciclo de realimentação entre o investimento e os seus mercados.

Um investimento que possa afetar os preços de mercado, ajustando a sua capacidade de produção, ou o acesso aos mercados, dá aos gestores de tais investimentos uma chance para tentar otimizar o valor do investimento por um ajuste de produção a nível ótimo ou de entrada. A existência de tais possibilidades significa que os gestores executando um GIIR com a possibilidade de orientar os mercados possam tomar decisões com base nas informações que não seja estocástica (aleatória). Nos casos em que um giga-investimento industrial real pode dirigir os mercados há um efeito sobre o valor do investimento (Keppo Lu, 2003) e (Harris, 1978).

A escolha do financiamento de um GIIR pode afetar o seu valor. O *project finance* é um conjunto de técnicas⁴ elaboradas para o financiamento e gestão de projetos de grande escala de capital intensivo, e, como disciplina acadêmica, investiga e desenvolve estas técnicas. O *project finance* é geralmente entendido como uma forma de financiar grandes investimentos reais, de modo que as receitas geradas pelo investimento sejam usadas para amortizar os empréstimos de financiamento do projeto, e os ativos do

⁴ O *project finance* inclui técnicas para a criação de uma companhia de projeto para fins especiais para um projeto de investimento financiado. As técnicas incluem métodos para, por exemplo, a viabilidade de estudos, os acordos entre os proprietários, os contratos com gerenciamento de projetos, e outros. O financiamento do projeto usando *project finance* é altamente praticado.

investimentos tidos como garantia. O *project finance* é o financiamento de escolha de muitos GIIR, por exemplo, (Finnerty, 1996).

A justificativa para o *project finance* é dar a possibilidade de diluição do risco de grandes investimentos de capital intensivo. Repartição do risco entre certo número de partes torna possível iniciar grandes investimentos em situações onde nenhuma parte está disposta ou capaz de realizar todos os riscos e obrigações de dívida relacionadas a um investimento sozinho. O tipo de financiamento utilizado em projetos de grande escala pode ter um efeito sobre a rentabilidade de um projeto. A quantidade de alavancagem que um projeto possui pode mudar durante a vigência do projeto, tendo assim um efeito sobre o risco do projeto. (Esty, 1999) observa que a mudança na alavancagem tem um efeito sobre a taxa de desconto utilizada no cálculo dos valores presentes dos fluxos de caixa futuros, portanto, as taxas de desconto utilizadas para fluxos de investimento devem refletir as alterações no financiamento. Algumas companhias utilizam o custo médio ponderado de capital (WACC) como a taxa de desconto para seus investimentos, mas tem sido demonstrado que é incorreta a utilização do WACC como taxa de desconto, por exemplo, (Arditti, 1973), (Baranek, 1975) e (Brick and Thompson, 1978).

GIIR são investimentos muito grandes e, portanto, é importante para as companhias compreendê-los. Quando as decisões de investimento em GIIR são feitas, um número de questões tem de ser tomadas em consideração. Para resumir brevemente algumas características importantes para GIIR e na sua avaliação, podemos afirmar que:

- Eles têm um grande investimento inicial, que é mais freqüentemente um custo perdido;
- Geralmente são irreversíveis;
- Não há mercados estabelecidos de compra e venda de GIIR;
- Muitas vezes têm um longo período de construção;
- Eles têm uma longa vida econômica;
- Os mercados tendem a mudar durante a sua vida econômica;

- Alguns GIIR podem dirigir os seus mercados;
- GIIR que dirigem os mercados têm importância estratégica em seus mercados;
- Escolha do financiamento pode afetar a rentabilidade dos GIIR

As características acima fazem os GIIR diferentes de aplicações financeiras e de outros investimentos reais.

Grandes investimentos industriais reais são feitos na presença de incerteza, uma grande parte dos quais se insere na categoria de incerteza estrutural que "é baseado no conhecimento imperfeito quanto à estrutura que o futuro pode ter "(Kyläheiko, Sandström e Virkkunen, 2002). Isto é diferente da incerteza paramétrica, em que o agente, neste caso o gestor tem certo conhecimento sobre a estrutura de uma decisão de um problema, mas tem dúvidas sobre os parâmetros do problema ou probabilidades. O citado acima significa que os tomadores de decisão e planejadores, responsáveis por decisões de grandes investimentos industriais reais podem descobrir ser impossível que , *ex-ante*, o modelo de vida econômica dos GIIR de uma forma detalhada. Isto implica que, ao lidar com GIIR, decisores estão enfrentando dificuldades não só para estimar os valores dos parâmetros incertos, mas também com a incerteza sobre a estrutura do problema em si (neste caso a análise da rentabilidade do investimento). A incerteza estrutural é causada por uma série de questões características dos GIIR, por exemplo, os mercados em que operam podem mudar várias vezes (entrada de novos operadores, alterações tecnológica, etc.).

2.2. Estado da arte da análise da rentabilidade

A decisão de investimento tomada pelos gestores é racional e baseada na análise sistemática da rentabilidade do investimento. O resultado é um produto dos métodos utilizados na análise da rentabilidade e de ferramentas de alocação suplementar de capital. A forma utilizada para fazer a análise e para executar as ferramentas complementares desempenha um papel no nível de apoio à decisão proposta. Abaixo analisaremos (método de fluxo de caixa descontado) métodos utilizados para a análise de rentabilidade, seleção da entrada dos valores das variáveis, ferramentas de alocação

suplementar de capital, e tirar algumas conclusões sobre o estado da técnica de análise de rentabilidade do investimento.

2.2.1. Métodos mais utilizados para análise de rentabilidade (Avaliação de Investimento)

Os métodos neoclássicos de análise de rentabilidade são os mais comumente utilizados na análise de rentabilidade hoje em dia, são métodos que podem ser remetidos ao quadro neoclássico teórico para os investimentos e a teoria da companhia, pioneira no final do século XIX e no início do século XX, talvez, mais notavelmente por Irving Fischer⁵.

Estes métodos de análise de rentabilidade baseados na observação de Fisher, de que um dólar hoje vale mais do que um dólar amanhã, e usa isso como base de avaliação dos investimentos. Os métodos que se baseiam em resultados de Fisher, hoje conhecidos como fluxo de caixa descontado (FCD). Segundo (Wing, 1965), não se mudou muito em fundamentos de métodos de alocação de capital no período entre 1915 e 1965. Ele baseia sua avaliação em Deventer,(1915) e afirma que inclui a base para os métodos de FCD disponíveis em 1965 (descontado e custo de oportunidade do capital). Segundo uma comparação de estudos sobre o uso de métodos de alocação de capital em Ryan e Ryan,(2002) os métodos mais utilizados na década de 60 em dois estudos, foi o método de período de retorno do investimento (*payback*) e o de taxa de retorno contábil. Os mesmos afirmam que os métodos mais populares na década de 70, 80 e 90 são também baseados no FCD , e que "os métodos de alocação de capital descontados são geralmente preferidos em relação às técnicas sem descontos". Thompson e Wong, (1991) afirmam que "a abordagem de fluxo de caixa descontado (FCD) para avaliação é uma das ferramentas mais fundamentais em finanças". Baseado no citado, parece que os métodos de alocação de capital mudaram pouco a partir do início do século XX até hoje, e ainda se baseiam nas técnicas de FCD.

Como existem diferentes métodos de análise de rentabilidade com base no fluxo de caixa descontado (FCD), e muitas versões destes, como foco da presente investigação,

⁵ Fisher fez uma definição de capital e discutiu o conceito de valor de tempo de capital (Fisher, 1896a. Ele desenvolveu o conceito também conhecido como composição e descontos (Fisher, 1896b) e (Fisher, 1907).

vamos nos concentrar em três métodos mais comumente utilizados ,a partir de 2000. De acordo com Ryan e Ryan,(2002), os métodos de alocação de capitais mais usados pelas companhias listadas no ranking da Fortune 1000 são, na seguinte ordem, o valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e o *payback* (PB). Os mesmos três são considerados os métodos mais comumente usados no ranking FTSE 100 das companhias no Reino Unido Busby e Pitts, (1997), entre os cerca de 600 companhias nos Países Baixos Verbeeten,(2001), e na lista principal HEX companhias (86), na Finlândia Collan e Langstrom,(2002). Sandahl e Sjögren,(2003) encontra em seu estudo sobre as maiores companhias suecas que, em "A indústria da engenharia" e "investimento" os mesmos três métodos que são os mais comuns. Nas "indústrias de base", os três estão entre os quatro métodos mais comumente usados.

Método de Valor Presente Líquido (VPL)

O valor presente líquido (VPL) de um investimento é a soma do valor presente dos fluxos descontados do custo do investimento inicial (CI) e o fluxo de caixa livre estimado (FCL) a partir do investimento. A taxa de desconto ajustada ao risco é usada. Investimentos com VPL acima de zero são aceitos. Apresentações iniciais de VPL podem ser encontradas em Dean, (1951) e Bierman e Smidt, (1960), mais apresentações recentes estão disponíveis em livros de texto padrão sobre finanças corporativas, por exemplo, Brealey e Myers, (2003).

A VPL é definido como,

$$VPL = -\sum_{t=0}^n \frac{CI_t}{\prod_{j=0}^t (1+r_{fj})} + \sum_{t=0}^n \frac{E(VPL)_t}{\prod_{j=0}^t (1+k_j)} \quad [1]$$

onde,

t = tempo

CI_t = Investimento no tempo t (investimento inicial)

r_{fj} = Taxa livre de juro no tempo j

E (VPL)_t = fluxo de caixa esperado no tempo t

k_j = taxa de desconto de tempo j

Versões Fuzzy VPL são apresentadas, por exemplo, em Buckley, (1987) e em Kuchta (2000), que é uma apresentação mais aprofundada. As versões Fuzzy usam ao invés de números *clássicos* para uso de modelo de valores variáveis, números fuzzy que são apresentados na seção 2.4. desta dissertação.

Método de Taxa Interna Retorno (TIR)

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é a taxa de desconto que dá VPL zero. Por comparação, a utilização da TIR para uma taxa de atratividade de um investimento é aceita ou rejeitada.

A TIR é a solução para a equação seguinte,

$$0 = -\sum_{t=0}^n \frac{CI_t}{\prod_{j=0}^t (1+TIR)} + \sum_{t=0}^n \frac{E(VPL)_t}{\prod_{j=0}^t (1+TIR)} \quad [2]$$

Versões Fuzzy TIR são apresentadas, por exemplo, em Buckley, (1987), Kuchta, (2000), e Carlsson e Fuller, (1998), o último dos quais se concentra em Fuzzy TIR.

Método Payback (PB)

O método *Payback* aceita um investimento, caso se pague de volta o custo de investimento (CI) inicial antes de uma data selecionada de corte (tem um tempo de retorno inferior ao tempo de corte).

Tempo de Payback (TPB) é definido como:

$$TPB = \min_{k=1, \dots, n} \{k: \sum_{i=0}^k FCL \geq 0, \alpha\} \quad [3]$$

A duração do período de retorno pode ser utilizada como uma medida de risco dentro do método de *payback*, resultando na afirmação de que, quanto menor o tempo de retorno, menor o risco. O método de *payback* é usado para comparar dois investimentos com aproximadamente o mesmo VPL. O investimento com um menor período de *payback* gera valor mais rápido e pode, portanto, ser mais vantajoso “*ceteris paribus*”. Versões

do PB onde se leva em consideração o valor do dinheiro no tempo também estão disponíveis. Versões Fuzzy PB apresentados, por exemplo, em Kuchta,(2000).

Tabela 1. Características de *payback*, taxa interna de retorno, e valor presente líquido

Método Característico	Payback (PB)	Taxa Interna de Retorno (TIR)	Valor Presente Líquido (VPL)
Avaliação por FCL	Sim	Sim	Sim
Valor do dinheiro no tempo	Não/Sim	Sim	Sim
Método que lida com incerteza	Período de corte	Regra de decisão da TIR	Taxa de desconto (caso o projeto especifique)

A tabela 1 apresenta as características dos três métodos mais comuns de alocação de capital usados. Em cada um dos três é usado o método de fluxo de caixa descontado para análise de rentabilidade como base e fornece um único critério para resumir em uma única resposta, a conveniência econômica do investimento proposto. Resultados de Ryan e Ryan, (2002) e de Verbeeten, (2001), no entanto, sugerem que as companhias não se limitem na análise da rentabilidade de seus investimentos em um só método, mas elas utilizam uma combinação de métodos para obter um retrato mais completo da rentabilidade do investimento. Isso é fácil de entender, quando se discute GIIR porque suas grande dimensões e importância para as companhias justificam os recursos adicionais necessários para uma análise mais holística. Isto também implica que os gestores querem mais racionalidade, em vez de menos informações na tomada de decisões de investimento.

Seleção da variável de entrada

Os resultados dos métodos de análise de rentabilidade são dependentes da entrada de valores das variáveis. Nos três métodos mais comumente utilizados e apresentados acima, as variáveis de entrada mais comuns são o investimento inicial (CI) e o fluxos de caixa livre (FCL). Para o VPL, também, a taxa de desconto (custo de oportunidade do capital) deve ser selecionada. Abaixo iremos discutir maneiras de selecionar os valores de CI e FCL. A taxa de desconto já foi logo discutida brevemente em 2.1.

Determinar o investimento inicial (CI) é uma tarefa bastante simples para investimentos financeiros, isto porque o CI é o preço de mercado no momento em que o investimento é feito. Para pequenos investimentos reais, o CI é o preço a que o verdadeiro bem é

comprado e o custo de instalação possíveis, onde se pode afirmar que é bastante simples estimar com precisão. A estimativa de CI para GIIR pode não ser tão simples, porque o investimento inicial por ser muito grande, o custo se dilui ao longo de vários anos. Por exemplo, para um investimento em usinas nucleares o tempo de construção gira entre 4 a 6 anos e os custos de investimento inicial depende de uma série de contratantes e fornecedores Teollisuuden Voima, (2000). O custo inicial de grandes investimentos reais muitas vezes é um pouco maior do que o esperado, e as companhias costumam se preparar para essa possibilidade, Palomäki, (2000).

Para a maioria dos investimentos, incluindo GIIR, a variabilidade do FCL é dependente da variabilidade do mercado (preços dos insumos para a produção e dos produtos de saída), portanto, a evolução dos mercados provavelmente tem uma alta correlação com a evolução do FCL do investimento. É uma suposição justa que estimando os movimentos de mercado pode-se estimar o FCL do investimento. Não é incomum que a estimativa do FCL futuro seja chamado da previsão de fluxo de caixa.

Há uma série de maneiras diferentes para a previsão, por exemplo, fluxos de caixa, que Armstrong e Crohman, (1972) os classificam em quatro diferentes tipos teóricos de acordo com o que eles estão sujeitos: julgamento, processo intuitivo, implícito ou objetiva, para obter a previsão é bem especificada e se eles são ingênuos, dados de uso apenas com variável dependente ou causais, considerar muitas variáveis que podem causar mudanças na variável dependente. Armstrong e Crohman,(1972) mostrando as categorias também como acordo recente (subjetivo-ingênuo), extrapolação (objeto-ingênuo), opinião de especialistas (causal-subjetiva), e econométricos (objetivo-causal).

Vai se excluir um aprofundamento sobre os métodos de acordo recente (subjetivo-ingênuo), métodos estes que não são baseados em qualquer procedimento sistemático, porque assumimos, em 1,1, que gestores racionais e tomadores de decisão, baseiam na análise sistemática. Esta também foi à posição de Armstrong e Crohman, (1972).

Os métodos de extrapolação (objetivo-ingênuos) são métodos baseados em modelos que usam a história de uma série temporal como base primária para a construção de um modelo de previsão qualitativa do seu futuro Fildes, (1979). Há muitos e diferentes métodos de extrapolação que podem ser divididos em diferentes grupos, por exemplo, análise da curva de tendência, amortecimento, métodos Box-Jenkins, previsão

Bayesianas, e modelos adaptativos. Os diferentes tipos de modelos são adequados para diferentes tipos de situações, mas, em geral, a curva de análise de tendência é frequentemente utilizada para previsão em longo prazo e os outros modelos têm uma percepção adequada para o curto prazo Fildes, (1979). A seleção do método de extrapolação utilizado é importante para a credibilidade da previsão.

Há melhorias disponíveis para os métodos de extrapolação que utilizam teoria dos conjuntos fuzzy, ainda apresentada em 2.4., para aumentar a precisão da previsão, por exemplo, Chen e Wang, (1999). A adequação dos métodos de extrapolação para GIIR pode ser questionável em alguns casos, devido ao fato de que não pode ser uma série de tempo disponível para a extrapolação.

Os métodos de previsão por julgamento de especialistas (subjetivo-causal) podem ser divididos em duas categorias principais, separadas em previsões de julgamento e de julgamento ajustado das previsões Bunn e Wright, (1991). Separe a base de julgamento de previsão somente em julgamento de especialistas estruturados.

Formas bem conhecidas de separar as projeções por julgamento são, por exemplo, mesas-redondas de discussões entre os especialistas para chegar a um consenso sobre uma previsão, e os de técnica Delphi. A técnica Delphi, um conjunto de procedimentos inicialmente desenvolvido pela Rand Corporation em 1940, é projetado para obter o consenso mais confiável da opinião de um grupo de especialistas Milkovich, Annoni, e Mahoney, (1972). Delphi é uma série de intensos interrogatórios em que cada especialista em um painel de especialistas, utilizando um conjunto de especialistas, e é projetado para ser mais favorável à independência pensamento e da formulação gradual de uma opinião considerada Dalkey,(1967).

Os especialistas também estão convidados a dar suas opiniões sobre questões relevantes para a questão principal. Para um exemplo do método Delphi, por exemplo, Milkovich, Annoni, e Mahoney,(1972) apresenta a utilização dos procedimentos de previsão Delphi em recursos humanos. Pode ser questionado se, por exemplo, o método Delphi cai sob a categoria de métodos subjetivos, como o próprio processo é estruturado e transparente.

De acordo com Bunn e Wright, (1991) e com base, por exemplo, McNees e Perna, (1981), Corker, Holly, e Ellis, (1986), e Turner, (1990), existem duas razões

principais para fazer ajustes de julgamento de previsões feitas com modelos econométricos e discutidas abaixo:

- i) Erro de especificação: o modelo não está funcionando tão bem como esperado e faz sentido se ajustar a saída de dados ao invés de reconstruir todo o modelo, e
- ii) Mudança estrutural: o desempenho do modelo é esperado para ser influenciado por algum fator extra-modelo ou de alterações nos pressupostos do modelo.

A literatura parece sugerir que, quando os especialistas são utilizados em suas previsões de mundo real de contexto familiarizado (em sua área de competência específica), então um processo de julgamento de ajuste é formalizado como a melhor prática e irá aumentar o valor de um bom modelo estatístico (Bunn e Wright, 1991). Quando ajustes de julgamento são feitos, devem ser feitos de forma estruturada e transparente, a orientação para tal forma estruturada é dado, por exemplo, em (Bunn e Wright, 1991).

Parece que a literatura que compara os modelos de julgamentos estatísticos, discute principalmente os casos em que existe a possibilidade de construir um modelo confiável (econométricos) e compara os modelos com previsão de julgamento. Nos casos em que não há bastante aprofundamento para um modelo estatístico confiável, pode muito bem ser que a decisão seja a única fonte confiável de previsões, ou, pelo menos, supera os modelos. Em tais casos, parece que as previsões de julgamento seriam mais confiáveis do que os modelos estatísticos. No entanto, quando modelos estatísticos confiáveis podem ser construídos, ao que parece, de acordo com a literatura e que juntamente com ajuste de julgamento, renderiam a mais confiável das previsões. Para grandes investimentos industriais reais a previsão de julgamento pode ser o caminho mais seguro para seguir, pois eles podem ser únicos e investimentos sem mercados estabelecidos, seu futuro é altamente incerto.

A previsão de julgamento também tem limitações, por exemplo, quando é feito por indivíduos que não tenham amplo conhecimento de fenômenos previstos ou seja por não especialistas, onde a confiabilidade das previsões e os ajustes podem ser (é) comprometidos. Além disso, pode haver preconceitos anexados aos especialistas individuais, para cada especialista existe uma base diferente de experiências em que se produz a sua opinião.

Modelos econométricos (objetivo-causal) são uma forma de caracterizar uma economia ou um sistema comportamental. Eles são tipicamente modelos lineares ou quase lineares com uma estrutura bem definida estocástica. Os parâmetros do modelo são estimados a partir dos dados usando técnicas bem compreendidas e estatisticamente ideais, baseadas nestes pressupostos estocásticos (Fildes, 1985). Os modelos econométricos são com base em uma definição do sistema estudado e em análises sobre as características estatísticas das variáveis, sobre as relações e causalidade entre as variáveis do sistema escolhido e da especificação da funcionalidade do modelo. Um modelo econométrico sério também deve ser testado. Depois que o modelo é construído, ele é usado (a simulação é executada) para gerar uma previsão. (Fildes, 1985) é um estado da arte de modelos econométricos que inclui uma introdução abrangente para a construção de modelos econométricos e estratégias de modelagem para comparação da precisão de previsão de 60 diferentes modelos econométricos e também compara métodos econométricos com outros métodos.

Os modelos econométricos, como todos os modelos, têm as suas falhas, o que pode ter a ver com, por exemplo, com os dados disponíveis para construir o modelo: se não houver dados suficientes sobre o sistema estudado, o modelo não será capaz prever de forma confiável. Além disso, "uma vez para identificar o modelo adequado é, em parte, processos subjetivos, pode ser possível caber mais do que um modelo que pareça descrever os dados de forma adequada "(Thompson e Wong, 1991). Isto significa que um número de modelos econométricos pode, *ex-ante*, parecer enquadrar-se num sistema estudado. No entanto, pode ser impossível saber qual deve ser usado para obter os melhores resultados *ex-post*. Se as suposições feitas no modelo econométrico para os mercados refletem a realidade, por exemplo, o movimento do mercado é verdadeiramente estocástico, e que o modelo é construído corretamente para refletir os mercados, modelos econométricos de previsão podem fornecer uma precisão boa.

Com efeito, é a posição de Fildes (1985) que "quando existem dados sobre as principais variáveis explicativas em um problema, um modelo causal, geralmente, superam o julgamento". Armstrong e Crohman (1972) têm uma visão semelhante, no entanto, não são claras as respostas possíveis para a pergunta, como qual o tipo de modelo é o mais preciso (Fildes, 1985). Em muitas ocasiões, pressupostos dos modelos econométricos, o

mercado acionário, mesmo sobre uniformes distribuições, foram encontrados ser imprecisos, por exemplo, ver (Masoliver, Montero (2000), (Masoliver e Montero, 2001), e (Perello e Masoliver, 2002). Assim, é solicitado ser cauteloso ao usar a seleção de modelos econométricos que têm hipótese.

Além dos quatro tipos de métodos classificados por Armstrong e Crohman (1972), existem também alguns métodos mais recentes disponíveis de previsão, por exemplo, redes neurais artificiais.

Rede neural “artificial foi desenvolvida na tentativa de imitar a obtenção de conhecimentos e habilidades da organização do cérebro humano” (Wong e Selvi, 1998). Uma rede neural artificial (RNA) constrói modelos usando um computador para simples emulação de sistemas biológicos neurais. A RNA faz tentativas de aprender os padrões de dados por mudança dos dados, repetidamente, buscando relações, automaticamente na construção de modelos e corrigindo o modelo com os próprios erros (Dhar e Stein, 1997). Mesmo com dados incompletos, a RNA pode produzir modelos de previsão de funcionamento (Li, 1994). A RNA pode ser usada para atingir um alto grau de precisão da previsão que torna uma ferramenta adequada para a previsão. A RNA tem sido utilizada em previsão, por exemplo, em Finanças e Economia (Li, 1994), (Wong e Selvi, 1998), (Terasvirta, van Dijk, e Medeiros, 2004) e na medicina (Nastac et al., 2004).

Existem deficiências na utilização de RNA para a previsão que incluem, por exemplo, o fato de que não existem estruturas metodológicas disponíveis para escolha, desenvolvimento, formação e verificação de uma RNA (Li, 1994), mas quando uma RNA é desenvolvida para um propósito, deve ser feita sob medida. Para funcionar bem a RNA possui necessidade de dados de treinamento abrangentes, caso esses dados não estejam disponíveis, pode ser impossível a utilização de técnicas de RNA. Mesmo com as fraquezas da RNA, a tecnologia é viável para aplicações de negócios que exigem a solução de sistema muito complexo de equações, encontrando padrões de entradas imperfeitas, decisões e adapta-se às mudanças do ambiente (Li, 1994).

Diferentes métodos de previsão estão disponíveis, alguns deles são mais adequados para a previsão de FCL para GIIR do que outros. Não é a intenção deste trabalho defender os métodos de um tipo particular de entrada de seleção de valor variável, quando a

previsão de FCL para GIIR terá que levar em consideração as características e as restrições que colocam sobre a seleção do método. Armstrong e Crohman (1972) afirma que "é bastante provável que a combinação das previsões de métodos diferentes pode levar a (ainda mais) melhorias [sic] ", na precisão das previsões, uma afirmação plausível, tendo em conta a dificuldades que a previsão FCL para GIIR pode se enfrentar. Pesquisas de companhias que praticam modelos de previsão mostram que as previsões mais importantes envolvem julgamento Bunn e Wright (1991). De fato, com base em Soergel (1983) e Jenks(1983), Bunn e Wright(1991) afirma ainda que a decisão "só pode antecipar eventos de uma só vez, como extraordinária evolução competitiva. "E que as saídas a partir de grandes modelos econométricos são rotineiramente sujeitas a ajustes de julgamento". Parece que a combinação de diferentes métodos para obter melhores resultados de previsão é uma prática pouco banal nos negócios.

Na próxima seção vamos discutir ferramentas de alocação suplementar de capital que são usadas para complementar o apoio dado a decisão de investimento com maior emprego de métodos de análise de rentabilidade, e olhar para a evolução do investimento em tecnologia de apoio à decisão após o aparecimento dos computadores.

2.2.2. Tecnologia de suporte a decisão e ferramentas de alocação de capital suplementar

Além da análise de rentabilidades diferentes, ou métodos de alocação de capital, existem técnicas adicionais destinadas a apoiar a tomada de decisões em investimentos e aumentar a análise de rentabilidade que Ryan e Ryan (2002) chamam de ferramentas de alocação de capital suplementar. A razão para a existência de ferramentas de alocação de capital suplementar é porque a análise de rentabilidade por fluxo de caixa descontado é baseada em métodos que não integram a análise de um número suficiente de importantes questões que possam ser relevantes para a decisão de investimento. Por exemplo, o teoria original neo-clássica do investimento não considera a irreversibilidade de investimentos ou a incerteza das estimativas de fluxo de caixa. Porque a irreversibilidade não é levada em consideração, significando que modelos neoclássicos não consideram o valor de espera, ou outras formas de flexibilidade gerencial. Versões Fuzzy de métodos de fluxo de caixa descontado levam em consideração a incerteza do

futuro investimento nas estimativas de fluxo (ver 4.4.). No entanto, eles também negligenciam o valor da espera.

A incapacidade de se levar em consideração o valor da possibilidade de adiar investimentos irreversíveis "põe em causa a fundamentação teórica de padrão de modelos de investimento neoclássicos, e invalida a regra de valor presente, uma vez que é normalmente ensinada na escola de negócios..." (Pindyck, 1991). "Nas indústrias, com significativos investimentos irreversíveis e com incerteza, estas omissões significam que as medidas de rentabilidade padrão tendem a dar indicadores inadequados para decisões de investimento e entrada..." (Barham, Chavas e Klemme, 1994). Isso indicaria que o VPL, TIR, PB utilizados isoladamente, não são adequados para análise de rentabilidade de investimentos complexos, por exemplo, GIIR. Deficiências dos mais utilizados métodos de análise de rentabilidade demandam uma análise aprofundada que é feita com ferramentas de alocação suplementar de capital. Essas ferramentas incluem, entre outras, técnicas para analisar melhor os riscos e os porquês, com ferramentas adicionais para avaliar o valor do projeto, além de ferramentas para graficamente aplicar ao modelo de possibilidades de decisão dentro de um projeto.

Ferramentas para análise de riscos e dos porquês são, por exemplo, análises de sensibilidade e análises de cenários. A análise de sensibilidade é usada para observar o efeito de uma mudança numa variável de entrada com o tempo, por exemplo, fluxos de caixa, para o resultado do método de análise de rentabilidade, por exemplo, ver (Learner, 1985) e (Borgonovo e Peccati, 2004). Normalmente, uma análise de rentabilidade é executada com os esperados (mais prováveis) valores das variáveis, então as variáveis percebidas são tidas como mais importantes para o resultado geral que é testado com uma análise de sensibilidade para ver quais são as variáveis críticas do ponto de vista da rentabilidade global (Wallace, 1998). Encontrar tais valores críticos pode também ser chamado de análise de equilíbrio, break-even, (Brealey e Myers, 2003), se o valor global crítico usado no VPL for igual a zero. A análise de equilíbrio é também comumente utilizada, por exemplo, na gestão do risco (Baker, Ponniah e Smith, 1998).

O método de análise de cenário é baseado em uma idéia semelhante à análise de sensibilidade, mas a diferença é que ele permite alterações em mais de uma variável simultaneamente. A análise é comumente feita em um número de prováveis

cenários, e mostra como a rentabilidade do projeto seria afetada, se fosse realizada Brealey e Myers(2003). Análise de cenários é também comumente usada em gerenciamento de risco (Baker, Ponniah e Smith, 1998). Ferramentas adicionais para avaliar o efeito econômico e o valor de um projeto são, por exemplo, o valor econômico adicionado (VEA) e o valor da opção real (VOR). O Valor Econômico Adicionado mostra medidas de efetividade de gestão em um determinado ano ou período (lucro operacional líquido após impostos - depois do custo fiscal do capital necessário de apoio às operações) Ryan e Ryan (2002). A visão que o VEA dá, é a ligação do desempenho gerencial e de compensação, para o valor econômico que é adicionado à companhia, pelas decisões de investimento feita pelos gestores. A compensação de gestão pode ser projetada de uma maneira que otimiza a seleção de investimentos (Rogerson, 1997).

A avaliação da opção real é a avaliação dos investimentos como opções, ou possibilidades dentro de investimentos (também chamado de flexibilidade gerencial), como opções. O VOR é discutido em mais detalhe na seção 2.3. A árvore de decisão é um exemplo de um método gráfico e numérico de modelagem nas decisões de projeto sequencial e contingente de seus resultados. As árvores de decisão podem ser utilizadas para ilustrar as decisões de investimento ou analisar toda a cadeia de decisões de ótimo investimento, árvores de decisão estocástica. Hespos e Strassman(1965) apresentam o uso estocástico nas árvores de decisão para a análise das decisões de investimento. As árvores de decisão são, muitas vezes, usadas para modelar e apoiar a avaliação da opção real (Brealey e Myers, 2003).

De acordo com Ryan e Ryan (2002), análises de sensibilidade e análises de cenário são as ferramentas mais utilizadas na alocação suplementar de capital. Verbeeten,(2001) constata que a análise de sensibilidade e a análise de cenários são, de acordo com os gestores, dos modelos de análise de incerteza as técnicas mais importantes no processo de alocação de capital. Seus resultados corroboram com os encontrados anteriormente em Pike (1996). Quando os grandes investimentos estão em questão, é provável que uma seleção de ferramentas complementares seja usada, porque grandes investimentos justificam o uso de mais recursos para o planejamento. Isto é definitivamente o caso para GIIR, onde as incertezas e os porquês podem ter

um papel importante na análise global do investimento e as opções reais podem ter um valor considerável.

Evolução da tecnologia de suporte à decisão para a alocação de capital

A tecnologia disponível para apoiar a alocação de capital evoluiu significativamente durante os últimos 40 anos. A evolução da tecnologia de suporte à decisão para a alocação de capital tomou-se paralelamente com a evolução dos sistemas de suporte à decisão (SSD), em geral, que por sua vez, são desenvolvidos em sintonia com o desenvolvimento de computadores. Os SSD são soluções tecnológicas de computadores que podem ser utilizados para apoio à tomada de decisão complexa e solução de problemas. Os SSD são baseados em dissertação teórica sobre a tomada de decisão por Herbert Simon e investigação técnica por Gerrity e Ness no final dos anos 1950 e início dos anos 1960 (Shim et al., 2002).

Desde a década de 60 o primeiro sistema de apoio à decisão de investimento mudou de computadores *mainframes* para otimização numérica com o código feito sob encomenda para cada problema. Um especialista independente utiliza o computador para análise numérica proprietária e simulação de software executados em micro-computadores. A partir daí, existe uma evolução para o software comercial, especializado em análise de rentabilidade de investimento e ferramentas de alocação de capital suplementar, incluindo simulação, interfaces gráficas e sendo executadas em estações de trabalho. Nestas estações, computadores pessoais com software em planilhas, existem funções de análise de rentabilidade e pacotes adicionais de extensas funções gráficas. Hoje, as análises da rentabilidade do investimento e ferramentas de alocação de capital suplementar podem ser feitas em computadores portáteis, praticamente em qualquer lugar e a qualquer momento, pelos próprios gestores. A facilidade em se fazer análises de rentabilidade atingiu um nível em que é possível fazer análises aprofundadas com métodos comuns e que estejam disponíveis para todos.

Avanços na computação, não só trouxe um melhor apoio à utilização de métodos existentes, mas também causaram uma série de novas técnicas de apoio à análise de rentabilidade de investimentos e que evoluíram, como a simulação.

A simulação é uma técnica que tem sido desenvolvida com computadores e softwares para ter um importante papel no apoio à decisão de investimento. Conforme Brealey e Myers(2003), o uso da simulação de alocação de capital foi primeiramente defendida por David Hertz (Hertz, 1968) e pela companhia McKinsey & Co. , no entanto, Hespos e Strassman (1965) já mencionam o uso da simulação em alocação de capital. Seja como for, a simulação tem sido utilizada em alocação de capital a partir da década de 1960. Um artigo de Ryan e Ryan(2002) mostra que a simulação é muitas vezes utilizada em cerca de 20% das empresas que compõem o *ranking* Fortune 1000 para ajudar companhias em decisões de investimento.

A simulação é geralmente utilizada para levar em consideração a incerteza em torno de investimentos (Salazar e Sen, 1968), executando-a nos modelos de alocação direta, ou por usá-la para aumentar o uso de outros instrumentos complementares de alocação de capital, por exemplo, análise de sensibilidade (Kleijnen, 2004) e árvores de decisão (Hespos e Strassman, 1965). Há também alocação de capital complementar, totalmente baseados na simulação, por exemplo, análise de Monte Carlo por simulação, que permite a inspeção de uma distribuição completa dos resultados do projeto simulado. Vose(1996) é um guia para modelos de simulação de Monte Carlo.

Nos casos em que houver mais de uma alternativa de investimento possível, a seleção das melhores alternativas é importante, e onde as simulações podem ser usadas para seleção de apoio, simulando diferentes cenários através dos modelos de avaliação, por exemplo, Tugcu(1983).

Bancos de dados e *data warehouses* aumentaram muito a confiabilidade e a análise de dados, que, juntamente com o software de análise fizeram, por exemplo, a previsão de fluxo de caixa mais fácil. O programa de previsão especial trouxe ambos, tanto o método extrapolativo quanto o método econométrico para dentro do alcance dos gestores, como o uso de estatísticas especializadas ou não econometristas mais absolutamente necessárias. Fildes(1988) apresenta uma revisão sobre dois pacotes de programa de previsão. As Redes Neurais Artificiais já foram discutidas acima, cuja tecnologia é um produto direto do avanço da computação e análise de dados, cujo método não pode ser usado sem um computador.

A exatidão de previsão pode se beneficiar do aumento da disponibilidade de informações causado, por exemplo, pela revolução da Internet "e no *World Wide Web*, podendo ser digitalizados de maneira significativa. Há inteligentes ferramentas de software que podem varrer a Internet de acordo com os desejos dos gestores, bem como obter e classificar as informações em um formato fácil de usar, salvar o gestor da dificuldade de fazer uma varredura do ambiente de negócios pessoalmente. Essas ferramentas são chamadas de agentes inteligentes de varredura, por exemplo, ver Liu(2000). As informações recolhidas por agentes inteligentes de varredura podem ser usadas pelos gestores para ajustar suas estimativas de fluxo de caixa assim como informações para decisões de investimento.

Essa cadeia de coleta de dados, refinamento e análise está transformando informação e conhecimento em lucro (Liataud e Hammond, 2000), e às vezes é chamado de inteligência de negócios da companhia. Mais informação não significa necessariamente mais conhecimento, devido ao fato de que o montante de informações disponíveis é enorme, esta situação é muitas vezes chamada de sobrecarga de informação. A capacidade de uma companhia para filtrar as informações relevantes advindas das fontes de informação deve ser enorme e de transformar as informações pertinentes em conhecimento, por exemplo, nas previsões, podem no futuro se tornar um fator importante na criação de uma vantagem competitiva. Uma maneira possível de se utilizar tal vantagem competitiva está se fazendo mais comum e, conseqüentemente, melhor nas decisões de investimento.

No futuro, sistemas de apoio a alocação de capital serão mais provavelmente capazes de procurar, recolher e refinar as informações automaticamente de acordo com as preferências do usuário. Para aplicar automaticamente as informações para a previsão, métodos de análise de rentabilidade de capital e alocação complementar, além de ferramentas para apresentar os resultados da análise de forma mais fácil de compreender, e que dão suporte de alta qualidade para a tomada de decisão de investimento. Talvez o mesmo sistema funcione para toda a vida econômica do investimento, recolha informação, apoiando na rentabilidade do investimento, substituindo a necessidade de auditoria posterior de rentabilidade.

No próximo capítulo, será visto como podemos, com os modelos de avaliação de opções, o valor da possibilidade de adiar um investimento e outros tipos de flexibilidade gerencial.

2.3. Avaliando a flexibilidade gerencial, com avaliação de opções: Opções Reais

Esta seção irá discutir primeiro o conceito de flexibilidade gerencial e logo em seguida, apresenta a avaliação de opções. Depois de ter apresentado brevemente estes dois, a idéia por trás de avaliação de opções reais é apresentada.

Flexibilidade gerencial

Diferentes possibilidades que os gestores têm para otimizar o valor de um investimento são chamadas de flexibilidade gerencial. A flexibilidade gerencial, definida por Aggarwal (1997) como sendo “a habilidade para mudar decisões estratégicas em resposta às mudanças externas e internas do ambiente competitivo”. Ela pode propiciar às empresas a capacidade de reverter, modificar ou alterar decisões feitas em períodos anteriores, oferecendo uma maior capacidade de resposta a uma variedade de possíveis resultados oriundos da incerteza do mercado (Kulatilaka, 1988).

A flexibilidade de possuir várias opções de investimento e a capacidade de reverter, modificar e alterar as decisões já feitas aumenta o valor do negócio, pois as opções não interessantes serão descartadas. Com isso, evita-se a perda de recursos financeiros em tais investimentos, logo, o primeiro ponto a ser frisado é: a flexibilidade gerencial adiciona valor. Por outro lado, a flexibilidade gerencial é extremamente útil em um ambiente de grande incerteza como o mercado. A incerteza origina-se de um conjunto de fatores como: a performance dos fornecedores, os processos produtivos, a demanda dos consumidores e outras áreas do mercado e influencia diretamente as taxas de descontos aplicadas nos projetos das empresas, sinalizando o grau de exposição das mesmas (Amran e Kulatilaka, 1999). Em um projeto, pode existir, ambos, antes e depois do investimento. Exemplos de flexibilidade gerencial são, por exemplo, a possibilidade de adiar um investimento (antes), a possibilidade de um estágio de investimento (antes), as possibilidades de expandir e contrair um investimento (depois), a possibilidade de terminar e reiniciar um investimento (depois), a possibilidade de

mudança de entrada e saída (depois), e a possibilidade de abandonar um investimento (depois) (Alcaraz e Heikkilä, 2002). Essas possibilidades são valiosas em condições de reversibilidade incompleta (irreversibilidade) e incerteza, por exemplo, se o resultado de um investimento irreversível é incerto, então a possibilidade de adiar o investimento é válida. (Dixit e Pindyck, 1994).

Tabela 2. Valor da possibilidade de adiar um investimento em diferentes combinações de reversibilidade e de certeza.

Certeza	Incerteza	
Sem valor	Sem valor	Reversível
Sem valor	Valor	Irreversível

Quanto maior a incerteza quanto ao futuro e quanto maior o nível de irreversibilidade do investimento, mais flexibilidade gerencial deve ser levada em conta Copeland e Keenan, (1998). O valor da flexibilidade gerencial é mais afetado pela forma como seja o espaço para a flexibilidade gerencial. A flexibilidade gerencial, tal como definida anteriormente, é a possibilidade que os gestores têm à sua disposição para afetar e otimizar o valor do investimento. As opções financeiras dão ao seu titular o direito, mas não a obrigação de comprar, ou vender ativos em questão, ou seja, dar ao seu proprietário uma possibilidade que se assemelha à flexibilidade gerencial.

Avaliação moderna de opções

A avaliação moderna de opção experimentou um avanço, em 1973, quando Black e Scholes (Black e Scholes, 1973) apresentaram um modelo de avaliação de opção para opções Europeias (financeiro), que foi reforçado por Merton (Merton, 1973). Depois do artigo de Black e Scholes, uma série de técnicas de avaliação de opções europeias e norte-americanas tem surgido. Estas técnicas incluem técnicas matriciais (árvore binomiais e polinomiais), por exemplo, (Cox e Ross, 1976), (Cox, Ross e Rubinstein, 1979) e (Boyle, 1988), os métodos de diferenças finitas, por exemplo, (Brennan e Schwartz, 1977), (Brennan e Schwartz, 1978), e (Schaidler e Kandel, 1977), e métodos quadrados, por exemplo, (Andricopoulos et al., 2003). Os dois métodos mais comumente usados, ao melhor de nosso conhecimento, são o de Black-Scholes e o binomial de precificação de opções.

O modelo de Black-Scholes é baseado em um argumento de replicação: o valor de uma opção de compra é igual ao valor de uma combinação de outros instrumentos dando o mesmo fluxo de caixa esperado. O modelo usa uma combinação de empréstimos e de compra de um ativo subjacente no futuro. Há três principais conjuntos de pressupostos ao modelo: i- sobre as taxas de juro, II- sobre a volatilidade do retorno e III- sobre os mercados.

- i) A taxa de juros é considerada como a taxa de retorno livre de risco, devido a não arbitragem e presume-se que se mantenha constante;
- ii) A volatilidade do retorno pressupõe-se que seja constante e é assumido como sendo determinística;
- iii) Os mercados são supostos como perfeitos e eficientes, sem arbitragem, quando os ativos são continuamente negociados, em que os ativos podem ser divididos, onde não há taxas ou custos de transação, e onde os preços dos ativos possam acompanhar o movimento browniano geométrico (MBG).

Nestas hipóteses, o resultado do modelo de Black-Scholes é mais preciso.

A fórmula do modelo de Black-Scholes de avaliação de opções, como aperfeiçoamento por Merton, calcula o valor da opção de compra (V), como,

$$V = S_0 e^{-\delta T} N(d_1) - X e^{-rT} N(d_2) \quad [4]$$

Onde,

$$d_1 = \frac{\ln(S_0/X) + (r - \delta + \frac{\sigma^2}{2})T}{\sigma\sqrt{T}} \quad [5]$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad [6]$$

E

S_0 = Preço da ação

X = Preço de exercício

T = Tempo de expiração

s = A volatilidade do ativo

d = Pagamento de dividendos

r = taxa de retorno livre de risco

Pressupostos similares são utilizados tanto, no modelo Black-Scholes quanto no modelo binomial. A principal diferença é que o modelo binomial utiliza um quadro de tempo discreto para traçar a evolução do ativo (mercados) através de uma matriz binomial, que harmoniza o processo contínuo utilizado no modelo Black-Scholes (movimento browniano geométrico). Na verdade, para os resultados de opções européias, partindo desde a avaliação de binomial de opções, converge-se para o resultado a partir da fórmula de Black-Scholes de preços de opção (Benninga e Wiener, 1997), ou seja, o modelo Black-Scholes é uma versão em tempo contínuo do modelo binomial de precificação de opção. Foi a escolha do autor para seleção do modelo de Black-Scholes de precificação de opções para avaliação delas a serem utilizadas nesta dissertação. A seleção é baseada no fato de que, para aumentar o conhecimento, a fórmula Black-Scholes é a mais utilizada como modelo de precificação de opções, e porque a fórmula de Black-Scholes é a versão de tempo contínuo do modelo de avaliação binomial de opção, implicitamente inclui o modelo binomial, que é a outra causa de escolha do modelo.

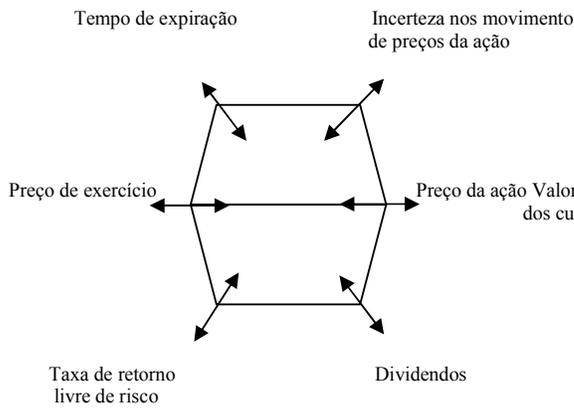
Avaliação de opções reais

A avaliação da opção real (VOR) baseia-se na observação de que as possibilidades de opções financeiras dão ao seu titular e se assemelham às possibilidades encontradas em investimentos reais, ou seja, a flexibilidade de gestão, por exemplo, "oportunidade irreversível de investimento é muito parecida com uma opção financeira" (Pindyck, 1991). A avaliação da opção real é tratada como flexibilidade gerencial assim como opções e valorizam a flexibilidade gerencial com os modelos de avaliação de opções, e o termo opções reais foi introduzido com Myers (1977). Acima, em 2.2.2. Temos observado que a avaliação é uma ferramenta de opção real de alocação de capital suplementar.

Usando modelos de avaliação de opção concebidos originalmente para as opções financeiras na avaliação da flexibilidade gerencial significa que as variáveis do modelo devem ser ajustadas para investimentos reais. A Figura 2. Mostra a analogia entre variáveis utilizadas para avaliar as opções financeiras e reais.

Os seis níveis para opções reais e financeiras

Níveis da avaliação da opção financeira



Níveis da avaliação da opção real

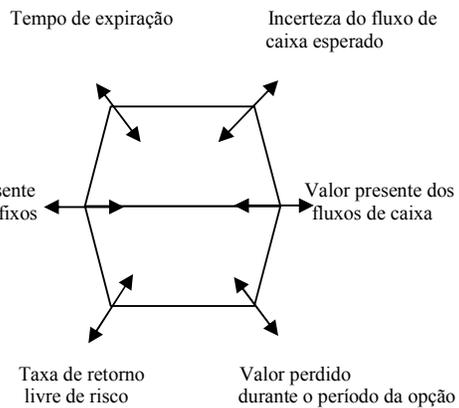


Figura 2. Variáveis de opções financeiras e reais, a figura de (Leslie e Michaels, 1997)

Pressupostos que fundamentam os modelos de avaliação de opções, são a base para os mesmos modelos quando também são aplicados para avaliação da opção real. Na verdade, avaliando investimentos reais com modelos de avaliação de opção como, por exemplo, com Black-Scholes de precificação de opções e o modelo de precificação binomial de opções, está se aceitando o fato de que os pressupostos aos modelos podem não ser totalmente compatíveis com investimentos reais. É difícil dizer até que ponto os pressupostos de fato são válidos para se realizar em investimentos reais, mas na verdade, "... os pressupostos do modelo Black-Scholes podem parecer um pouco restritivos quando aplicados às opções reais" Copeland e Keenan(1998). Se a base de suposições não são realistas, então "... a maioria dos problemas de opções reais requer análise de que são capazes de se adequarem ou não aos pressupostos de Black-Scholes " (Copeland e Antikarov, 2001). A avaliação da opção real tem sido criticada por ser, por vezes irreal, nos pressupostos e na aplicação de modelos. Borison(2003) apresenta uma crítica discussão sobre a utilização das diferentes abordagens para a aplicação de opção real, incluindo uma análise da validade das hipóteses de modelos de avaliação de opção.

Os três principais conjuntos de pressupostos, apresentados acima, por trás do modelo Black-Scholes podem ser criticados por não considerar os grandes investimentos

industriais reais (GIIR). As críticas mais fortes podem, talvez, serem feitas sobre os pressupostos dos mercados a serem aplicados. O modelo Black-Scholes assume que os mercados sejam perfeitos e eficientes, o que não se sustenta, às vezes único, aos grandes investimentos industriais reais. No entanto, para opções reais dentro de um giga-investimento industrial real, o caso não é igualmente claro. Se os mercados de GIIR são inexistentes ou incompletos, o argumento de replicação, fundamental para o modelo, pode realmente ser questionado.

A volatilidade do retorno do projeto/investimento é assumida, pelo modelo Black-Scholes como sendo determinista e que se mantém constante. É difícil “*ex-ante*” avaliar se a volatilidade do retorno de GIIR permanecerá constante. A maneira tradicional de determinação do desvio padrão que é utilizado no modelo Black-Scholes utiliza dados históricos para a determinação do desvio padrão, ou seja, o cálculo do desvio padrão de dados históricos é um exercício passado. Os dados históricos de GIIR podem não estar disponíveis. É importante observar que os dados históricos não estão disponíveis, a estimativa do desvio padrão deve ser baseada nas expectativa sobre o futuro, tornando-se um exercício de prospectiva. Tem-se discutido em 2.1. que GIIR são, na maioria das vezes, feitos sob incertezas estruturais, indicando que a estimativa do desvio padrão, “*ex-ante*,” para GIIR pode não ser determinista. Na verdade, pode não ser imprudente afirmar “*ex-ante*” que a estimativa prévia da volatilidade de GIIR poderia ser melhor descrita como um sistema contingente, ao invés de um determinista. No entanto, é impossível, “*ex-ante*”, definitivamente dizer se o desvio padrão irá permanecer constante ou não.

O modelo Black-Scholes assume que a taxa de juros permanecerá constante e esta é a taxa livre de risco. Grandes investimentos industriais reais têm longa vida econômica, o que significa que é bastante provável que as taxas de juros, em geral, sejam alteradas durante sua vida econômica. No entanto, como não há referência internacional única para a taxa de retorno livre de risco. Na prática, a taxa de juros paga pelos títulos de curto prazo, em grande parte, dos governos, por exemplo, nos EUA, é considerada como um substituto próximo para as taxas de retorno livre de risco o que é difícil concluir se a suposição sobre uma taxa de juros se mantém constante. Pode ser argumentado que as taxa de juros utilizadas, por exemplo, no financiamento de GIIR, seja diferente da taxa de retorno livre de risco (ou um substituto próximo), pelo menos

quando o investimento em questão não é um governo de grande emissão de títulos de curto prazo que substitua a taxa de juros.

Esta dissertação não faz qualquer juízo definitivo sobre as críticas que podem ser feitas na utilização da fórmula de Black-Scholes para a avaliação da opção real. No entanto, note-se que há uma série de questões não resolvidas que precisam de um estudo mais aprofundado, antes de qualquer sentença definitiva sobre a utilização do que o modelo pode ser aplicado.

Apesar das críticas, a avaliação da opção real é uma adição bem-vinda para o conjunto de métodos de análise de rentabilidade porque os métodos baseados na avaliação de fluxo de caixa descontado não levam o valor da flexibilidade gerencial em consideração, pondo em risco a precisão dos resultados obtidos por meio deles (Barham, Chavas e Klemme, 1994). Mesmo que a avaliação da opção real possa não ser capaz exatamente e corretamente de avaliar o valor da flexibilidade de gestão, é que, no entanto, uma metodologia criada e sistemática de capturar o valor da flexibilidade gerencial e incluí-la na avaliação dos investimentos.

O VOR por si só não é usado para avaliar investimentos, porque o valor da opção é sempre positivo, ou zero, e da rentabilidade (valor) de investimento pode também ser negativa. Ao modificar a regra de VPL: "Invista quando o valor de uma unidade de capital é, no mínimo, tão grande quanto o seu custo de aquisição e instalação", para: "O valor da unidade deve ser superior ao custo de aquisição e instalação de um montante igual ao valor de manter viva a opção de investimento" (Pindyck, 1991) que efetivamente inclui o valor da opção (de espera), no processo de avaliação. Gestores vêem esta flexibilidade como um fator importante na tomada de decisões, por exemplo, Busby e Pitts(1997) e Collan e Langstrom(2002), o que significa, acima de que a flexibilidade gerencial do investimento é levada em consideração, incluindo o valor da avaliação da opção real.

A avaliação da opção real é especialmente importante, quando o valor da flexibilidade gerencial é alta, por exemplo, para investimentos que são altamente irreversíveis, e feito sob considerável incerteza, "a diferença entre VOR e outras ferramentas de decisão, é substancial"(Copeland e Keenan, 1998).

Existe uma vasta e crescente literatura sobre a avaliação, aplicação, características e metodologias de opções reais. Para uma visão geral da literatura sobre opção real tem-se como opção, Trigeorgis(1995) para uma organizada e temática revisão da literatura, Guimarães Dias(1999) para uma nota sobre a bibliografia da evolução das opções reais Collan, Carlsson, e Majlender(2003) para uma breve revisão de literatura de opções reais, e da Internet em Guimarães Dias(2004) para cerca de 2000 referências em opções reais. Uma conferência internacional anual sobre as opções reais tem sido realizada desde 1997.

As raízes da literatura de opções reais podem ser ditas como surgidas por volta do final de 1960, por exemplo, (Robichek e Van Horne (1967) e Dyl e Long(1969) discutem o valor da opção de abandono. Acima se viu que Myers(1977) apresenta as opções em termos reais. A literatura sobre opção real pode ser dividida em duas categorias, teoria geral e aplicação. Alguns tópicos do lado da teoria geral têm sido selecionados nas referências, por exemplo, a entrada e saída das decisões McDonald e Siegel(1986), Majd e Pindyck (1987), Dixit(1989), Berger, Ofek e Swary, (1996), Alvarez(1999) e (Pennings e Lint, 2000), as opções de crescimento (Kogut, 1991) e (Garner, Nam, e Ottoo (2002), e à avaliação dos projetos inter-relacionados Trigeorgis(1993) e Childs, Ott e Triantis(1998). A avaliação de opções reais tem sido aplicada, notadamente para alguns específicos tipos de indústrias e situações, referências selecionadas), por exemplo, para a indústria do petróleo EKERN (1985), Paddock, Siegel e Smith(1988), e Smit(1996), em mineração Cortazar e Casassus(1998) e Moel e Tuffano(1999), para recursos naturais em geral Brennan e Schwartz(1985) e Cortazar, Schwartz, e Salinas (1998), R & D Newton e Pearson(1994), Grenadier e Weiss(1995), Smith e Nau(1995), Faulkner(1996), Lint e Pennings(1998) e Childs, Ott e Triantis(2000), tecnologia da informação Benaroch e Kauffman(1999) Balasubramanian, Kulatilaka e Storck(2000), e Campbell(2002), e estratégia corporativa (Kulatilaka e Marks, 1988), (Bowman e Hurry, 1993) e (Das e Elango, 1995).

Grandes investimentos industriais reais (GIIR) se beneficiam a partir da análise de valor da flexibilidade gerencial fornecido pela avaliação da opção real, porque a flexibilidade gerencial encontrada em GIIR, antes e depois do investimento, pode ser muito valiosa, devido à irreversibilidade dos GIIR, e devido à sua longa vida econômica. Na verdade, muitos dos temas aos quais aplicou a

avaliação da opção real utilizadas em GIIR incluem, por exemplo, extração de petróleo e mineração.

2.4. Modelagem imprecisa (Financeira) de informações com Lógica Fuzzy

Investimentos concentram-se na forma como os agentes econômicos possam alocar recursos ao longo do tempo, ou seja, a definição de investir em um sentido geral. Tarrazo e Gutierrez(2000) afirma que "o assunto sobre investimentos é totalmente voltado para o futuro..." e que "Toda ação em finanças começa com uma expectativa, que pode ser de natureza qualitativa, como "a economia vai ser forte no próximo trimestre", ou quantitativo. "Isto significa que as decisões de investimento são baseadas em expectativas sobre o futuro. De acordo com Knight (1921) incerteza pode ser resultado de basicamente duas fontes. Em primeiro lugar, todas as nações do mundo podem ser conhecidas, mas é impossível atribuir probabilidades a essas nações. Em segundo lugar, nem todos os países do mundo, nem as probabilidades correspondentes são (todos) conhecido. Isto significa que a maioria das decisões das companhias podem ser classificadas como as decisões sob incerteza e que decisões baseadas em expectativas sobre o futuro estão sempre com algum grau de incerteza, porque "o estado futuro do ambiente não é conhecido para o tomador de decisão no momento da mesma. Baseado em sua experiência passada, ele só pode estimar a probabilidade de cada um dos estados do ambiente ocorrido." (Verbeeten, 2001).

A incerteza também aumenta com o tempo, porque com o tempo, "a complexidade do sistema aumenta, (e) a nossa capacidade para fazer precisas declarações sobre seu comportamento diminui até um limite que é atingido, além do qual a precisão e a significância ou relevância tornam-se quase características mutuamente exclusivas Segundo Zadeh(1973). A descrição acima é chamada de Princípio de Zadeh de incompatibilidade, e cabe a um problema em que um gestor/analista financeiro enfrenta quando tem que estimar, por exemplo, fluxos de caixa de investimento com base em expectativas incertas sobre o futuro. A incerteza sobre a precisão das estimativas de fluxo de caixa aumenta mais uma vez quando as estimativas de fluxos de caixa futuros se estendem, porque a incerteza dos fluxos de caixa futuros de investimento vem de um grande número indeterminado de fontes que cresce com o tempo, e a complexidade do "sistema" aumenta.

De acordo com o princípio de Zadeh de incompatibilidade, expectativas de futuro incerto podem não produzir precisas (determinadas) previsões de fluxos de caixa de investimento, e quanto mais futuro sejam os fluxos de caixa, menos precisas serão as previsões. Levando isso em consideração, significa que a utilização precisa de estimativas de fluxos de caixa de investimento pode não dar uma imagem correta da incerteza das estimativas de fluxo de caixa, e quanto mais longe o fluxo de caixa é estimado, menos correta a realidade se torna. Estimativas precisas sobre um futuro incerto pode causar um problema de credibilidade que também pode ser chamado de falsa sensação de precisão (ou certeza). Este problema de credibilidade é especialmente relevante para os investimentos com longa vida econômica. Se as estimativas precisas podem não dar uma visão correta de incerteza, o tomador de decisão enfrenta um dilema, ele deve usar estimativas precisas na sua análise e tolerar, do ponto de vista da incerteza, respostas incorretas, ou utilizar as informações imprecisas e assumi-las como corretas, imprecisas respostas.

A imprecisão que os tomadores de decisão de investimento devem enfrentar pode ser caracterizada da seguinte forma: "... nós poderíamos acumular todas as estatísticas relativas ao desempenho econômico e colocar todos os especialistas em economia no mundo num quarto e nós ainda enfrentaríamos muitas incógnitas. Este vazio de conhecimento é o que os pesquisadores de lógica fuzzy como difusa (*fuzzyness*) Tarrazo e Gutierrez(2000). A difusão (*fuzyness*) é a imprecisão que os gestores devem enfrentar na tomada de decisões sob incerteza. Imprecisão pode ser manuseada com conjuntos fuzzy, apresentado em 2.4.1. Relacionado com a matemática e teoria fuzzy.

2.4.1. Fundamento dos Conjuntos Fuzzy

Na teoria dos conjuntos clássica, um elemento ou pertence a um conjunto ou não pertence a um conjunto, por exemplo, a cor é preta ou é branca, ou "um fluxo de caixa futuro no ano x é dez euros", ou não é. Esse tipo de ambi-valor, ou falso/verdadeiro, a é a lógica comumente usada em aplicações financeiras. Lógica bivalente de valor, no entanto, apresenta um problema, porque, como já observamos acima, as decisões financeiras são muitas vezes feitas sob incerteza. A incerteza significa que é impossível dar como absolutamente corretas as estimativas precisas de, por exemplo, um fluxo de caixa futuro. Conjuntos Fuzzy são conjuntos que permitem ou possuem uma gradação

de pertencer, como todos os tons entre negros e brancos, ou "fluxo de caixa futuro em dez anos é de cerca de x euros". Isto significa que conjuntos Fuzzy podem ser utilizados para formalizar imprecisão que existe na tomada de decisão humana e como uma representação do vago, conhecimento incerto ou impreciso, pois o raciocínio humano é especialmente adaptativo. "Metodologias Fuzzy baseadas em conjuntos que extrapolam a linha tradicional entre a análise qualitativa e quantitativa, uma vez que a modelagem pode refletir mais o tipo de informação que está disponível, em vez de preferências dos gestores "(Tarrazo, 1997) e também na economia" A utilização da teoria de subconjuntos fuzzy leva a resultados que não poderiam ser obtidos por métodos clássicos. "(Ponsard, 1988).

A origem dos conjuntos fuzzy remonta a um artigo escrito por Lotfi Zadeh (Zadeh, 1965), onde ele desenvolveu uma álgebra para a qual chamou de conjuntos fuzzy. Esta álgebra foi criada para lidar com elementos imprecisos em nossos processos de tomada de decisão e é o órgão formal da teoria que permite o tratamento de que o conjunto é uma classe de objeto no qual não existe uma fronteira nítida entre os objetos que pertencem à classe e aqueles que não fazem parte" (Bellman e Zadeh, 1970).

Seja $X = \{x\}$ designa-se uma coleção de objetos (pontos) denotados genericamente por X . Em seguida, um conjunto fuzzy A em X é um conjunto de pares ordenados

$$A = \{(x, \mu_A(x))\}, x \in X \quad [7]$$

Onde $\mu_A(x)$ é denominado como grau de pertinência de x em A e $\mu_A: X \rightarrow M$ é uma função de X para um espaço M , chamado de espaço de pertinência. Quando M contém apenas dois pontos, 0 e 1, A não é um número fuzzy e sua função pertinência se torna idêntica e com características de conjuntos não-fuzzy. Isto significa que os conjuntos *clássicos* são um subconjunto dos conjuntos fuzzy.

Um número fuzzy é normal, conjunto convexo fuzzy cujo referencial é o conjunto $X \in \mathbb{R}$ números reais. A teoria dos conjuntos Fuzzy utiliza números fuzzy para quantificar observações subjetivas fuzzy ou estimativas. Tais observações subjetivas ou estimativas podem ser, por exemplo, as estimativas de fluxos de caixa futuros de um

investimento. Para estimar os fluxos de caixa futuros e taxas de desconto "Geralmente emprega-se palpites, com base em valores esperados ou outras técnicas de estatística" (Buckley, 1987), o que é consistente com o uso de números fuzzy.

Em aplicações práticas os números mais utilizados são fuzzy trapezoidal e número fuzzy triangular. Eles são usados, porque eles fazem muitas operações possíveis e intuitivamente compreensíveis e interpretáveis.

Um conjunto fuzzy $A \in F$ é chamado um número fuzzy trapezoidal com intervalo $[a, b]$, para a esquerda com espaço α a direita com espaço β caso sua função pertinência tenha a seguinte fórmula:

$$A(t) = \begin{cases} 1 - \frac{a-t}{\alpha} & \text{se } a - \alpha \leq t < a \\ 1 & \text{se } a \leq t \leq b \\ 1 - \frac{t-b}{\beta} & \text{se } b < t \leq b + \beta \\ 0 & \text{se } t \notin [a - \alpha, b + \beta] \end{cases} \quad [8]$$

e usamos a notação $A = (a, b, \alpha, \beta)$. Isto pode ser facilmente demonstrado que no suporte de A é $(a-\alpha, b+\beta)$. Pode-se notar que os números fuzzy triangulares são um caso particular dos números fuzzy trapezoidais.

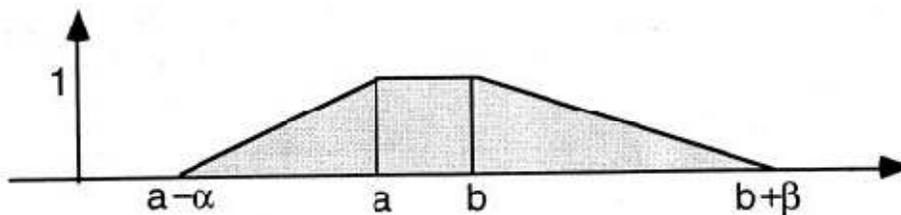


Figura 3 – Número fuzzy trapezoidal, figura de (Fuller, 1998).

Inicialmente, o interesse de pesquisa em conjuntos fuzzy concentrou-se na lógica, fundamentos matemáticos e aspectos da teoria da informação. Mais tarde, em muitas áreas de aplicação da lógica fuzzy é grande o interesse entre os pesquisadores, que se incluem em pesquisas como, por exemplo, o controle da robótica, automação, rastreamento, eletro-domésticos, sistemas de informação, como DBMS, retroalimentação de informação, e ainda reconhecimento de padrões em processamento de imagem, visão mecânica.

Livros publicados sobre conjuntos fuzzy e suas aplicações são, por exemplo, Dubois e Prade(1980), Kaufmann e Gupta(1985), Kaufmann e Gupta(1986), Klire Folger(1988), Zimmerman(1992), e Carlsson e Fuller(2001). Há também uma série de periódicos que abrangem os diferentes aspectos da lógica fuzzy, por exemplo, *International Journal of Fuzzy Sets e Systems*, *International Journal of Approximate Reasoning* , e *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, estes formam o corpo da literatura sobre a lógica fuzzy.

"Dado o grau de incerteza e imprecisão tratada em economia e gestão de negócios, era esperado que as primeiras aplicações dos conjuntos fuzzy seriam para a essas áreas” Tarrazo e Gutierrez(2000). Mesmo não tendo sido o caso, há um interesse crescente no uso de fuzzy na lógica em aplicações financeiras e uma crescente literatura sobre a aplicação de conjuntos fuzzy e lógica fuzzy em economia e finanças.

Alguns trabalhos anteriores incluem, por exemplo Ponsard(1985) e Ponsard(1988), onde o autor discute o uso de conjuntos fuzzy em modelos econômicos e apresenta modelos matemáticos fuzzy que lidam com a escolha econômica, estas se concentram principalmente em questões econômicas de modelos de equilíbrio. Buckley(1987) concentra-se na apresentação de aplicações da lógica fuzzy na matemática financeira, apresenta modelos fuzzy para valor presente, discute os fluxos de caixa fuzzy, apresenta modelos de valor presente líquido fuzzy (VPL) e de taxa interna de retorno fuzzy (TIR). Li Calzi(1990) propõe e discute algumas regras gerais de como modelos financeiros fuzzy devem ser construídos, mas ele faz alguns comentários duvidosos sobre o uso de métodos de FCD em alocação de capital. Buckley(1992) aborda a resolução de equações fuzzy em economia e finanças, ele substitui os parâmetros *clássicos* com incerteza por números fuzzy triangulares. Há uma série de obras mais recentes que abordam versões dos métodos de fuzzy de alocação de capital, e relevantes para esta dissertação, que foram apresentados no capítulo 2.2. da mesma, bem como com apresentações dos próprios métodos de alocação de capital. Na verdade, matemática fuzzy é compatível com o método de fluxo de caixa descontado para análise de rentabilidade.

2.5. Resumo dos fundamentos teórico para esta dissertação

De acordo com o acima exposto, o estado da arte na análise de rentabilidade de investimento análise nas companhias parece ser:

- i) A utilização de uma combinação de métodos neoclássica de alocação de capital (VPL, TIR, PB), com;
- ii) Uma combinação de ferramentas de alocação suplementar de capital: uso comum de análise de sensibilidade e análise de cenários para incerteza, não com tanta frequência o uso de avaliação de opções reais para flexibilidade gerencial;
- iii) Baseado no julgamento (combinação de métodos de previsão) ou julgamento ajustado das variáveis de entrada nos modelo de previsão, com números clássicos, às vezes apoiadas por *expertise*.
- iv) Normalmente suportado por uma planilha com base SSD computadorizado.

Na academia, ao que parece, a pesquisa fundamentada na análise de rentabilidade concentrou-se na previsão e um número de ferramentas de alocação de capital suplementar, incluindo opções reais, que têm uma literatura bem estabelecida. Curiosamente, as tentativas de criar novos métodos de análise de rentabilidade para substituir o velho método baseado em fluxo de caixa descontado foram muito poucos. O uso da lógica fuzzy em alocação de capital e análise de rentabilidade é uma idéia nova, tem sido desenvolvida desde o final dos anos 1980. Versões fuzzy das mais utilizadas em análise de rentabilidade estão disponíveis, mesmo que não sejam amplamente utilizados em companhias. A lógica fuzzy é normalmente usada grande número nos campos da engenharia e de computação inteligente.

Parece haver poucas obras disponíveis em se tratando de giga-investimento industrial real (GIIR), ainda que esteja claro que eles são diferentes de pequenos investimentos reais e dos investimentos financeiros. Métodos de análise de rentabilidade baseados em fluxo de caixa descontado (neoclássico) não pode fornecer análise suficiente para GIIR devido ao fato de que têm valor e características que afetam a rentabilidade e que não são levadas em consideração por eles. Usando métodos de extrapolação ou métodos

econômicos para prever a previsão de fluxo de caixa para GIIR pode sofrer o fato de que não podem existir dados em que estes métodos de previsão podem ser fundamentados e utilizados.

O uso mais comum de ferramentas como alocação suplementar de capital, análise de sensibilidade e de cenários, ajuda com certeza, parece assim que é necessário para GIIR um julgamento das previsões. O uso de conjuntos fuzzy para a inclusão de estimativa de imprecisão parece caber em GIIR é devido à sua longa vida econômica, complexo e incerto em ambientes que eles precisam operar. A avaliação de opções reais, ou seja, avaliar a flexibilidade gerencial é importante para GIIR, devido ao fato de que a flexibilidade para GIIR e, a possibilidade de esperar para investir pode ter um valor considerável para GIIR.

2.6 Entendendo um Giga-Investimento Industrial Real (GIIR)

Para ganhar uma compreensão da realidade na avaliação de grandes investimentos industriais reais Collan (2004) estava envolvido por três anos, numa dissertação sobre a rentabilidade de grande investimentos industriais reais. Durante esse tempo, Collan, (2004) envolveu-se no trabalho com quatro grandes companhias industriais que tinham investido em GIIR. Nesta ocasião, trabalhou na avaliação “*ex-post*” de um número muitos casos históricos sobre grandes investimentos industriais reais, utilizando os métodos mais utilizados de alocação de capital (VPL, TIR e *Payback*) e avaliação da opção real. Com base nas experiências de trabalho em equipe em analisar a rentabilidade de um GIIR, sobre as experiências de quatro dissertações de mestrado (Bodman, 2000), (Palomäki, 2000), (Blom, 2000 e (Leivo, 2001), e entrevistas com especialistas das respectivas companhias, Collan (2004) escreveu quatro descrições para ilustrar a realidade da natureza de grandes investimentos industriais. Os casos de trabalho como uma introdução ao compreender o que são GIIR, foram escritos de uma forma que destaca não apenas as informações relevantes para a avaliação quantitativa e procedimentos, mas também a envolvente institucional e de ambientes de mercado destes casos históricos. Collan (2004) apresentou alguns casos em eventos internacionais, por exemplo, no *Real Options Workshop Internacional* em Turku.

Os casos apesar de não terem sido utilizados na tentativa de generalização, foram utilizados para apresentar o domínio do problema. (Collan, 2004) fez uma dissertação

exploratória sobre como companhias finlandesas lidam com flexibilidade na alocação de capital Collan e Langstrom(2002). A finalidade da dissertação exploratória foi obter um conhecimento preliminar sobre o interesse de companhias finlandesas e gestores de capital no modelo de flexibilidade gerencial, bem como sobre os métodos que utilizam para avaliarem seus investimentos⁶.

2.6.1 Definições e principais ferramentas

Este capítulo irá apresentar as principais ferramentas desta dissertação. O capítulo é dividido em quatro seções, que contribuem nesta investigação. A primeira seção apresenta uma construção conceitual: a definição para um grupo especial de grandes investimentos industriais reais (GIIR). A segunda seção apresenta um modelo de avaliação fuzzy real opção (VORF). A terceira seção apresenta um modelo de análise da rentabilidade (VIRF) projetado especificamente para giga-investimento, utilizando conjuntos fuzzy, construção avançadas fuzzy, e potencial de captura de valor. A quarta seção discute uma série de questões sobre o investimento giga-de apoio à decisão e novas abordagens na gestão de giga investimentos.

2.7 Definindo Giga-Investimentos - Três principais características

Giga-Investimentos Industriais Reais (GIIR) são um subgrupo bastante homogêneo de investimentos, dentro do conjunto de investimentos reais. Suas características são, no entanto, não homogênea o suficiente para definir explicitamente o grupo de GIIR. As características comuns entre os GIIR, no entanto, existem e podem ser utilizadas como base para uma definição mais restrita. Em 2.1 apresentou-se as características de GIIR e descobriu-se que GIIR na maioria das vezes são irreversíveis, devido a uma série de razões (por exemplo, grande tamanho, custos afundados, local fixo, sem mercados estabelecidos de negociação e tecnologia fixadas), que na maioria das vezes têm um longo período de construção (meses, às vezes anos), e que eles geralmente têm longa vida econômica (mais de dez anos). A natureza dos mercados em que são feitos GIIR é incerta e caracteriza-se por incertezas estruturais que não podem ser em muitas vezes exatamente modelado. Os GIIR também têm outras características, como por exemplo,

⁶ A taxa de retorno de 42% foi alcançado e o resultados explorados estão em consonância com um estudo anterior Inglês (Busby e Pitts, 1997), mostrando que os gestores também finlandeses parecem perceber que a flexibilidade é tão valiosa em investimentos. Nenhuma generalização, com base nos resultados explorados foi tentada.

alguns GIIR podem dirigir os seus mercados, no entanto, nem todos os GIIR apresentam esta característica. Baseado nisso, deve-se dar uma definição de giga-investimento como um subgrupo de GIIR.

Para os fins desta dissertação, giga-investimentos são definidos com um grande investimento industrial real que apresenta as seguintes características:

- i) Uma longa vida econômica
- ii) Um elevado grau de irreversibilidade
- iii) Um longo período de construção

A definição de giga-investimento não exclui dos GIIR exibindo outras características, que são as do giga-investimento. GIIR que não apresentam todas as dos giga-investimentos que não são giga-investimentos. As três características definidoras de giga-investimentos definem um especial grupo dentro do grupo dos GIIR, mas também definem uma base para a avaliação e análise de rentabilidade dos giga-investimentos. O valor dos giga-investimento depende de três características que definimos. O valor do giga-investimento está diretamente relacionado com as características do giga-investimento, mas os gestores, responsáveis pela avaliação e tomada de decisão de giga-investimento, parcialmente percebem o valor do giga-investimento indiretamente, através de modelos de avaliação. Modelos de avaliação de investimentos são baseados em quantificar os efeitos que as características do investimento têm sobre o valor do investimento, então pode se esperar quanto mais precisa é a representação do modelo dos efeitos, mais precisos serão os resultados de avaliação do modelo.

Os modelos de avaliação são construídos de acordo com os especialistas, construtores do modelo, compreendendo e percebendo a realidade sobre os investimentos. Assim, os modelos refletem os pressupostos, as escolhas de modelagem, e simplificações da realidade que os construtores de modelos fizeram. A partir do ponto de vista da tomada de decisão, baseada em critérios objetivos de informação, não é de se esperar que os modelos que apresentam a realidade mais precisamente são preferíveis aos modelos menos exatos.

Vamos discorrer sobre três características do giga-investimento, discutir brevemente como cada característica afeta o valor e à avaliação deles, observar a eventual aplicação dos métodos existentes e construir uma avaliação de giga-investimento. Em seguida, um breve resumo das questões decorrentes das características é feita, juntamente com uma discussão sobre o ciclo de vida dos giga-investimentos.

2.7.1. A Longa vida econômica

A vida econômica de um investimento, significa o tempo que o investimento gera fluxo(s) de caixa, ou outro valor que pode ser expresso em termos de caixa. Giga-Investimentos são construídos para o desempenho a longo prazo, e geralmente têm uma vida econômica de mais de dez anos, como discutido em 2.2., isto significa que eles geram valor por um longo tempo.

Com base no pensamento neoclássico apresentado em 2.3. "Amanhã um dólar vale menos que um dólar vale hoje". Isto significa que existe um valor de tempo para o dinheiro e para qualquer outro valor gerado que pode ser expresso como um fluxo de caixa. O valor do dinheiro no tempo é comum, por exemplo, no VPL e TIR, levando em consideração por meio de descontos. O desconto é a principal componente de precificação de títulos atualmente. Por causa da vida econômica do giga-investimento ser de longo prazo, é importante ter o valor do dinheiro no tempo em consideração ao se avaliar um giga-investimento. O efeito do longo tempo, em valor de fluxo de caixa é um efeito diretamente perceptível a partir de uma característica do giga-investimento ao avaliá-lo.

Como já discutido em 2.1., 2.2., e analisadas em 2.4., quanto maior o efeito do futuro ocorrer, mais difícil será estimar com precisão a sua consequência sobre o investimento, ou seja, torna-se mais difícil estimar com precisão, por exemplo, o tamanho de um fluxo de caixa. A longa vida econômica implica que uma parte dos fluxos de caixa do investimento ocorrerão num futuro distante, portanto, estes fluxos de caixa são difíceis de estimar com precisão devido à dificuldades face a precisão de eventos futuros. A precisão da estimativa é uma questão importante na avaliação de giga-investimentos. A falta de precisão da estimativa, por si só, não afeta o valor do giga-investimento. No entanto, limita as nossas possibilidades em identificar exatamente qual é o valor do giga-investimento. A imprecisão do futuro, giga-variáveis, de investimento pode vir de

uma série de fontes distintas e suas combinações. Miller (1992) divide o total de incerteza enfrentada pelos gestores como a do ambiente em geral, a indústria, e de fatores organizacionais. Verbeeten (2001) apresenta o quanto diferentes são os componentes da incerteza que afetam as práticas de alocação de capital. Como discutido em 2.1., durante uma longa vida econômica do giga-investimento podem ocorrer mudanças, por exemplo, no seu ambiente de mercado, no seu financiamento, e na sua tecnologia. "Com o aumentar do espaço de tempo, é mais provável que grandes mudanças ocorrerão no ambiente "(Armstrong e Crohman, 1972). Todas as mudanças inesperadas que acontecem durante a vida econômica do giga-projeção servem para aumentar a incerteza e a dificuldade de, "ex-ante", perceber precisamente o valor do giga-investimento.

Porque ser difícil de estimar com precisão, ou perceber, os valores futuros das variáveis de um giga-investimento a qualquer momento, "ex-ante", os modelos que avaliam giga-investimentos e mostram a realidade, imprecisa, a percepção errada dos valores das variáveis do giga-investimento, e valor do investimento, devem ser preferidos. A dificuldade de se estimar com precisão o valor do giga-investimento, via percepção humana é indireta e efeito da característica do giga-investimento para a sua avaliação. Na seção 2.4. discute o uso da lógica fuzzy na modelagem corretamente com a exatidão de informações financeiras. A Seção 2.2. apresenta versões fuzzy de métodos de fluxo de caixa descontado em análise de rentabilidade que utilizam a matemática fuzzy na avaliação de investimentos. Pode-se concluir que uso da lógica fuzzy na apresentação de informações inexatas no quadro de avaliação do giga-investimento é possível e uma metodologia é estabelecida.

Como uma nota adicional, é importante observar que o problema de longa vida econômica tem a ver com a percepção da longa vida econômica da giga-investimento. O atual giga-investimento pode ser abandonado depois de um curto-espaco de tempo, no entanto, a percepção inicial do investimento, na fase de planejamento, é de que ele terá uma longa vida econômica, que tem efeitos sobre o valor percebido e avaliação discutidas acima.

2.7.2. Alto grau de irreversibilidade

Grandes investimentos iniciais em instalações de produção industrial, e outras infra-estruturas industriais, são, muitas vezes, irreversíveis, como já observados no ponto 2.1. Os giga-investimentos são, por definição, grandes investimentos industriais reais que são, em um alto grau, irreversíveis. Assim, no contexto dos giga-investimentos, significa que, após a decisão inicial de investir é feita, é impossível revertê-la, sem qualquer perda. Na prática, a irreversibilidade dos giga-investimentos é causada, como discutido em 2.1., pelo fato de que não existem mercados para giga-investimentos, pois eles não podem ser facilmente vendidos e porque são geográfica e tecnologicamente rígidos.

Como discutido em 2.3., a irreversibilidade sozinha não é significativa do ponto de vista de valor do giga-investimento. No entanto, quando combinada com a incerteza sobre o futuro, a irreversibilidade torna-se valiosa para flexibilidade gerencial. Acima, e no ponto 2.1., tem-se estabelecido que a incerteza sobre o futuro exista para GIIR e, conseqüentemente, para o giga-investimento, e em se ter definido giga-investimento como GIIR com um elevado grau de irreversibilidade. Isto significa que a flexibilidade de gestão, quanto o planejamento dentro do giga-investimento é valioso.

Em 2.3. discutimos os diferentes tipos de flexibilidade gerencial, e foi visto que a flexibilidade gerencial pode existir antes e depois da decisão do investimento. Para um giga-investimento, devido à sua alocação de capital inicial e a sua, muitas vezes estratégica, a importância da flexibilidade gerencial disponível antes do investimento (por exemplo, possibilidade de adiar o investimento) pode ser mais importante na fase de planejamento do investimento. De acordo com a teoria de opções reais, antes da decisão de investimento, o investimento total pode ser visto como uma opção (uma grande). Após a decisão de investimento a flexibilidade gerencial pode ser vista como uma menor opção no giga-investimento e a opção de abandonar o giga-investimento. Durante o tempo, a opção de adiar o giga-investimento é disponível para que o valor do investimento possa ir para cima ou para baixo. Isto significa que existe potencial, de alta e de baixa no valor planejado do giga-investimento.

Tem-se observado em 2.3. que a flexibilidade gerencial e opções podem ser modelados e avaliados como formas de opção real. Podemos concluir que é importante ter o valor da flexibilidade gerencial em consideração ao avaliar giga-investimento e que a avaliação da opção real é uma metodologia criada para fazê-la.

2.7.3. Longo tempo de construção

Vimos no item 2.1. que o tempo de construção dos GIIR varia geralmente de meses ou anos, por exemplo, que na maioria das vezes é longo o tempo de construção. Giga-Investimentos são definidos como GIIR que tem longo tempo de construção. Os giga-investimentos possuem, por definição, um alto grau de irreversibilidade e o seu custo do investimento que pode ser visto como fixo de alto grau. Esta opinião é corroborada pelo fato de que grandes projetos de construção industrial são frequentemente estabelecidos por contratos. Quando a decisão de investimento é feita, os contratos para a construção do investimento são elaborados e fixados os compromissos de ambas as partes para a entrega do projeto contratado, a companhia investe pagando o custo do investimento e os construtores entregam o giga-investimento.

Mesmo que o custo de construção ou custo do investimento seja contratado e pode ser visualizado como fixo de grau elevado, o valor do giga-investimento é incerto, isto é, devido ao fato de que o valor do giga-investimento depende do valor incerto do giga-investimento que pode ser expresso na forma de fluxo de caixa, ao vida econômica do giga-investimento.

O aumento da incerteza causada pelo tempo para construir o giga-investimento é devido, face às possíveis mudanças nos mercados em que o giga-investimento uma vez concluído irá operar. Em outras palavras, durante o tempo de construção, o custo do investimento pode ser visto como fixo, mas os FCL do giga-investimentos são incertos.

A citação acima significa que o tempo de construção de um giga-investimento se assemelha, por exemplo, a um contrato futuro de *commodities*, que fixa o preço de uma mercadoria em uma data futura para o vencimento, mas o valor da *commodity* oscila de acordo com o preço de mercado da *commodity* até o prazo de vencimento e depois. Pode-se esperar que a avaliação por opção possa ser aproveitada para o modelo

de flexibilidade gerencial, modelos de avaliação futuros podem ser usados para avaliar o valor do tempo de construção de um giga-investimento. A possibilidade de que o valor da giga-investimento vá para cima ou para baixo, durante o tempo de construção pode ser também chamado de potencial: potencial de alta ou de baixa.

Necessita-se seguir adiante na observação de que o tempo de construção deve ser tomado em consideração no cálculo do valor dos fluxos de caixa gerados no giga-investimento. Podemos concluir que o tempo longo de construção de um giga-investimento é significativo ao investimento e no seu valor e em sua incerteza, e devem ser levados em consideração na modelagem e avaliação do giga-investimento. Pode esperar-se que o tempo de construção de giga-investimento assemelha-se a alguns investimentos de contratos a prazo, os modelos existentes de avaliação futura podem ser utilizados em modelagem e avaliação do giga-investimento. Durante o tempo de construção o valor do giga-investimento pode flutuar, há potencial para os dois sentidos, tanto para cima e quanto movimentos para baixo. Uma discussão similar aplica-se à imprecisão em ser capaz de estimar o valor do giga-investimento na conclusão de sua construção, como foi feito sobre a precisão na estimativa de valores das variáveis em 4.1.1., ou seja, podemos concluir que a matemática fuzzy é útil também, quando da modelagem e avaliação ao longo do tempo de construção do giga-investimento.

2.7.4. Giga-investimento: Questões da avaliação e ciclo de vida

As três características do giga-investimento dão origem a uma série de questões que, direta ou indiretamente, afetam o valor e a avaliação do giga-investimento, ver tabela 4-1. (e a discussão acima). O valor do dinheiro no tempo é importante, devido à longa vida econômica dos giga-investimentos, e também é importante quando se leva o tempo de construção de longo em consideração.

A imprecisão em ser capaz de estimar valores para as variáveis é importante para a avaliação dos giga-investimentos, e é relevante devido à sua longa vida econômica e devido ao seu longo tempo de construção, a estimativa de imprecisão também é relevante ao avaliar a flexibilidade gerencial. Ser capaz de avaliar a flexibilidade gerencial é importante para o giga-investimento, por causa do elevado grau de

irreversibilidade, que está presente além da incerteza. Métodos para levá-los em consideração, e adequados para giga-investimentos, são os conjuntos fuzzy, baseados em valores descontados, avaliação de opção real, avaliação de potencial, (e talvez) de avaliação futura e versões do fuzzy dos modelos acima.

Tabela 3. Características do giga-investimento e alguns efeitos no valor do giga-investimento e sua avaliação

Longo ciclo econômico	- valor do dinheiro no tempo é importante: descontos (VPL) - falta de precisão na estimativa das variáveis causa imprecisão no valor estimado: lógica fuzzy
Algo grau de irreversibilidade	- aliado a incerteza possui efeito no valor, porque a flexibilidade gerencial se torna valorável: avaliação de opção real - grande custo afundado
Longo tempo de construção	- custos fixos, valores incertos: semelhança com contratos futuros com potencial de alta ou baixa - efeito do tempo de valores de fluxo de caixa futuros (incerteza): desconto e lógica fuzzy

Para entender o ciclo de vida e avaliação melhor do giga-investimento, pode-se dividir a vida do giga-investimento em três grandes etapas que chamamos planejamento, estágio I, fase de construção, estágio II e operação, estágio III, veja a tabela 3.

A fase de planejamento é o momento antes da decisão do giga-investimento, quando o giga-investimento, pode ser visto como uma opção. Tanto o custo de investimento e valor é incerto. A fase de construção é o período após a decisão de giga-investimento que é irreversível. O custo do giga-investimento é mais frequentemente contratado, e pode ser entendido como fixo ou certo ou ter um desvio-padrão baixo.

O valor do giga-investimento, no entanto, é incerto. A fase de construção do giga-investimento se assemelha a um contrato a termo de mercadoria, cuja a mercadoria é fixa, mas o preço de mercado é incerto. A fase de operação é a etapa após a conclusão da construção do giga-investimento, até ao final da sua vida econômica. A fase de operação do giga-investimento se assemelha com um contrato de obrigações, e é comumente avaliado por VPL. Além das projeções de FCL do investimento existe um valor adicional da flexibilidade gerencial dentro do investimento, por exemplo, a flexibilidade de manufatura Bengtsson (2001). Esta flexibilidade gerencial pode ser modelada com avaliação de opção real e pode ser chamada de opção operacional, por exemplo, Nembhard, Shi, e Aktan, (2001). A estimativa imprecisa de variáveis que afetam o valor do giga-investimento, é uma questão que está presente em todas as fases do seu ciclo de vida.

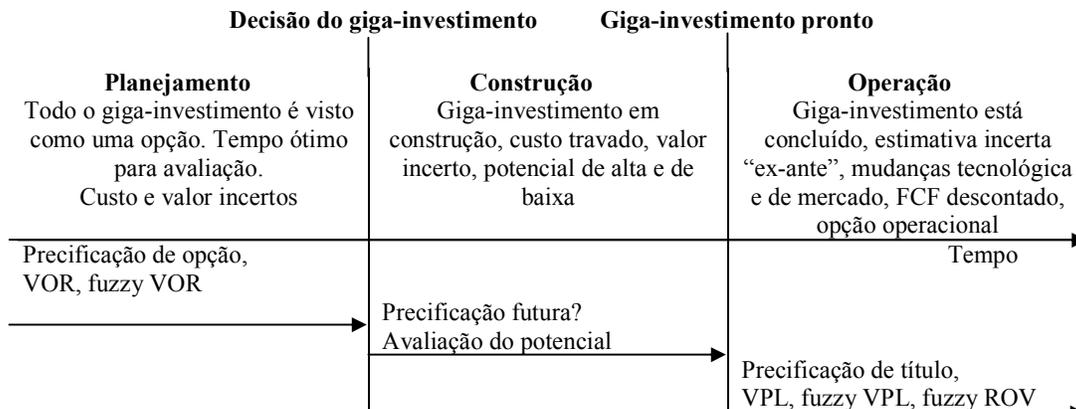


Figura 4. Apresentação do ciclo de vida do giga-investimento em três fases, planejamento, construção e operação - que se assemelha a opção, preços futuros de e precificação de títulos.

Quando da concepção dos modelos e métodos para auxiliar na avaliação e na tomada de decisão de giga-investimento, é importante levar em consideração as questões decorrentes das características do giga-investimento e as questões decorrentes do ciclo de vida do mesmo.

2.8. Aprimoramento na avaliação de opção real Black-Scholes para Giga-Investimentos

Vimos na seção 2.3. que a avaliação da opção real, utilizada em conjunto com VPL, captura o valor da flexibilidade em investimentos. Vimos na seção 2.4. que, para ser capaz de modelar com imprecisão em decisões de investimento podemos fazer uso de conjuntos fuzzy, e em 2.2. que as versões fuzzy de métodos de fluxos de caixa descontados para análise de rentabilidade, incluindo o VPL, são disponíveis. Na seção 2.1. definiu-se giga-investimento, e se concluiu que com base em suas características e benefícios a avaliação do giga-investimento de ser capaz de tomar tanto, a estimativa de imprecisão variável quanto à flexibilidade de gestão em consideração.

Para ser capaz de analisar a rentabilidade dos giga-investimento de uma forma que leve em consideração a estimativa de imprecisão (com lógica fuzzy) e flexibilidade gerencial (com opções reais) em giga-investimento, é necessário um modelo de avaliação fuzzy de opção real. Esse modelo pode ser usado em conjunto com um modelo fuzzy VPL para análise de rentabilidade dos giga-investimentos. A seguir será descrito brevemente

alguns modelos fuzzy existentes para a avaliação de opções, e depois será apresentado um modelo fuzzy (híbrido) para avaliação da opção real (VORF).

Há algumas obras publicadas sobre o uso de conjuntos fuzzy em precificação de opções. Muzzioli e Torricelli (2000b) apresentam um modelo (baseado em o precificação binomial de opções padrão) para precificar uma opção com um fuzzy *payoff*. Eles apresentam um modelo de um período único e usa números fuzzy triangulares. Em (Torricelli e Muzzioli, 2000) apresenta-se uma árvore binomial multi-período fuzzy, cujo modelo de avaliação de opções usa números fuzzy triangulares. O trabalho generaliza o padrão de avaliação binomial de opção e pode muito provavelmente de ser utilizado em avaliação de opção real.

Precificação de opção fuzzy é usada para avaliar o capital de uma companhia com a fórmula de Black-Scholes em Zmeskal (2001), onde se aplica um método fuzzy-estocástico, apresentado em (Wang e Qiao, 1993), combinando a teoria da probabilidade e conjuntos fuzzy para modelar o ambiente de avaliação incerta (mercados). O trabalho concentra-se na avaliação da opção do capital de uma companhia, no entanto, os princípios assumidos e utilizados podem ser aplicáveis a situações de flexibilidade gerencial (opções reais). (Yoshida, 2003) apresenta um modelo fuzzy que usa a fórmula de Black-Scholes para o valor das opções financeiras tipo européias em ambiente fuzzy (mercado).

O trabalho baseia-se no processo de modelo fuzzy-estocástico de incertezas nos mercados financeiros. A obra não menciona valor da opção real. Acima temos estabelecido a necessidade de uma avaliação com modelo de opção real fuzzy adequado para giga-investimento, e olhou-se algumas obras já existentes que combinam conjuntos fuzzy com precificação de opções. Em seguida, será visto modelo de avaliação fuzzy de opções concebido para giga-investimento.

2.8.1. Modelo (híbrido) de Avaliação de opção real fuzzy (VORF)

O modelo Black-Scholes de precificação de opções é, ao melhor de nosso conhecimento, o mais conhecido e amplamente utilizado modelo para avaliação da opção real. Por estas razões, escolher o modelo Black-Scholes (Black e Scholes, 1993), reforçada por Merton (Merton, 1973), como ponto de partida para o modelo de avaliação de opção real fuzzy (VORF). Usaremos a construção de Black-Scholes, no entanto, serão mostradas três melhorias para a construção e aplicação do modelo:

- i) Utilização de variáveis fuzzy para substituir as variáveis *clássicas* para o valor presente dos fluxos de caixa esperados (S_0), e para o valor presente dos os custos esperados (X), usado no modelo original.
- ii) Utilização de uma nova abordagem para o cálculo da volatilidade (desvio-padrão) usado na fórmula, e no tratamento fuzzy das variáveis no modelo.

Calculamos o desvio-padrão utilizado no modelo a partir do valor presente fuzzy dos fluxos de caixa livre do giga-investimento, usando um método desenvolvido em (Carlsson, Fuller, e Majlender, 2001) para calcular a variação de possibilidade e desvio padrão de números fuzzy. Isso é diferente do cálculo de desvio padrão utilizado na fórmula de Black-Scholes original. Este método permite que as informações de especialistas de mercado, que tenham contribuído para as estimativas do fluxo de caixa estimativas, seja incluídos no cálculo do desvio padrão. Isto pode aumentar a utilização do modelo para giga-investimentos.

Utilizando o valor médio de probabilidade de S_0 e X (*Clássicos*), conforme definido em (Carlsson e Fuller, 2001a), dentro do modelo para o cálculo de d_1 e d_2 .

- iii) Sugere-se que a estimativa (fuzzy) de valores presentes de receitas e despesas esperadas sejam feitos usando a previsão de julgamento (opinião de especialista), porque, convém melhor para giga-investimento do que usar (apenas) os métodos estocásticos. Com isto se quer dizer que o julgamento é utilizado para a estimativa e ajuste das estimativas fuzzy de fluxos de caixa futuros para o giga-investimento. A partir destes, usados no modelo.

Baseia-se na crença de que usar termos de métodos de julgamento em giga-investimento seja melhor, do que utilizar apenas métodos estocásticos, sobre o fato de que giga-investimento têm muito tempo de vida econômica e que métodos estocásticos (econômicos) geralmente não produzem resultados confiáveis a longo prazo, por exemplo, Shnaider e Kandel (1989). De fato, "... alguns economistas, com base no raciocínio humano e só com dados relativamente limitados e sem o apoio de modelos econométricos, foram mais precisos em prever o tempo e a intensidade dos pontos de inflexão da economia. Isto é possivelmente porque a argumentação não foi constrangida pelos resultados gerados pelos modelos econométricos "Shnaider e Kandel,(1989). Tem-se a experiência de que as companhias fazendo giga-investimentos possuem os melhores especialistas no emprego em seus investimentos previstos em giga-investimento, e como "dinheiro, muitas vezes em finanças montantes futuros e as taxas de juros são estimados. Em geral emprega-se palpites, com base em valores esperados ou outras técnicas estatísticas..."(Buckley, 1987), não é razoável esperar que o resultado obtido com os métodos de julgamento possam ser melhor do que o resultado obtido com métodos estocásticos.

Além disso, se os futuros fluxos de caixa para giga-investimento estimado por especialistas, levando em consideração todas as informações sobre o futuro que eles possuem, as estimativas refletem o futuro com informação e são progressistas, mesmo os especialistas se baseiam nas estimativas sobre a sua experiência passada ou modelos econométricos. Métodos estocásticos baseiam-se apenas em dados do passado. Existem também algumas considerações de ordem prática para a abordagem: a simplicidade da abordagem faz com que seja utilizável na indústria, ao contrário, por exemplo, os modelos de salto que "... são mais difíceis de implementar na prática cotidiana da indústria Keppo e Lu(2003) ".

Nestas circunstâncias, define-se o modelo (Carlsson, Fuller e Majlender, 2001) e (Collan, Carlsson e Majlender, 2003):

Sugere-se a seguinte fórmula para calcular o valor da opção real fuzzy (VORF):

$$VORF = S_0 e^{-\delta T} N(d_1) - X e^{-rT} N(d_2), \quad [9]$$

Onde,

$$d_1 = \frac{\ln(E(S_0)/E(X)) + \left(r + \delta + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}},$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}, \quad [10]$$

E

S_0 = Valor presente dos fluxos de caixa livre esperados (Fuzzy)

X = Valor presente dos custos esperados (fuzzy)

$E(S_0)$ = O valor médio probabilístico do valor presente dos fluxos de caixa esperados (*Clássicos*)

$E(X)$ = O valor médio probabilístico de custos de espera (*Clássico*)

σ = desvio padrão de possibilidade do valor presente valor dos fluxos de caixa esperados (*Clássico*)

T = Tempo de expiração da opção real (*Clássico*)

δ = O valor perdido durante a duração da opção (*Clássico*)

R = taxa de retorno livre de risco anualizada (*Clássico*)

O dado de saída do modelo é um número fuzzy que pode ser utilizado junto com o valor de VPL fuzzy para auxiliar na análise de rentabilidade de giga-investimento

Se a estimativa dos fluxos de caixa fuzzy esperados é feita por método de julgamento e o desvio padrão utilizado no modelo é calculado a partir do valor presente dos fluxos de caixa esperados fuzzy, então o desvio padrão utilizado irá refletir a volatilidade dos fluxos de caixa, como é visto pelos especialistas. Isso faz com que também o cálculo do desvio padrão seja um exercício de prospectiva.

É interessante comparar o modelo VORF como a opção apresentada com métodos de avaliação utilizando conjuntos fuzzy, para uma breve comparação pode-se selecionar o modelo fuzzy-estocástico apresentado em (Zmeskal, 2001). As duas abordagens divergem muito entre si, na verdade, o VORF é projetado para o valor real opções e o modelo fuzzy-estocástico para avaliar o patrimônio da companhia. Ainda assim, ambos

os conjuntos fuzzy são utilizados na avaliação de opções, e algumas opções de modelagem podem ser comparadas.

O tratamento e a derivação do desvio padrão utilizado nos modelos é diferente; (Zmeskal, 2001) usa uma fuzificação do mesmo, usando a volatilidade implícita ou volatilidade histórica (na verdade, não é indicado que, só que a medida de volatilidade é fuzzy). O modelo prevê que no VORF a incerteza de mercado é capturada pelas opiniões dos especialistas e originalmente fuzzy seja encontrada nas previsões de fluxo de caixa fuzzy, decorrentes da volatilidade dos mesmos.

Isto é, (Zmeskal, 2001) o modelo se baseia em dados do passado, e o modelo VORF é baseado sobre dados do futuro. A utilização dos modelos é diferente, a avaliação do capital da companhia e a avaliação de um investimento de futuro, daí a diferença de medidas de volatilidade que só pode refletir as diferentes realidades das duas situações.

Zmeskal (2001) substitui o movimento geométrico Browniano (MGB) utilizado na fórmula de Black-Scholes original (e no modelo VORF) por uma metodologia fuzzy-estocástica para incluir a incerteza na avaliação de mercado. A metodologia fuzzy-estocástica permite o uso de variáveis fuzzy também na modelagem dos mercados, isto pode melhorar a utilização e a credibilidade do modelo.

O modelo VORF usa duas variáveis fuzzy e deriva a volatilidade internamente, enquanto em (Zmeskal, 2001) o modelo tem todas as variáveis fuzzy. Os modelos são diferentes, e sem teste empírico, não é possível extrair conclusões definitivas sobre as suas capacidades de avaliação. Quanto mais para frente na procura da abordagem do modelo VORF que parece capturar melhor a incerteza de giga-investimento, enquanto que os métodos utilizados na (Zmeskal, 2001) mais devem ser apropriados a avaliação da companhia de capital como uma opção. Aplicando um método fuzzy-estocástico para melhorar o VIRF é uma oportunidade interessante de continuidade de pesquisa desta dissertação.

O modelo VORF é apresentado, juntamente com um exemplo numérico, em (Collan, Carlsson, e Majlender, 2003), e baseia-se em trabalhos anteriores desenvolvidos em, por exemplo, (Carlsson e Fuller, 2000) e (Carlsson, Fuller, e Majlender, 2001). O modelo VORF pode ser utilizado em conjunto com o VPL fuzzy

para auxiliar na real tomada de decisão de investimento. Permite a utilização do fluxo de caixa fuzzy mesmo em estimativas que são usadas para o cálculo do VPL fuzzy e fornece uma abordagem prospectiva para o cálculo do desvio padrão utilizada na avaliação da opção real. O modelo traz suporte VORF mais realista para giga-investimento que a opção de avaliação de métodos tradicionalmente não-fuzzy, porque há menos necessidade de fazer suposições simplistas sobre a incerteza dos valores das variáveis.

2.9. Um Novo Modelo de Avaliação de Giga-Investimentos

Concluiu-se no item 2.1.4. que na concepção de modelos e métodos para avaliar giga-investimento, é importante levar em consideração a avaliação de questões decorrentes das características do giga-investimento e de seu ciclo de vida. Podemos afirmar também que, se é possível ter em consideração adicional também giga-investimentos industriais reais (GIIR) características das questões de avaliação, que não as do giga-investimento, mas são relevantes para alguns GIIR, é positivo para o aplicabilidade e precisão dos modelos de avaliação do giga-investimento.

A partir das características do giga-investimento e que um modelo projetado para avaliação de giga-investimento deve se levar em consideração, como discutido em 2.2.1, 2.1.2 e 2.1.3, podendo levar em consideração:

- i) Valor do dinheiro no tempo (depreciação);
- ii) A falta de precisão na estimativa da variável (lógica fuzzy);
- iii) Valor da flexibilidade gerencial;
- iv) Efeito do tempo de construir sobre o valor do dinheiro no tempo (depreciação);
- v) Potencial de alta e de baixa do valor do giga-investimento

A partir do ciclo de vida do giga-investimento é que se pode olhar a avaliação do giga-investimento (análise de rentabilidade) em três fases, planejamento, construção, operação. Cada uma destas fases é diferente, como observado em 2.1.4. Exigindo diferentes tipos de avaliação para refletir a realidade (o estágio do ciclo de vida do giga-investimento).

- i) Na fase operacional, o custo do giga-investimento é historicamente certo, o valor do dinheiro no tempo, e falta de precisão na estimativa da variável para a construção do fluxo de caixa livre do valor do giga-investimento e estimativa de incerteza (fuzzy). O valor da operação de gestão e opções de flexibilidade nos investimentos, por exemplo, para alternar entradas / saídas, opções de expansão, e a opção de abandono, podem ser avaliados separadamente (avaliação da opção real fuzzy), e o valor agregado, e atualizado com as estimativas de fluxo de caixa com a mudança. Não há valor da opção de esperar para investir, e não há potencial a partir do momento da construção.
- ii) Na fase de construção, quando a decisão de investimento do giga-investimento foi tomada, o custo do investimento pode ser visto como fixo de alto grau, no entanto, o valor do investimento giga-incerto (fuzzy). O valor da flexibilidade gerencial operacional, dentro do investimento, pode ser avaliada separadamente, isto é, avaliação da opção real fuzzy, e o seu valor acrescentado e atualizado com o as estimativas de fluxo de caixa e sua mudanças. Não existe um valor de opção de espera para investir, no entanto, ainda há potencial, negativo ou positivo, pois durante o tempo de construção os estados da natureza podem mudar, alterando o valor do investimento.
- iii) Antes da decisão de investimento do giga-investimento ser feita, todo giga-investimento pode ser visto como uma opção. Isto significa que a opção de giga-investimento, é a opção para iniciar a fase de construção do giga-investimento. O custo do investimento é incerto e o valor do giga-investimento também é. O potencial durante o tempo necessário para construir precisa ser levado em consideração. Com base nas três características do giga-investimento, e as questões de avaliação daí resultantes, o estágio do ciclo de vida dos giga-investimento, apresentada em 2.1.4., a discussão acima, também são levada em consideração,

- i) diferentes taxas de desconto para os fluxos de caixa livre e custos iniciais
- ii) diferente desvio padrão para os fluxos de caixa livre e custos iniciais

Propõe-se a definição do modelo de avaliação dos giga-investimento como,

Valor de Investimento Real Fuzzy (VIRF) é calculado como:

$$VIRF_t = R\eta E(R) * \sigma_R * (t + t_C) - C\eta E(C) * \sigma_{C*t} \quad [11]$$

Onde,

$$R = \sum_{i=0}^L \frac{1}{(1+r_{Ri})^i} * R_i \quad \text{Valor presente fuzzy dos FCL fuzzy do projeto}$$

$$C = \sum_{i=0}^L \frac{1}{(1+r_{Ci})^i} * C_i \quad \text{Valor presente fuzzy dos custos iniciais do projeto}$$

O modelo VIRF não vai tomar uma posição sobre a forma como o FCL e CI são previstos, diferentes métodos de previsão são apresentados em 2.2.1. Sugere-se a utilização da previsão de julgamento para a estimativa de fluxos de caixa, a mesma sugestão se aplica ao modelo VIRF. O modelo permite a utilização de *estimativas de fluxo de caixa imprecisas*, discutida em 2.4. e sugere o uso de números fuzzy, apresentadas no ponto 2.4.1., por FCL e CI. Sugere-se ainda o uso de números fuzzy trapezoidais, definidos no ponto 2.4.1., porque eles simplificam os cálculos. O cálculo da valor atual é apresentado no ponto 2.2.1., com referências a trabalhos sobre a cálculo do valor presente fuzzy.

r_{ri} = taxa de desconto específico para cada fluxo de caixa livre do projeto (número *clássico*)

r_{Ci} = taxa de desconto específico para cada fluxo de custo inicial (número *clássico*)

A taxa de desconto é determinada separadamente para cada FCL e para o fluxo de custo CI. Utilizando a série separada de taxas de desconto para FCL e fluxos de custo CI são diferentes na prática do uso comum de uma única série de taxas de desconto para o investimento como um todo, como é feito, por exemplo, no valor presente líquido (VPL) e Black-Scholes para avaliação métodos de opções reais (VOR), apresentado em 2.2.1. e 2.3. Na prática, pode ser muito difícil estimar a série de taxas de desconto separadas, e pode ser prático usar apenas duas taxas de desconto, uma para FCL e outra para todos os fluxos de custo CI. Análogo o funcionamento prático para VPL e métodos

baseados em VOR Black-Scholes com a utilização de uma única taxa de desconto. Determinação das taxas de desconto é pouco discutido em 2.1. Fuzzy e números *clássicos* podem ser usados em conjunto, as taxas de desconto a serem utilizadas no modelo proposto podem ser *clássicos* para simplificar o cálculo, porém, é possível utilizar também as taxas de desconto fuzzy, por exemplo, (Kuchta, 2000).

$E(R)$ e $E(C)$ = Média probabilística (esperada) para valor de R e C (R e C fuzzy)

Cálculo da média de probabilidade esperada para valor de números fuzzy é desenvolvido em (Carlsson e Fuller, 2001a). Para números fuzzy trapezoidais, sugere-se usar no modelo, o valor médio probabilístico que é definido como,

$$E(A) = \frac{a+b}{2} + \frac{\beta-\alpha}{6} \quad [12]$$

Se A é um número fuzzy trapezoidal, $A = (a,b,\alpha,\beta)$.

Fórmulas

$$\sigma_R = \frac{\sqrt{\text{var}_{F(R_i)}}}{E(R_i)} \quad \text{Desvio padrão probabilístico de receitas fuzzy (FCL) em \% (clássico)}$$

$$\sigma_C = \frac{\sqrt{\text{var}_{F(C_i)}}}{E(C_i)} \quad \text{Desvio padrão probabilístico de custos iniciais fuzzy (CI) em \% (clássico)}$$

O desvio padrão é calculado separadamente para R e C, a partir da CI e de fluxos de caixa livre FCL e representados em percentagem. A determinação da variância probabilística e o desvio padrão de números fuzzy são desenvolvidos em (Carlsson e Fuller, 2001a). Para números fuzzy trapezoidais a variação de probabilidade (de um número fuzzy trapezoidal A) é definida como:

$$\sigma^2(A) = \frac{(b-a)^2}{4} + \frac{(b-a)(\alpha+\beta)}{6} + \frac{(\alpha+\beta)^2}{24} \quad [13]$$

O desvio padrão de probabilidade de A é a raiz quadrada da variância de probabilidade. O desvio padrão de probabilidade (de um número fuzzy trapezoidal A), em percentagem, apresentou-se, por exemplo, em (Carlsson e Fuller, 2000), é definido como:

$$\sigma(A) = \sqrt{\frac{\sigma^2(A) = \frac{(b-a)^2}{4} + \frac{(b-a)(\alpha+\beta)}{6} + \frac{(\alpha+\beta)^2}{24}}{E(A)}} \quad [14]$$

Na prática, pode ser difícil determinar um desvio padrão utilizável para o investimento partindo dos desvios padrão de cada FCL e CI. Faz sentido em muitos casos substituir o cálculo do desvio padrão de cada desvio padrão individual, calculando o desvio padrão a partir de agregados, R e C (valores atuais de R e C). Ao calcular o desvio padrão dos fluxos de caixa agregados simplifica-se os cálculos, mas deve-se aceitar o fato de que, em alguns casos, o desvio padrão agregado pode diferir de um dos desvios-padrão calculados a partir de desvios-padrão de fluxos de caixa individuais.

Desvios padrão separados são calculados para as receitas e o investimento inicial. Isso é diferente de, por exemplo, métodos Black-Scholes baseados em VOR, onde um desvio padrão é usado para o investimento como um todo. Os desvios padrão para FCL e os fluxos de custo CI podem ser significativamente diferentes, porque o FCL e os fluxos de custo CI são regidos por diferentes mercados. Não é plausível de se esperar que desvios padrão para diferentes mercados sejam diferentes.

O desvio padrão probabilístico de custo e receitas são calculados a partir das estimativas de fluxo de caixa fuzzy fazer para estimativas da volatilidade de uma variável internamente determinável no modelo, por exemplo, (Carlsson e Fuller, 2001a). Embora quase nunca seja mencionado, é prática comum com modelos de simulação de avaliação de opção para determinar volatilidade estocástica internamente, por exemplo, (Fouque, Papanicolau, e Sirkar, 1999) e (Fouque Tullie, 2002). Isso é diferente do cálculo do desvio padrão utilizado, por exemplo, na fórmula de Black-Scholes original. O enfoque olha para o futuro, porque o desvio padrão é calculado a partir da estimativa de fluxos de caixa futuros. O modelo VIRF não requer o uso de um determinado modelo de mercado para a geração das estimativas de fluxo de caixa

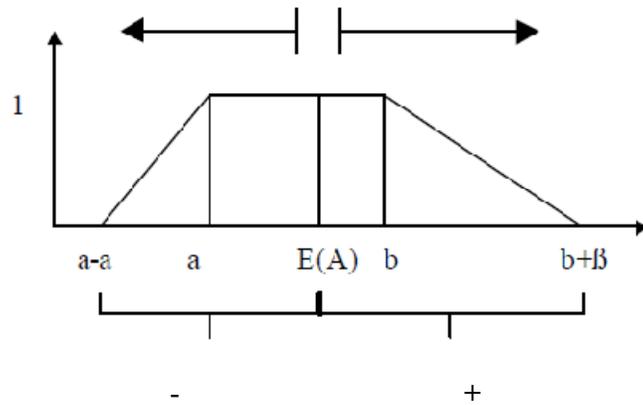
futuro, este significa que o modelo de mercado que melhor se ajuste pode ser selecionado (diferente de, por exemplo, o modelo Black-Scholes). Propõem-se o uso de previsão de julgamento para um giga-investimento, por causa de uma série de razões (ver 4.2.1.). O desvio padrão calculado a partir da previsão de julgamento de fluxos de caixa futuros levará em consideração o conhecimento dos especialistas sobre a incerteza e a complexidade intrínsecas ao giga-investimento. Nota-se que esta é uma vantagem em relação aos modelos que estão limitados a um mercado com único modelo que faz da VIRF uma ferramenta mais adequada para um giga-investimento.

$$\eta = \begin{cases} - & \text{quando } A(V) < E(A) \\ + & \text{quando } A(V) \geq E(A) \end{cases} \quad \text{Operador heurístico para adição de potencial (incerteza)}$$

Um novo operador heurístico é introduzido. O operador utiliza heurísticamente duas operações algébricas com números fuzzy: a operação usada para valores de um número fuzzy A menor que média probabilística de A , $A(V) < E(A)$, é a subtração, e para o $A(V) > E(A)$, adição. A figura 4-2 é uma ilustração gráfica do operador heurístico. O operador heurístico faz operações em um único número, ou seja, não adiciona dois números no senso comum. O operador acrescenta informações ao número para o qual as operações são feitas, as informações trazidas pelo número “agregado” é distribuído em torno da média de probabilidade do número original. Isso é diferente do efeito do operador de adição fuzzy.

A utilização de números *clássicos* em estimativas de previsão de fluxos de caixa futuros é uma simplificação da complexidade das incertezas quanto ao futuro, utilizando também números fuzzy (trapezoidais) simplifica-se a realidade, porém, em menor extensão. Introduzindo-se mudanças na incerteza ou a exatidão da percepção de estimativas de fluxos de caixa futuro apresentadas como números fuzzy (trapezoidais) não é simples e requer mais estudos. O operador heurístico é um suporte para os métodos que, no futuro serão capazes de tratar de forma consistente mudanças na incerteza e complexidade das estimativas de fluxos de caixa futuros.

O operador causa uma descontinuidade inoportuna no resultado do número fuzzy. Isto pode ser provável de que este problema possa ser resolvido descontinuidade no futuro com operadores aritméticos fuzzy.



Operador usado para valores $< E(A)$

Operador usado para valores $> E(A)$

Figura 5. Ilustração gráfica de como funciona o operador heurístico. O potencial (ou agregados de incerteza) é distribuído em torno do valor da média probabilística $E(A)$ estendendo-se ao número fuzzy.

t = tempo de quando a possibilidade de investir está disponível (tempo de espera) (número clássico)

T_C = Tempo para o início do fluxo de receitas após a entrada no projeto (tempo de construção) (número clássico)

O tempo que a possibilidade de investir está disponível é anterior o da decisão de investimento ser feita e o gestor tem a possibilidade de esperar para investir. Durante a espera, o gestor pode aprender e adquirir novas informações sobre o investimento, por exemplo, ver em que direção os mercados de produtos estão evoluindo, se para o sentido negativo ou positivo, potencial de alta e de baixa. O potencial é gerado durante o tempo que a possibilidade de investir esteja disponível. O modelo sugere a utilização de uma estimativa clássica pela simplicidade. Discutiu-se o valor da possibilidade de esperar para investir (adiar o investimento) em 2.3.

Tempo de construção é o tempo que leva para o investimento para ser construído. Em 2.1. discutiu-se os longos períodos de construção dos GIIR. O potencial é gerado durante o período que o investimento está sendo construído. Sugere-se a utilização de uma estimativa *clássica* para a simplicidade.

Potencial para o investimento proposto pode ser calculado multiplicando o valor presente esperado dos FCL e do CI para o investimento com o desvio padrão do FCL e do CI com o tempo que o potencial é gerado. O potencial gerado pelos (mercados), para o FCL é calculado como $E(R) * \sigma_R * (t+t_c)$ e o potencial gerado pelos (mercados) para o CI é calculado como $E(C) * \sigma_C * (t)$.

O modelo propõe o cálculo separado dos potenciais causados pelos mercados para o FCL, por exemplo, a saída de produtos dos mercados para os mercados e daí para o CI, por exemplo, custos de construção. Isso ocorre por que:

- i) A quantidade de potencial causado pelo (mercado) no FCL e no CI é diferente. O potencial causado pelo FCL e do CI (dos mercados) é diferente, porque, como discutido acima, o desvio padrão do FCL e os fluxos de caixa de CI é freqüentemente diferente. Parece que para grandes investimentos industriais reais a incerteza face aos fluxos de caixa CI é muito menor do que a incerteza face dos FCL, ou seja, os potenciais causados pelo FCL (mercados) é maior devido ao maior desvio padrão estimado do FCL.
- ii) O tempo para que o potencial seja gerado pelos (mercados) em FCL e nos CI não é simétrico. A geração do potencial durante o tempo de espera e durante o tempo de construção não é simétrica. Durante o tempo da possibilidade de investir esteja disponível, o potencial é gerado por ambos, (mercados) para o FCL e os fluxos de caixa CI, uma vez que os mercados podem evoluir de forma positiva ou negativa, causando potenciais positivos e negativos. Durante o tempo de construção, após a decisão de investimento ser feita, o modelo assume que os fluxos de caixa CI são contratados e fixos, por exemplo, paga-se antecipadamente, e não são mais dependentes dos mercados para os fluxos de caixa CI (a incerteza remanescente está incluída na estimativa de fluxo de caixa fuzzy). De acordo com o modelo os mercados de fluxo de caixa CI não geram potenciais durante o tempo de

construção. O potencial ainda é gerado durante o tempo de construção por parte dos mercados para o FCL, porque a produção não começou e não sabemos exatamente o preço de mercado, ou a evolução dos preços de mercado até o momento que a produção é iniciada.

VPL ou VPL fuzzy não levam em consideração o potencial. A proposta de cálculo do potencial difere da cada potencial (valor da flexibilidade gerencial para esperar; possibilidade de adiar o investimento) é calculado com o valor da opção real, utilizando a fórmula Black-Scholes:

i) Potencial de alta e de baixa (a possibilidade de que o mercado evolua pode ser positiva ou negativa), ambos estão incluídos na avaliação da opção real, com base em modelos de avaliação de opção onde se pressupõe que o valor do potencial é sempre pelo menos zero. O modelo de avaliação fuzzy de investimento real (VIRF) considera também a possibilidade de uma diminuição no (valor do giga-investimento) (potencial negativo) durante o tempo e a possibilidade de investir são disponíveis. O modelo VIRF leva em consideração que o valor do giga-investimento pode diminuir durante o tempo de espera, e o custo de investimento inicial pode aumentar, simultaneamente, causando uma variação negativa na rentabilidade do investimento e, portanto, capta também o potencial negativo. O modelo é baseado em princípio, que o potencial positivo e negativo são mostrados ao gestor, que fará então a decisão. Os potenciais positivo e o negativo é importante, quando não há tempo para esperar e durante o tempo de construção.

ii) O potencial gerado pelos (mercados), de FCL e os (mercados) os fluxos de caixa CI são calculados separadamente. A avaliação da opção real usa o mesmo desvio padrão único para o FCL e os fluxos de caixa CI, ou seja, eles são assumidos para o mesmo mercado.

iii) Se não houver tempo para esperar, mas há um tempo de construção, o modelo de avaliação fuzzy de investimento real (VIRF) propõe que algum potencial (de FCL) ainda exista. A avaliação de opções reais, ou a avaliação da opção real fuzzy (VORF) apresentado em 4.2.1., não reconhece os

potenciais causados pelo tempo de construção. Se não há tempo para esperar e nenhum tempo de construção os resultados do modelo de avaliação fuzzy de investimento real propõe que algum potencial (do FCL) ainda exista. A avaliação da opção real ou avaliação da opção real fuzzy presente em 4.2.1 não reconhecem o potencial causado pelo tempo de construção. Caso não haja tempo de espera nem tempo de construção então os resultados tanto do modelo de avaliação de investimento real fuzzy quanto os do modelo de avaliação de opção real fuzzy convergem para um VPL fuzzy.

Além disso, se não houver a captura da incerteza nos fluxos de caixa previstos, o VIRF e VORF convergem para um VPL, comumente usado, e com números *clássicos* (valores esperados), a avaliação pelo método Black-Scholes de avaliação de opções reais recai diretamente num VPL quando não houver tempo de espera.

iv) Caso não haja incerteza na previsão na estimativa de fluxos de caixa, não existe potencial (o valor da possibilidade de adiar um investimento em diferentes combinações de reversibilidade e de segurança são apresentados na tabela 2-2.). Isto é causado pelo fato de que o modelo propõe o cálculo do desvio padrão utilizado a partir das estimativas de fluxo de caixa fuzzy que inclui a incerteza dos fluxos de caixa. A avaliação da opção real vulgarmente utiliza métodos para a estimativa do desvio padrão que não levam em consideração a percepção da incerteza dos fluxos de caixa futuros, mas sim baseado na espera. Os valores das estimativas de fluxo de caixa. A avaliação opção fuzzy real, modelo apresentado no ponto 4.2.1., usa a mesma abordagem que o modelo de avaliação de investimento real fuzzy. Caso o modelo de avaliação de investimentos reais fuzzy por algum motivo, seja usado com números *clássicos*, então o desvio padrão deve ser calculado usando outro método sugerido.

v) O modelo de avaliação fuzzy real de investimento não está vinculado a um único modelo de mercado. O desvio padrão utilizado no modelo é derivado das estimativas de fluxo de caixa, a seleção do modelo de mercado que é usado para prever os futuros fluxos de caixa. O modelo Black-Scholes de precificação de opções usa um modelo de mercado único. O cálculo do

potencial é afetado para a seleção do modelo de mercado utilizado, por exemplo, nos casos em que os mercados podem ser dirigidos por grandes atores (alguns grandes investimentos industriais reais investimentos, como discutido em 2.1.), sendo capaz de selecionar um modelo de mercado adequado pode gerar problemas de credibilidade.

O modelo VIRF acrescenta o potencial do FCL para o valor presente dos FCL a partir do projeto (receitas) e do potencial do CI para o valor presente do CI do projeto (custos) com o operador heurístico η . Caso o modelo seja utilizado como proposto, o potencial é dado como um número *clássico*. Posteriormente o potencial do FCL é adicionado ao valor presente das receitas e o potencial de CI é adicionado ao valor presente dos custos. O custo com potencial é deduzido da receita com potencial para atingir o valor de investimento real fuzzy (valor VIRF). O resultado do VIRF é o intervalo de resultados possíveis a partir do valor previsto do giga-investimento que inclui a incerteza dos fluxos de caixa e os resultados positivo e potencial negativo gerado pelo tempo de espera e pelo tempo de construção. O VPL é um método simplificado para avaliar o valor dos investimentos, a avaliação de opções reais para flexibilidade gerencial (potenciais) e com números fuzzy estima-se captar as complexidades e incertezas do futuro, são esforços para levar a avaliação mais próxima da realidade. O modelo de avaliação de investimento real fuzzy é um esforço para trazer a avaliação dos giga-investimentos ainda mais perto da realidade, mais inclusive na avaliação do efeito de algumas características especiais desses investimentos.

2.10. Um resumo sobre a Vale

A Vale, outrora chamada Companhia Vale do Rio Doce, foi criada pelo governo brasileiro em 1942. Em 1997, tornou-se uma companhia privada apostando na diversificação de seu portfólio de produtos. Hoje, a companhia é global, com sede no Brasil e mais de 100 mil pessoas trabalhando nos cinco continentes.

2.10.1. Panorama Geral dos Negócios

A Vale é uma das maiores produtoras mundiais de minério de ferro e pelotas e o segundo maior produtor global de níquel. Um dos maiores produtores mundiais de manganês, ferro ligas, bauxita, alumina e caulim. Também produzindo alumínio, cobre, carvão, potássio, metais do grupo da platina (PGMs) e outros produtos. Para sustentar essa estratégia de crescimento, a companhia participa ativamente da exploração mineral em 21 países no mundo inteiro.

Opera um grande sistema de logística no Brasil, incluindo ferrovias, terminais e um porto marítimo, integrados às operações de mineração. Além disso, está construindo um portfólio de frete marítimo para transporte de minério de ferro. Diretamente e por intermédio de afiliadas e de *joint ventures*, tem importantes investimentos no setor energético e do aço.

A figura 6 a seguir apresenta a composição e a descrição da receita operacional de cada uma das principais linhas de negócio.

Demonstração do resultado de 2009

	Exercício findo em 31 de dezembro				
	2005	2006	2007	2008	2009
	(US\$ milhões)				
Receita operacional líquida.....	12.792	19.651	32.242	37.426	23.311
Custo de produtos e serviços.....	(6.229)	(10.147)	(16.463)	(17.641)	(13.621)
Despesas gerais administrativas e de vendas.....	(583)	(816)	(1.245)	(1.748)	(1.130)
Pesquisa e desenvolvimento.....	(277)	(481)	(733)	(1.085)	(981)
Perda com a recuperabilidade de ágio.....	-	-	-	(950)	-
Outras despesas.....	(271)	(570)	(607)	(1.254)	(1.522)
Receita operacional.....	5.432	7.637	13.194	14.748	6.057
Lucro não operacional (despesas)					
Receitas financeiras (despesas).....	(437)	(1.011)	(1.291)	(1.975)	351
Ganhos cambial e financeiros líquidos.....	299	529	2.553	364	675
Lucro sobre venda de investimento.....	126	674	777	80	40
Subtotal.....	(12)	192	2.039	(1.531)	1.066
Lucros antes de impostos e resultados do patrimônio líquido.....	5.420	7.829	15.233	13.217	7.123
Imposto de renda (despesa).....	(880)	(1.432)	(3.201)	(535)	(2.100)
Patrimônio nos resultados de afiliadas e <i>joint ventures</i> e mudança nas provisões de lucros em participações acionárias.....	760	710	595	794	433
Lucro líquido.....	5.300	7.107	12.627	13.476	5.456
Resultado líquido distribuído a acionistas não controladores.....	(459)	(579)	(802)	(258)	(107)
Resultado líquido distribuído a acionistas da empresa.....	4.841	6.528	11.825	13.218	5.349
Total pago aos acionistas (1).....	1.300	1.300	1.875	2.850	2.724

(1) Refere-se ao total pago aos acionistas, classificado como dividendos ou juros sobre o capital próprio e aos dividendos, durante o período.

Figura 6 – Demonstração do resultado de 2009 (BRGAAP)

Minerais Ferrosos

- *Minério de ferro e pelotas.* A Vale opera três sistemas no Brasil para a produção e distribuição de minério de ferro. Os sistemas Norte e Sudeste estão plenamente integrados e consistem de minas, ferrovias, terminais marítimos e instalações portuárias. O Sistema Sul consiste de três complexos de mineração e dois terminais marítimos. No Brasil, operam 10 plantas de pelotização. Também possui participação de 50% em uma *joint venture* que possui três usinas integradas de pelotização no Brasil e uma participação de 25% em uma companhia plotizadora na China.
- *Manganês e ferro ligas.* Realiza operações de manganês por meio de subsidiárias no Brasil e produz vários tipos de ferro ligas de manganês por intermédio das subsidiárias no Brasil, na França e na Noruega.

Minerais não-ferrosos

- *Níquel.* As principais operações de processamento e de minas de níquel são realizadas pela subsidiária integral Vale Inco Limited (Vale Inco), que possui operações de mineração no Canadá, na Indonésia e em Nova Caledônia. É proprietária de refinarias de níquel no Reino Unido, no Japão, em Taiwan, na Coreia do Sul e na China, a qual também possui operação.
- *Alumínio.* Realiza operações de mineração de bauxita, refino de alumina e fundição de alumínio. No Brasil, é proprietária de uma mina de bauxita, uma refinaria de alumina e uma refinaria de alumínio. Tem uma participação de 40% na Mineração Rio do Norte S.A. (MRN), produtora de bauxita, com operações também localizadas no Brasil.
- *Cobre.* No Brasil, produz concentrados de cobre em Sossego, Carajás, no estado do Pará. No Canadá, produz concentrado de cobre, anodo e catodo associado às operações de exploração de níquel, em Sudbury e em Voisey Bay.
- *Nutrientes fertilizantes.* É o único produtor de potássio no Brasil, com operações em Rosário do Catete, no estado de Sergipe. Possui um programa de expansão das operações de fertilizantes nutrientes, por meio de aquisições e crescimento orgânico.

- *PGM (metais do grupo da platina)*. Produz PGMs como subprodutos de operações de mineração e processamento de níquel no Canadá. Os PGMs estão concentrados nas instalações de Port Colborne, Ontário (Canadá) e são refinados em Acton, Inglaterra.
 - *Outros metais preciosos*. Produz ouro e prata como subprodutos de operações de mineração e processamento de níquel no Canadá. Alguns desses metais preciosos são aperfeiçoados nas instalações de Port Colborne, Ontário e refinados por terceiros no Canadá.
 - *Outros minerais não ferrosos*. É um dos maiores produtores mundiais de caulim para revestimento utilizado na indústria de papel. Produz cobalto como subproduto das operações de mineração e processamento no Canadá, refinado em Port Colborne.
-
- **Carvão:** Produz carvão metalúrgico e térmico por intermédio da Vale Australia Holdings (Vale Austrália), que opera ativos de carvão na Austrália por intermédio de subsidiárias próprias e joint ventures não constituídas. Por intermédio da subsidiária Vale Carvão Colombia Ltd. Sucursal Colombia (Vale Colombia) produz carvão térmico no departamento Cesar, Colombia. Possui interesses minoritários em produção de coque e operações de carvão na China.
-
- **Serviços de logística:** São líderes no fornecimento de serviços de logística no Brasil, com ferrovias e operações portuárias. Dois dos três sistemas de minério de ferro incorporam uma rede ferroviária integrada a um porto e a terminais automatizados, que fornecem transporte ferroviário para produtos de mineração, carga geral e passageiros, armazenamento nos terminais, serviços de carregamento de navios para operações de mineração e para terceiros. Realiza o transporte marítimo de graneis a seco e presta serviços de rebocadores. Possui e freta navios para transporte de minério de ferro vendido para clientes em base custo e frete (CFR). Os serviços de rebocadores fornecem um serviço eficiente e seguro de reboque em terminais marítimos no Brasil. Também possui 31,3% de participação na Log-In Logística Intermodal S.A., (Log-In), que presta serviços

de logística intermodal no Brasil, na Argentina e no Uruguai e participação de 41,5% na Logística S.A. (MRS), que transporta produtos de minério de ferro das minas do Sistema Sul aos terminais marítimos de Ilha Guaíba e Itaguaí, no Estado do Rio de Janeiro.

Estratégia de negócios

A missão da Vale é transformar recursos minerais em riqueza e desenvolvimento sustentável. A visão da companhia é ser a maior empresa de mineração do mundo e superar os padrões consagrados de excelência em pesquisa, desenvolvimento, implantação de projetos e operação dos negócios. Querem aumentar a diversificação geográfica e de produtos e capacidade logística. O minério de ferro e o níquel continuarão a ser os principais negócios, enquanto aumentam a capacidade de produção de cobre, carvão e nutrientes de fertilizantes. Para aumentar a competitividade, continuarão a investir em ferrovias, terminais portuários, portfólio de frete marítimo e na capacidade de geração de energia. Continua buscar oportunidades de fazer aquisições estratégicas, mantendo foco na gestão de capital disciplinada, a fim de aumentar o retorno sobre o capital investido e retorno total aos acionistas.

Investimentos

A Vale informou em 19 de outubro de 2009 que o seu conselho de administração aprovou o orçamento de investimentos de 2010, que compreende dispêndios de US\$ 12,9 bilhões dedicados à sustentação das operações existentes e à promoção de crescimento através de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e execução de projetos. O orçamento de investimentos para 2010 representa aumento de 29,3%, em relação aos US\$ 10 bilhões investidos nos últimos doze meses terminados em 30 de junho de 2009. O plano de investimentos continua refletindo o foco em crescimento orgânico como prioridade da estratégia de crescimento: 76,6% do orçamento está alocado para financiar P&D, projetos *greenfield* e *brownfield*, contra uma média de 71,1% nos últimos cinco anos.

Com os ativos existentes e os que entrarão em operação futuramente, espera-se que a produção continue crescendo em ritmo acelerado. O índice de produção, que inclui a performance operacional de todos minerais e metais produzidos pela Vale, está previsto crescer a uma taxa média anual de 12,6% no período de 2010-2014, superior ao já elevado ritmo de 11,2% por ano para o período de 2003-2008.

Tabela 4 – Orçamento de investimentos – Vale, 2010

Orçamento de Investimentos - US\$ milhões		
<i>Por categoria</i>	<i>2010</i>	<i>%</i>
Crescimento orgânico	9.876	76,6%
Projetos	8.647	67,1%
P&D	1.228	9,5%
Sustentação das operações	3.019	23,4%
<i>Total</i>	<i>12.894</i>	<i>100,0%</i>
Por área de negócio	2010	%
Minerais ferrosos	3.863	30,0%
Minerais	4.075	31,6%
Logística	2.654	20,6%
Carvão	892	6,9%
Energia	834	6,5%
Siderurgia	343	2,7%
Outros	235	1,8%
<i>Total</i>	<i>12.894</i>	<i>100,0%</i>

Tabela 5 - Descrição dos principais projetos da Vale

Área	Projeto	Orçamento		Status
		US\$ milhões		
		2010	Total	
Ferrosos	Carajás - Adicional 30 Mtpa	480	2.478	Este projeto adicionará 30 Mtpa à capacidade atual. O projeto compreende investimentos na instalação de uma nova planta composta por nova usina de britagem primária, unidades de beneficiamento e classificação e investimentos significativos em logística. Previsão de start-up para 1S12, dependendo da concessão de licenças ambientais
	Carajás - Adicional 10 Mtpa	90	290	Este projeto adicionará 10 Mtpa de minério de ferro à capacidade atual e envolve investimentos para repotenciamento de uma planta à seco e aquisição de uma nova planta. Previsão de start-up para 1S10.
	Carajás Serra Sul - (mina S11D)	1.126	11.297	Localizado na serra sul de Carajás, no estado do Pará, este projeto terá a capacidade produção de 90 Mtpa. A conclusão prevista para 2S13, sujeita à obtenção das licenças ambientais. O projeto ainda está sujeito à aprovação do Conselho de Administração.
	Apolo	38	2.509	Projeto no Sistema Sudeste, com capacidade de produção de 24 Mtpa de minério de ferro. Start-up previsto para 1S14. O projeto está sujeito à aprovação do Conselho de Administração.
	Conceição Itabiritos	184	1.170	Projeto do Sistema Sudeste que adicionará 12 Mtpa de minério de ferro à capacidade atual. Compreende investimentos numa nova planta de concentração, que receberá ROM da mina de Conceição. Previsão de start-up para 2S12. O projeto está sujeito à aprovação do Conselho de Administração.
	Vargem Grande Itabiritos	79	975	Projeto do Sistema Sudeste que adicionará 10 Mtpa de minério de ferro à capacidade atual. Compreende investimentos numa nova planta de beneficiamento, que receberá minério de baixo teor das minas de Aboboras. Previsão de start-up para 2S12. O projeto está sujeito à aprovação do Conselho de Administração.
	Tubarão VIII	122	636	Planta de pelotização a ser construída no complexo de Tubarão, no estado do Espírito Santo, com capacidade de produção de 7,5 Mtpa. Previsão de start-up para 2S12.
	Omã	484	1.356	Projeto de construção de uma usina de pelotização no distrito industrial de Sohar, Omã, Oriente Médio, para a produção de 9 Mtpa de pelotas de redução direta e centro de distribuição com capacidade de movimentação de 40 Mtpa. O início de operação está previsto para 2S10
	Teluk Rubiah	98	900	Projeto que compreende a construção de terminal marítimo que receberá navios de 400.000 dwt e centro de distribuição com capacidade de movimentação de até 30 Mtpa de minério de ferro em sua primeira fase, com possibilidade de expansão para até 90 Mtpa no futuro. O start-up está previsto para o 1S13. O projeto está sujeito à aprovação do Conselho de Administração.
Não-ferrosos	Onça Puma	510	2.297	Projeto com capacidade nominal de produção de 58.000 tpa de níquel contido em ferro-níquel, seu produto final. Previsão de start-up para 2S10.
	Totten	146	362	Mina em Sudbury, Canadá, que visa produzir 8.200 tpa de níquel, além de cobre e metais preciosos como subprodutos. O projeto está sendo implantado e a conclusão está prevista para 1S11.
	Long-Harbour	441	2.821	Planta de processamento de níquel na província de Newfoundland and Labrador, Canadá, para produzir 50.000 toneladas métricas de níquel refinado por ano, e até 5.000 toneladas métricas de cobre e 2.500 toneladas métricas de cobalto, utilizando o minério da mina Ovoid no complexo de Voisey's Bay. O start-up está programado para 1S13.
	Salobo	600	1.152	O projeto terá capacidade de produção anual de 127.000 toneladas métricas de cobre contido em concentrado. Implantação em andamento, com obras civis iniciadas. Conclusão prevista para 2S11.
	Salobo expansão (Salobo II)	66	855	O projeto ampliará a capacidade de produção anual da mina de Salobo de 127.000 para 254.000 toneladas métricas de cobre contido em concentrado. Conclusão estimada para

			2S13.	
	Tres Valles	27	102	Localizado na região de Coquimbo, no Chile, tem capacidade de produção de 18.000 tpa de cobre catodo. Conclusão prevista para 1S10.
	Konkola North	50	145	Mina à céu aberto, localizada no cinturão do cobre na Zâmbia, com capacidade nominal de produção estimada em 44.000 tpa de cobre contido em concentrado. Este projeto é parte de uma parceria 50/50 com a ARM na África. A conclusão está prevista para 2013. Este projeto está sujeito à aprovação do Conselho de Administração.
	Bayóvar	219	479	Mina à céu aberto no Peru com capacidade nominal de 3,9 Mtpa de concentrado fosfórico. Projeto em implantação com previsão de conclusão para 2S10.
	Rio Colorado	304	4.118	O projeto compreende o desenvolvimento de uma mina com capacidade nominal inicial de 2,4 Mtpa de potássio – KCl, com potencial de expansão para 4,35 Mtpa, construção de ramal ferroviário de 350 km, instalação portuária e termoeletrica. A previsão de start-up é para 2S13. Este projeto está sujeito à aprovação do Conselho de Administração.
	CAP	60	2.200	A nova refinaria de alumina será localizada em Barcarena, no estado do Pará. A planta terá capacidade de produção de 1,86 Mtpa de alumina, com potencial para futura expansão de até 7,4 Mtpa. A conclusão do projeto está prevista para o 1S12.
	Paragominas III	-	487	Paragominas III, adicionará 4,95 Mtpa à capacidade existente de bauxita e conclusão prevista para 2S12.
Carvão	Moatize	595	1.322	O projeto localiza-se em Moçambique e terá capacidade de produção de 11 Mtpa, das quais 8,5 milhões de carvão metalúrgico e 2,5 milhões de carvão térmico. Conclusão prevista para o 1S11.
Energia	Estreito	186	514	Usina hidrelétrica localizada no rio Tocantins, entre os estados do Maranhão e Tocantins, já obteve licença de implantação e encontra-se em construção. A Vale possui participação de 30% no consórcio que construirá e operará a usina, que terá capacidade instalada de 1.087 MW. A conclusão está prevista para 2S10.
	Karebbe	126	410	Usina hidrelétrica de Karebbe na Indonésia, que tem como objetivo o suprimento de 90 MW para as operações da Indonésia, visando reduzir o custo de produção por substituição do uso de óleo. Obras iniciadas e os principais equipamentos foram adquiridos. A previsão de início de operação é 1S11.
	Biocombustível	55	305	Consórcio com Biopalma para investir em biodiesel para suprir nossas operações de mineração e logística na região Norte do Brasil, usando a mistura B20 (20% de biodiesel e 80% de diesel), a partir de 2014. A participação da Vale no consórcio é de 41%. Nosso take na produção de óleo que compete a Vale será consumida pela nossa planta de biodiesel, com capacidade de 160.000 tpa de biodiesel.
Total		6.086	39.180	

Cabe observar que o total de investimentos em projeto alcança o montante de US\$ 6,1 milhões em projetos de crescimento orgânico em 2010 e de US\$ 39,2 milhões pelos ao longo do período 2010-2014.

3. Metodologia

A metodologia utilizada nesta dissertação em busca da resolução problema será avaliar o valor da companhia Vale utilizando o modelo de FCD, descrito no item 2.2.1 e por (Ryan e Ryan, 2002), que cita a grande utilização deste modelo para a avaliação de empresas, uma vez que é um dos métodos de avaliação de alocação de capitais mais usados pelas companhias listadas no ranking da Fortune 1000.

Além disso, utilizar-se-á a metodologia de avaliação de alocação capital do modelo VIRF, definido em 2.9 e citado por Collan (2004c) como o estado da arte no modelo de avaliação para GIIR.

3.1 Motivação para a aplicação do método VIRF para avaliação da Vale

Referenciando-se em 2.7 onde se definiu o conceito de GIIR (Grande Investimentos Industriais Reais), vislumbra-se a possibilidade de aplicar o modelo VIRF para avaliação da Vale por alguns motivos, entre eles:

- i) Sendo uma empresa o conjunto de projetos e operações correntes que geram fluxos de caixa no presente, em relação as suas operações correntes, e expectativa de fluxos de caixa futuros com a suas também operações correntes e projetos de operações futuras;
- ii) Comparando-se o valor de mercado em relação ao fluxo de investimentos futuros (44,25%) encontra-se uma relação muito alta entre o valor presente de mercado e a expectativa de fluxos de caixa futuros;
- iii) As características da Vale se encaixam nos principais itens definidos para GIIR, como: i) Uma longa vida econômica, ii) Um elevado grau de irreversibilidade, iii) Um longo período de construção, uma vez que a sua expectativa de crescimento está ligada aos seus giga-projetos.

Além disso, pode-se enquadrar a necessidade de melhor avaliação e captura de valor citadas em 2.9, como:

- i) Tempo de valor do dinheiro (depreciação);

- ii) A falta de precisão na estimativa da variável (lógica fuzzy);
- iii) Valor da flexibilidade gerencial;
- iv) Efeito do tempo de construir sobre o valor do dinheiro no tempo (depreciação);
- v) Potencial de alta e de baixa do valor do giga-investimento

4. Desenvolvimento

Primeiramente será mostrado o modelo FCD de avaliação empresas para avaliar a companhia Vale para posterior utilização do modelo VIRF de avaliação da mesma companhia. Ao final serão feitas análises dos resultados e comparação dos mesmos.

4.1 Avaliação da Vale utilizando FCD

Utilizando-se o método de Fluxos de Caixa Descontados (FCD) para a Vale, devem-se definir as premissas principais da utilização deste modelo na avaliação da companhia.

4.1.1 Indicadores e dados de previsão para o modelo FCD da Vale

Tabela 6 – Indicadores macro-econômicos e premissas de previsão

Indicadores Macroeconômicos	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Taxa de Crescimento Real dos PIBs							
Brasil							
3. Cenário Pessimista (-0,5%)	-1,0%	3,4%	4,0%	3,9%	3,9%	3,9%	3,9%
1. Cenário Base	-0,5%	3,9%	4,5%	4,4%	4%	4%	4%
2. Cenário Otimista (+0,5%)	0,0%	4,4%	5,0%	4,9%	5%	5%	5%
3. Cenário Pessimista (-0,5%)	-1%	3%	4%	4%	4%	4%	4%
4. Cenário Management (a definir)					0%	0%	0%
China							
3. Cenário Pessimista (-0,5%)	6,0%	7,0%	8,0%	8,0%	8,0%	8,0%	8,0%
1. Cenário Base	6,5%	7,5%	8,5%	8,5%	8,5%	8,5%	8,5%
2. Cenário Otimista (+0,5%)	7,0%	8,0%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%
3. Cenário Pessimista (-0,5%)	6%	7%	8%	8%	8%	8%	8%
4. Cenário Management (a definir)				0%	0%	0%	0%
EUA							
1. Cenário Base	-2,5%	1,0%	2,1%	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%
1. Cenário Base	-2,5%	1,0%	2,1%	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%
2. Cenário Otimista (+0,5%)	-2,0%	1,5%	2,6%	3,1%	3,1%	3,1%	3,1%
3. Cenário Pessimista (-0,5%)	-3%	1%	2%	2%	2%	2%	2%

4. Cenário Management (a definir)					0%	0%	0%
Euro Área							
1. Cenário Base	-4,5%	0,5%	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%
1. Cenário Base	-4,5%	0,5%	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%
2. Cenário Otimista (+0,5%)	-4,0%	1,0%	2,4%	2,4%	2,4%	2,4%	2,4%
3. Cenário Pessimista (-0,5%)	-5%	0%	1%	1%	1%	1%	1%
4. Cenário Management (a definir)				0%	0%	0%	0%
Japão							
1. Cenário Base	-6,8%	1,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
1. Cenário Base	-6,8%	1,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
2. Cenário Otimista (+0,5%)	-6,3%	1,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%
3. Cenário Pessimista (-0,5%)	-7%	1%	2%	2%	2%	2%	2%
4. Cenário Management (a definir)				0%	0%	0%	0%
Mundo							
1. Cenário Base	-1,3%	1,9%	3,2%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%
1. Cenário Base	-1,3%	1,9%	3,2%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%
2. Cenário Otimista (+0,5%)	-0,8%	2,4%	3,7%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%
3. Cenário Pessimista (-0,5%)	-2%	1%	3%	4%	4%	4%	4%
4. Cenário Management (a definir)					0%	0%	0%
Inflações							
IPCA							
1. Cenário Base	4,4%	4,2%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%
1. Cenário Base	4,4%	4,2%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%
2. Cenário Otimista (+0,5%)	4,9%	4,7%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%
3. Cenário Pessimista (-0,5%)	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
4. Cenário Management (a definir)					0%	0%	0%
IGP-M							
1. Cenário Base	-0,2%	3,8%	5,1%	5,1%	5,1%	5,1%	5,1%
1. Cenário Base	-0,2%	3,8%	5,1%	5,1%	5,1%	5,1%	5,1%
2. Cenário Otimista (+0,5%)	0,3%	4,3%	5,6%	5,6%	5,6%	5,6%	5,6%
3. Cenário Pessimista (-0,5%)	-1%	3%	5%	5%	5%	5%	5%
4. Cenário Management (a definir)					0%	0%	0%
CPI (Inflação Norte Americana)							
1. Cenário Base	1,4%	1,5%	2,0%	2,1%	2,1%	2,1%	2,1%
1. Cenário Base	1,4%	1,5%	2,0%	2,1%	2,1%	2,1%	2,1%
2. Cenário Otimista (+0,5%)	1,9%	2,0%	2,5%	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%
3. Cenário Pessimista (-0,5%)	1%	1%	2%	2%	2%	2%	2%
4. Cenário Management (a definir)					0%	0%	0%
Inflação China							
1. Cenário Base	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1. Cenário Base					0,0%	0,0%	0,0%
2. Cenário Otimista (+0,5%)	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
3. Cenário Pessimista (-0,5%)	-1%	-1%	-1%	-1%	-1%	-1%	-1%
4. Cenário Management (a definir)					0%	0%	0%
Inflação (Basket) = CPI (teste)							
1. Cenário Base	1,4%	1,5%	2,0%	2,1%	2,1%	2,1%	2,1%
1. Cenário Base	1,4%	1,5%	2,0%	2,1%	2,1%	2,1%	2,1%
2. Cenário Otimista (+0,5%)	1,9%	2,0%	2,5%	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%
3. Cenário Pessimista (-0,5%)	1%	1%	2%	2%	2%	2%	2%
4. Cenário Management (a definir)					0%	0%	0%

Taxas de Câmbio

RS: US\$ final de período

1. Cenário Base	1,80	1,80	1,92	2,04	2,04	2,04	2,04
1. Cenário Base	1,80	1,80	1,92	2,04	2,04	2,04	2,04
2. Cenário Otimista (+0,1)	1,90	1,90	2,02	2,14	2,14	2,14	2,14
3. Cenário Pessimista (-0,1)	1,70	1,70	1,82	1,94	1,94	1,94	1,94
4. Cenário Management (a definir)					0,00	0,00	0,00

RS: US\$ média (nominal)

1. Cenário Base	2,01	1,80	1,86	1,99	1,99	1,99	1,99
1. Cenário Base	2,01	1,80	1,86	1,99	1,99	1,99	1,99
2. Cenário Otimista (+0,1)	2,11	1,90	1,96	2,09	2,09	2,09	2,09
3. Cenário Pessimista (-0,1)	1,91	1,70	1,76	1,89	1,89	1,89	1,89
4. Cenário Management (a definir)					0,00	0,00	0,00

RS: CAD final de período

1. Cenário Base	0,00						
1. Cenário Base					0,00	0,00	0,00
2. Cenário Otimista (+0,1)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
3. Cenário Pessimista (-0,1)	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10
4. Cenário Management (a definir)					0,00	0,00	0,00

Taxas de Juros**BR taxa de juros (Selic, fim de período)**

1. Cenário Base	8,8%	8,8%	11,0%	11,0%	11,0%	11,0%	11,0%
1. Cenário Base	8,75%	8,75%	11,00%	11,00%	11,0%	11,0%	11,0%
2. Cenário Otimista (-0,5%)	8,25%	8,25%	10,50%	10,50%	10,5%	10,5%	10,5%
3. Cenário Pessimista (+0,5%)	9,25%	9,25%	11,50%	11,50%	12%	12%	12%
4. Cenário Management (a definir)					0%	0%	0%

BR taxa de juros (Selic, Acumulada no período)

1. Cenário Base	10,0%	8,6%	10,6%	11,0%	11,0%	11,0%	11,0%
1. Cenário Base	9,97%	8,62%	10,58%	11,00%	11,0%	11,0%	11,0%
2. Cenário Otimista (-0,5%)	9,47%	8,12%	10,08%	10,50%	10,5%	10,5%	10,5%
3. Cenário Pessimista (+0,5%)	10,47%	9,12%	11,08%	11,50%	12%	12%	12%
4. Cenário Management (a definir)					0%	0%	0%

Juro Real (Selic/IPCA)

1. Cenário Base	5,3%	4,2%	5,8%	6,2%	6,2%	6,2%	6,2%
1. Cenário Base	5,30%	4,20%	5,80%	6,20%	6,2%	6,2%	6,2%
2. Cenário Otimista (-0,5%)	4,80%	3,70%	5,30%	5,70%	5,7%	5,7%	5,7%
3. Cenário Pessimista (+0,5%)	5,80%	4,70%	6,30%	6,70%	7%	7%	7%
4. Cenário Management (a definir)					0%	0%	0%

TJLP (fim de período)

1. Cenário Base	6,0%	5,5%	5,0%	4,8%	4,8%	4,8%	4,8%
1. Cenário Base	6,00%	5,50%	5,00%	4,80%	4,8%	4,8%	4,8%
2. Cenário Otimista (-0,5%)	5,50%	5,00%	4,50%	4,30%	4,3%	4,3%	4,3%
3. Cenário Pessimista (+0,5%)	6,50%	6,00%	5,50%	5,30%	5%	5%	5%
4. Cenário Management (a definir)					0%	0%	0%

Juro Real (Fed Funds/CPI) - FP

1. Cenário Base	-1,1%	-0,5%	1,2%	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%
1. Cenário Base	-1,10%	-0,50%	1,20%	1,90%	1,9%	1,9%	1,9%
2. Cenário Otimista (-0,5%)	-1,60%	-1,00%	0,70%	1,40%	1,4%	1,4%	1,4%
3. Cenário Pessimista (+0,5%)	-0,60%	0,00%	1,70%	2,40%	2%	2%	2%
4. Cenário Management (a definir)					0%	0%	0%

Risco País**EMBI (pb, fim de período)**

1. Cenário Base	250,00	200,00	150,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1. Cenário Base	250,00	200,00	150,00	100,00	100,00	100,00	100,00
2. Cenário Otimista (-50pb)	200,00	150,00	100,00	50,00	50,00	50,00	50,00
3. Cenário Pessimista (+50 pb)	300,00	250,00	200,00	150,00	150,00	150,00	150,00
4. Cenário Management (a definir)					0,00	0,00	0,00

A partir do cenário base macro-econômico, prevê estimativas de vendas utilizando o critério de previsão de julgamento (especialista), que além de contar com informações

de mercado fornecidas pela própria Vale, leva-se em conta dados sobre o mercado internacional de commodities são levados em consideração para a previsão.

Tabela 7 – Previsão de volumes vendidos

Volumes Vendidos	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Minério de ferro (em milhões de toneladas)	281,37	290,25	304,47	319,58	335,43	352,06	369,53
<i>% do Volume Produzido</i>	<i>94%</i>	<i>93%</i>	<i>93%</i>	<i>93%</i>	<i>93%</i>	<i>93%</i>	<i>93%</i>
Pelotas (em milhões de toneladas)	36,28	38,11	39,98	41,96	44,04	46,23	48,52
<i>% do Volume Produzido</i>	<i>79%</i>	<i>80%</i>	<i>80%</i>	<i>80%</i>	<i>80%</i>	<i>80%</i>	<i>80%</i>
Manganês (em milhões de toneladas)	1,06	1,02	1,06	1,10	1,14	1,19	1,24
<i>% do Volume Produzido</i>	<i>47%</i>	<i>44%</i>	<i>44%</i>	<i>44%</i>	<i>44%</i>	<i>44%</i>	<i>44%</i>
Ferro ligas (em milhares de toneladas)	498,13	453,85	468,37	487,10	506,59	526,85	547,93
<i>% do Volume Produzido</i>	<i>106%</i>	<i>95%</i>	<i>95%</i>	<i>95%</i>	<i>95%</i>	<i>95%</i>	<i>95%</i>
Níquel (em milhares de toneladas)	264,70	258,98	267,11	275,50	284,15	293,07	317,15
<i>% do Volume Produzido</i>	<i>99%</i>	<i>95%</i>	<i>95%</i>	<i>95%</i>	<i>95%</i>	<i>95%</i>	<i>100%</i>
Cobre (em milhares de toneladas)	300,61	339,43	363,87	390,00	418,00	448,01	480,18
<i>% do Volume Produzido</i>	<i>92%</i>	<i>98%</i>	<i>98%</i>	<i>98%</i>	<i>98%</i>	<i>98%</i>	<i>98%</i>
Caulim (em milhares de toneladas)	916,74	788,61	813,84	846,40	880,25	915,46	952,08
<i>% do Volume Produzido</i>	<i>113%</i>	<i>95%</i>	<i>95%</i>	<i>95%</i>	<i>95%</i>	<i>95%</i>	<i>95%</i>
Potássio (em milhares de toneladas)	531,43	559,59	577,50	600,60	624,62	649,60	675,59
<i>% do Volume Produzido</i>	<i>89%</i>	<i>92%</i>	<i>92%</i>	<i>92%</i>	<i>92%</i>	<i>92%</i>	<i>92%</i>
Metais Preciosos (oz)	2.257,23	2.205,21	2.393,37	2.489,10	2.588,67	2.692,21	2.799,90
<i>% do Volume Produzido</i>	<i>99%</i>	<i>95%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>
PGMs (oz)	376,08	398,00	410,73	427,16	444,25	462,02	480,50
<i>% do Volume Produzido</i>	<i>79%</i>	<i>82%</i>	<i>82%</i>	<i>82%</i>	<i>82%</i>	<i>82%</i>	<i>82%</i>
Cobalto (ton)	1.316,85	2.133,15	2.201,41	2.289,47	2.381,05	2.476,29	2.575,34
<i>% do Volume Produzido</i>	<i>47%</i>	<i>75%</i>	<i>75%</i>	<i>75%</i>	<i>75%</i>	<i>75%</i>	<i>75%</i>
Alumínio primário (em milhares de toneladas)	550,60	517,86	559,09	581,46	604,72	628,90	654,06
<i>% do Volume Produzido</i>	<i>103%</i>	<i>95%</i>	<i>99%</i>	<i>99%</i>	<i>99%</i>	<i>99%</i>	<i>99%</i>
Alumina (em milhões de toneladas)	4,34	4,23	4,37	4,54	4,73	4,92	5,11
<i>% do Volume Produzido</i>	<i>88%</i>	<i>84%</i>	<i>84%</i>	<i>84%</i>	<i>84%</i>	<i>84%</i>	<i>84%</i>
Carvão térmico	1.213,47	1.228,73	1.268,05	1.318,77	1.371,52	1.426,38	1.483,44
<i>% do Volume Produzido</i>	<i>96%</i>	<i>95%</i>	<i>95%</i>	<i>95%</i>	<i>95%</i>	<i>95%</i>	<i>95%</i>
Carvão metalúrgico	2.431,69	835,21	1.606,52	2.449,53	902,03	1.735,04	2.645,50
<i>% do Volume Produzido</i>	<i>82%</i>	<i>76%</i>	<i>76%</i>	<i>76%</i>	<i>76%</i>	<i>76%</i>	<i>76%</i>

Paras as estimativas de receitas futuras geradas são necessárias premissas de preços projetados para os próximos anos. Uma vez mais são utilizados os modelos de previsão por julgamento (especialista), aliado e modelos econométricos de previsão de oferta vs. demanda das *commodities*.

Tabela 8 – Previsão de preços

Preços	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Minério de Ferro							
Preço Real	54,54	58,07	63,88	63,88	63,88	63,88	63,88
<i>Inflação Mundial</i>	<i>1,4%</i>	<i>1,5%</i>	<i>2,0%</i>	<i>2,1%</i>	<i>2,1%</i>	<i>2,1%</i>	<i>2,1%</i>
<i>Inflação Mundial Acumulada</i>	<i>1,00</i>	<i>1,015</i>	<i>1,035</i>	<i>1,057</i>	<i>1,079</i>	<i>1,102</i>	<i>1,125</i>
<i>Reajuste Real</i>		<i>5,0%</i>	<i>10,0%</i>	<i>0,0%</i>	<i>0,0%</i>	<i>0,0%</i>	<i>0,0%</i>
Preço Nominal	55,31	58,94	66,14	67,52	68,94	70,39	71,87
Pelotas							
Preço Real	85,93	91,49	100,64	100,64	100,64	100,64	100,64
<i>Inflação Mundial</i>	<i>1,4%</i>	<i>1,5%</i>	<i>2,0%</i>	<i>2,1%</i>	<i>2,1%</i>	<i>2,1%</i>	<i>2,1%</i>
<i>Inflação Mundial Acumulada</i>	<i>1,00</i>	<i>1,015</i>	<i>1,035</i>	<i>1,057</i>	<i>1,079</i>	<i>1,102</i>	<i>1,125</i>

<i>Reajuste Real</i>		5,0%	10,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Preço Nominal	87,13	92,86	104,19	106,38	108,62	110,90	113,23
Manganês							
Preço Real	194,66	207,26	227,99	227,99	227,99	227,99	227,99
<i>Inflação Mundial</i>	1,4%	1,5%	2,0%	2,1%	2,1%	2,1%	2,1%
<i>Inflação Mundial Acumulada</i>	1,000	1,015	1,035	1,057	1,079	1,102	1,125
<i>Reajuste Real</i>		5,0%	10,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Preço Nominal	197,39	210,37	236,03	240,99	246,05	251,22	256,49
Ferro-Liga							
Preço Real	1195,59	1272,95	1.400,24	1.400,24	1.400,24	1.400,24	1.400,24
<i>Inflação Mundial</i>	1,4%	1,5%	2,0%	2,1%	2,1%	2,1%	2,1%
<i>Inflação Mundial Acumulada</i>	1,000	1,015	1,035	1,057	1,079	1,102	1,125
<i>Reajuste Real</i>		5,0%	10,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Preço Nominal	1.212,33	1.292,04	1.449,67	1.480,11	1.511,20	1.542,93	1.575,33
Níquel							
Preço Real	11834,50	12.600,20	13.860,21	13.860,21	13.860,21	13.860,21	13.860,21
<i>Inflação Mundial</i>	1,4%	1,5%	2,0%	2,1%	2,1%	2,1%	2,1%
<i>Inflação Mundial Acumulada</i>	1,000	1,015	1,035	1,057	1,079	1,102	1,125
<i>Reajuste Real</i>		5,0%	10,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Preço Nominal	12.000,19	12.789,20	14.349,48	14.650,82	14.958,49	15.272,62	15.593,34
Cobre							
Preço Real	4249,46	4.524,40	4.976,84	4.976,84	4.976,84	4.976,84	4.976,84
<i>Inflação Mundial</i>	1,4%	1,5%	2,0%	2,1%	2,1%	2,1%	2,1%
<i>Inflação Mundial Acumulada</i>	1,000	1,015	1,035	1,057	1,079	1,102	1,125
<i>Reajuste Real</i>		5,0%	10,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Preço Nominal	4.308,95	4.592,26	5.152,52	5.260,72	5.371,20	5.483,99	5.599,15
Caulim							
Preço Real	214,74	228,63	251,50	251,50	251,50	251,50	251,50
<i>Inflação Mundial</i>	1,4%	1,5%	2,0%	2,1%	2,1%	2,1%	2,1%
<i>Inflação Mundial Acumulada</i>	1,000	1,015	1,035	1,057	1,079	1,102	1,125
<i>Reajuste Real</i>		5,0%	10,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Preço Nominal	217,75	232,06	260,38	265,84	271,43	277,13	282,95
Potássio							
Preço Real	616,00	655,86	721,45	721,45	721,45	721,45	721,45
<i>Inflação Mundial</i>	1,4%	1,5%	2,0%	2,1%	2,1%	2,1%	2,1%
<i>Inflação Mundial Acumulada</i>	1,000	1,015	1,035	1,057	1,079	1,102	1,125
<i>Reajuste Real</i>		5,0%	10,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Preço Nominal	624,63	665,70	746,91	762,60	778,61	794,96	811,66
Platina (US por onça troy)							
Preço Real	1010,40	1.075,77	1.183,35	1.183,35	1.183,35	1.183,35	1.183,35
<i>Inflação Mundial</i>	1,4%	1,5%	2,0%	2,1%	2,1%	2,1%	2,1%
<i>Inflação Mundial Acumulada</i>	1,000	1,015	1,035	1,057	1,079	1,102	1,125
<i>Reajuste Real</i>		5,0%	10,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Preço Nominal	1.024,55	1.091,91	1.225,12	1.250,85	1.277,12	1.303,94	1.331,32
Cobalto (US\$/lb)							
Preço Real	8,51	9,06	9,97	9,97	9,97	9,97	9,97
<i>Inflação Mundial</i>	1,4%	1,5%	2,0%	2,1%	2,1%	2,1%	2,1%
<i>Inflação Mundial Acumulada</i>	1,000	1,015	1,035	1,057	1,079	1,102	1,125
<i>Reajuste Real</i>		5,0%	10,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Preço Nominal	8,63	9,20	10,32	10,54	10,76	10,99	11,22
Alumínio							
Preço Real	1465,14	1.559,93	1.715,92	1.715,92	1.715,92	1.715,92	1.715,92
<i>Inflação Mundial</i>	1,4%	1,5%	2,0%	2,1%	2,1%	2,1%	2,1%
<i>Inflação Mundial Acumulada</i>	1,000	1,015	1,035	1,057	1,079	1,102	1,125
<i>Reajuste Real</i>		5,0%	10,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Preço Nominal	1.485,65	1.583,33	1.776,50	1.813,80	1.851,89	1.890,78	1.930,49
Alumina							
Preço Real	192,76	205,23	225,75	225,75	225,75	225,75	225,75
<i>Inflação Mundial</i>	1,4%	1,5%	2,0%	2,1%	2,1%	2,1%	2,1%
<i>Inflação Mundial Acumulada</i>	1,000	1,015	1,035	1,057	1,079	1,102	1,125
<i>Reajuste Real</i>		5,0%	10,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Preço Nominal	195,46	208,31	233,72	238,63	243,64	248,76	253,98
Bauxita							
Preço Real	40,25	42,86	47,14	47,14	47,14	47,14	47,14
<i>Inflação Mundial</i>	1,4%	1,5%	2,0%	2,1%	2,1%	2,1%	2,1%
<i>Inflação Mundial Acumulada</i>	1,000	1,015	1,035	1,057	1,079	1,102	1,125
<i>Reajuste Real</i>		5,0%	10,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Preço Nominal	40,82	43,50	48,81	49,83	50,88	51,95	53,04
Carvão térmico							
Preço Real	75,07	79,93	87,92	87,92	87,92	87,92	87,92
<i>Inflação Mundial</i>	1,4%	1,5%	2,0%	2,1%	2,1%	2,1%	2,1%
<i>Inflação Mundial Acumulada</i>	1,000	1,015	1,035	1,057	1,079	1,102	1,125
<i>Reajuste Real</i>		5,0%	10,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Preço Nominal	76,12	81,13	91,02	92,94	94,89	96,88	98,91
Carvão Metalúrgico							
Preço Real	143,32	152,59	167,85	167,85	167,85	167,85	167,85
<i>Inflação Mundial</i>	1,4%	1,5%	2,0%	2,1%	2,1%	2,1%	2,1%
<i>Inflação Mundial Acumulada</i>	1,000	1,015	1,035	1,057	1,079	1,102	1,125
<i>Reajuste Real</i>		5,0%	10,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Preço Nominal	145,33	154,88	173,78	177,43	181,15	184,96	188,84

Com os dados de volumes de venda previstos e projeção de preços das *commodities* vendidas, pode se estabelecer uma previsão futura de receitas. Como foram utilizadas técnicas de previsão por julgamento e de modelos econométricos, a incerteza do modelo de previsão já tende a se acentuar.

Tabela 9 – Previsão das receitas futuras por *commodity*

Receita (US\$ milhões)	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Minerais Ferrosos							
Minério de Ferro	15.555,84	17.108,75	20.136,62	21.579,24	23.125,21	24.781,94	26.557,35
<i>% da Receita Bruta</i>	51,6%	51,7%	51,6%	51,4%	52,0%	51,9%	51,8%
Pelotas	3.817,95	4.435,87	5.220,93	5.594,96	5.995,79	6.425,34	6.885,66
<i>% da Receita Bruta</i>	12,7%	13,4%	13,4%	13,3%	13,5%	13,5%	13,4%
Manganês	375,23	486,63	563,47	598,32	635,32	674,60	716,32
<i>% da Receita Bruta</i>	1,2%	1,5%	1,4%	1,4%	1,4%	1,4%	1,4%
Ferros-liga	623,45	617,25	714,72	758,91	805,85	855,68	908,59
<i>% da Receita Bruta</i>	2,1%	1,9%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%
Outros	76,83	103,70	122,27	131,38	139,19	149,54	160,67
<i>% da Receita Bruta</i>	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%
Subtotais Minerais Ferrosos	20.449,30	22.752,20	26.758,00	28.662,81	30.701,35	32.887,10	35.228,60
<i>% da Receita Bruta</i>	67,8%	68,7%	68,5%	68,3%	69,1%	68,9%	68,7%
Minerais Não-Ferrosos							
Níquel	3.274,68	3.486,42	4.034,59	4.248,66	4.474,10	4.711,49	4.961,48
<i>% da Receita Bruta</i>	10,9%	10,5%	10,3%	10,1%	10,1%	9,9%	9,7%
Cobre	1.327,02	1.587,71	1.909,67	2.089,76	2.286,85	2.502,51	2.738,52
<i>% da Receita Bruta</i>	4,4%	4,8%	4,9%	5,0%	5,1%	5,2%	5,3%
Caulim	205,86	192,64	223,06	236,85	251,50	267,05	283,57
<i>% da Receita Bruta</i>	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
Potássio	344,72	406,40	470,58	499,68	530,58	563,39	598,23
<i>% da Receita Bruta</i>	1,1%	1,2%	1,2%	1,2%	1,2%	1,2%	1,2%
Metais preciosos	110,48	99,53	117,35	126,10	133,59	143,53	154,22
<i>% da Receita Bruta</i>	0,4%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%
PGMs	279,88	293,99	346,63	372,47	394,60	423,95	455,51
<i>% da Receita Bruta</i>	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%
Cobalto	88,21	104,90	123,68	132,90	140,80	151,27	162,53
<i>% da Receita Bruta</i>	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%
Subtotais Minerais	5.630,85	6.171,59	7.225,56	7.706,43	8.212,00	8.763,19	9.354,04

Não-Ferrosos							
% da Receita Bruta	18,7%	18,6%	18,5%	18,4%	18,5%	18,4%	18,2%
Cadeia de Alumínio							
Alumínio Primário	834,11	863,10	999,39	1.061,19	1.126,82	1.196,50	1.270,49
% da Receita Bruta	2,8%	2,6%	2,6%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%
Alumina	914,24	1.047,54	1.212,95	1.287,96	1.367,61	1.452,18	1.541,99
% da Receita Bruta	3,0%	3,2%	3,1%	3,1%	3,1%	3,0%	3,0%
Bauxita	2,00	25,13	25,12	27,69	29,24	31,43	33,76
% da Receita Bruta	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
Subtotal Alumínio	1.750,35	1.935,77	2.237,47	2.376,84	2.523,67	2.680,11	2.846,24
	5,8%	5,8%	5,7%	5,7%	5,6%	5,6%	5,5%
Carvão	520,92	274,63	487,74	699,16	351,35	566,45	809,83
	1,7%	0,8%	1,2%	1,7%	0,8%	1,2%	1,6%
Serviços de Logística							
Ferrovias	1.148,67	1.289,62	1.520,53	1.633,87	1.730,93	1.859,69	1.998,11
% da Receita Bruta	3,8%	3,9%	3,9%	3,9%	3,9%	3,9%	3,9%
Portos	270,13	289,74	341,62	367,09	388,89	417,82	448,92
% da Receita Bruta	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%
Navegação	47,36	75,17	88,63	95,24	100,89	108,40	116,47
% da Receita Bruta	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
Subtotal Serviços de Logística	1.466,15	1.654,53	1.950,78	2.096,20	2.220,72	2.385,91	2.563,50
% da Receita Bruta	4,9%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%
Outros	334,12	318,29	375,28	403,26	427,21	458,99	493,15
% da Receita Bruta	1,1%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Total Receita Bruta	30.151,70	33.107,02	39.034,82	41.944,71	44.436,30	47.741,74	51.295,37
Deduções	-796,34	-907,19	-1.045,42	-1.099,50	-1.141,23	-1.198,52	-1.260,02
% da Receita Bruta	-2,6%	-2,7%	-2,7%	-2,6%	-2,6%	-2,5%	-2,5%
Receita Líquida	29.355,35	32.199,83	37.989,40	40.845,21	43.295,07	46.543,22	50.035,36

Para as previsões de custos, assim como para as previsões das receitas futuras, foram utilizados modelos econométricos e de julgamento para as projeções. As premissas básicas de previsão de custos foram a manutenção dos índices de custos em relação às receitas, uma vez que a companhia possui expertise operacional o suficiente para manter seus custos razoáveis. Entretanto, como toda a previsão, possui um grau de liberdade amplo para alguma ocorrência extra-ordinária de custo, que estão ambos fora da abrangência tanto dos modelos de julgamento quanto econométricos, causando uma grande incerteza na previsão.

Tabela 10 – Previsões de custos e despesas

COGS (US\$ milhões)	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Serviços Terceirizados *	2.614,96	2.824,87	3.324,60	3.562,25	3.765,19	4.035,37	4.325,63
% receita líquida	8,76%	8,76%	8,76%	8,70%	8,70%	8,69%	8,68%
Custo de Materiais *	2.681,05	2.468,53	2.905,23	3.131,45	3.310,52	3.548,79	3.804,82
% receita líquida	7,65%	7,65%	7,65%	7,65%	7,65%	7,64%	7,64%
Combustível	1.402,22	1.495,63	1.760,21	1.898,10	2.007,52	2.152,94	2.309,28
% receita líquida	4,64%	4,64%	4,64%	4,64%	4,64%	4,64%	4,64%
Energia Elétrica	910,72	942,30	1.109,00	1.195,88	1.264,82	1.356,44	1.454,94
% receita líquida	2,9%	2,9%	2,9%	2,9%	2,9%	2,9%	2,9%

Aquisição de Minério de ferro e Pelotas *	685,80	1.077,59	1.268,23	1.367,12	1.445,45	1.549,64	1.661,61
% receita líquida	3,34%	3,34%	3,34%	3,34%	3,34%	3,34%	3,34%
Aquisição de Níquel *	734,45	967,18	1.138,29	1.227,00	1.297,25	1.390,71	1.491,14
% receita líquida	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	2,99%	2,99%
Aquisição de Alumínio *	353,17	370,30	435,81	469,49	496,07	531,49	569,54
% receita líquida	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	1,14%	1,14%
Aquisição de Outros Produtos	62,52	90,42	106,42	114,75	121,37	130,16	139,61
% receita líquida	0,28%	0,28%	0,28%	0,28%	0,28%	0,28%	0,28%
Custo com Pessoal *	1.921,47	1.739,34	2.047,04	2.206,94	2.333,68	2.502,22	2.683,37
% receita líquida	5,4%	5,4%	5,4%	5,4%	5,4%	5,4%	5,4%
Depreciação e Exaustão	2.241,84	1.939,34	2.282,42	2.461,21	2.603,09	2.791,66	2.994,37
% receita líquida	6,01%	6,01%	6,01%	6,01%	6,01%	6,01%	6,01%
Ajustes de Inventário	627,38	869,08	1.022,82	1.102,95	1.166,53	1.251,03	1.341,88
% receita líquida	2,7%	2,7%	2,7%	2,7%	2,7%	2,7%	2,7%
Outros *	1.323,50	1.306,87	1.538,07	1.658,10	1.753,20	1.879,69	2.015,63
% receita líquida	4,1%	4,1%	4,1%	4,1%	4,0%	4,0%	4,0%
TOTAL COGS sem depreciação e exaustão	13.317,25	14.152,12	16.655,72	17.934,03	18.961,59	20.328,49	21.797,43
TOTAL COGS	15.559,08	16.091,46	18.938,14	20.395,24	21.564,68	23.120,15	24.791,80
% receita líquida	53,0%	49,9%	49,9%	49,8%	49,8%	49,8%	49,8%

* Apresentam ganho de escala durante 2011-2021

COGS - Cenários (US\$ milhões)	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Serviços Terceirizados							
1. Cenário Base	8,76%	8,76%	8,76%	8,70%	8,70%	8,69%	8,68%
1. Cenário Base	8,76%	8,76%	8,76%	8,70%	8,70%	8,69%	8,68%
2. Cenário Otimista	8,76%	8,75%	8,74%	8,69%	8,69%	8,68%	8,67%
3. Cenário Pessimista (COGS constantes)	8,76%	8,76%	8,76%	8,76%	8,76%	8,76%	8,76%
4. Cenário Management (a definir)	8,76%	8,76%	8,76%	8,70%	8,70%	8,69%	8,68%
Materiais							
1. Cenário Base	7,65%	7,65%	7,65%	7,65%	7,65%	7,64%	7,64%
1. Cenário Base	7,65%	7,65%	7,65%	7,65%	7,65%	7,64%	7,64%
2. Cenário Otimista	7,65%	7,64%	7,63%	7,64%	7,64%	7,63%	7,63%
3. Cenário Pessimista	7,65%	7,65%	7,65%	7,65%	7,65%	7,65%	7,65%
4. Cenário Management (a definir)	7,65%	7,65%	7,65%	7,65%	7,65%	7,64%	7,64%
Combustível							
1. Cenário Base	4,64%						
1. Cenário Base	4,64%	4,64%	4,64%	4,64%	4,64%	4,64%	4,64%
2. Cenário Otimista	4,64%	4,64%	4,64%	4,64%	4,64%	4,64%	4,64%
3. Cenário Pessimista	4,64%	4,64%	4,64%	4,64%	4,64%	4,64%	4,64%
4. Cenário Management (a definir)	4,64%	4,64%	4,64%	4,64%	4,64%	4,64%	4,64%
Energia Elétrica							
1. Cenário Base	2,92%						
1. Cenário Base	2,92%	2,92%	2,92%	2,92%	2,92%	2,92%	2,92%
2. Cenário Otimista	2,92%	2,92%	2,92%	2,92%	2,92%	2,92%	2,92%
3. Cenário Pessimista	2,92%	2,92%	2,92%	2,92%	2,92%	2,92%	2,92%
4. Cenário Management	2,92%	2,92%	2,92%	2,92%	2,92%	2,92%	2,92%
Aquisição de Minério de ferro e Pelotas							
1. Cenário Base	3,34%						
1. Cenário Base	3,34%	3,34%	3,34%	3,34%	3,34%	3,34%	3,34%
2. Cenário Otimista	3,34%	3,33%	3,32%	3,33%	3,33%	3,33%	3,33%
3. Cenário Pessimista	3,34%	3,34%	3,34%	3,34%	3,34%	3,34%	3,34%

4. Cenário Management (a definir)	3,34%	3,34%	3,34%	3,34%	3,34%	3,34%	3,34%
Aquisição de Níquel							
1. Cenário Base	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	2,99%	2,99%
1. Cenário Base	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	2,99%	2,99%
2. Cenário Otimista	3,00%	2,99%	2,98%	2,99%	2,99%	2,98%	2,98%
3. Cenário Pessimista	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%
4. Cenário Management (a definir)	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	2,99%	2,99%
Aquisição de Alumínio							
1. Cenário Base	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	1,14%	1,14%
1. Cenário Base	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	1,14%	1,14%
2. Cenário Otimista	1,15%	1,14%	1,13%	1,14%	1,14%	1,13%	1,13%
3. Cenário Pessimista	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%
4. Cenário Management (a definir)	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	1,14%	1,14%
Aquisição de Outros Produtos							
1. Cenário Base	0,28%						
1. Cenário Base	0,28%	0,28%	0,28%	0,28%	0,28%	0,28%	0,28%
2. Cenário Otimista	0,28%	0,28%	0,28%	0,27%	0,27%	0,27%	0,27%
3. Cenário Pessimista	0,28%	0,28%	0,28%	0,29%	0,29%	0,29%	0,29%
4. Cenário Management (a definir)	0,28%	0,28%	0,28%	0,28%	0,28%	0,28%	0,28%
Pessoal							
1. Cenário Base	5,39%						
1. Cenário Base	5,39%	5,39%	5,39%	5,39%	5,39%	5,39%	5,39%
2. Cenário Otimista	5,39%	5,38%	5,37%	5,38%	5,38%	5,38%	5,38%
3. Cenário Pessimista	5,39%	5,39%	5,39%	5,40%	5,40%	5,40%	5,40%
4. Cenário Management (a definir)	5,39%	5,39%	5,39%	5,39%	5,39%	5,39%	5,39%
Depreciação e Exaustão							
1. Cenário Base	6,01%						
1. Cenário Base	6,01%	6,01%	6,01%	6,01%	6,01%	6,01%	6,01%
2. Cenário Otimista	6,01%	6,01%	6,01%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%
3. Cenário Pessimista	6,01%	6,01%	6,01%	6,01%	6,01%	6,01%	6,01%
4. Cenário Management (a definir)	6,01%	6,01%	6,01%	6,01%	6,01%	6,01%	6,01%
Ajustes de Inventário							
1. Cenário Base	2,69%						
1. Cenário Base	2,69%	2,69%	2,69%	2,69%	2,69%	2,69%	2,69%
2. Cenário Otimista	2,69%	2,69%	2,69%	2,68%	2,68%	2,68%	2,68%
3. Cenário Pessimista	2,69%	2,69%	2,69%	2,70%	2,70%	2,70%	2,70%
4. Cenário Management (a definir)	2,69%	2,69%	2,69%	2,69%	2,69%	2,69%	2,69%
Outros							
1. Cenário Base	4,05%						
1. Cenário Base	4,05%	4,05%	4,05%	4,05%	4,05%	4,05%	4,05%
2. Cenário Otimista	4,05%	4,04%	4,03%	4,04%	4,04%	4,04%	4,04%
3. Cenário Pessimista	4,05%	4,05%	4,05%	4,05%	4,05%	4,05%	4,05%
4. Cenário Management (a definir)	4,05%	4,05%	4,05%	4,05%	4,05%	4,05%	4,05%
SG&A (US\$ milhões)							
2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Selling, General & Administrative expenses (SG&A)							
	1.240	1.363	1.604	1.721	1.812	1.934	2.064
<i>% receita líquida</i>	4,22%	4,22%	4,22%	4,20%	4,18%	4,16%	4,14%
SG&A							
1. Cenário Base	4,22%						
1. Cenário Base	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%
2. Cenário Otimista	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%
(-0,1% da receita líquida)	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%
3. Cenário Pessimista	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%
(+0,1% da receita líquida)	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%
4. Cenário Management (a definir)	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%
Outras Despesas Operacionais (US\$ milhões)							
2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Outras Despesas							
	795	874	1.028	1.109	1.173	1.258	1.349
<i>% receita líquida</i>	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%

P&D (US\$ milhões)	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Pesquisa e Desenvolvimento	745	819	963	1.039	1.099	1.178	1.264
% receita líquida	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%

Fazendo-se as previsões de receita e de custos, podem-se elaborar as previsões de fluxo de caixa da Vale para o período de 2S09 até 2039 conforme tabela 11 abaixo.

Tabela 11 – Previsão de fluxos de caixa

Fluxo de Caixa	2S09	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Receita Operacionais Totais	19.640,0	33.166,6	39.011,7	42.039,9	44.441,7	47.635,7	51.069,2
Receitas Financeiras	522,8	836,8	1.046,6	1.088,2	2.201,4	3.510,1	3.884,1
Crédito Tributário							
Entradas de Caixa	20.162,8	34.003,4	40.058,3	43.128,2	46.643,1	51.145,9	54.953,4
Deduções s/ rec. Bruta	(546,6)	(907,2)	(1.045,4)	(1.099,5)	(1.141,2)	(1.198,5)	(1.260,0)
COGS	(8.376,2)	(14.152,1)	(16.655,7)	(17.934,0)	(18.961,6)	(20.328,5)	(21.797,4)
SG&A	(806,5)	(1.362,6)	(1.603,7)	(1.721,1)	(1.811,7)	(1.933,6)	(2.064,1)
IR/CS	(2.736,9)	(4.836,6)	(5.303,3)	(6.053,1)	(6.691,2)	(7.425,9)	(7.899,3)
Pgto. Benefício para Empregados pós-aposentadoria					(982,0)	(626,0)	(626,0)
Saídas de Caixa	(13.448,2)	(21.884,5)	(25.234,1)	(26.807,8)	(28.605,7)	(30.886,5)	(33.020,8)
Contas a Receber	(633,4)	(685,8)	(717,0)	(371,4)	(294,6)	(391,8)	(421,2)
Estoque	357,6	(905,0)	(810,6)	(414,9)	(333,0)	(443,0)	(476,0)
Fornecedores	53,8	686,8	510,0	261,0	209,5	278,7	299,5
Salários e Encargos	416,0	(72,2)	167,7	(24,4)	(169,9)	(181,9)	(211,8)
Impostos	692,1	523,9	151,2	201,0	169,9	198,0	133,7
IR/CS a Pagar	-	-	-	-	-	-	-
Inv. Capital de Giro	886,1	(452,2)	(698,7)	(348,7)	(418,1)	(540,0)	(675,8)
Venda de Participações	-	-	-	-	-	-	-
Recebimento de Proventos	-	-	-	-	-	-	-
Investimentos em Outras Empresas	-	-	-	-	-	-	-
CAPEX	(3.756,0)	(8.127,7)	(7.593,3)	(7.369,3)	(7.794,1)	(8.358,7)	(8.965,7)
Gastos Diferidos	-	-	-	-	-	-	-
Investimentos	(3.756,0)	(8.127,7)	(7.593,3)	(7.369,3)	(7.794,1)	(8.358,7)	(8.965,7)
Aportes							
Captações de Dívidas	-	-	25.503,8	8.582,4	11.121,9	20.608,4	14.514,6
Pagamento de Juros	(1.156,1)	(1.086,1)	(2.501,3)	(1.699,2)	(1.999,3)	(2.567,7)	(3.078,0)
Amortização de Dívida	(648,0)	(2.280,0)	(2.636,0)	(5.425,6)	(8.638,0)	(17.312,7)	(10.969,4)
Serviço da Dívida	(1.804,1)	(3.366,1)	20.366,5	1.457,6	484,6	728,0	467,2
Fluxo de Caixa	2.040,6	172,9	26.898,7	10.059,9	10.309,8	12.088,7	12.758,3
Pagamento de Dividendos	(1.593,8)	(172,9)	(3.088,4)	(5.875,1)	(6.494,4)	(7.207,5)	(7.667,0)
Dividend Payout	0,30	0,30	0,30	0,50	0,50	0,50	0,50
Lucro Após Dividendos	3.719,0	9.215,8	7.206,3	5.875,1	6.494,4	7.207,5	7.667,0
Constituição da Reserva Legal	78,6	78,6	78,6	78,6	78,6	78,6	78,6
Fluxo de Caixa Após Dividendos	446,8	-	23.810,3	4.184,8	3.815,4	4.881,1	5.091,3
Saldo Final	11.192,0	11.638,8	11.638,8	35.449,0	39.633,8	43.449,2	48.330,3
Saldo Final	11.638,8	11.638,8	35.449,0	39.633,8	43.449,2	48.330,3	53.421,7

Fluxo de Caixa do Acionista	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Payout	30%	30%	30%	50%	50%	50%	50%
Dividendos	1.594	173	3.088	5.875	6.494	7.208	7.667
Aportes	-	-	-	-	-	-	-
Fluxo de Caixa do Acionista	1.594	173	3.088	5.875	6.494	7.208	7.667

As previsões de fluxo de caixa foram obtidas com premissas tanto de receitas quanto custos utilizando modelos de julgamento (especialista) quanto modelos econométricos. Adicionalmente, utilizaram-se dados fornecidos pela Vale em relação investimentos em crescimentos orgânicos, P&D, projeções de custo da dívida e captações de caixa. O fluxo de caixa da Vale foi obtido seguindo as premissas mencionadas a acima.

Para a obtenção do fluxo de caixa livre (FCL) da companhia, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$FCL = EBIT \text{ (Lucro Antes de Impostos e Juros)} - \text{Impostos} - \text{Depreciação/Amortização} - \text{Investimentos de capital} \quad [15]$$

O cálculo é obtido abaixo na tabela 12.

Tabela 12 – Previsão dos fluxo de caixa livre (FCL)

Fluxo de Caixa Livre	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
EBIT	11.370	14.475	17.053	18.414	19.478	20.899	22.427
IR/CS sobre EBIT	(4.030)	(4.837)	(5.303)	(6.053)	(6.691)	(7.426)	(7.899)
NOPLAT - Net Operating Profit Less Adjusted Taxes	7.340	9.638	11.749	12.361	12.787	13.473	14.528
Depreciação e Amortização	(146)	(331)	(372)	(410)	(446)	(485)	(526)
Fluxo de Caixa Bruto	7.486	9.969	12.121	12.771	13.233	13.958	15.054
Investimentos							
Investimentos - Capital Permanente	4.671	8.128	7.593	7.369	7.794	8.359	8.966
Investimentos - Capital de Giro	1.104	(452)	(699)	(349)	(418)	(540)	(676)
FCL - Fluxo de Caixa Livre	13.261	17.644	19.016	19.791	20.609	21.776	23.344
Fluxo de Caixa da Firma	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
EBITDA	11.516	14.805	17.424	18.824	19.924	21.383	22.953
(-) Capex	(4.671)	(8.128)	(7.593)	(7.369)	(7.794)	(8.359)	(8.966)
(-) Investimento Capital de Giro	1.104	(452)	(699)	(349)	(418)	(540)	(676)
(-) IR/CS	(4.030)	(4.837)	(5.303)	(6.053)	(6.691)	(7.426)	(7.899)

FCFF	3.919	1.389	3.829	5.053	5.021	5.059	5.413
Fluxo de Caixa do Equity	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
EBITDA	11.516	14.805	17.424	18.824	19.924	21.383	22.953
(-) Capex	(4.671)	(8.128)	(7.593)	(7.369)	(7.794)	(8.359)	(8.966)
(-) Investimento Capital de Giro	1.104	(452)	(699)	(349)	(418)	(540)	(676)
(-) IR/CS	(4.030)	(4.837)	(5.303)	(6.053)	(6.691)	(7.426)	(7.899)
(+) Captação de Dívidas	-	-	25.504	8.582	11.122	20.608	14.515
(-) Pagamento de Juros	(1.156)	(1.086)	(2.501)	(1.699)	(1.999)	(2.568)	(3.078)
(-) Amortização de Dívidas	(648)	(2.280)	(2.636)	(5.426)	(8.638)	(17.313)	(10.969)
FCFE	2.115	(1.977)	24.196	6.510	5.505	5.787	5.880
(-) Capex	-41%	-55%	-44%	-39%	-39%	-39%	-39%
(-) Investimento Capital de Giro	10%	-3%	-4%	-2%	-2%	-3%	-3%
(-) IR/CS	-35%	-33%	-30%	-32%	-34%	-35%	-34%
FCFF	34%	9%	22%	27%	25%	24%	24%

São obtidos os fluxos de caixa livre (FCL) da firma e do acionista. Brealey e Myers (2003) menciona que para a avaliação de companhias que utilizam o modelo de FCD, pode-se obter o FCFF (Fluxo de Caixa Livre da Firma) quanto ao FCFE (Fluxo de Caixa do Acionista). Em Brealey e Myers(2003) tem-se as definições de FCFE e FECC. O FCFE é definido como a medida de quanto dinheiro pode ser pago aos acionistas de capital da empresa após todas as despesas, reinvestimentos e amortização da dívida. Já o FCFF é definido como a medida de desempenho financeiro que expressa à quantidade líquida de caixa que é gerado para a empresa, constituída por despesas, impostos e as mudanças no capital de giro líquido e investimentos. Esta é uma medida de rentabilidade de uma empresa após todas as despesas e reinvestimentos. É um dos muitos parâmetros utilizados para comparar e analisar a saúde financeira das companhias.

Um valor positivo indica que a empresa auferiu caixa líquido depois das despesas. Um valor negativo, por outro lado, indica que a empresa não gerou receitas suficientes para cobrir seus custos e dos investimentos. Nesse caso, o investidor deve aprofundar a avaliar por que isso está acontecendo - pode ser um sinal de que a empresa pode ter alguns problemas mais profundos no futuro.

Para fins de análise de rentabilidade e avaliação da Vale por FCD será o FCFF (Fluxo de Caixa da Firma) como parâmetro de FCL.

Obtendo-se os FCL (Fluxos de Caixa Livres) da Vale previstos para o período de 2009-2015, vamos obter a taxa de desconto a ser utilizado no modelo FCD (Fluxo de Caixa Descontado) para a avaliação da companhia. Embora seja mencionado em (Arditti, 1973), (Baranek, 1975) e (Brick and Thompson, 1978) que não seja a melhor taxa de desconto a ser utilizada, a média ponderada de custo de capital ainda é a melhor e mais utilizada taxa de desconto para avaliações de rentabilidade para o modelo FCD.

Para esta dissertação utiliza-se um WACC de acordo com premissa de custo da dívida da companhia, estrutura de capital da Vale, taxa de retorno livre de risco, prêmio de risco, Beta ajustado, risco Brasil, tamanho (micro) por Ibbotson de acordo com as premissas mencionadas na tabela 13 abaixo:

Tabela 13 – Apuração do WACC / taxa de desconto dos fluxos de caixa livres

Apuração do WACC	Comentários	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Taxa Livre de Risco - Rf	Yield do US T-Bond 10 Anos (USGG30YR index)	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%
Beta Ajustado - β	Cálculo baseado no Beta Ajustado da Empresa	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32
USA - Market Risk Premium (%) - MRP	Spread médio anual entre S&P 500 e US T-Bond (últimos 50 anos)	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%
Risco Brasil - Z	EMBI projetado depto econômico Banif	2,5%	2,0%	1,5%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Size Premium - SP	Prêmio de Risco associado ao tamanho (micro), calculado pelo Ibbotson	-0,34%	-0,34%	-0,34%	-0,34%	-0,34%	-0,34%	-0,34%
Custo K Próprio Nominal = Ke em US\$	= Tx Livre de Risco + (Beta x USA - Mkt Risk Premium) + Risco Brasil	12,1%	11,6%	11,1%	10,6%	10,6%	10,6%	10,6%
Taxa Inflação Americana	Premissa Banif - Depto. Econômico							
Ke Real	= Ke Nominal deflacionado pela Taxa de Inflação Americana	12,1%	11,6%	11,1%	10,6%	10,6%	10,6%	10,6%
Inflação Média Brasileira Esperada	Premissa Banif - Depto. Econômico							
Ke Nominal em R\$	= Ke Real inflacionado pela Taxa de Inflação Brasileira	12,1%	11,6%	11,1%	10,6%	10,6%	10,6%	10,6%
Custo K Terceiros	Custo Médio da Dívida Financeira da Empresa	6,14%	6,14%	6,14%	6,14%	6,14%	6,14%	6,14%
Taxa IR e CS no Brasil	Imposto de Renda (25%) e Contribuição Social (9%)	34,0%	34,0%	34,0%	34,0%	34,0%	34,0%	34,0%
Custo K Terceiros = Kd X (1 - T)	= Custo K Terceiros Líquido IR/ CS	4,1%						
Valor Equity / Valor de Firma = E		74,9%	79,8%	64,8%	64,8%	65,3%	65,6%	65,8%
Dívida Líquida / Valor de Firma = D	Estrutura de capital atual da empresa	25,1%	20,2%	35,2%	35,2%	34,7%	34,4%	34,2%
WACC Nominal em US\$	= (E x Ke) + (D x (Kd x (1 - T)))	10,1%	10,1%	8,6%	8,3%	8,4%	8,4%	8,4%

Taxa Inflação Americana	Premissa Econômico	Banif -	Depto.	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
WACC Real	= WACC deflacionado pela Inflação Americana	Nominal Taxa de	Inflação	10,1%	10,1%	8,6%	8,3%	8,4%	8,4%	8,4%
Inflação Média Brasileira Esperada	Premissa Econômico	Banif -	Depto.	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
WACC Nominal R\$	= WACC Real inflacionado pela Taxa de Inflação Brasileira			10,1%	10,1%	8,6%	8,3%	8,4%	8,4%	8,4%
Debt (Dívida)				18.826	16.546	39.414	42.571	45.054	48.350	51.895
Equity (Capital Próprio)				56.073	65.289	72.495	78.370	84.865	92.072	99.739
D + E				74.899	81.835	111.909	120.941	129.919	140.422	151.634
Debt / Equity				34%	25%	54%	54%	53%	53%	52%

As taxas de desconto são obtidas (WACC) para cada ano da previsão de fluxo de caixa estimado utilizando premissas tanto macro-econômicas quanto dados de entradas gerados por modelos econométricos.

Uma vez obtidos os FCL e as taxas de desconto obtidas para o período 2009-2040, pode-se obter o FCD da Vale de acordo com a tabela 14 a seguir e com a definição mencionada em 2.2.1. e abaixo:

VPL é definido como,

$$VPL = - \sum_{t=0}^n \frac{CI_t}{\prod_{j=0}^t (1+r_{fj})} + \sum_{t=0}^n \frac{E(VPL)_t}{\prod_{j=0}^t (1+k_j)} \quad [1]$$

onde,

t = tempo (0,1,2,3,4,5,6)

I_t = Investimento no tempo t (investimento inicial)

r_{fj} = Taxa livre de juro no tempo j

$E(VPL)_t$ = fluxo de caixa esperado no tempo t

k_j = WACC de tempo j

Tabela 14 – Previsão de Fluxo de caixa livre e FCD

Fluxo de Caixa Livre	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Fluxo de Caixa da Empresa	3.156	1.389	3.829	5.053	5.021	5.059	5.413
WACC	10,1%	10,1%	8,6%	8,3%	8,4%	8,4%	8,4%
Valor Presente dos Fluxos de Caixa	3.081	1.202	3.112	3.819	3.498	3.250	3.206

0,0%

Sensibilidade Tx de Desconto
(+/-)

Valor dos Fluxos de Caixa	75.648			
Data Início da Perpetuidade	2.041			
Taxa de Cresc. Perpetuidade	3,0%			
Valor Residual	30.104			
Valor da Empresa	105.752			
Dívida Líquida	8.282			
	US\$	RS		
Valor Econômico	97.470	190.145		
Dólar em 30/06/2009	1,98			
Análise de Sensibilidade		Intervalos da Taxa de Desconto		
97.470,1		10,1%	10,1%	10,1%
97.470,1		-1,0%	-0,5%	0,0%
		0,5%	1,0%	
Intervalos para Valor Econômico				
Análise de Sensibilidade	Varição da Taxa de Desconto			
97.470,1	-0,5%	-	0,5%	
Intervalos para Valor Econômico	96.982	97.470	97.957	

Utilizando a fórmula do VPL temos o primeiro membro da equação pois não utilizamos o conceito de previsão de dívida e não temos I_t = Investimento no tempo t (investimento inicial) nem r_{fj} = Taxa livre de juro no tempo j. Entretanto para se calcular o FCD da companhia deve-se descontar do valor da companhia da sua dívida líquida, que é obtida pela subtração da dívida bruta menos o caixa atual da companhia. Isto significa que o valor final da companhia será o seu obtido pelo método de FCD subtraindo-se a sua dívida líquida, ou seja, o Valor Econômico (VE) da companhia é o seu FCD menos a sua dívida líquida.

Para a Vale, é obtido o Valor Econômico de R\$ 190,1 bilhões (US\$ 97,5 bilhões) utilizando-se uma taxa de câmbio US\$/R\$ de 1,98 em 30/06/2009. Uma análise de sensibilidade foi utilizada para a variação da taxa de desconto em +/- 0,5% para obter-se um intervalo de previsão do valor econômico da Vale, ficando assim:

Valor Econômico da Vale: FCD @ WACC +/- 0,5%, sendo obtido,

VE da Vale = US\$ 97, 47 bilhões, com intervalo de sensibilidade entre US\$ 96,9 a 97,9 bilhões.

Considerando a cotação das ações da Vale no mesmo dia, ou seja, 30/06/2010 que fecharam com os seguintes valores e Valor de Mercado (VM):

Tabela 15: Valor de fechamento das ações da Vale e valor de mercado em 30/06/2010

Tipo de ação	Código	# de ações	Fechamento	Valor de Mercado
Ordinária	VALE3	3.256.724.482	34,50	112.356,99
Preferencial	VALE5	2.108.579.618	29,85	62.941,10
Total em R\$				175.298,10
Total em US\$				88.534,39

4.1.2. Análise dos resultados da avaliação da Vale utilizando o método de FCD

Obteve-se um valor econômico (VE) base de US\$ 97,47 bilhões com intervalo de análise de sensibilidade de WACC de US\$ 96,90 a 97,9 bilhões. O valor obtido baseou-se em premissas descritas acima, além de modelos de julgamento (especialistas) e econométricos para as previsões de FCL de receitas e custos.

Analisando os resultados e comparando com o valor de mercado da companhia, citado na tabela X acima, temos uma relação de 10,1% (VE/VM), significando que a empresa está subavaliada pelo mercado, ou seja, seu preço justo é superior em 10,1% acima ao negociado no mercado acionário. Cabe ressaltar que o modelo FCD possui muitas incertezas em relação às previsões de FCL de receitas e custos, uma vez que são utilizadas premissas de modelos de previsão e que não capturam incertezas de previsão quanto ao tempo de investimento, flexibilidade gerencial e são dependentes da seleção das variáveis de entrada do modelo, citados em Armstrong e Crohman(1972) e (Fildes, 1985)

Sente-se a necessidade de utilizar um modelo que capture as incertezas e os valores de potencial dos projetos incluídos na companhia, uma vez que as previsões de FCL da Vale estão muito dependentes de seu forte cronograma de investimentos em crescimento orgânico, relação investimento sobre VM muito elevada, citadas em 4.1.1.

4.2 Utilização do Modelo VIRF para avaliação da Vale

Em 2.7 viu-se e detalhados em 2.7.1, 2.7.2, 2.7.3 que a definição de giga-investimento como um grande investimento industrial real que apresenta as seguintes características:

- i) uma longa vida econômica
- ii) um elevado grau de irreversibilidade
- iii) um longo período de construção

Além disso, a dinâmica do planejamento e gestão dos giga-investimentos e das suas características especiais, principalmente a sua longa vida econômica, exigem estratégias dos gestores a estarem focalizados em otimizá-los de acordo com as mudanças nos mercados, que, portanto, precisam ser monitorados. Tem-se discutido acima das opções reais e flexibilidade gerencial e observou-se que eles também necessitam de monitoração de seus mercados. Na verdade ambos, o planejamento das opções reais e sua gestão requerem conhecimentos sobre a atual situação do mercado e sobre as mudanças futuras.

Analisando as características do cronograma de investimentos para o período de 2009-2040 que a Vale irá realizar e que se julga serem em linhas com a definição de giga-investimentos industriais reais, aplica-se o modelo VIRF de avaliação para a Vale.

4.2.1 Definição das variáveis do modelo VIRF

Segundo a definição do Modelo VIRF citados em 2.9 e mencionados abaixo:

$$VIRF = R\eta E(R) * \sigma_R * (t + t_C) - C\eta E(C) * \sigma_{C*t} \quad [11]$$

Onde,

$$E = \sum_{i=0}^L \frac{1}{(1+r_R)^i} * R_i \quad \text{Valor presente fuzzy dos FCL fuzzy do projeto}$$

$$C = \sum_{i=0}^L \frac{1}{(1+r_C)^i} * C_i \quad \text{Valor presente fuzzy dos custos iniciais do projeto}$$

r_{ri} = taxa de desconto específico para cada fluxo de caixa livre do projeto (número *clássico*)

r_{Ci} = taxa de desconto específico para cada fluxo de custo inicial (número *clássico*)

E (R) e E (C) = Média probabilística (esperada) para valor de R e C (R e C fuzzy)

Para utilizar as estimativas de fluxos de caixa livre, além do modelo base referenciado acima em 2.4 para a análise da Vale por método de FCD, cujas previsões são do autor, foram ouvidos mais dois especialistas que forneceram suas premissas e conseqüentemente suas previsões de FCL. Os especialistas, referenciados como banco 2 e banco 3, forneceram suas previsões adicionalmente à previsão do autor, indicada como banco 1. As previsões têm como premissas as condições de mercado, sazonalidade, modelos de oferta vs. demanda e principalmente os investimentos de capital com seus retornos. Adicionalmente para efeitos desta análise, assim como do modelo de FCD acima mencionado em 4.1, não se calculou os fluxos de CI e sim se descontou a dívida líquida do valor final da avaliação. Isto será levado em consideração também no modelo VIRF, uma vez que os investimentos necessários aos projetos de investimentos futuros em grandes investimentos industriais reais já são contemplados no fluxo de caixa livre na conta Investimentos, mencionados na tabela 14.

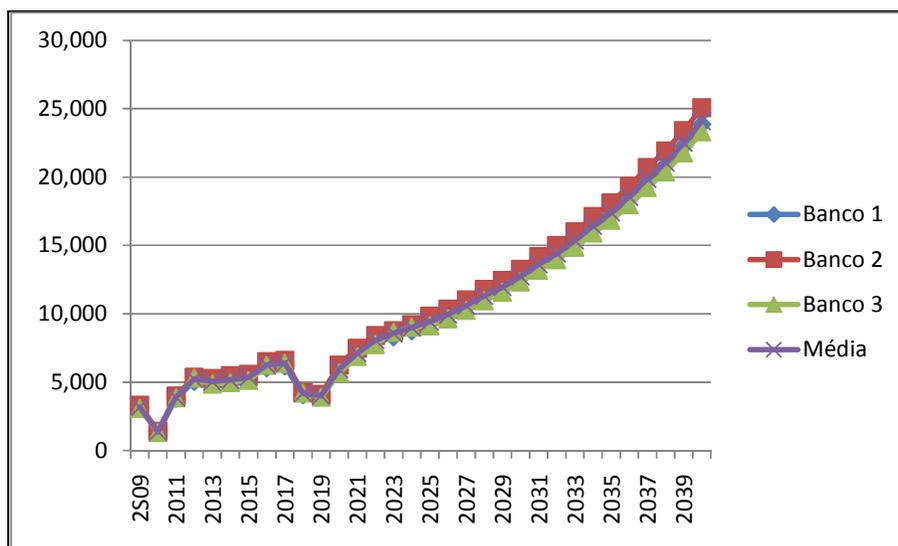


Figura 7 – Previsões de FCL e ambiente de negócio esperado pelo Mercado face os investimentos

Os especialistas estão contemplando os fluxos de caixa livre tanto das operações correntes da Vale, assim como os investimentos na instalação de novas plantas de produção para estimar as receitas (FCF) a partir do investimento de acordo com o ambiente de mercado e sua percepção pessoal, além conhecimento subjetivo sobre os mercados. Eles forneceram os seus pareceres como intervalos (números fuzzy) para incluir subjetivamente a percepção de incerteza que vêm enfrentando cada um dos fluxos de caixa. Figura 8 apresenta os pareceres, juntamente com a expectativa derivada de FCF esperados. Quanto mais para o futuro dos fluxos de caixa são estimados, maior a percepção dos especialistas.

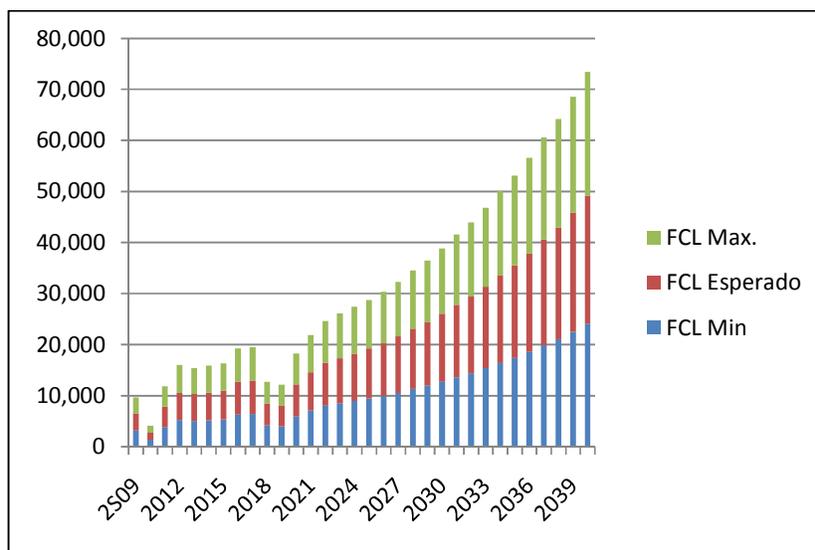


Figura 8. Previsões de fluxo de caixa da Vale por especialistas baseadas em suas percepções sobre o futuro do mercado de mineração e metálicos em face aos investimentos e seus conhecimentos sobre a incerteza dos fluxos.

Levando-se em consideração o fato de que o tempo é da essência e que a tendência agora é (tempo zero) inclinada para baixo os gestores desejam ver o que é o efeito de adiar a construção dos investimentos de capital, o adiamento é considerado para o estudo em intervalos de seis meses até três anos e meio para os projetos da Vale. A expectativa é que, se o investimento é adiado os fluxos de caixa durante o tempo de espera serão perdidos, ceteris paribus. Na figura 9 é apresentado o VIRF.

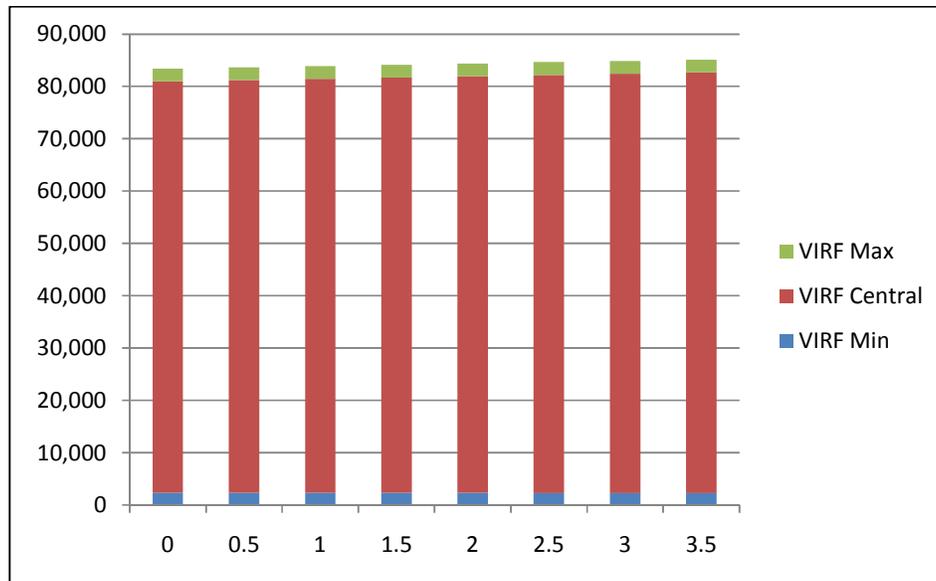


Figura 9. Efeitos da espera para investir no valor VIRF

Valores para as oito possibilidades diferentes (investir agora adiar para 3 ½ anos). Não se surpreende, parece que o investimento é mais rentável, caso os investimentos sejam adiados. É também visível na figura 9 que, segundo a o FRIV o potencial total do investimento cresce quanto mais o investimento é adiado. Se os gerentes decidem adiar o investimento para três anos e meio e esperam aumentar a lucratividade, eles devem enfrentar aumento incerteza (potencial total) sobre o resultado do projeto. O fato de VIRF mostrar o aumento da incerteza total (potencial) causadas pela espera e pelo tempo de construção é altamente relevante para os giga-investimentos devido ao fato de que o tempo é muitas vezes essencial para os grandes investimentos industriais. O modelo não é induz a tendência na informação dada ao tomador de decisão, mostrando apenas o potencial positivo, mas mostra claramente a cenário negativo possível também.

No cálculo do VIRF, o desvio-padrão para o FCL é calculado a partir do valor presente de FCL (R) pela simplicidade. A figura 9 não inclui a descontinuidade do apoio do valor VIRF.

Tomando-se como resultado o FRIV central, máximo e mínimo, obtem-se o valor econômico da Vale pelo modelo utilizado acima, somando-se um valor de fluxo de caixa na perpetuidade, que é o valor de crescimento estável a uma taxa constante “*ceteris paribus*”. Além disso, tem-se que descontar a dívida líquida da companhia para

obtenção do seu VE para efeito de comparação com o valor obtido com o modelo de FCD.

Utilizando o valor de residual de R\$ 30,1 milhões assumindo o início da perpetuidade em 2041 e uma taxa de crescimento de 3% e uma dívida líquida de R\$ 8,2 bilhões, tem-se os intervalos de valores VE para a Vale de acordo com a figura 10 abaixo.

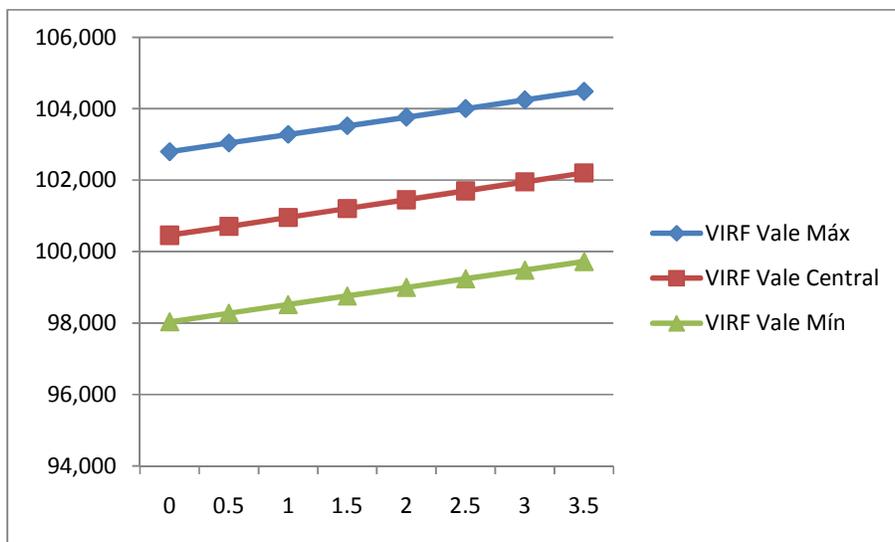


Figura 10 – Valores VE possíveis da Vale utilizando VIRF

5. Análise dos Resultados

Analisando-se os resultados obtidos para a avaliação do valor econômico (VE) da Vale utilizando o modelo de FCD e dos modelo VIRF, pode-se fazer alguns comentários:

- i) O modelo de fluxo de caixa não possui sensibilidade de estimar a incerteza e o modelo FIRV pode capturar este valor;
- ii) O modelo FIRV leva além de flexibilidade gerencial na tomada de decisão, numa avaliação de companhia de seu expertise ainda pode agregar o valor da flexibilidade operacional, não tendo no modelo FCD
- iii) O modelo de fluxo de caixa não tem sensibilidade de analisar corretamente o tempo de espera nem o tempo de construção de um giga-projeto pertencente à companhia

Obtidos em 4.4.1, os resultados da análise de FCD da Vale foram, utilizando o método de análise de sensibilidade de taxas de desconto:

Tabela 15 – Intervalos de VE da Vale (US\$ Milhões)

Análise de Sensibilidade	Variação da Taxa de Desconto		
	-0,5%	-	0,5%
97.470			
Intervalos para Valor Econômico	96.983	97.470	97.957

Utilizando o modelo VIRF de avaliação de giga-investimentos industriais reais, obtiveram-se os seguintes intervalos de VE da Vale.

Tabela 16 – Valor econômico da Vale utilizando o modelo VIRF

Valor Econômico da Vale (VIRF + Valor Residual - Dívida líquida)								
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
VIRF Vale Máx	102.796	103.038	103.279	103.521	103.763	104.004	104.246	104.488
VIRF Vale Central	100.459	100.708	100.957	101.206	101.455	101.704	101.953	102.202
VIRF Vale Mín.	98.036	98.278	98.519	98.761	99.003	99.244	99.486	99.728

Para efeito de análise, pode-se estimar o VE da Vale está num intervalo de valor:

VIRF Central = valor econômico central no tempo t=0: US\$ 100,5 bilhões

VIRF Máx = valor econômico máximo no tempo t=3,5: US\$ 104,5 bilhões

VIRF Mín. = valor econômico mínimo no tempo t=0: US\$ 98,0 bilhões

Comparando os dois resultados centrais dos modelos VIRF e FCD, tem-se que:

VIRF Central – FCD Central = US\$ 2,9 bilhões, ou 3,1% do valor FCD Central.

Média : (VIRF Central /FCD Central) = US\$ 98,4 bilhões

Desvio padrão: (VIRF Central/FCD Central) = US\$ 1,0, ou 1,1%

Var: (VIRF Central/FCD Central) = 1116715

5. Conclusões e futuras pesquisas

Podemos concluir sobre os resultados e as debilidades da investigação que sugerem caminhos para futuras dissertações no âmbito da presente investigação e para além dela. O modelo VIRF se mostrou eficaz para a projeção de valor econômico e além do que se mostrou mais precioso em relação às incertezas. Os resultados comparativos entre os dois modelos tiveram uma média, desvio padrão e Var em linha com o esperado e aceitáveis do ponto de vista estatístico. Ao mesmo tempo crítica que se faz, e abre-se a possibilidade de continuidade da pesquisa, em aplicar o modelo VIRF para a Vale e para outras companhias que possuam giga-projetos de investimento para cada projeto individualmente e adicionar as projeções de FCL das operações correntes visando a real captura de valor do tempo de espera da decisão, tempo de construção e vida longa econômica.

5.1. Resumo dos Objetivos e Contribuições da dissertação

Definimos a motivação desta dissertação como a criação de novos conhecimentos sobre grandes investimentos industriais reais (giga-investimentos) e respectiva avaliação, e seu apoio a decisão. Em 1.2. temos definido os objetivos desta dissertação, com base em uma hipótese que uma companhia pode ser avaliada pelo método VIRF uma vez que seus projetos fazem parte de que um grupo que pode ser definido como grandes investimentos industriais reais e que o grupo tem características que precisam, e podem ser tomados em consideração em sua avaliação.

Os objetivos desta dissertação foram:

- i) Compreender e caracterizar os grandes investimentos industriais real
- ii) Para os fins desta dissertação, analisar uma definição de um especial grupo de investimentos no âmbito do grupo de grandes industriais real investimentos
- iii) Desenvolver e selecionar relevantes construções e métodos a serem utilizados na avaliação do seletor grupo de investimentos e de grandes investimentos reais

- iv) Analisar e comparar os resultados de avaliação da Vale pelos métodos de FCD e VIRF.

5.2. Conclusões

Esta dissertação analisou o grande industrial real investimentos e utilizou o método para avaliação de uma companhia. A noção de compreensão de grandes investimentos industriais real como um grupo especial dentro do grupo de reais investimentos é uma nova abordagem.

Esta dissertação concentrou-se em questões relativas à avaliação do investimento, e tem a abordagem de definição do escopo da dissertação, definindo um conjunto de investimentos no âmbito do grupo de grandes investimentos industriais reais, simplificar a complexidade. O grupo de giga-investimentos tem sido analisado e sua avaliação precisa ser discutida. Foi revelado que os atuais métodos de avaliação de investimento, se não são incompatíveis, são ótimas para giga-investimentos.

Observação de que o ciclo de investimento giga, que esta dissertação modela em três etapas, ao contrário do comumente usado investimento em duas fases de ciclo de vida, podem desempenhar um papel fundamental na avaliação correta de giga-investimento

Giga-Investimentos parecem se beneficiar de uma abordagem dinâmica para o planejamento e gestão, que se baseia na exploração contínua do ambiente e atualização de informações. Isto é verdade para um número de razões, das quais é, pelo menos não a natureza dinâmica das opções que se encontram dentro investimentos.

5.2.1. Pontos Fracos da dissertação

Ao ver esta investigação crítica do ponto de vista da investigação metodologia, pode-se criticar o fato de que o material de apoio utilizado para as investigações iniciais poderia ter sido maior do que a quatro apresentaram casos, e que a parte de dissertação deveria ter sido mais cuidadosamente elaborada. Este seria um apenas um comentário.

Na utilização do modelo VIRF em empresas a utilização do fluxo de caixa líquido (FCL) para as projeções de todos os projetos correntes e futuros pode não mensurar corretamente os tempos de espera e de construção do ponto de vista de entrada de fluxo.

As inclusões dos investimentos no fluxo de caixa líquido e não detalhado em CI para efeitos do modelo VIRF pode não trazer a exatidão das previsões de custo e conseqüentemente pode trazer alguma miopia para os resultados.

5.3. Continuação da pesquisa

O trabalho realizado nesta dissertação pode ser continuada pelo menos, nas seguintes formas:

Os modelos criados têm de ser mais testado com dados de investimento, ambos os modelos VORF e VIRF são bastante novo e deve ser testados novamente.

A base de dados de conhecimento de giga-investimentos grande investimentos indústrias reais podem ser expandida para a construção de uma base para generalização do modelo para uma população maior de investimentos e mais detalhados.

Um estudo mais aprofundado sobre a adequação do apreçamento de opções Black-Scholes fórmula de avaliação da opção real é necessário. Os problemas que os pressupostos rigorosos por trás da fórmula quando contrastado com realidade pode, talvez, ser resolvido, mas um estudo mais aprofundado sobre o assunto é necessário.

Encaminhar os preços do valor do investimento durante o tempo de construção é uma problema da dissertação e que é de grande interesse do ponto de vista da modelagem de investimentos e do ponto de vista da corretamente avaliando grandes investimentos industriais reais.

A integração de métodos qualitativos e outras informações estruturadas em modelos de avaliação são questões que exigem e merecem maiores estudos.

Utilização de modelos FIRV em análise de empresas focando seus investimentos individualmente e testá-los quanto à operação de fusões e aquisições.

Há sem dúvida muitas outras avenidas muito interessantes para o futuro investigação.

6. Referencias bibliográfica em ordem alfabética

- Aggarwal (1997) AGGARWAL, S., “Flexibility Management: The Ultimate Strategy”,
Industrial Management Review, January/February, pag. 26-30, 1997.
- (Aguilar, 1967) AGUILAR, F., 1967, *Anning the Business Environment*, McMillan
- (Alcaraz and Heikkilä, 2002) ALCARAZ, F. AND HEIKKILÄ, M., 2002, *Improving Investment Decision Making by Expanding Key Knowledge with Real Option Tools*, Turku Centre for Computer Science, TUCS Technical Report, No. 467
- (Alcaraz and Heikkilä, 2003) ALCARAZ GARCIA, F. AND HEIKKILÄ, M., 2003, *Improving Investment Decision Making by Expanding Key Knowledge with Real Option Tools*, Journal of Decision Systems, 12, 3-4, pp. 345-368
- (Amran e Kulatilaka, 1999) AMRAN, M. e KULATILAKA, N. “Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World”, Harvard Business School Press, 1999.
- (Andricopoulos et al., 2003) ANDRICOPOULOS, A., WIDDICKS, M., DUCK, P. AND NEWTON, D., 2003, *Universal option valuation using quadrature methods*, Journal of Financial Economics, Vol. 67, 3, pp. 447-471
- (Alvarez, 1999) ALVAREZ, L., 1999, *Optimal Exit and Valuation Under Demand Uncertainty: A Real Options Approach*, European Journal of Operational Research, 111, pp. 320-329
- (Arditti, 1973) ARDITTI, F., 1973, *The Weighted Average of Capital: Some Questions on Its Definition, Interpretation, and Use*, Journal of Finance, 28, pp. 1001-1008
- (Armstrong and Crohman, 1972) ARMSTRONG, S. ,CROHMAN, M., 1972, *A comparative study of methods for long-range market forecasting*, Management Science, 19, 2, pp. 211-221

- (Azzone and Maccarone, 2001) AZZONE, G. , MACCARONE, P., 2001, *The design of the investment post-audit process in large organisations: evidence from a survey*, European Journal of Innovation Management, Vol. 4, No. 2, pp. 73-87
- (Baker, Ponniah, and Smith, 1998) BAKER, S., PONNIAH, D., SMITH, S., 1998, *Techniques for the Analysis of Risks in Major Projects*, The Journal of the Operational Research Society, 49, 6, pp. 567-572
- (Balasubramanian, Kulatilaka, and Storck, 2000) BALASUBRAMANIAN, P., KULATILAKA, N., STORCK, J., 2000, *Managing information technology investments using a real options approach*, the Journal of Strategic Information Systems, 9, pp. 39-62
- (Baranek, 1975) BARANEK, W., 1975, *The Cost of Capital, Capital Budgeting, and the Maximization of Shareholder Wealth*, The Journal of Financial and Quantitative Analysis, 10, pp. 1-20
- (Bardossy, Duckstein and Bogardi, 1993) BARDOSSY, A., DUCKSTEIN, L., BOGARDI, I., 1993, *Combination of fuzzy numbers representing expert opinions*, Fuzzy Sets and Systems, 57, pp. 173-181
- (Barham, Chavas, and Klemme, 1994) BARHAM, B., CHAVAS, J-P. , KLEMME, R., 1994, *Low capital dairy strategies in Wisconsin: lessons from a new approach to measuring profitability*, University of Wisconsin-Madison Department of Agricultural Economics Staff Paper Series, Staff Paper No. 381
- (Bellman and Zadeh, 1970) BELLMAN, R. AND ZADEH, L., 1970, *Decisionmaking in a fuzzy environment*, Management Science, Vol. 17, No. 4, p. 141-164
- (Benninga and Wiener, 1997) BENNINGA, S. ,WIENER, Z., 1997, *Binomial Option Pricing, the Black-Scholes Option Pricing Formula, and Exotic Options*, Mathematica in Education and Research, Vol. 6, No. 4, pp. 1-4

- (Benaroch and Kauffman, 1999) BENAROCH, M. , KAUFFMAN, R., 1999, *A case for using real options pricing analysis to evaluate information technology project investments*, Information Systems Research, 10, pp. 70-86
- (Benaroch and Kauffman, 2000) BENAROCH, M. , KAUFFMAN, R., 2000, *Justifying electronic banking network expansion using real options analysis*, MIS Quarterly, 24, pp. 197-225
- (Bengtsson, 2001) BENGTTSSON, J., 2001, *Manufacturing flexibility and real options: A review*, International Journal of Production Economics, 74, pp. 213-224
- (Berger, Ofek, and Swary, 1996) BERGER, P., OFEK, E., SWARY, I., 1996, *Investor valuation of the abandonment option*, Journal of Financial Economics, 42, 257-287
- (Bertrand and Fransoo, 2002) BERTRAND, W., FRANSOO, J., 2002, *Operations management research methodologies using quantitative modeling*, International Journal of Operations & Production Management, Vol. 22, No. 2, p. 241-264
- (Bierman and Smidt, 1960) BIERMAN, H., SMIDT, S., 1960, *The capital budgeting decision*, MacMillan, New York
- (Black and Scholes, 1973) BLACK, F., SCHOLES, M., 1973, *The Pricing of Options and Corporate Liabilities*, Journal of Political Economy, 81, 3, p. 637-654
- (Blom, 2000) BLOM, L., 2000, *Investeringar som värdeskapare för företagens och landets konkurrenskraft - en fallstudie av Rautaruukki Steel*, Åbo Akademi University, Department of Economics M.Sc. thesis.
- (Bock and Farkas, 1969) BOCK, B. , FARKAS, J., 1969, *Concentration and Productivity*, Studies in Business Economics, No. 103, National Industrial Conference Board, New York
- (Bodman, 2000) BODMAN, J., 2000, *Gigainvestointien elinkaarituottoihin vaikuttavien tekijöiden arviointi*, Tampere University of Technology, Department of Industrial Economics Diploma Thesis, Pori

- (Borison, 2003) BORISON, A., 2003, *Real Options Analysis: Where are the Emperor's Clothes?*, In the Proceedings of the 7th RNAual International Conference on Real Options, Washington D.C., USA
- (Borgonovo, 2004) BORGONOVO, E., PECCATI, L., 2004, *Sensitivity analysis in investment project evaluation*, International Journal of Production Economics, 90, pp. 17-25
- (Bowman and Hurry, 1993) BOWMAN, E., HURRY, D., 1993, *Strategy throught the option lens: An integrated view of resource investments and incremental-choice process*, Academy of Management Review, 18, pp. 760-82
- (Boyle, 1988) BOYLE, P., 1988, *A Lattice Framework for Option Pricing with Two State Variables*, Journal of Financial and Quantitative Analysis, 23, 1–12.
- (Brennan and Schwartz, 1977) BRENNAN, M., SCHWARTZ, E., 1977, *The Valuation of American Put Options*, Journal of Finance, 32, 449–462.
- (Brennan and Schwartz, 1978) BRENNAN, M., SCHWARTZ, E., 1978, *Finite Difference Methods and Jump Processes Arising inthe Pricing of Contingent Claims: A Synthesis*, Journal of Financial and Quantitative Analysis, 13, 461–474.
- (Brennan and Schwartz, 1985) BRENNAN, M., SCHWARTZ, E., 1985, *Evaluating natural resource investments*, Journal of Business, 58(2), April, pp. 135-57
- (Brealey and Myers, 2003) BREALEY, R., MYERS, S, 2003, *Principles of Corporate Finance*, 7th edition, McGraw-Hill, Boston
- (Brick and Thompson, 1978) BRICK, J., THOMPSON, H., 1978, *The Economic Life of an Investment and the Appropriate Discount Rate*, The Journal of Financial and Quantitative Analysis, 13, 5, pp. 831-846
- (Bryman, 1988) BRYMAN, A., 1988, *Doing Research in Organisations*, Routledge, London

- (Buckley, 1987) BUCKLEY, J., 1987, *The fuzzy mathematics of finance*, Fuzzy Sets and Systems, 21, p. 257-273
- (Buckley, 1992) BUCKLEY, J., 1992, *Solving fuzzy equations in economics and finance*, Fuzzy Sets and Systems, 48, p. 289-296
- (Bunn and Wright, 1991) BUNN, D., WRIGHT, G., 1991, *Interaction of judgemental and statistical forecasting methods: issues & analysis*, Management Science, 37, 5, 501-518
- (Busby and Pitts, 1997) BUSBY, J. , PITTS, C., 1997, *Real options in practice: an exploratory survey of how finance officers deal with flexibility in capital appraisal*, Management Accounting Research, 8, pp. 169-186
- (Campbell, 2002) CAMPBELL, J., 2002, *Real options analysis of the timing of IS investment decisions*, Information & Management, 39(5), pp. 337- 344
- (Carlsson and Fuller, 1998) CARLSSON, C., FULLÉR, R., 1998, *Fuzzy internal rate of return*, Turku Centre for Computer Science, TUCS Technical Report, No. 211
- (Carlsson and Fuller, 2000) CARLSSON, C., FULLÉR, R.,, 2000, *Fuzzy real option valuation*, Turku Centre for Computer Science, TUCS Technical Report No 367
- (Carlsson and Fuller, 2001a) CARLSSON, C., FULLÉR, R.,, 2001, *Possibilistic mean value and variance of fuzzy numbers*, Fuzzy Sets and Systems, 122, pp. 315-326
- (Carlsson and Fuller, 2001b) CARLSSON, C., FULLÉR, R.,, 2001, *Fuzzy Reasoning in Decision Making and Optimization*, Springer
- (Carlsson, Fuller, and Majlender, 2001) CARLSSON, C., FULLÉR, R.,, MAJLENDER, P., 2001, *Project Selection with fuzzy real options*, Second International Symposium of Hungarian Researchers on Computational Intelligence, Budapest, November 12, pp. 81-88

- (Caves, Gale, and Porter, 1977) CAVES, R., GALE, B., PORTER, M., 1977, *Interfirm Profitability Differences: Comment*, Quarterly Journal of Economics, 91, 4, pp. 667-675
- (Chen and Wang, 1999) CHEN, T., WANG, M., 1999, *Forecasting methods using fuzzy concepts*, Fuzzy Sets and Systems, 105, pp. 339-352
- (Childs, Ott, and Triantis, 1998) CHILDS, P., OTT, S., TRIANTIS, A., 1998, *Capital budgeting for interrelated projects: A real options approach*, Journal of Financial and Quantitative Analysis, 33(3), pp.305-34
- (Childs and Triantis, 2000) CHILDS, P., OTT, S., TRIANTIS, A., 2000, *Dyumatic R&D investment policies*, Management Science, 45, 1359-1377
- (Collan, 2002) COLLAN, M. (Ed.), 2002, *Proceedings of the International Real Options Workshop*, May 6.-8.2002, Turku, Finland
- (Collan, 2004a) COLLAN, M, 2004, *Fuzzy real investment valuation model for very large industrial real investments*, em JAMSHIDI, M., OLLERO, A., FOULLOY, L, REUTER, M., KAMRANI, A., HATA, Y. (Eds.), 2004, *Proceedings of the WAC 2004 (CD-ROM)*, June 28 - July 1, 2004, Seville, Spain
- (Collan, 2004b) COLLAN, M, *Dynamic Management of Investments with Long Economic Lives: Extending Fuzzy Planning to Operational Management*, 6th Manufacturing Accounting Research Conference, MAR 2003, May 26-28, University of Twente, Netherlands
- (Collan, 2004c) COLLAN, M, 2004, *Fuzzy Real Investment Valuation Model for Giga-Investments, and a Note on Giga-Investment Lifecycle and Valuation*, TUCS Technical Report, No. 617, Turku Centre for Computer Science
- (Collan, Carlsson, and Majlender, 2003) COLLAN, M, CARLSSON, C., MAJLENDER, P., 2003, *Fuzzy Black and Scholes real option pricing*, Journal of Decision Systems, Vol. 17, No. 3-4, pp. 391-416

- (Collan and Hirkman, 2003) COLLAN, M., HIRKMAN, P. (Eds.), 2003, WAENO 1999-2002, *CD-ROM of the research program*, Institute for Advanced Management Systems Research, Åbo Akademi University, Turku, Finland
- (Collan and Liu, 2003) COLLAN, M., LIU, S., 2003, *Fuzzy logic and intelligent agents: towards the next step of capital budgeting decision support*, *Industrial Management & Data Systems*, 103, 6, p. 410-422
- (Collan and Långström, 2002) COLLAN, M., LÅNGSTRÖM, S., 2002, *Flexibility in Investments: Exploratory Survey on How Finnish Companies Deal with Flexibility in Capital Budgeting*, Turku Centre for Computer Science, TUCS Technical Report, No. 453
- (Collan and Majlender, 2003) COLLAN, M., MAJLENDER, P., 2003, *Fuzzy Multiplier in Including Trend Information in Fuzzy Capital Budgeting: Problems and Conclusions*, em LIU, Y., CHEN, G., YING, M., CAI, K. (Eds.), 2003, *Proceedings of International Conference on Fuzzy Information Processing*, FIP 2003, March 1-4, 2003, Beijing, China, pp. 783-789
- (Copeland and Keenan, 1998) COPELAND, T., KEENAN, P., 1998, *How much is flexibility worth?*, *The McKinsey Quarterly*, 1998:2, pp. 38-49 (Copeland and Antikarov, 2001) Copeland, T. and Antikarov, V., 2001, *Real Options: A Practitioner's Guide*, TEXERE, New York, NY
- (Corker, Holly, and Ellis, 1986) CORKER, R., HOLLY, S., ELLIS, R., 1986, *Uncertainty and Forecast Precision*, *International Journal of Forecasting*, 2, 1, pp. 53-70
- (Cortazar and Casassus, 1998) CORTAZAR, G., CASASSUS, J., 1998, *Optimal timing of a mine expansion: Implementing a real options model*, *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 38, pp. 755-69

- (Cortazar and Schwartz, 1998) CORTAZAR, G., SCHWARTZ, E., SALINAS, M., 1998, *Evaluating environmental investments: A real options approach*, Management Science, 44(8), 1059-70
- (Coughlan and Coghlan, 2002) COUGHLAN, P., COGHLAN, D., 2002, *Action research for operations management*, International Journal of Operations & Production Management, Vol. 22, No. 2, pp. 220-240
- (Cox and Ross, 1976) COX, J., ROSS, S., 1976, *A Survey of Some New Results in Financial Option Pricing Theory*, The Journal of Finance, Vol. 31, No. 2, pp. 383-402
- (Cox, Ross, and Rubinstein, 1979) COX, J., ROSS, S., RUBINSTEIN, M., 1979, *Option Pricing: A Simplified Approach*, Journal of Financial Economics, 7, 229–263.
- (Dalkey, 1967) DALKEY, N., 1967, *Delphi*, RAND Corporation, P-3704, Santa Monica, CA
- (Das and Elango, 1995) DAS, T. , ELANGO, B., 1995, *Managing strategic flexibility: Key to effective performance*, Journal of General Management, 20(3), 60-75
- (Dean, 1951) DEAN, J., 1951, *Capital budgeting: top management policy on plant equipment on product development*, Columbia University, New York
- (Demsetz, 1973) DEMSETZ, H., 1973, *Industry Structure, Market Rivalry, and Public Policy*, Journal of Law and Economics, 16, pp. 1-10
- (Desmet et al., 2000) DESMET, T., FRANCIS, T., HU, A., KOLLER, T., RIEDEL, G., 2000, *Valuing dot-coms*, The McKinsey Quarterly, No. 1, pp. 148-157
- (Deventer, 1915) DEVENTER, VAN J., 1915, *Jigs and Fixtures in the Small Shop*, American Mechanist, XLII, No. 19, pp. 807-809

- (Dhar and Stein, 1997) DHAR, V., STEIN, R., 1997, *Intelligent Decision Support Systems*, Prentice Hall
- (Dixit, 1989) DIXIT, A., 1989, *Entry and exit decisions under uncertainty*, Journal of Political Economy, 97, 3, pp. 620-638
- (Dixit and Pindyck, 1994) DIXIT, A., PINDYCK, R., 1994, *Investment under uncertainty*, Princeton University Press, Princeton, NJ
- (Driver and Whelan, 2001) DRIVER, C., WHELAN, B., 2001, *Journal of Economic Behaviour & Organization*, 44, pp. 403-412
- (Dubois and Prade, 1980) DUBOIS D., PRADE. H., 1980, *Fuzzy sets and systems, Theory and applications*, Academic Press, New York, NY
- (Dubois and Prade, 1988) DUBOIS D., PRADE. H., 1988, *Possibility Theory*, Plenum Press, New York
- (Dyl and Long, 1969) DYL, E., LONG, H., 1969, *Abandonment value and capital budgeting: comment*, Journal of Finance, 24, pp. 88-95
- (Eisenhardt, 1989) EISENHARDT, K., 1989, *Building Theories From Case Research*, Academy of Management Review, Vol. 14, No. 4, pp. 532-550
- (Ekern, 1985) EKERN, S., 1985, *An option pricing approach to evaluating petroleum projects*, Energy Economics, 10, pp. 91-99
- (Esty, 1999) ESTY, B., 1999, *Improved Techniques for Valuing Large-Scale Projects*, The Journal of Project Finance, Spring, p. 9-25
- (Faulkner, 1996) FAULKNER, T., 1996, *Applying options thinking to R&D valuation*, Research Technology Management, May-June, pp. 50-56
- (Fernandez, 2003) FERNANDEZ, P., 2003, *75 common and uncommon errors in company valuation*, University of Navarra Working Paper No. 515

- (Fildes, 1979) FILDES, R., 1979, *Quantitative Forecasting - The State of the Art: Extrapolative Models*, The Journal of the Operational Research Society, 30, 8, pp. 691-710
- (Fildes, 1985) FILDES, R., 1985, *Quantitative Forecasting - the State of the Art: Econometric Models*, The Journal of the Operational Research Society, 36, 7, pp. 549-580
- (Fildes, 1988) FILDES, R., 1988, *Reviewing Forecasting Software – A Review Essay*, The Journal of the Operational Research Society, 39, 8, pp. 773-778
- (Fildes and Hastings, 1994) FILDES, R., HASTINGS, R., 1994, *The Organization and Improvement of Market Forecasting*, The Journal of the Operational Research Society, 45, 1, pp. 1-16
- (Finnerty, 1996) FINNERTY, J., 1996, *Project Financing: asset based financial engineering*, John Wiley & Sons, New York, NY
- (Fisher, 1896a) FISHER, I., 1896, *Appreciation and Intrest*, Publications of the American Economic Association, Vol. 11, No. 4. p. 1-98.
- (Fisher, 1896b) FISHER, I., 1896, *What is Capital?*, The Economic Journal, Vol. 6. No. 24., pp. 509-534
- (Fisher, 1907) FISHER, I, 1907, *The rate of interest: its nature, determination and relation to economic phenomena*, MacMillan, New York
- (Fouque, Papanicolau, and Sirkar, 1999) FOUQUE, J-P., PAPANICOLAU, G., IRKAR, R., 1999, *Financial Modelling in Fast Mean-Reverting Stochastic Volatility Environment*, Asia-Pacific Financial Markets, 6, 1, pp. 37-49
- (Fouque and Tullie, 2002) FOUQUE, J-P., TULLIE, T., 2002, *Variance reduction for Monte Carlo simulation in a stochastic volatility environment*, Quantitative Finance, 2, pp. 24-30

- (Fuller, 1998) FULLÉR, R., 1998, *Fuzzy Reasoning and Fuzzy Optimization*, Turku Centre for Computer Science, TUCS General Publication, No. 9, September, p. 16
- (Garner, Nam, and Ottoo, 2002) GARNER, J.L., NAM, J., OTTOO, R.E., 2002, *Determinants of corporate growth opportunities of emerging firms*, Journal of Economics and Business, 54(1), pp. 73-93
- (Grenadier and Weiss, 1995) GRENADIER, S., WEISS, A., 1995, *Investment in technological innovations: An options pricing approach*, Journal of Financial Economics, 44, pp. 397-416
- (Guimaraes Dias, 1999) GUIMARAES DIAS, M., 1999, *A note on the bibliographical evolution of real options*, in Trigeorgis, L. (Ed.), 1999, Real Options and Business Strategy, Risk Books, London, pp. 357-362
- (Guimaraes Dias, 2004) GUIMARAES DIAS, M., 2004, <http://sphere.rdc.pucrio.br/marco.ind/bibliogr.html> as 14:56h de 23/01/2010
- (Gummesson, 2000) GUMMESON, E., 2000, Qualitative methods in management research, Sage, Thousand Oaks, CA
- (Harris, 1978) HARRIS, R., 1978, *On the choice of large projects*, The Canadian Journal of Economics, 11, 3, pp. 404-423
- (Heikkilä, 2002) HEIKKILÄ, M., 2002, *Knowledge Processing in Real Options - A Process Approach to Make Real Options Operational*, Proceedings of EUNITE 2002, 19.-21. September, Albufeira, Portugal
- (Hertz, 1968) HERTZ, D., 1968, *Investment policies that pay off*, Harvart Business Review, 46, pp. 96-108
- (Hespos and Strassman, 1965) HESPOS, R., STRASSMANN, P., 1965, *Stochastic decision trees for the analysis of investment decisions*, Management Science, Series B, 11, 10, pp. B244-B259

- (Jenks, 1983) JENKS, J., 1983, *Non-Computer Forecasts to Use Right Now*, Business Marketing, 68, pp.82-84
- (Kasanen, Lukka, and Siitonen, 1993) KASANEN, E., LUKKA, K., SIITONEN, A., 1993, *The Constructive Approach in Management Accounting Research*, Journal of Management Accounting Research, Vol. 5, pp. 243-264.
- (Kaufmann and Gupta, 1985) KAUFMANN, A., GUPTA, M., 1985, *Introduction to fuzzy arithmetic: Theory and applications I*, Van Nostrand Reinhold, New York, NY
- (Kaufmann and Gupta, 1986) KAUFMANN, A., GUPTA, M., 1986, *Introduction to fuzzy arithmetic: Theory and applications II*, Van Nostrand Reinhold, New York, NY
- (Keppo and Lu, 2003) KEPPO, J., LU, H., 2003, *Real options and large producer: the case of electricity markets*, Energy Economics, 25, p. 459-472
- (Kivijärvi and Tuominen, 1999) KIVIJÄRVI, H., TUOMINEN, M., 1999, *Computer Based Intelligence, Design, Choice, Implementation, and Control of Intangible Investment Projects*, Proceedings of the 32nd HICSS Conference, Vol. 7
- (Kleijnen, 2004) KLEIJNEN, J., 2004, *An overview of the design and analysis of simulation experiments for sensitivity analysis*, Tilburg University Discussion Papers, No. 2004-16
- (Klir and Folger, 1988) KLIR, G., FOLGER, T., 1988, *Fuzzy Sets, Uncertainty, and Information*, Prentice-Hall, Eaglewood Cliffs, N.J.
- (Knight, 1921) KNIGHT, F., 1921, *Risk, Uncertainty and Profit*, Hart, Schaffner & Marx, Boston (Reprint 1957: London School of Economics and Political Science, London)
- (Kogut, 1991) KOGUT, B., 1991, *Joint ventures and the option to expand and acquire*, Management Science, 37(1), pp. 19-33

- (Kuchta, 2000) KUCHTA, D., 2000, *Fuzzy capital budgeting*, Fuzzy Sets and Systems, 111, pp. 367-385
- (Kulatilaka and Marks, 1988) KULATILAKA, N., MARKS, S., 1988, *The strategic value of flexibility: Reducing the ability to compromise*, American Economic Review, pp. 574-80
- (Learner, 1985) LEARNER, E., 1985, *Sensitivity Analyses Would Help*, The American Economic Review, 75, 3, pp. 308-313
- (Leivo, 2001) LEIVO, K., 2001, *Investoinnin kannattavuuteen vaikuttavat ulkoiset ja sisäiset tekijät metsäteollisuusyrityksissä, case: Metsä-Serla Kirkniemi paperikone 1*, Tampere University of Technology, Department of Industrial Economics Diploma Thesis, Pori
- (Leslie and Michaels, 1997) LESLIE, K., MICHAELS, M., 1997, *The real power of real options*, The McKinsey Quarterly, 3, p. 5-22
- (Li, 1994) LI, E., 1994, *Artificial neural networks and their business applications*, Information & Management, 27, pp. 303-313
- (Liautaud and Hammond, 2000) LIAUTAUD, B. AND HAMMOND, M., 2000, *e-Business Intelligence*, McGraw-Hill
- (Li Calzi, 1990) LI CALZI, M., 1990, *Towards a general setting of the fuzzy mathematics of finance*, Fuzzy Sets and Systems, 35, p. 265-280
- (Lint and Pennings, 1998) LINT, O., PENNING, E., 1998, *R&D as an option on market introduction*, R&D and Management, 28, pp. 279-87
- (Liu, 2000) LIU, S., 2000, *Improving executive support in strategic scanning with software agent systems*, Turku Centre for Computer Science, Doctoral Dissertations, No. 25, Åbo Akademi University, Turku, Finland
- (Lotan, 1997) LOTAN, T., 1997, *Integration of fuzzy numbers corresponding to static knowledge and dynamic information*, Fuzzy Sets and Systems, 86, pp. 335-344

- (Maccarone, 1996) MACCARONE, P., 1996, *Organizing the capital budgeting process in large firms*, Management Decision, 34, 6, pp. 43-56
- (Majd and Pindyck, 1987) MAJD, S., PINDYCK, R., 1987, *Time to build, option value, and investment decisions*, Journal of Financial Economics, 18(1), pp. 7-27
- (Mancke, 1974) MANCKE, R., 1974, *Interfirm Profitability Differences*, Quarterly Journal of Economics, 87, pp. 181-193
- (Masoliver, Montero, and Porrá, 2000) MASOLIVER, J., MONTERO, M., PORRÁ, J., 2000, *A dynamical model describing stock market price distributions*, Physica A, 283, pp. 559-567
- (Masoliver and Montero, 2001) MASOLIVER, J., MONTERO, 2001, *Integrated random process exhibiting long tails, finite moments, and power-law spectra*, Physical Review E, 64, 011110 99
- (McDonald and Siegel, 1986) MCDONALD, R., SIEGEL, D., 1986, *The value of waiting to invest*, Quarterly Journal of Economics, 101(4), November, pp. 707-27
- (McGee, 1974) MCGEE, J., 1974, *Efficiency and Economics of Size*, in Goldschmid et al., ed., *Industrial Concentration: The New Learning*, Little, Brown, Boston, pp. 55-97
- (McIntyre and Coldhurst, 1987) MCINTYRE, A., COLDHURST, N., 1997, *The planning and control of capital investments in medium sized companies*, Management Accounting, 65, 3, 39-40
- (McNees and Perna, 1981) MCNEES, S., PERNA, N., 1981, *Forecasting Macroeconomic Variables: An Eclectic Approach*, New England Economic Journal, May/June, pp. 15-30

- (Merton, 1973) MERTON, R., 1973, *Theory of rational option pricing*, Bell Journal of Economics and Management Science, 4, pp. 141-183
- (Milkovich, Annoni, and Mahoney, 1972) MILKOVICH, A., ANNONI, A., MAHONEY, T., 1972, *The Use of the Delphi Procedures in Manpower Forecasting*, Management Science, 19, 4, pp. 381-388
- (Miller, 1992) MILLER, K., 1992, *A Framework for Integrated Risk Management in International Business*, Journal of International Business Studies, Q2, pp. 311-331
- (Mitroff et al., 1974) MITROFF, I., BETZ, F., PONDY, L., SAGASTI, F., 1974, *On managing science in the systems age: two schemas for the study of science as a whole systems phenomenon*, Interfaces, Vol. 4, No. 3, pp. 46- 58
- (Moel and Tuffano, 1999) MOEL, A., TUFANO, P., 1999, *Bidding of the Antamina mine: valuation and incentives in a real options context*, presented at the 3rd Annual International Conference on Real Options, Wassenaar, The Netherlands
- (Mukherjee and Henderson, 1987) MUKHERJEE, T., HENDERSON, G., 1987, *The capital budgeting process: theory and practice*, Interfaces, Vol. 17, No. 2, pp. 78-90
- (Muzzioli and Torricelli, 2000a) MUZZIOLI, S., TORRICELLI, C., 2000, *A model for pricing an option with a fuzzy payoff*, Fuzzy Economics Review, Vol. 6, No. 1
- (Muzzioli and Torricelli, 2000b) MUZZIOLI, S., TORRICELLI, C., 2000, *Combining the Theory of Evidence with Fuzzy Sets for Binomial Option Pricing*, *Materiale di Discussione n.312*, Dipartimento di Economia Politica, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia
- (Myers, 1977) MYERS, S., 1977, *Determinants of Corporate Borrowing*, Journal of Financial Economics, 5, 2, pp. 147-175

- (Nastac et al., 2004) NASTAC, I., COLLAN, Y., BACK, B., COLLAN, M., JALAVA, P., KUOPIO, T., 2004, *A Neural Network Model for Estrogen Receptor Status Prediction*, Turku Centre for Computer Science, TUCS Technical Report No. 610
- (Neale and Holmes, 1990) NEALE, C., HOLMES, E., 1990, *Post-Auditing Capital Projects, Long Range Planning*, Vol. 23, No. 4, p. 88-96
- (Nembhard, Shi, and Aktan, 2001) NEMBHard, H., SHI, L., AKTAN, M., 2001, *A real options design for product outsourcing*, in *Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference*, Peters, J., Smith, D., Medeiros, D, and Rohrer, M. Eds.
- (Newton and Pearson, 1994) NEWTON, D., PEARSON, A., 1994, *Application of option pricing theory to R&D*, *R&D Management*, 24, pp. 83-9
- (Paddock, Siegel, and Smith, 1988) PADDOCK, J., SIEGEL, D., SMITH, J., 1988, *Option valuation of claims on real assets: The case of offshore petroleum leases*, *Quarterly Journal of Economics*, 103(3), pp. 479-508
- (Palomäki, 2000) PALOMÄKI, T., 2000, *Perusteellisuuden gigainvestoinnin elinkaarimalli ja sen tuottoon vaikuttavien tekijöiden arviointi. Case: Outokumpu Harjavalta Metals Oy*, Tampere University of Technology, Department of Industrial Economics Diploma Thesis, Pori
- (Pennings and Lint, 2000) PENNING, E., LINT, O., 2000, *Market entry, phased rollout or abandonment? A real option approach*, *European Journal of Operational Research*, 124(1) pp. 125-138
- (Perello and Masoliver, 2002) PERELLO, J., MASOLIVER, J., 2002, *Fat tails and colored noise in financial derivatives*, Elsevier Preprint, 24 July 2002
- (Pike, 1996) PIKE, R., 1996, *A Longitudinal Survey on Capital Budgeting Practices*, *Journal of Business Finance & Accounting*, 23, 1, pp. 79-92

- (Pinches, 1982) PINCHES, G., 1982, *Myopia, capital budgeting and decision making*, Financial Management, Vol. 11, No. 3, pp. 6-19
- (Pindyck, 1991) PINDYCK, R., 1991, *Irreversibility, uncertainty, and investment*, Journal of Economic Literature, 29, pp. 1110-1148
- (Ponsard, 1985) PONSARD, C., 1985, *Fuzzy sets in economics, Foundations of soft decision theory*, in: Kacprzyk, J., and Yager, R. Eds., 1985, *Management Decision Support Systems Using Fuzzy Sets and Possibility Theory*, Verlag TUV Rheinland, Köln, p. 25-27
- (Ponsard, 1988) PONSARD, C., 1988, *Fuzzy mathematical models in economics, Fuzzy Sets and Systems*, 28, p. 273-283
- (Robicheck and Van Horne, 1967) ROBICHECK, A., VAN HORNE, J., 1967, *Abandonment value and capital budgeting*, Journal of Finance, 22, pp. 577-590
- (Rogerson, 1997) ROGERSON, W., 1997, *Intertemporal Cost Allocation and Managerial Investment Incentives: A Theory Explaining the Use of Economic Value Added as a Performance Measure*, The Journal of Political Economy, 105, 4, pp. 770-795
- (Ryan e Ryan, 2002) RYAN, P., RYAN, G., 2002, *Capital Budgeting Practices of the Fortune 1000: How Have Things Changed?*, Journal of Business and Management, Vol. 8, No. 4
- (Salazar e Sen, 1968) SALAZAR, R., SEN, S., 1968, *A simulation model of capital budgeting under uncertainty*, Management Science, 15, 4, pp. 161-179
- (Sandahl e Sjögren, 2003) SANDAHL, G., SJÖGREN, S., 2003, *Capital budgeting methods among Sweden's largest groups of companies. The state of the art and a comparison with earlier studies*, International Journal of Production Economics, 84, pp. 51-69

- (Schwartz, 1977) SCHWARTZ, E., 1977, *The Valuation of Warrants: Implementing a New Approach*, Journal of Financial Economics, 4, 79–93.
- (Shim et al., 2002) SHIM, J., ET AL., 2002, *Past, present, and future of decision support technology*, Decision Support Systems, 33, pp. 111-126
- (Shnaider e Kandel, 1989) SHNAIDER, E., KANDEL, A., 1989, *The use of fuzzy set theory for forecasting corporate tax revenues*, Fuzzy Sets and Systems, 31, pp. 187-204
- (Simon, 1991) SIMON, H., 1991, *Models of my life*, Basic Books
- (Smit and Nau, 1995) SMITH, J., NAU, R., 1995, *Valuing risky project: Option pricing theory and decision analysis*, Management Science, 41, 5, pp. 25-32
- (Smit, 1996) SMIT, J., 1996, *The valuation of offshore concessions in the Netherlands*, Financial Management, 26, 2, pp. 5-17
- (Soergel, 1983) SOERGEL, R., 1983, *Probing the Past for the Future*, Sales and Marketing Management, 130, pp. 39-43
- (Tarrazo, 1997) TARRAZO, M., 1997, *A Methodology and Model for Qualitative Business Plannng*, International Journal of Business Research, 3 (1), p. 41-62
- (Tarrazo and Gutierrez, 2000) TARRAZO, M., GUTIERREZ, L., 2000, *Economic expectations, fuzzy sets and financial planning*, European Journal of Operational Research, 126, pp. 89-105
- (Teollisuuden Voima, 2000) TEOLLISUUDEN VOIMA OY, 2000, *Ansökan om principbeslut för byggande av en kärnkraftverksenhät - Lovisa 3 / Olkiluoto 3*, Teollisuuden Voima Oy, Olkiluoto
- (Teräsvirta, van Dijk, and Medeiros, 2004) TERÄSVIRTA, T., DIJK VAN, D., MEDEIROS, M., 2004, *Linear models, smooth transition autoregressions, and neural networks for forecasting macroeconomic time series: A reexamination*, Departamento de Economia, PUC-RIO, Texto para Discussão No. 485

- (Thompson and Wong, 1991) THOMPSON, H., WONG, W., 1991, *The Unavoidability of 'Unscientific' Judgment in Estimating the Cost of Capital, Managerial and Decision Economics*, 12, pp. 27-42
- (Trigeorgis, 1993) TRIGEORGIS, L., 1993, *The nature of option interactions and the valuation of investments with multiple real options*, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 28(1), march, pp. 1-20
- (Trigeorgis, 1995) TRIGEORGIS, L., 1995, *Real Options: An Overview*, in Trigeorgis, L. ed., 1995, *Real Options in Capital Investments*, Praeger, Westport, CT
- (Tugcu, 1983) TUGCU, S., 1983, *A Simulation Study on the Determination of the Best Investment Plan for Istanbul Seaport*, *Journal of the Operational Research Society*, 34, 6, pp. 479-487
- (Turner, 1990) TURNER, D., 1990, *The Role of Judgement in Macroeconomic Forecasting*, *Journal of Forecasting*, 9, pp. 315-345
- (Verbeeten, 2001) VERBEETEN, F., 2001, *The Impact of Uncertainty on Capital Budgeting Practices*, *Willem-Jan van der Wolf, Nijmegen*, The Netherlands
- (Vose, 1996) VOSE, D., 1996, *Quantitative Risk Analysis: A Guide to Monte Carlo Simulation Modelling*, *John Wiley & Sons*, Chichester, England
- (Wallace, 1998) WALLACE, S., 1998, *Decision making under uncertainty: is sensitivity analysis of any use?*, *Operations Research*, 48, 1, pp. 20-25
- (Wang and Qiao, 1993) WANG, G., QIAO, Z., 1993, *Linear Programming with Fuzzy-random Variable Coefficients*, *Fuzzy Sets and Systems*, 57, pp. 295-311
- (Wing, 1965) WING, G., 1965, *Capital Budgeting, Circa 1915*, *The Journal of Finance*, Vol. 20, No. 3, pp. 472-479
- (Wong and Selvi, 1998) WONG, B., SELVI, Y., 1998, *Neural network applications in finance: A review and analysis of literature (1990-1996)*, *Information & Management*, 34, pp. 129-139