UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE DE
RIBEIRÃO PRETO
DEPARTAMENTO DE CONTABILIDADE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONTROLADORIA E CONTABILIDADE

FELIPE LORENZEN

**Análise da eficácia das operações de *hedge* cambial de companhias abertas
brasileiras**

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Assaf Neto

RIBEIRÃO PRETO

2011

Prof. Dr. João Grandino Rodas
Reitor da Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Sigismundo Bialoskorski Neto
Diretor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto

Prof. Dra. Adriana Maria Procópio de Araújo
Chefe do Departamento de Contabilidade

FELIPE LORENZEN

Análise da eficácia das operações de *hedge* cambial de companhias abertas brasileiras

Versão corrigida da dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Controladoria e Contabilidade da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Ciências. A versão original da dissertação encontra-se disponível na Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Assaf Neto

Ribeirão Preto

2011

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA

Lorenzen, Felipe

Análise da eficácia das operações de *hedge* cambial de companhias abertas brasileiras. Ribeirão Preto, 2011.

125 p. : il.

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Controladoria e Contabilidade.

Orientador: Assaf Neto, Alexandre.

1. Derivativos. 2. Gestão de risco. 3. Operações de *hedge*.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: LORENZEN, Felipe

Título: Análise da eficácia das operações de *hedge* cambial de companhias abertas brasileiras

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Controladoria e Contabilidade da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Aprovada em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Quem atingiu todos os seus objetivos, os escolheu muito fáceis.

Herbert von Karajan (1908-1989)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu pai, minha mãe (in memoriam) e meu irmão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Alexandre Assaf Neto, pela atenção e ajuda despendida, e a professora Adriana Maria Procópio de Araujo por toda colaboração. Agradeço a todos os professores com os quais tive a oportunidade de trabalhar durante os cursos no primeiro ano do mestrado e ao professor Evandro Marcos Saidel Ribeiro cujo apoio fundamental possibilitou minha vinda para a FEA-RP. Agradeço também à Érika e Vânia do serviço de pós-graduação, sempre dispostas a ajudar. Agradeço ao meu pai, meu irmão e minha namorada pelo fundamental apoio em todos os momentos. Agradeço também a FUNDACE pelo apoio financeiro concedido.

RESUMO

LORENZEN, F. **Análise da eficácia das operações de *hedge* cambial de companhias abertas brasileiras**. 2009. 125 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2011.

Neste trabalho analisamos a eficácia das operações de hedge cambial de uma amostra de companhias abertas, não-financeiras, com ações negociadas na BM&FBOVESPA. A amostra selecionada consiste em nove empresas, que foram selecionadas como aquelas possuindo o maior valor de mercado médio, durante o período analisado, que consiste nos exercícios de 2005 a 2009, dentro de cada um dos setores existentes na classificação setorial da BM&FBOVESPA, excluindo o setor financeiro. A eficácia das operações de hedge das companhias selecionadas foi avaliada usando-se os dados divulgados nas demonstrações financeiras, através de três metodologias distintas de avaliação de eficácia de operações de hedge. A determinação de hedges altamente eficazes foi realizada fazendo uso da métrica proposta pelo FASB, onde um hedge é considerado altamente eficaz quando este proporciona uma cobertura entre 80% e 125%, na exposição ao risco, decorrente da variação no fator identificado de risco, que neste caso foi a variação cambial. Os resultados obtidos apontam para uma grande variabilidade da eficácia das operações de hedge, tanto entre as companhias estudadas, quanto entre as diferentes metodologias de avaliação utilizada. Os resultados também mostram a necessidade da divulgação de informações contábeis mais precisas e abrangentes no que se refere às operações de hedge cambial.

Palavras-chave: Derivativos. Gestão de Risco. Operações de *hedge*.

ABSTRACT

LORENZEN, F. **Analysis of foreign exchange hedge operation in public traded Brazilian companies**. 2009. 125 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2011.

In this work we analyze the effectiveness of foreign currency hedge operations in a sample of public traded, non-financial companies, with stocks traded on the Sao Paulo Stock Exchange (BM&FBOVESPA). The selected sample is made of nine companies with highest mean market value, during the analyzed period, which consists of the exercises between 2005 and 2009, inside all sectors present in the BM&FBOVESPA sector classification, excluding the financial sector. The effectiveness of hedge operations was measured using three different hedge effectiveness measurement methodologies. The determination of highly effective hedge was based on the scale proposed by FASB, where a hedge is considered highly effective when it provides an offset between 80% and 125%, in the risk exposure due to the variation in the identified risk factor, which in this case, was the foreign exchange risk. The results obtained point to a great variability in the measured hedge effectiveness, among companies, as well as among the different used methodologies. The results also point to the necessity of more precise and comprehensive accounting disclosures regarding foreign exchange hedge operations.

Keywords: Derivatives. Risk management. Hedge operations.

Sumário

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

1	Introdução	p. 8
1.1	Problema de Pesquisa	p. 9
1.2	Objetivo	p. 10
1.3	Justificativa	p. 11
2	Base Teórica	p. 12
2.1	O surgimento dos derivativos	p. 12
2.2	Mercados de derivativos	p. 14
2.3	Instrumentos derivativos básicos	p. 16
2.3.1	Contratos a termo e contratos futuros	p. 16
2.3.2	Opções	p. 21
2.3.2.1	Modelo de Black, Scholes e Merton	p. 24
2.3.3	Swaps	p. 27
2.3.3.1	Avaliação de swaps	p. 31
2.3.4	Derivativos de crédito	p. 34
2.3.5	Derivativos de volatilidade, climáticos e além	p. 34
2.4	Risco financeiro	p. 35
2.4.1	Tipos de riscos financeiros	p. 38
2.4.2	Risco de mercado	p. 38
2.4.3	Risco de crédito	p. 38
2.4.4	Risco de liquidez	p. 39
2.4.5	Risco operacional	p. 39
2.4.6	Risco legal	p. 39
2.4.7	Risco diversificável e risco não diversificável	p. 40
2.5	Gestão de risco e derivativos	p. 42

2.5.1	Derivativos e o risco de mercado	p. 42
2.5.2	Derivativos e o risco de crédito	p. 43
2.5.3	Derivativos, risco de liquidez, risco operacional e o risco legal	p. 44
2.6	Operações de <i>hedge</i> usando derivativos	p. 44
2.7	Posição assumida no <i>hedge</i>	p. 46
2.7.1	Posição comprada	p. 47
2.7.2	Posição vendida	p. 48
2.8	Fatores que afetam o desempenho do <i>hedge</i>	p. 49
2.8.1	A escolha do derivativo	p. 52
2.9	A necessidade do <i>hedge</i>	p. 54
2.9.1	Risco diversificável, shareholders, stakeholders e <i>hedge</i>	p. 54
2.9.2	Hegde e maximização de valor	p. 55
2.9.3	Hedge e competidores	p. 56
2.9.4	Operações de <i>hedge</i> em empresas: O <i>survey</i> da ISDA	p. 57
3	Metodologia	p. 59
3.1	Seleção da Amostra	p. 59
3.2	Determinação do índice de eficácia do <i>hedge</i>	p. 65
3.3	Determinação do índice de eficácia do <i>hedge</i> - Aplicação caso real	p. 70
4	Referencial Teórico	p. 72
4.1	Uso de derivativos em companhias não-financeiras	p. 72
4.2	Mensuração da eficácia do <i>hedge</i>	p. 77
5	Resultados	p. 85
5.1	Ambev	p. 85
5.2	CCR	p. 89
5.3	Eletrobras	p. 92
5.4	Embraer	p. 94
5.5	Lojas Americanas	p. 99
5.6	Petrobras	p. 103
5.7	Telesp	p. 105
5.8	UOL	p. 108
5.9	Vale	p. 112

Sumário

6 Conclusões e perspectivas	p. 116
------------------------------------	--------

Referências	p. 122
--------------------	--------

Lista de Figuras

1	Resultado com <i>call</i>	p. 23
2	Resultado com <i>put</i>	p. 23
3	Distribuições do fluxo de caixa	p. 45
4	Cotações PTAX e dólar futuro	p. 68
5	Valores nocionais de derivativos em mercados de balcão	p. 74
6	Exposição ao risco e derivativos: Ambev	p. 86
7	Exposição ao risco e derivativos: CCR	p. 89
8	Exposição ao risco e derivativos: Embraer	p. 95
9	Exposição ao risco e derivativos: Lojas Americanas	p. 100
10	Exposição ao risco e derivativos: Telesp	p. 106
11	Exposição ao risco e derivativos: Uol	p. 109
12	Exposição ao risco e derivativos: Vale	p. 113
13	Eficácia das operações de hedge	p. 118
14	Eficácia das operações de hedge - Método da Redução da Variância	p. 119
15	Eficácia das operações de hedge - Método da Regressão	p. 119
16	Eficácia das operações de hedge - Método da Compensação	p. 120

Lista de Tabelas

1	Fluxos de Caixa de um Swap Plain Vanilla	p. 29
2	Hedge e competição	p. 56
3	<i>Survey</i> ISDA	p. 58
4	Valores de mercado das companhias analisadas	p. 61
5	Realização de hedge em cada exercício	p. 63
6	Eficácia do hedge: Ambev	p. 88
7	Eficácia do hedge: CCR	p. 92
8	Eficácia do hedge: Embraer	p. 99
9	Eficácia do hedge: Lojas Americanas	p. 103
10	Eficácia do hedge: Petrobras	p. 105
11	Eficácia do hedge: Telesp	p. 108
12	Eficácia do hedge: UOL	p. 111
13	Eficácia do hedge: Vale	p. 115

1 *Introdução*

A teoria de finanças visa fornecer respostas para as questões que concernem as finanças das companhias privadas, públicas e do Estado. Quando se considera o ambiente das companhias privadas ou públicas a teoria de finanças, através da teoria de finanças corporativas, busca encontrar respostas para as diferentes perguntas relevantes aos negócios de tais companhias (DAMODARAN, 2004): *i)* em quais projetos a companhia deve investir seu capital a fim de, no futuro, gerar fluxos de caixa que possuam valor presente maior que o valor atual do investimento (valor presente líquido positivo)?, esta pergunta é conhecida na teoria de finanças corporativas como a *decisão de investimento*; *ii)* de qual maneira a companhia deve obter os recursos que serão investidos nos projetos selecionados na questão *i)*?, esta pergunta é conhecida na teoria de finanças corporativas como a *decisão de financiamento*; e *iii)* qual a proporção dos lucros obtidos que deve ser reinvestido em novos projetos?, esta pergunta é conhecida na teoria de finanças corporativas como a *decisão de dividendos*. Quando se considera as decisões financeiras do Estado o ramo da teoria de finanças utilizada na busca por respostas às perguntas relevantes é a teoria de finanças públicas. A teoria de finanças públicas visa indicar quais as melhores políticas de captação de recursos e de gasto dos recursos captados a fim de fornecer bem estar à população e garantir a sobrevivência do Estado.

A teoria de finanças corporativas pode ainda ser dividida em duas subáreas: *i)* a teoria de finanças racionais, onde as decisões dos agentes é perfeitamente racional e visa sempre maximizar sua riqueza própria e *ii)* a teoria de finanças comportamentais onde os agentes possuem racionalidade limitada e aspectos comportamentais são relevantes. Apesar da crescente importância de aspectos comportamentais dentro da teoria financeira (SHILLER, 2003; ROSENBLUETH, WIENER e BIGELOW, 1943) o presente trabalho fará uso da teoria de finanças corporativas racionais para obter os resultados desejados.

Tendo estabelecido as três questões fundamentais a serem abordadas pela teoria de finanças corporativas voltamos a atenção para um aspecto crucial que se refere a qualquer

decisão de investimento a ser tomada: a presença de risco. Ao ser confrontado com uma variedade de oportunidades de investimento o administrador de uma companhia precisa muitas vezes optar por um investimento que apresente as características mais vantajosas para a companhia. Como é estabelecido que o objetivo principal dentro da teoria de finanças corporativas é a maximização da riqueza dos acionistas (DAMODARAN, 2004) o administrador ao ser confrontado com uma variedade de investimentos possíveis deve escolher aquele que cumpra o objetivo de maximizar a riqueza dos acionistas. Sendo assim, somos inclinados a responder que o investimento que possuir maior retorno financeiro, ou seja, fornecer maior fluxo de caixa futuro com menor investimento presente, será aquele que atende ao principal objetivo da teoria de finanças corporativas. No entanto, a análise baseada apenas no retorno de um investimento é falha pois deixa de considerar o risco inerente à decisão de investimento escolhida, que compõe um aspecto crucial de qualquer decisão de investimento conforme já foi notado anteriormente.

Sendo assim, dado que um administrador possui N oportunidades de investimento e precisa descartar $N - 1$ dessas oportunidades, a fim de aplicar o capital da companhia e gerar retorno ao acionista, duas variáveis principais devem ser consideradas: *i*) a determinação do retorno dos investimentos considerados, que pode ser realizada através de diferentes metodologias como o cálculo do valor presente líquido ou da taxa interna de retorno (ROSS, WESTERFIELD e JAFFE, 2008) e *ii*) uma análise do risco associado aos investimentos que estão sendo analisados. Basicamente o risco associado aos investimentos considerados, representa quanto pode variar a taxa de retorno calculada em resposta a mudanças em variáveis econômicas que possuem impacto nos investimentos considerados.

1.1 Problema de Pesquisa

Dada a importância da identificação, compreensão e mitigação das variáveis de risco inerentes ao contexto operacional e financeiro de uma companhia pretendemos neste trabalho estudar operações com instrumentos derivativos dentro do contexto de operações de mitigação do risco. Tais operações, conhecidas como operações de *hedge*, são realizadas visando obter resultados contrários aos efeitos resultantes de uma variável de risco identificada, atuando portanto como um fator redutor da exposição ao risco.

Sendo assim, serão analisadas as operações com derivativos que visam mitigar os riscos cambiais, advindos da exposição de itens financeiros, das variações na cotação de moedas estrangeiras enfrentados por uma amostra de companhias com ações negociadas

na BM&FBOVESPA. A análise realizada visa determinar a eficácia destas operações no cumprimento de seu dever de diminuição do risco.

Podemos definir a questão de pesquisa deste trabalho como: **As operações com derivativos cambiais realizadas por uma amostra de companhias com ações negociadas na BM&FBOVESPA apresentam alto índice de eficácia?**

1.2 Objetivo

O principal objetivo deste trabalho é fornecer uma visão dinâmica da eficácia das operações com derivativos de companhias brasileiras com ações negociadas na BM&FBOVESPA. As operações estudadas se referem a operações realizadas com derivativos cambiais com objetivo de mitigar a exposição ao risco de moedas enfrentado pelas companhias da amostra. Para que este estudo seja conduzido de maneira satisfatória é necessário o completo entendimento do cenário econômico relevante às companhias estudadas e das ferramentas utilizadas nas estratégias de gestão do risco cambial. Como este trabalho foca em estratégias de gestão de risco baseadas na utilização de instrumentos financeiros derivativos (operações de *hedge*), a completa compreensão dos mecanismos de funcionamento dos diversos tipos de derivativos presentes no mercado, e utilizados como ferramentas de gestão do risco, também se faz necessária.

Embora a utilização de instrumentos financeiros derivativos não seja a única alternativa utilizada na mitigação dos diversos fatores de risco existentes, elas constituem parte importante da estratégia de gestão do risco de diversas companhias, conforme será mostrado mais adiante. Além disso, o risco cambial não representa o único fator de risco enfrentado por companhias abertas brasileiras. Diversos outros fatores de risco como risco de crédito, risco de variação no preço de *commodities*, risco de variação nas taxas de juros e risco operacional, causam perdas financeiras para companhias. Embora alguns destes fatores de risco também sejam protegidos com operações usando instrumentos derivativos, eles não constituem o escopo deste trabalho.

A escolha da análise das operações que visam mitigar o risco cambial se justifica na medida em que este risco afeta uma ampla variedade de companhias e é frequentemente gerenciado através do uso de instrumentos derivativos.

1.3 Justificativa

Conforme já foi discutido anteriormente a análise do risco no ambiente corporativo é de fundamental importância para a sobrevivência de uma companhia no longo prazo, isto porque uma companhia para gerar riqueza a seus acionistas depende de oportunidades de investimentos que irão gerar fluxos de caixa no futuro. A análise destas oportunidades de investimento não pode ser dissociada do conceito de risco, justificando portanto a importância da mitigação de fatores de risco que podem impactar os fluxos de caixa de uma companhia. O uso de instrumentos financeiros derivativos através de operações de *hedge* constitui uma das principais maneiras de gerenciar os fatores de risco que influenciam os negócios de uma companhia. No entanto, as operações de *hedge* estão também sujeitas ao risco financeiro, principalmente quando estas não são desenvolvidas de maneira cautelosa. Prova disso são as perdas sofridas com derivativos, durante a crise financeira de 2008, por companhias como a Sadia e a Aracruz, que possuíam operações de *hedge* não compatíveis com as exposições cambiais destas companhias. Sendo assim, tão importante quanto a identificação de fatores de risco e a condução de operações de *hedge* que possuem relação com tais fatores de risco, é a adequação de tais operações à realidade financeira da companhia que realiza o *hedge*, justificando a relevância deste trabalho.

2 *Base Teórica*

2.1 O surgimento dos derivativos

A atual sofisticação e complexidade dos derivativos podem fornecer uma imagem errada acerca da história deste tipo de instrumento financeiro. Embora possa parecer que os derivativos são uma invenção contemporânea, sua história pode ser traçada no passado desde tempos muito antigos. Alguns autores como Don Chance (2008), no qual esta análise histórica está baseada, chegam mesmo a dizer que os derivativos já existiam desde antes de Cristo e que, inclusive, aparecem na bíblia, na passagem em que Jacó teria comprado uma “opção” que lhe dava o direito, ao final dos sete anos, de se casar com Rachel; o custo desta opção teria sido sete anos de trabalho. Outras histórias famosas relacionadas ao uso de derivativos também remontam ao passado. No século XVII, por exemplo, a alta demanda por tulipas na Holanda e por arroz no Japão provocaram distorções nos preços destes produtos, que foram controladas com o uso de contratos futuros de tulipas e arroz.

Embora o surgimento dos derivativos possa ser traçado desde tempos muito antigos, como mostrado acima, apenas recentemente estes instrumentos financeiros tornaram-se populares. Pode-se perceber que os derivativos surgiram da necessidade de produtores e compradores de se proteger contra variações inesperadas nos preços de determinados ativos como, por exemplo, de *commodities* agrícolas. A sazonalidade característica dos preços das *commodities* faz com que seja muito interessante a negociação de derivativos relacionados a estes produtos. É fácil perceber que em períodos em que a colheita de uma determinada *commodity* agrícola é abundante, os preços tendem a cair, devido a maior oferta do produto, e em períodos de colheita escassa os preços tendem a subir, devido a maior demanda do produto. O uso de contratos a termo ou futuros associados a estas *commodities* pode mitigar este tipo de variação futura dos preços, ao estabelecer o preço hoje, de um produto que só será vendido no futuro.

Uma data importante na história dos derivativos é o ano de 1848, este foi o ano em

que foi criada a *Chicago Board of Trade* (CBot) onde foi iniciada a negociação de contratos a termo de compra de grãos. Alguns anos depois, no começo do século XX, os contratos a termo que vinham sendo negociados em mercados organizados como a *Chicago Board of Trade* sofreram as primeiras padronizações, surgindo assim as primeiras negociações de contratos futuros. Embora a negociação de derivativos ainda fosse limitada principalmente a derivativos de *commodities*, alguns eventos relacionados a negociação destes instrumentos já começavam a sacudir o mercado. O banimento de certos tipos de derivativos ocorreram em diversas partes dos Estados Unidos, e a pressão de alguns produtores de cebolas resultou no curioso banimento deste tipo de contrato futuro do mercado norte-americano.

A partir dos anos 1970 os derivativos começaram a ocasionar uma grande revolução nos mercados financeiros em volta do mundo. Com o fim do acordo de *Bretton Woods* as cotações das moedas de diversos países passaram a ter um regime de câmbio flutuante, o que implicava o surgimento de um novo tipo de risco que deveria ser protegido. Assim, em 1972 começaram a ser negociados contratos futuros de diversas moedas na *Chicago Mercantile Exchange* (CME), sendo que três anos depois a *Chicago Board of Trade* começou a negociar os primeiros contratos futuros de taxas de juros. Da década de 70 em diante o mercado de derivativos sofreu uma verdadeira explosão, sendo que cada vez mais variedades de contratos passavam a ser negociados e cada vez melhor era compreendido o mecanismo de funcionamento destes contratos pelos acadêmicos da área. Trabalhos teóricos de grande impacto começaram a ser publicados a respeito dos derivativos sendo que, provavelmente, o mais famoso deles foi a criação por Fisher Black, Myron Scholes e Robert Merton, de um modelo capaz de calcular o preço justo de contratos derivativos conhecidos como *opções*.

Atualmente a diversidade de instrumentos derivativos que são negociados tanto nas bolsas de valores quanto nos mercados de balcão (consulte a próxima seção para um melhor entendimento da diferença entre os dois mercados) é enorme. A combinação de diferentes tipos de derivativos em um único instrumento *híbrido* cria instrumentos exóticos com alta capacidade de alavancagem, que podem se tornar especialmente interessantes para especuladores. Não só a diversidade de contratos é muito grande, mas também a diversidade de ativos a que os derivativos se referem também tem crescido. Derivativos de crédito, de eletrecidade, climáticos e até mesmo derivativos que apostam no sucesso de um filme começam a aparecer no mercado (Carney, 2008). Dois dos maiores ambientes de negociação de derivativos do mundo a *Chicago Board of Trade* e a *Chicago Mercantile Exchange* possuem uma grande variedade de produtos derivativos que podem ser negociados em seus mercados.

Desde diversos tipos de derivativos cujos ativos subjacentes são *commodities*, produtos de energia, produtos ambientais, taxas de juros, metais e eventos climáticos como variação de temperatura, furacões, geadas e nevascas são negociados em contratos bem especificados nestes dois importantes mercados. Maiores informações a respeito da variedade de derivativos transacionados na CBot e na CME podem ser obtidos no site www.cmegroup.com.

Conforme a popularidade e a abrangência dos derivativos aumentaram, os problemas relacionados a este tipo de instrumento também cresceram. Alguns desastres econômicos de grande nível, bem com a falência de grandes companhias foram, nos últimos anos, associadas ao uso dos derivativos. De fato, os derivativos causaram um impacto tão grande no mercado que constantemente profissionais da área são levados a refletir sobre os custos e os benefícios proporcionados pelo uso destas ferramentas. No entanto, é difícil imaginar os mercados financeiros atuais sem a presença deste tipo de instrumento financeiro que, embora tenha sido responsável por grandes desastres financeiros, também viabilizou que uma diversidade de participantes do mercado assumissem riscos e posições que não seriam possíveis na ausência dos derivativos. De fato, esta breve análise da história dos derivativos mostra que o surgimento de tais instrumentos está ligado à necessidade dos participantes do mercado tornarem suas operações mais seguras, ou, em linguagem mais moderna, gerenciar seus riscos de maneira mais eficiente.

2.2 Mercados de derivativos

Os mercados de derivativos são os ambientes, que podem ser físicos ou mesmo virtuais, em que contratos de derivativos são transacionados. Existe uma divisão quanto à regulação dos contratos e das transações de derivativos, assim como dos riscos associados a estes contratos e transações. Enquanto que os contratos de derivativos padronizados e sujeitos a uma série de medidas regulatórias são transacionados nos chamados *mercados de bolsa*, os contratos que não possuem um padrão e nem estão sujeitos a uma extensa lista de garantias e regulações são transacionados nos chamados *mercados de balcão*.

No Brasil a BM&FBOVESPA (www.bmfbovespa.com.br) representa o mercado de bolsa em que são negociados derivativos. No ambiente da BM&FBOVESPA podem ser negociados derivativos agropecuários de: açúcar cristal, café arábica, etanol, milho, boi gordo e soja. Os derivativos financeiros negociados são: de ouro, taxas de juros, taxas de câmbio, índices e títulos da dívida externa. Os tipos de contratos que são negociados no mercado de bolsa da BM&FBOVESPA são: contratos futuros, contratos de opção de

compra e venda de futuros e contratos de swap. Todos estes contratos possuem propriedades que estão especificadas pela BM&FBOVESPA e que devem ser seguidas por qualquer pessoa física ou jurídica que deseja negociar com estes contratos. A grande vantagem em se negociar em um mercado de bolsa é a existência de determinadas garantias que acabam diminuindo o risco da transação. Assim, como os contratos são bem especificados o risco legal existente em uma transação no mercado de bolsa é muito baixo. O risco de crédito também é pequeno nestes contratos devido a existência de diversos mecanismos como, por exemplo, a exigência de margens de garantia e de ajustes diários.

Atualmente os contratos futuros negociados na BM&FBOVESPA possuem duas modalidades, sendo que uma delas, conhecida como mini contratos, possui todas as características dos contratos padrão, exigindo porém um desembolso menor de dinheiro para ser negociado. Atualmente são negociados na BM&FBOVESPA mini contratos futuros de café arábica, boi gordo, índice IBOVESPA e câmbio reais por dólar. Os mini contratos são estabelecidos de maneira que as unidades de negociação destes contratos são menores que as unidades dos contratos padrão. Assim, o mini contrato de café arábica se refere a 10 sacas de 60 kilos do produto, enquanto que o contrato futuro padrão se refere a 100 sacas de 60 kilos, o mini contrato de boi gordo se refere a 33 arrobas líquidas (contra 330 do contrato padrão), cada ponto do IBOVESPA negociado no mini contrato de IBOVESPA vale R\$0,20 (contra R\$1,00 do contrato padrão), e o mini contrato de dólar se refere a US\$ 5.000 (contra US\$ 50.000 do contrato normal).

Em contraste com o mercado de bolsa, no mercado de balcão não existe uma regulamentação rígida dos contratos que são negociados. Isto permite que uma variedade maior de contratos sejam negociados, aumentando em contrapartida os riscos assumidos na negociação. A BM&FBOVESPA também é um importante mercado de balcão, embora não o único, onde se realizam diversas operações com derivativos no Brasil. No mercado de balcão da BM&FBOVESPA são realizados contratos a termo de metais e de câmbio, contratos de swaps de diversos tipos e contratos de opções flexíveis sobre diversos ativos. Em contraste com o mercado de bolsa, as especificações dos contratos de balcão negociados na BM&FBOVESPA são, em grande parte, estabelecidas pelas partes que desejam celebrar o contrato. O papel da BM&FBOVESPA é apenas colocar as contrapartes em contato e fornecer diretrizes gerais. Sendo assim, o mercado de balcão é muito importante na negociação de derivativos e pode movimentar, em muitos casos, cifras muito maiores que aquelas negociadas em mercados organizados de bolsa. De fato, os mercados de balcão estão espa-

lhados pelo mundo todo e são formados basicamente, por duas partes que desejam celebrar um acordo envolvendo algum tipo de derivativo. No Brasil, outra instituição importante no que se refere ao mercado de derivativos de balcão é a CETIP (www.cetip.com.br). Embora a CETIP não ofereça contratos derivativos para serem neogicados, nem atue como contraparte na negociação destes contratos, esta instituição exerce o importante papel de registrar e organizar transações realizadas no mercado de balcão. Desta maneira a CETIP contribui com a diminuição dos riscos associados às negociações em mercados de balcão no Brasil.

Diversos aspectos relativos aos mercados de balcão vêm sendo discutidos ultimamente, principalmente após os problemas enfrentados durante a crise de 2008 com derivativos de crédito do tipo *Credit Default Swap*. Alguns trabalhos discutem a necessidade de maior regulação nos mercados derivativos a fim de diminuir o risco das transações nestes tipos de mercado (Cont, 2010).

2.3 Instrumentos derivativos básicos

Após a breve discussão acerca da história e dos mercados de derivativos, será apresentada uma classificação, baseada em Don Chance (2008) e em Hull (2006), dos instrumentos derivativos mais comumente transacionados nos mercados de bolsa e de balcão. Cabe notar que devido a característica dinâmica dos mercados de derivativos uma grande quantidade de instrumentos mais sofisticados não será contemplada. No entanto, tais instrumentos complexos são, geralmente, constituídos de combinações dos instrumentos mais básicos.

A definição básica de um derivativo, que pode ser encontrada em diversos livros como Hull (2006), Don Chance (2008) e Kolb (1993), pode ser assim sumarizada: um instrumento financeiro derivativo é todo instrumento financeiro cujo valor depende do valor de outro ativo, mais fundamental. A definição anterior é bastante geral e não especifica nenhum tipo de prazo ou regra da qual se obtém o valor do derivativo em questão. A seguir estão apresentados alguns instrumentos derivativos comuns que podem ser utilizados tanto na montagem de operações de *hedge* visando o gerenciamento do risco financeiro (área de interesse deste trabalho), como para especulação no mercado.

2.3.1 Contratos a termo e contratos futuros

Contratos a termo são derivativos onde é pactuada a venda de um determinado ativo, no futuro, por um preço pré-especificado que é função de uma taxa conhecida como *taxa do termo*. Contratos a termo são transacionados tanto em mercados organizados, como

as bolsas de valores, quanto nos mercados de balcão. Como em todo contrato derivativo, os contratos a termo são assumidos por duas partes, sendo que uma destas partes assume uma posição vendida e a outra parte uma posição comprada. Existem contratos a termo para vários tipos diferentes de ativos, dentre eles: de câmbio, de taxa de juros, de *commodity*, de ação, etc. Uma das características que diferencia um contrato a termo de um contrato futuro, é que no primeiro os ganhos e as perdas decorrentes da posição assumida no contrato são acertadas apenas na data do vencimento do contrato e no segundo o procedimento de ajustes diários faz com que perdas e ganhos determinados pela direção do mercado sejam debitados ou creditados diariamente na conta corrente das contrapartes envolvidas.

Suponha que seja feito um contrato a termo de um determinado ativo e suponha que este ativo não irá fornecer um fluxo de caixa durante a duração do contrato (no caso de uma ação, por exemplo, não será recebido nenhum tipo de dividendo durante a duração do contrato). É acordado que a parte compradora irá pagar, na data do vencimento do contrato, $P_0 \times (1 + i)$ à parte vendedora, onde P_0 representa o preço à vista do ativo em questão, no momento em que o contrato foi celebrado, e i representa a taxa do termo para o período de duração do contrato. Supondo que seja P_1 o preço à vista do ativo em questão na data de liquidação do contrato, pode-se apurar um dos seguintes resultados:

$$\begin{aligned} P_0 \times (1 + i) &> P_1 \\ P_0 \times (1 + i) &< P_1 \end{aligned} \tag{2.1}$$

no primeiro caso (segundo caso) o preço pago pela parte compradora é maior (menor) que o preço de mercado do ativo em questão, na data de liquidação, e é apurado um resultado negativo (positivo) de $|P_0 \times (1 + i) - P_1|$. Nota-se que o resultado positivo (negativo) de uma das partes representa o resultado negativo (positivo) da contraparte. Para simplificar a análise, os custos relativos à transação do contrato e eventuais impostos que incidam sobre o lucro de uma das partes foram desconsiderados.

O preço a termo de um determinado ativo é obtido através da determinação da taxa do termo i , que possui uma relação estreita com a taxa livre de risco R_F da economia. Se um determinado ativo está sendo negociado no mercado à vista pelo valor P_0 e é possível aos investidores emprestar dinheiro à taxa livre de risco R_F , então se a taxa do termo for maior que a taxa livre de risco por um fator δ , seria possível pegar P_0 emprestado a taxa R_F , vender um contrato a termo, pagar o empréstimo no valor de $P_0 \times R_F$ e lucrar $P_0 \times \delta$. Por outro lado, se a taxa do termo for menor que a taxa livre de risco pelo mesmo fator δ , seria

possível a um investidor que possui o ativo em questão, vendê-lo por P_0 , aplicar tal valor para obter rendimento igual a $P_0 \times R_F$ e recomprar o ativo no futuro por $P_0 \times (1 + R(F) - \delta)$. Neste caso, o investidor iria ganhar $P_0 \times R_F + [-P_0 \times (R_F - \delta)] = P_0 \times \delta$. Para que o raciocínio anterior seja válido as taxas R_F e δ devem estar expressas em unidades de tempo consistentes com o vencimento do contrato a termo.

No exemplo acima, o valor $P_0 \times (1 + i)$ representa o preço a termo do ativo a que o contrato a termo se refere. De maneira geral, chamando de F o preço a termo do ativo, R_F a taxa livre de risco e T a data de maturação do contrato a termo, podemos escrever o preço a termo do ativo, no instante de tempo t , como

$$F = P_0 e^{R_F(T-t)}. \quad (2.2)$$

A fórmula acima é uma extensão da fórmula, $F = P_0 \times (1 + i)$, apresentada anteriormente, onde foi considerado um intervalo de tempo arbitrário $T - t$ para a maturação do contrato a termo e foi utilizado o regime de capitalização contínua. Para verificar a validade da argumentação anterior, basta notar que uma possível definição da função exponencial é

$$e^x = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{x}{n}\right)^n. \quad (2.3)$$

Tendo apresentado as características gerais de contratos a termo, iremos seguir a abordagem apresentada por Hull (2006), a fim de derivar uma fórmula geral para o valor de um contrato a termo em um determinado instante de tempo t . Para isto, faremos as seguintes suposições

1. não existem custos de transação;
2. todos os lucros das transações consideradas estão sujeitos a mesma carga tributária;
3. as taxas com que se toma e oferece dinheiro emprestado são as mesmas e iguais a R_F ;
4. oportunidades de arbitragem são aproveitadas pelos participantes do mercado, de maneira a desaparecerem rapidamente.

Ainda segundo Hull (2006) as suposições acima não precisam ser válidas para todos os participantes do mercado, mas apenas para um subgrupo, digamos de N participantes, que exercem forte influência sobre o mercado. Embora imperfeições no mercado (como oportunidades de arbitragem) possam existir, os investidores fazem uso de tais oportunidades de maneira rápida o suficiente para que estas desapareçam em um curto espaço de tempo.

Se denotarmos por $f(t)$ o valor do contrato a termo no instante de tempo t e por K o preço de entrega do ativo ao qual o contrato a termo se refere, podemos considerar dois investidores com *portfolios* distintos e usar a suposição 4 para obter uma fórmula que expresse o valor de $f(t)$. Se o investidor A possui um contrato a termo de um determinado ativo (ele não precisou desembolsar dinheiro para assumir tal posição) e uma posição em dinheiro no valor de $Ke^{-R_F(T-t)}$ e o investidor B possui uma unidade do ativo a que o contrato a termo se refere, então o resultado financeiro de A e B no instante de tempo T (que representa a data de maturação do contrato) é:

i) o investidor A possui, em $t = T$, o valor K com o qual ele paga pelo ativo da posição assumida no contrato a termo;

ii) o investidor B possui, em $t = T$, uma unidade do ativo em questão e, portanto, os *portfolios* de A e B são os mesmos em $t = T$.

Se a posição de ambos os investidores é a mesma em $t = T$, e a suposição 4 é válida, então a posição de ambos os investidores deve a ser a mesma para qualquer instante de tempo t . Sendo assim, como $f(t)$ representa o valor do contrato a termo, podemos escrever

$$P_0(t) = f(t) + Ke^{-R_F(T-t)} \quad (2.4)$$

ou, isolando f e colocando $e^{-R_F(T-t)}$ em evidência

$$f(t) = (P_0(t) e^{R_F(T-t)} - K) e^{-R_F(T-t)}. \quad (2.5)$$

A fórmula acima expressa o valor de um contrato a termo em função do preço à vista $P_0(t)$ do ativo em questão, do preço futuro $F(t) = P_0(t)e^{R_F(T-t)}$, do preço de entrega K do ativo e da taxa livre de juros R_F . O preço K de entrega do ativo é determinado no início da duração do contrato a termo e é constante em qualquer intervalo de tempo $0 \leq t \leq T$ (para o contrato em questão) e é definido como o preço que, em $t = 0$, faz com que o contrato a termo tenha valor zero, ou seja, $P_0(0)e^{R_F T} - K = 0$. O preço futuro $F(t)$, o preço à vista $P_0(t)$ e a taxa livre de risco R_F variam com o tempo. Conforme a maturidade do contrato vai sendo alcançada $F(t)$ varia de maneira que, em geral, o valor do contrato a termo f é diferente de zero para $t \neq 0$. A maneira como $F(t)$ varia com o tempo é determinada dado que P_0 e R_F sejam determinados no instante de tempo t , no entanto, tanto P_0 quanto R_F são variáveis aleatórias e, portanto, $F(t)$ e o valor do contrato a termo f também são variáveis aleatórias. A natureza aleatória do preço à vista do ativo e da taxa livre de risco fazem com que não seja possível determinar, com probabilidade 1, o valor de f para $t^* > t$

onde t representa o instante de tempo atual. Modelos ARCH e GARCH podem ser aplicados à série temporal do preço do ativo P_0 e da taxa livre de risco R_F a fim de se obter uma previsão dos valores de P_0 , R_F e consequentemente de f em instantes de tempo futuros. Cabe notar ainda, que, embora K seja determinado e constante no tempo para um certo contrato a termo, o valor K varia no tempo (conforme diferentes contratos são celebrados) a fim de que, em qualquer instante de tempo, um contrato a termo que tenha sido celebrado possua valor inicial zero.

Tendo discutido as principais características dos contratos a termo vamos agora analisar os contratos futuros e destacar as principais diferenças destes em relação aos contratos a termo. Basicamente, contratos futuros se diferenciam dos contratos a termo, por dois fatores: *i)* contratos futuros são negociados em mercados organizados como bolsas de valores e por isso são contratos padronizados e regulamentados, e *ii)* as perdas e ganhos registrados pelas partes em tais contratos são ajustadas periodicamente e não pagas apenas no vencimento do contrato, como no caso dos contratos a termo e por isso estão sujeitos a chamadas de margem. Além disso, por serem negociados em bolsas de valores os contratos futuros são contratos extremamente bem especificados. Todas as informações relevantes referentes aos contratos futuros podem ser obtidas nos mercados onde eles são negociados. No site da BM&FBOVESPA, por exemplo, podem ser encontradas informações a respeito dos contratos futuros lá negociados.

As características dos contratos futuros apontadas acima, como a existência de ajustes diários e de chamadas de margem que fazem os contratos futuros menos sujeitos ao risco de crédito do que os contratos a termo, podem sugerir uma diferença entre os preços futuros e os preços a termo. No entanto, Black (1976) mostra que o valor de contratos a termo e contratos futuros são os mesmos quando a taxa livre de risco for constante no tempo e igual para todas as maturidades. No entanto, como foi discutido acima, no mundo real as taxas de juros são variáveis aleatórias que assumem, em geral, valores diferentes em diferentes instantes de tempo, o que pode levar a diferenças entre os preços a termo e futuros. Existem outras questões práticas que são de difícil incorporação à teoria, mas que podem levar a eventuais diferenças entre os preços a termo e os preços futuros. Pesquisas empíricas demonstram que as diferenças entre preços a termo e preços futuros, quando existentes, tendem a ser muito pequenas. O *survey* de Chow, McAleer e Sequeria (2000) apresenta diferentes modelos teóricos utilizados na precificação de contratos futuros, bem como uma análise dos principais resultados empíricos obtidos a respeito das diferenças entre preços a

termo e preços futuros.

2.3.2 Opções

Outro tipo muito comum de derivativo, que é negociado tanto em bolsas de valores quanto em mercados de balcão, são as opções. As opções conferem ao seu detentor algum tipo de direito sobre o ativo a que elas se referem. A classificação das opções pode ser feita quanto a possibilidade de exercê-las antes do vencimento, e quanto ao direito obtido (vendido) ao se comprar (vender) uma opção.

Quanto ao exercício, as opções se classificam em opções *americanas*, que podem ser exercidas em qualquer instante antes da data do vencimento, e opções *européias* que podem ser exercidas apenas na data do vencimento. Quanto aos direitos que estão relacionados as opções, as chamadas opções de compra ou *calls* são aquelas que oferecem ao seu detentor o direito de comprar determinado ativo a determinado preço em alguma data limite no futuro. Já as opções de venda ou *puts* são aquelas que oferecem ao seu detentor o direito de vender determinado ativo a determinado preço em alguma data limite no futuro. Recentemente outros tipos de opções vêm surgindo no mercado: opções asiáticas, *barrier options* e *look-back options* são alguns exemplos destas opções exóticas.

Como instrumentos de *hedge* as opções são ferramentas muito úteis. Opções em ações são bastante populares e podem servir como instrumentos de *hedge* de uma carteira de ações, além disso opções cujos ativos subjacentes são moedas, taxa de juros, *commodities*, contratos futuros e swaps (as chamadas *swaptions*) também são bastante populares.

Um desembolso inicial muito pequeno é necessário para se assumir uma posição com opções, fazendo este tipo de contrato muito popular não só como instrumento de *hedge*, mas também como instrumento de especulação, devido a este alto nível de alavancagem. A caracterização de uma opção é feita por um conjunto de três variáveis, estas são: *i)* o preço de mercado pelo qual a opção é negociada; *ii)* o *strike* da opção, que determina o preço de negociação do ativo subjacente à opção e *iii)* a data em que a opção expira.

Um exemplo simples de negociação com opções é a compra de opções de compra. Suponha que um determinado investidor queira adquirir N unidades de um ativo A em um instante t_f no futuro. Temendo uma forte alta nos preços de tal ativo este investidor decide adquirir N opções de compra de tal ativo, no instante de tempo t_i , pagando por isto um preço p . As opções adquiridas pelo investidor irão expirar em n dias e concedem o direito de comprar o ativo A por um preço S , chamado de *strike* da opção, até a data do vencimento.

Repare que a relação $t_f - t_i \leq n$ deve ser válida para que a operação faça sentido, ou seja, o investidor deve comprar um opção que expire em uma data igual ou superior a data futura em que ele deseja adquirir o ativo A . Se a expectativa do investidor se confirmar e o ativo A sofrer uma forte alta, estando negociado a um preço $P > S$, então o investidor irá exercer seu direito de compra sobre o ativo A pelo preço S , que é inferior ao preço que o ativo está sendo negociado no mercado. Caso o mercado implique em uma queda no preço do ativo A de maneira que $P < S$ o investidor irá preferir adquirir o ativo no mercado e perder $N \times p$ que representa o preço pago pelas opções em t_i . No caso em que a diferença entre P e S é exatamente igual a p , o investidor não apura ganho ou perda e seria financeiramente irrelevante ter assumido ou não a posição com as opções (desprezando eventuais rendimentos que poderiam ser auferidos aplicando-se o valor gasto com as opções a uma taxa livre de risco). No entanto, se $P - S > p$ o valor “economizado” ao adquirir o ativo A pelo preço S e não por P confere um ganho de $(P - S) - p$ ao investidor. O exemplo anterior mostra que opções são derivativos que se assemelham muito a um contrato de seguro, onde é feito um desembolso inicial a fim de se proteger de um evento adverso no futuro, que pode ser, uma alta ou uma baixa na cotação de um determinado ativo. O raciocínio anterior pode ser aplicado para a compra de um opção de venda. Neste caso o comprador da opção está adquirindo o direito de vender o ativo subjacente por um determinado preço em uma determinada data limite no futuro, sendo assim será interessante ao comprador da opção de venda exercer o direito adquirido caso o preço do ativo no mercado seja menor que o *strike* da opção. Caso o preço do ativo no mercado seja maior que o *strike* da opção é mais interessante vender o ativo no mercado. Seguindo este raciocínio podemos concluir que o comprador de uma opção de venda se beneficia de uma queda no preço do ativo subjacente. No caso da venda de opções de compra e a venda de opções de venda constituem o lado oposto das operações discutidas acima é de se esperar que no caso das opções de compra a expectativa do investidor seja de queda no preço de mercado do ativo subjacente e no caso das opções de venda a expectativa do investidor seja de alta no preço de mercado do ativo subjacente. O comprador de opções de compra pode obter ganho ilimitado, conforme o preço do ativo objeto aumenta com relação ao *strike* da opção. A perda máxima de um comprador de opções de compra é representada pelo valor pago na opção. Já o vendedor de opções de compra pode obter apenas um ganho que é limitado ao valor recebido na venda da opção (dado que o valor do ativo fique abaixo do *strike*) e pode incorrer em perda ilimitada conforme o valor do ativo sobe com relação ao *strike* da opção. Pode-se notar que a soma

dos resultados apresentados na figura acima apresentam soma nula, ou seja, os resultados positivos de uma parte são os resultados negativos da contraparte. A figura abaixo ilustra o resultado obtido com a compra de opções de compra e com a venda de opções de compra.

Figura 1: Resultado com *call*

A figura abaixo ilustra o resultado obtido com a compra de opções de venda e com a venda de opções de venda.

Figura 2: Resultado com *put*

No caso de opções de venda os investidores comprado e vendido possuem resultado que são semelhantes aos resultados obtidos com opções de venda, mas agora o investidor

comprado auferir ganhos com a queda no preço do ativo objeto e o vendido auferir ganhos com a alta no preço do ativo objeto. Novamente a soma dos resultados apresentados na figura acima é nula. A partir dos quatro tipos de operações mostradas acima pode-se construir uma variedade de operações combinadas que podem ser utilizadas para a realização de *hedge* e para a especulação no mercado. Kolb (1993) fornece uma variedade de estratégias que podem ser realizadas com a compra e venda de *calls* e *puts*.

2.3.2.1 Modelo de Black, Scholes e Merton

Assim como com qualquer derivativo o preço de mercado de uma opção pode ser determinado matematicamente seguindo o mesmo tipo de raciocínio utilizado para determinar o preço de um contrato a termo, ou seja, assumindo que oportunidades de arbitragem são rapidamente identificadas pelos investidores de maneira a desaparecerem rapidamente. No caso das opções porém, a matemática envolvida é muito mais complexa, sendo necessário alguma familiaridade com o cálculo estocástico de Itô. Coube a Fisher Black e Myron Scholes desenvolver um modelo de precificação adequado às opções que ficou conhecido por modelo de Black & Scholes (BLACK e SCHOLES, 1973). O modelo de Black & Scholes foi originalmente desenvolvido para a precificação de opções européias de compra ou venda em ações que não pagam dividendos e está sujeito a uma série de suposições simplificadoras, que são apresentadas a seguir (MANTEGNA e STANLEY, 2004).

1. O preço das ações segue um processo estocástico de Itô;
2. a negociação de opções é contínua;
3. não existem oportunidades de arbitragem;
4. a venda de opções é possível em qualquer instante de tempo;
5. não existem custos de transação;
6. a taxa livre de risco é constante no tempo;
7. não existem dividendos entre $t = 0$ e $t = T$.

A primeira suposição exposta acima tem sua origem no trabalho pioneiro de Louis Bachelier. Bachelier propôs, em 1900, que o preço de um ativo negociado em bolsa seguisse a trajetória descrita por um movimento Browniano contínuo com média zero. Ao assumir que

a média do movimento Browniano seja zero algumas características estranhas aparecem no modelo de Bachelier: em primeiro lugar é possível que o preço do ativo que está sendo modelado assuma valores negativos e, ao assumir média zero, está se assumindo, implicitamente, que a taxa de juros do mercado é nula. Além disso a suposição de um movimento Browniano contínuo, independente de possuir média nula ou não nula, assume que as variações nos preços do ativo seguem uma distribuição Gaussiana, o que, em muitas vezes, não é verdade. No modelo de Black & Scholes o processo estocástico de Itô seguido pelo preço P das ações é tal que possui média μ (que representa o retorno médio), variância σ^2 e estocasticidade associada a existência de um processo de Wiener dW implicando que as mudanças nos preços dos ativos seguem uma distribuição Gaussiana, como mencionado acima. Este processo é representado pela equação abaixo

$$dP = \mu P dt + \sigma P dW. \quad (2.6)$$

Note que se na equação acima σ for igual a zero, obtemos

$$\frac{dP}{dt} = \mu P, \quad (2.7)$$

e a taxa de variação do preço é igual ao retorno médio multiplicado pelo preço e não é mais estocástica.

A segunda suposição implica que as ordens de negociações são processadas assim que recebidas e de maneira contínua, em contraste com a negociação em blocos onde ordens de negociação são acumuladas e então negociadas todas de uma vez. As suposições 3 e 4 são fundamentais para a obtenção da fórmula de Black & Scholes e implicam que oportunidades de arbitragem são rapidamente identificadas no mercado de maneira a desaparecerem rapidamente. As últimas três suposições, que tratam da existência de custos de transação, da taxa livre de risco de da existência de dividendos, podem ser relaxadas a fim de tornar o modelo mais realista. Por exemplo, Amin e Jarrow (1992) tratam de um modelo de Black & Scholes em que a taxa livre de risco da economia é descrita por um processo estocástico, Hull e White (1987) tratam de um modelo de precificação de opções em que a volatilidade é estocástica e Bouchaud e Sornette (1994) estendem o modelo de Black & Scholes a fim de incorporar outras classes de processos estocásticos além do processo de Ornstein-Uhlenbeck (UHLENBECK e ORNSTEIN, 1930) descrito pela suposição 1.

Voltando ao modelo de Black & Scholes descrito pelas suposições acima, temos que a fórmula para o preço teórico de uma opção de compra pode ser escrita como

$$C(P, t) = PN(d_1) - Se^{R_F(t-T)}N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln(P/S) + (R_F + \sigma^2/2)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}} \quad (2.8)$$

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

em que S representa o *strike* da opção, P o preço do ativo, R_F a taxa livre de risco, σ a volatilidade do ativo, T o vencimento da opção e $N(d)$ é função de densidade normal cumulativa. Para uma opção de venda a fórmula é

$$V(P, t) = Se^{-R_F(T-t)}N(-d_2) - PN(-d_1). \quad (2.9)$$

Embora o modelo de Black & Scholes represente uma abordagem satisfatória do problema de precificação de opções e seja largamente utilizado tanto em trabalhos acadêmicos, quanto na prática pelo mercado financeiro, as limitações impostas pelas suposições enumeradas acima acabam por restringir a aplicabilidade deste modelo. Opções americanas, por exemplo, podem ser precificadas por abordagens neutras ao risco como árvores binomiais (COX, ROSS e RUBINSTEIN, 1979) ao invés de usar o modelo de Black & Scholes que foi desenvolvido para o apreamento de opções européias. Muitas vezes é argumentado que só é vantajoso exercer uma opção antes da data do vencimento se o ativo subjacente à opção for receber algum tipo de dividendo, neste caso a opção deve ser exercida imediatamente antes do recebimento do dividendo. Sendo assim, opções americanas cujos ativos subjacentes não receberão dividendos não devem ser exercidas antes do vencimento e o preço dado pelo modelo de Black & Scholes também é válido para este tipo de opção. Dois argumentos a favor de não exercer uma opção antes do vencimento são (dado que não exista dividendo a ser recebido): *i*) o investidor pode ganhar juros aplicando à taxa de livre de risco o dinheiro que seria usado para comprar ação ao exercer a opção mais cedo, e *ii*) existe uma probabilidade do preço da ação cair abaixo do *strike* da opção no tempo restante até o vencimento da opção, neste caso não seria vantajoso exercer em um tempo t antes do vencimento uma opção dentro do dinheiro, já que esta pode ficar fora do dinheiro até o vencimento. Uma alternativa para o uso do modelo de Black & Scholes na precificação de opções americanas é calcular o preço de uma opção européia na data de maturação T e na data t imediatamente antes do recebimento de um dividendo, neste caso o preço de uma opção americana seria dado por $\max(C(P, T), C(P, t))$,

onde $\max(x, y)$ representa o maior valor entre x e y (BLACK, 1975). Outra dificuldade encontrada pelo modelo de Black & Scholes se refere a precificação de opções em *commodities* ou em contratos futuros. Neste caso, tanto *commodities* quanto contratos futuros possuem um comportamento que não é bem descrito pelo processo estocástico browniano usado no modelo de Black & Scholes. A grande correlação do preço à vista de *commodities* com fatores como data de colheita e o fato de que taxas de juros, por exemplo, apresentam o efeito de reversão à média inviabilizam, conceitualmente, o uso do modelo de Black & Scholes na precificação de opções em *commodities* ou em taxas de juros. Barbachan e Ornelas (2003) desenvolvem um modelo que pode ser utilizado para a precificação de opções em taxas de juros. Este modelo é aplicado na precificação de opções de IDI que são negociadas na BM&FBOVESPA. O IDI (Índice de Taxa Média de Depósitos Interfinanceiros de Um Dia) é um índice, cujo valor nominal em 01/01/2000 era de R\$ 100.000 e vêm sendo atualizado diariamente pelo CDI médio do dia.

Em suma, apesar de todas as limitações discutidas acima o modelo de Black & Scholes ainda constitui o modelo mais utilizado pelo mercado para a precificação de opções, principalmente devido a sua simplicidade e razoável precisão.

2.3.3 Swaps

Um swap é um derivativo, negociado geralmente em mercados de balcão, em que as contrapartes envolvidas acordam em trocar uma série fluxos de caixa em datas futuras pré-determinadas. Esta troca de fluxos de caixa é na verdade uma troca de riscos entre as contrapartes no swap. Um contrato a termo, conforme definido acima, pode ser entendido como o tipo mais simples de swap onde apenas um fluxo de caixa é trocado em uma data futura. Nesta visão, o comprador do contrato a termo estaria trocando um fluxo de caixa pré-determinado (representado pelo pagamento a ser desembolsado no vencimento do contrato) por um fluxo de caixa determinado no vencimento do contrato a termo (representado pelo valor à vista do ativo a que o contrato a termo se refere).

O tipo mais comum de swap no mercado é conhecido como *plain vanilla*. Neste tipo de contrato uma das partes se compromete a fazer pagamentos baseados em uma taxa de juros fixa pré-determinada e a contraparte se compromete a fazer pagamentos que estão baseados em uma taxa de juros flutuante, sendo que o montante sobre o qual o pagamento dos juros é feito é chamado de valor nominal. É dito que a parte que recebe o pagamento flutuante possui posição ativa (ou perna ativa) em taxa de juros flutuante e posição passiva

(perna passiva) em taxa de juros fixa. Antes de se discutir outros tipos de swaps será apresentado um exemplo de um swap do tipo *plain vanilla*. O mecanismo de funcionamento de outros tipos de swaps segue o mecanismo básico apresentado a seguir.

Plain Vanilla. Neste contrato são trocados fluxos de caixa, com base em um valor nocional M , sendo que uma das partes assume fazer pagamentos baseados em uma taxa de juros fixa pré-determinada i e a contraparte faz pagamentos baseados em uma taxa de juros variável z . Normalmente a taxa de juros variável z é determinada com base na taxa LIBOR (London Interbank Offered Rate), que é uma taxa no mercado internacional equivalente ao CDI no Brasil, e em um fator de *spread*, de maneira que podemos escrever $z = LIBOR + \delta$, onde δ representa o fator de *spread*. Suponha que a companhia A concorde em pagar a companhia B uma taxa fixa de juros i , sobre um valor nocional M , e receber em troca de B uma taxa de juros variável $z = LIBOR + \delta$, sobre o mesmo valor nocional M . Suponha ainda que tais pagamentos serão feitos durante um período de N anos com frequência N/n onde n representa um número inteiro positivo qualquer. Assim, na data do primeiro pagamento, que ocorre em um período N/n posterior a data em que as partes assumiram o swap, A paga para B o valor $i \times M$, com i representando a taxa de juros fixa para o período em questão. Ao mesmo tempo B paga para A o valor $z \times M$, em que z representa a taxa de juros variável no período em questão. Esta taxa é composta pelo *spread* δ do período em questão e pela taxa LIBOR também para o período em questão, mas não correspondente a data do pagamento, mas sim a data que fica um período N/n anterior a data atual do pagamento. Assim, para o primeiro pagamento a taxa LIBOR utilizada é aquela vigente na data em que o contrato foi celebrado, para o segundo pagamento a taxa LIBOR utilizada é aquela vigente na ocasião do primeiro pagamento, e assim por diante. Neste tipo de swap apenas o valor líquido das trocas de fluxo de caixa é pago. A tabela abaixo ilustra os fluxos de caixa deste swap do ponto de vista da companhia A .

	z	Fluxo de Caixa Recebido	Fluxo de Caixa Pago	Fluxo de Caixa Líquido
0	$\text{LIBOR}_0 + \delta$	-	-	-
N/n	$\text{LIBOR}_{N/n} + \delta$	$(\text{LIBOR}_0 + \delta) \times M$	$i \times M$	$(\text{LIBOR}_0 + \delta - i) \times M$
$2N/n$	$\text{LIBOR}_{2N/n} + \delta$	$(\text{LIBOR}_{N/n} + \delta) \times M$	$i \times M$	$(\text{LIBOR}_{N/n} + \delta - i) \times M$
$3N/n$	$\text{LIBOR}_{3N/n} + \delta$	$(\text{LIBOR}_{2N/n} + \delta) \times M$	$i \times M$	$(\text{LIBOR}_{2N/n} + \delta - i) \times M$
$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$
$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$
$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$
nN/n	$\text{LIBOR}_{nN/n} + \delta$	$(\text{LIBOR}_{3N/n} + \delta) \times M$	$i \times M$	$(\text{LIBOR}_{3N/n} + \delta - i) \times M$

Tabela 1: Fluxos de Caixa de um Swap Plain Vanilla

A tabela acima mostra que os fluxos de caixa trocados, tanto no início, no fim e durante a duração do swap são apenas os juros incidentes sobre o valor nocional M , e não os juros acrescidos do valor nocional. No entanto, o valor do fluxo de caixa líquido seria o mesmo caso o valor nocional completo, além dos juros, fosse trocado no início, no fim ou durante a duração do swap (dado que os valores nominais sejam os mesmos para ambos os lados). Pode ser útil imaginar que o valor nocional do swap é trocado no último pagamento, a fim de se fazer uma associação entre os fluxos de caixa do swap e os fluxos de caixa de um *bond* que paga cupons periódicos e o principal acrescido do cupom no último pagamento. Esta associação constitui uma possível abordagem para o apreçamento de swaps *plain vanilla*, que será discutida mais adiante.

Antes disto, serão discutidos outros tipos de swaps que são transacionados em mercados de balcão. Junto do swap *plain vanilla* de taxa de juros discutido acima, os swaps cambiais constituem uma outra modalidade de swap bastante popular, devido a sua aplicação como uma ferramenta de gestão do risco. Outros swaps menos populares como swaps de *commodities* e *equity swaps* também serão discutidos a seguir.

Swap cambial. A fim de ilustrar este tipo de swap considere duas companhias: a companhia A é uma companhia americana que deseja fazer investimentos na Europa e a companhia B é uma companhia europeia que deseja realizar investimentos nos EUA. As companhias A e B entram em um swap em que A paga, no início do swap, uma quantia D em dólares para B , e recebe de B uma E quantia em euros. Nas datas futuras de pagamento do swap, A paga em euros para B juros sobre o nocional E , sendo que tais juros podem ser especificados como sendo uma taxa fixa ou flutuante; em contrapartida, A recebe de B uma

quantia em dólares sobre o nocional D que também é baseada em uma taxa de juros que pode ser fixa ou flutuante. Ao final do swap ocorre novamente o pagamento do nocional entre as partes, mas desta vez A paga para B em euros e recebe de B em dólares. O efeito deste swap é financeiramente o mesmo efeito que A (ou B) obteria ao emitir *bonds* no mercado europeu (ou americano). Uma configuração oposta à apresentada acima pode ser utilizada por uma companhia que tenha emitido *bonds* em um mercado de moeda diferente da moeda do mercado em que a companhia atua. Companhias brasileiras, por exemplo, costumam emitir *bonds* no mercado japonês a fim de se beneficiar das baixas taxas de juros praticadas neste país. No entanto, ao emitir *bonds* no mercado japonês, a companhia estará vulnerável ao risco devido à flutuação da taxa de câmbio do iene frente ao real. Este risco pode ser mitigado através da contratação de um swap em que a companhia que emitiu os *bonds* faz pagamentos em real e recebe fluxos de caixa em iene.

Swap de commodity. É o swap no qual ao menos um dos conjuntos de fluxos de caixa (não importando se este conjunto representa os fluxos de caixa pagos ou recebidos) está vinculado ao preço de uma *commodity*. Podem ser muito úteis como instrumentos de *hedge* em companhias que são vulneráveis à variação de preço de alguma *commodity*. No caso de *commodities* mais específicas, para as quais pode não haver um mercado de swaps, as operações de *hedge* tendem a se tornar menos eficientes, não refletindo de maneira ideal as variações de preço enfrentadas pela *commodity* em questão.

Equity Swap. Neste tipo de swap um dos pagamentos a ser feito por uma das partes está relacionado com a rentabilidade de uma ação ou de um índice de ações. Este tipo de swap é especialmente interessante como uma maneira de se investir em ações ou índices em um mercado estrangeiro, sem proceder a negociação da ação ou do índice propriamente dito. Como exemplo, considere um investidor que deseja investir em um índice de ações de um país estrangeiro, mas não deseja negociar na bolsa de valores do país em questão. O investidor pode realizar um swap no qual recebe como pagamento o retorno do índice de ações no qual ele deseja investir, pagando em troca o retorno no índice de ações do país no qual ele está acostumado a negociar. Uma característica interessante deste tipo de swap é a possibilidade de inclusão do risco de câmbio ao se pagar o retorno do índice doméstico na moeda doméstica e receber o índice estrangeiro na moeda estrangeira; o risco de câmbio pode ser eliminado ao se realizar e receber os pagamentos na mesma moeda. Embora o exemplo de swap entre índices de diferentes países seja bastante interessante, swaps entre índices ou ações que são negociadas no mesmo mercado também são realizados. Outra característica

interessante deste tipo de swap é a possibilidade de uma das partes no acordo receber ambos os pagamentos. Isto ocorre quando o mercado ao qual está vinculado o pagamento de uma das partes fornece um rendimento negativo, e o mercado no qual a outra parte recebe o pagamento, apresenta rendimento positivo.

Embora as contrapartes descritas nos swaps discutidos até agora foram representadas por duas companhias que assumiram posições inversas em relação a alguma variável de risco, esta é uma ocasião rara no mercado de swaps. Em geral, uma companhia que deseja entrar em um swap procura por uma instituição financeira ou por um ambiente organizado de negociação, como uma bolsa de valores, a fim de negociar as condições do swap no qual ela deseja entrar. A instituição financeira em questão assume então a posição oposta à da companhia no swap e pode procurar por uma terceira parte a fim de transferir sua posição e se livrar do risco assumido. As instituições financeiras que atuam no mercado de swaps realizam ganhos devido ao *spread* existente entre as taxas que elas aceitam receber e as taxas que elas aceitam pagar. Este *spread* deve ser suficiente para gerar a comissão da instituição financeira e deve levar em conta a possibilidade de uma das partes entrar em *default*. O *default* da contraparte representa o risco de crédito a ser enfrentado em um contrato de swap. Assim como no caso dos contratos a termo ou dos contratos futuros, um swap geralmente possui, no início do acordo, valor igual a zero. Com o passar do tempo o swap pode apresentar o valor positivo ou negativo. No caso em que o swap possui valor positivo para uma instituição financeira e a contraparte entra em *default*, todo o valor positivo deste swap pode ser perdido, já no caso em que o swap possui valor negativo para a instituição financeira e a contraparte entra em *default* a situação da instituição financeira permanecerá a mesma (já que ela ainda deve à contraparte).

Conforme foi discutido acima, um swap pode apresentar ao longo de sua duração, um valor que pode ser positivo, negativo ou nulo. Uma estratégia para se determinar o valor de um swap consiste em considerar tanto a posição ativa quanto a posição passiva como *bonds* e obter o valor do swap como a diferença entre tais posições, outra estratégia consiste em considerar o swap como um conjunto de contratos a termo de taxa (*Forward Rate Agreement* - FRA). A seguir estas possibilidades serão abordadas.

2.3.3.1 Avaliação de swaps

Como foi visto anteriormente, apesar de os valores nominais não serem trocados em um swap *plain vanilla* de taxa de juros, o resultado líquido dos fluxos de caixa pagos

e recebidos seria o mesmo, caso os valores nominais fossem pagos. Isto acontece porque os valores nominais são os mesmos para ambas as partes envolvidas em um swap e portanto se cancelam ao se considerar o valor líquido do fluxo de caixa a uma das partes de um swap. Sendo assim, podemos pensar nos fluxos de caixa de um swap como nos fluxos de caixa de um *bond* que paga um cupom periódico e o cupom acrescido do principal no vencimento. Este raciocínio é útil na avaliação de swaps, já que permite que o swap seja avaliado em termos da diferença entre dois *bonds*.

Suponha que a companhia A tenha entrado em um swap em que recebe juros fixos determinados por uma taxa i e por um nominal N da companhia B . Em contrapartida, A se compromete a pagar para B juros flutuantes, determinados pela LIBOR, com base no mesmo nominal N . A fim de avaliar este swap podemos supor que A está comprada em um *bond* que paga juros fixos e vendida em um *bond* que paga juros flutuantes. Desta maneira, o valor do swap, do ponto de vista de A , será

$$V_{swap} = B_{fixo} - B_{flutuante}. \quad (2.10)$$

Supondo que o swap irá durar ainda por n anos e que serão feitos, até o vencimento, $z - 1$ pagamentos de juros e um pagamento de juros acrescido do principal no vencimento do swap, então a frequência com que os fluxos de caixa são trocados neste swap é n/z . A fim de encontrar o valor do swap, primeiro encontramos o valor do *bond* que paga juros fixos. Este valor é obtido considerando o valor presente de todos os z pagamentos que serão feitos no futuro

$$\sum_{t=1}^z (C + P\delta_{t,z}) e^{-tr} \quad (2.11)$$

onde r representa a taxa adequada de desconto do *bond* e $\delta_{t,z}$ é a delta de Kronecker que é zero para qualquer $t \neq z$ e é igual a 1 para $t = z$. A fim de obter o valor do *bond* que paga taxa flutuante vamos usar a estratégia apresentada em Hull (2006). Neste procedimento usa-se o fato que, imediatamente após o pagamento de um cupom, o *bond* é cotado ao par, ou seja, seu valor de mercado e seu valor principal são os mesmos. A validade deste argumento pode ser verificada já que, a taxa que determina o pagamento do cupom em t é a taxa em $t - 1$, e, sendo assim, imediatamente após o pagamento de um cupom, já se sabe qual valor será recebido no pagamento do próximo cupom e, portanto, o *bond* é avaliado ao par. Considerando então o instante de tempo imediatamente anterior ao pagamento de um cupom

o valor do *bond* é

$$B_{flutuante} = K + P, \quad (2.12)$$

onde K representa o valor do cupom a ser pago. Escrevendo a equação acima em um instante de tempo qualquer t , temos

$$B_{flutuante} = (K + P) e^{-tr^*}, \quad (2.13)$$

onde r^* representa a taxa de desconto adequada. Utilizando a equação (1.10), temos que o valor do swap é

$$V_{swap} = \sum_{t=1}^z (C + P\delta_{t,z}) e^{-tr} - (K + P) e^{-tr^*}. \quad (2.14)$$

Caso o swap a ser avaliado não fosse um swap em que taxas de juros são trocadas, mas um swap em que taxas de câmbio são trocadas, o procedimento continuaria o mesmo. No entanto, após ter obtido o valor dos dois *bonds* deve-se usar a taxa de câmbio relevante à vista a fim de se obter o valor do swap na moeda desejada.

Uma outra abordagem utilizada na avaliação de swaps é considerar os pagamentos do swap como um conjunto de contratos a termo de taxa. Nesta abordagem os fluxos de caixa flutuantes são obtidos supondo-se que as taxas que determinarão os pagamentos futuros serão as taxas a termo observadas no mercado. Assim, a fim de descobrir a taxa relevante para o apreamento do *bond* considera-se a equação

$$R_F = \frac{R_2 T_2 - R_1 T_1}{T_2 - T_1}, \quad (2.15)$$

que determina a taxa futura R_F relevante ao cupom a ser pago no instante de tempo compreendido no intervalo $T_2 - T_1$. Usando R_F para determinar os pagamentos futuros do swap, calcula-se o valor presente do fluxo de caixa líquido dos contratos a termo de taxa, a fim de obter o valor do swap. Do ponto de vista do recebedor de pagamentos fixos baseados no nocional N e na taxa fixa i uma fórmula geral para a avaliação de swaps como um portfólio de contratos a termo de taxa é

$$V_{swap} = \sum_{t=1}^z (iN + R_{F,t}N) e^{-tr}, \quad (2.16)$$

onde r é a taxa de desconto apropriada e $R_{F,1}$ já é conhecida no momento em que o swap é iniciado. De maneira geral, no instante de tempo t , a taxa $R_{F,t}$ corresponde a taxa de mercado em $t - 1$ e as outras taxas são determinadas usando a fórmula (2.15).

2.3.4 Derivativos de crédito

Um derivativo de crédito pode ser entendido como um instrumento cujo valor é afetado pelo risco de crédito do ativo subjacente a que se refere o derivativo. Desta maneira o pagamento a ser feito ou recebido por uma das partes está associado a um determinado evento de crédito. Exemplos de eventos de crédito são o *default* do ativo ao qual o derivativo se refere, a falência da instituição que emitiu o ativo de interesse ou uma mudança no *rating* de crédito do ativo em questão. Pode-se dizer que os derivativos de crédito, quando capazes de eliminar o risco de crédito, são capazes de separar este tipo de risco dos outros. Considere, por exemplo, um ativo de renda fixa sujeito ao risco de crédito da instituição que o emitiu e ao risco de variação da taxa de juros do mercado. Caso seja feita uma operação de *hedge*, usando um derivativo de crédito que elimine totalmente o risco de crédito, então o investidor que possui o ativo em questão está sujeito apenas ao risco de variação da taxa de juros. Pode-se dizer que os riscos de tal ativo foram separados em duas componentes, e que a componente de crédito foi eliminada. É interessante notar que por serem negociados em mercados de balcão, este tipo de derivativo está ele próprio sujeito ao risco de crédito da contraparte (Prato, 2002).

Um exemplo comum de derivativo de crédito é o *credit default swap*. Este derivativo não é nada mais que um swap comum no qual a parte que deseja se proteger do risco de crédito se compromete em fazer uma série de pagamentos a contraparte, e receber em troca pagamentos na ocasião de um evento de crédito que, como dito acima, pode ser um *default*, uma falência ou uma mudança de *rating*. Este é um tipo de derivativo que se assemelha bastante a um contrato comum de seguro.

Embora os derivativos de crédito ainda constituam uma nova classe de instrumentos utilizados no gerenciamento do risco, sua popularidade vem crescendo e, segundo o *survey* de 2009 da *International Swaps and Derivatives Association* (ISDA) ¹, 20% das maiores companhias do mundo já fazem uso deste tipo de instrumento.

2.3.5 Derivativos de volatilidade, climáticos e além

A existência dos derivativos está associada ao conceito de risco e o conceito de risco pode ser associado a algum tipo de incerteza. Assim, a incerteza em relação ao preço futuro de um determinado ativo torna interessante a existência de contratos a termo, futuros, opções, swaps, etc. A existência da probabilidade de *default* possibilita a negociação de

¹www.isda.org

derivativos de crédito. Em suma, a existência de algum tipo de risco possibilita a existência de algum tipo de derivativo para gerenciar tal risco. De fato, o mercado tem sido bastante criativo ao criar instrumentos derivativos baseados em uma grande variedade de situações em que existe exposição ao risco.

Uma das medidas comuns de risco é a volatilidade, medida através do desvio padrão dos retornos contínuos de um ativo. Assim, é possível construir uma classe de derivativos, como opções e swaps, cujos pagamentos estão vinculados a volatilidade do ativo em questão.

Outra classe interessante de derivativos são os derivativos climáticos e ambientais. A influência do clima na economia é muito importante para um grande número de companhias de diversos setores. Este fator, em conjunto com a grande quantidade de informação a respeito do clima e a incerteza relativa as previsões climáticas fazem algumas variáveis, como a temperatura, uma referência interessante para o surgimento de derivativos.

A variedade de fontes de risco que afetam os negócios de uma companhia e a habilidade do mercado em criar instrumentos derivativos capazes de gerenciar tais riscos faz desta área um terreno fértil para inovações, sendo que a viabilidade e a utilidade destes instrumentos exóticos será confirmada através do tempo pela demanda do mercado por estes tipos de instrumentos.

2.4 Risco financeiro

Tendo fornecido uma definição geral de derivativos e analisado um pouco da história do uso dos mesmos e da atual situação do mercado de derivativos, cabe fazer uma discussão dos tipos de risco que podem ser gerenciados através do uso consciente de instrumentos derivativos como ferramentas de *hedge*. Sendo de fundamental importância a gestão de risco no âmbito empresarial, é interessante que se tenha em mente uma definição precisa de risco.

O risco está intimamente associado ao conceito de probabilidade, isto porque em ambientes determinísticos, ou seja, ambientes em que a probabilidade de determinado evento ocorrer é $p = 1$, o risco está ausente; estatisticamente podemos ainda associar o risco à dispersão de resultados relativos a um valor médio. Um exemplo conveniente para ilustrar o conceito de risco é o jogar de um dado honesto de seis faces. Neste caso simples, ao se lançar o dado, a probabilidade de que este caia com uma determinada face voltada para cima é $p = 1/6$, e é igual qualquer que seja a face. O jogo de dados pode ficar mais interessante se ao invés de se lançar apenas um dado, dois dados são lançados. Neste caso, considerando novamente que os dois dados sejam honestos, a probabilidade de que uma dada face fique

voltada para cima permanece ainda obviamente $1/6$, mas podemos agora fazer algumas perguntas para as quais as probabilidades apresentam diferentes respostas. Considere, por exemplo, a probabilidade de que a soma dos números nas faces voltadas para cima seja dois: qual a probabilidade deste resultado ocorrer? Ora, existe apenas uma possibilidade de que a soma dos números nas faces viradas para cima seja dois: ambos os dados devem estar com a face em que se encontra o número 1 voltada para cima. A seguir podemos nos perguntar qual probabilidade que a soma das faces voltadas para cima apresente como resultado, o número quatro. Neste caso um dos dados pode cair com a face 1 para cima e o outro com a face 3 para cima, outra combinação possível seria um dos dados com a face 2 para cima e o outro também com a face 2 para cima, assim, fazendo uso de estatística frequencial, é possível perceber que existem mais eventos que levam ao resultado “soma igual a quatro” do que ao resultado “soma igual dois”, e podemos dizer que o resultado “soma igual a quatro” é mais provável do que o resultado “soma igual a dois”. Se fossemos apostar dinheiro em acertar o valor da soma das faces para cima de dois dados honestos, então seria menos arriscado apostar no resultado quatro do que no resultado dois, isto porque o resultado quatro é obtido através de um número maior de eventos, ou, em outras palavras, o resultado quatro é mais provável do que o resultado dois.

Se voltarmos agora para as experiências feitas apenas com um dado podemos nos perguntar, por que não é possível prever de maneira determinística (com probabilidade $p = 1$) a face que ficará voltada para cima. Na verdade, talvez seja possível determinar com certeza qual seria a face voltada para cima ao se lançar um dado, mas isto seria custoso demais para um evento simples como o lançar de dados. Isto porque para determinar a face voltada para cima, ao se lançar um dado, precisaríamos saber todas as condições iniciais relativas ao dado e ao instrumento que faria o lançamento do mesmo, saber todas as condições ambientais que cercam o lançamento do dado como, por exemplo, se existe vento durante o lançamento, e ainda as condições da superfície na qual o dado seria lançado (rugosidade, atrito, imperfeições, etc). Tendo determinado todas estas condições poderíamos montar uma equação diferencial e resolvê-la a fim de descobrir, com probabilidade $p = 1$, qual face do dado que ficaria voltada para cima. Isto é obviamente muito trabalhoso para um simples jogo de dados. Agora imaginemos algo mais complexo, de fato, muito mais complexo, imagine tentar determinar com probabilidade $p = 1$, qual será, amanhã, ou daqui a uma hora, o preço de uma ação que é negociada na BM&FBOVESPA, ou ainda determinar qual será o valor de cotação do dólar, com relação ao real, ou qual será a taxa básica de juros da

economia brasileira daqui a seis meses. A infinidade de condições ambientais e a maneira rápida com que tais condições variam no mundo real faz com que seja uma tarefa impossível determinar, com probabilidade $p = 1$, o preço de uma ação, ou a cotação do dólar, ou ainda a taxa de juros no futuro. Note ainda que, quanto mais longe o futuro considerado mais difícil se torna a previsão. Embora seja muito difícil atuar de maneira determinística em sistemas tão complexos como bolsas de valores, é perfeitamente possível estabelecer um horizonte de tempo no futuro e estabelecer valores máximos, mínimos e médios para preços de ações, cotações de moedas ou variações de taxas de juros. Neste caso, mesmo que nossa percepção esteja errada e o valor realizado no futuro se econtre fora daquele intervalo de previsão, estamos aumentando e muito, a probabilidade de acertarmos o valor futuro de ações ou de qualquer outro ativo financeiro. É por isto que áreas como a previsão financeira se beneficiam tanto de abordagens estatísticas.

A fim de ilustrar os conceitos explorados acima vamos supor que exista um determinado ativo A que é negociado em uma bolsa de valores a um valor $x(t_0)$ em um instante de tempo t_0 e que se queira saber o valor (ou intervalo de valores) que representa o preço do ativo A para um instante de tempo $t_1 > t_0$. Considerando que t_1 seja da ordem de alguns dias podemos estabelecer um valor médio para o ativo A em t_1 , sendo que este valor médio representa o valor mais provável do ativo. Tomando como base um cenário pessimista e um cenário otimista podemos estabelecer os valores mínimo e máximo para preço do ativo em questão. É claro que quanto maior for o intervalo de valores previstos maior a probabilidade de se acertar o valor do ativo, e quanto maior a variação do ativo A menor será a probabilidade de acerto, ou maior será o risco de erro. Vemos então que, o risco pode ser entendido como o desvio de resultados esperados, devido à mudanças de variáveis econômicas relacionadas ao ativo em questão. A fonte da variação das variáveis econômicas que modificam o valor do ativo no futuro são muitas, sendo que, a depender da fonte estamos tratando um tipo específico de risco. Se considerarmos uma lista com preços do ativo A , uma maneira simples de calcular o risco deste ativo é construir uma lista dos retornos oferecido por este ativo. Para isto definimos o retorno contínuo como:

$$R_t = \ln \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right) \quad (2.17)$$

onde P_t representa o preço do ativo no tempo t e R_t o retorno do ativo no tempo t . Com uma lista de tais retornos para diferentes tempos t podemos obter uma medida de risco,

chamada volatilidade, que nada mais é do que o desvio padrão σ dos retornos:

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2 \quad (2.18)$$

onde n é o número de retornos, R_i o i -ésimo retorno e $\bar{R}$ o retorno médio. Tendo apresentado de maneira geral o conceito de risco, vamos agora definir as múltiplas faces através das quais o risco se revela dentro das finanças.

2.4.1 Tipos de riscos financeiros

Os riscos financeiros se manifestam de diversas formas, a seguir é apresentada uma classificação, baseada em Jorion (2003), dos diversos tipos de riscos financeiros.

2.4.2 Risco de mercado

Este tipo de risco é resultado da volatilidade dos preços de ativos e passivos que são precificados pelo mercado, como: taxas de juros, ações, câmbio, *commodities*, etc. Os reflexos das variações nos ativos citados anteriormente são sentidos por outros ativos, como títulos de renda fixa, ações, opções, etc.

O risco de mercado pode ser mensurado através de técnicas específicas como o *Value-at-Risk* (VaR). Pode-se ainda gerenciar o risco de mercado através de derivativos, usando-se operações de *hedge*. Como já foi visto, as operações de *hedge* se fazem valer de instrumentos que são mantidos na carteira do *hedger* em posições tais que estes provocam resultados reversos àqueles provocados pelos ativos que estão sendo alvo de *hedge*.

2.4.3 Risco de crédito

É o risco proveniente da inadimplência, sendo que sua existência está baseada na probabilidade do não recebimento de direitos detidos por uma parte (credor) contra uma contraparte (devedor). Existe uma relação entre risco de mercado e risco de crédito na medida em que mudanças nas taxas de juros ou em outros ativos/passivos precificados pelo mercado podem alterar a capacidade do devedor em honrar suas obrigações. Muitas vezes o risco de crédito é medido em termos de *ratings* que são definidos por agentes especializados em avaliar a capacidade que as companhias possuem em honrar seus compromissos. Uma gestão eficaz do risco de crédito deve passar pela mensuração precisa da exposição a este tipo de risco e pela diversificação da carteira de crédito. Recentemente os chamados derivativos

de crédito passaram a ser mais uma opção na gestão do risco de crédito, sendo que com a introdução deste tipo de instrumento financeiro o risco de crédito tornou-se um ativo negociável.

2.4.4 Risco de liquidez

Em um primeiro momento este risco pode estar associado a um descompasso nos fluxos de caixa de uma companhia que pode se ver incapaz de honrar determinados compromissos previamente assumidos, originado então risco de crédito. Neste caso, um gerenciamento eficiente das necessidades de capital para honrar compromissos assumidos e a sincronização de fluxos de caixa a receber e a pagar assume papel fundamental para a contenção do risco de liquidez.

O risco de liquidez se refere ainda a transações que não podem ser feitas no mercado a valores justos devido à ausência de agentes compradores ou vendedores. Isto provoca deformações nos preços dos ativos transacionados em tais mercados. A proteção contra este tipo de risco pode ser feita através da aquisição de ativos que possuem mercado líquido, mas em condições extremas de mercado, como durante crises financeiras, mesmo os ativos com baixo risco de liquidez podem enfrentar situações em que a falta de agentes compradores ou vendedores pode se tornar um problema. Os derivativos se encontram sujeitos ao risco de liquidez, sendo que quanto mais específico o derivativo, maior o risco de liquidez (assim como com qualquer outro ativo). O risco de liquidez não pode ser gerenciado através do uso de derivativos.

2.4.5 Risco operacional

É o risco decorrente de erros humanos ou erros técnicos, isto inclui fraudes, falhas gerenciais, interpretação equivocada de informações, falhas nos fluxos informacionais, etc. Tais erros, tanto humanos quanto técnicos, podem afetar o risco de mercado, de crédito e de liquidez. Os derivativos estão sujeitos ao risco operacional, embora não forneçam proteção contra este tipo de risco.

2.4.6 Risco legal

É o risco que surge quando operações são julgadas em tribunais, por não serem previamente amparadas por lei. Este tipo de risco é mais comum para operações complexas e recentes que ainda não são contempladas pela lei existente. Os derivativos estão

sujeitos ao risco legal, já que muitos deles assumem formas complexas e são negociados nos chamados mercados de balcão onde a falta de contratos bem especificados pode levar a um descumprimento do mesmo por uma das partes (SANTOS, 2005). A contabilidade internacional através do Financial Accounting Standards Board (FASB) e do International Accounting Standards Board (IASB) vêm emitindo continuamente melhorias no que se refere à contabilização de instrumentos financeiros derivativos. Uma contabilização eficiente e unificada, que preserve a essência econômica das transações com derivativos, é um passo fundamental para a diminuição do risco legal em operações com derivativos.

2.4.7 Risco diversificável e risco não diversificável

Outra classificação possível para o risco financeiro é dividi-lo em uma parcela diversificável e outra parcela não diversificável. A componente diversificável do risco é aquela que pode ser diluída através da composição de uma carteira com ativos bem diversificados. Por ativos bem diversificados entende-se ativos de diferentes setores da economia e que são afetados de maneira distinta pela mudança de variáveis precificadas pelo mercado, em linguagem estatística uma carteira de ativos bem diversificada é composta por ativos que possuem correlação negativa um com os outros. Assim, a diversificação de ativos por parte de um investidor pode diminuir a parcela diversificável do risco até um nível bastante baixo. Como exemplo, considere uma companhia produtora de petróleo e uma companhia que possui grande parte de seus custos ligados ao petróleo ou a alguma derivado do petróleo (companhias aéreas, por exemplo, possuem, em geral, 30% ou mais de seus custos devidos ao combustível de aviação que é um derivado do petróleo). Considere agora que o petróleo apresente um cenário de alta, neste caso a companhia produtora de petróleo deve ser beneficiada, já que suas receitas irão aumentar em decorrência da alta do petróleo; por outro lado a companhia cujos custos estão ligados ao petróleo irá se prejudicar no cenário de alta desta *commodity*, já que seus custos irão aumentar. Pode-se dizer que estas companhias possuem correlação negativa e que uma carteira composta por ações destas duas companhias estará diversificada com relação ao risco advindo da volatilidade da cotação do petróleo. De fato, pode-se construir uma carteira com uma diversidade de ativos e verificar que a parcela diversificável do risco irá diminuir, conforme ativos que possuem correlação negativa com os outros ativos da carteira são inseridos. A diversificação ocorrerá até um nível em que o risco diversificável atinge um mínimo de maneira que a inclusão de novos ativos na carteira terá um efeito irrisório na componente diversificável do risco.

Para notar o papel da correlação negativa entre os ativos na diminuição do risco diversificável basta considerar a fórmula do desvio padrão (que é uma medida do risco de um ativo ou de uma carteira) de uma carteira de ativos, conforme proposto por Markowitz (1952)

$$\sigma_P = \sqrt{\begin{pmatrix} w_1 & w_2 & \dots & w_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} COV_{1,1} & COV_{1,2} & \dots & COV_{1,n} \\ COV_{2,1} & COV_{2,2} & \dots & COV_{2,n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ COV_{n,1} & COV_{n,2} & \dots & COV_{n,n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \end{pmatrix}}, \quad (2.19)$$

onde w_n representa o peso do ativo n na carteira e $COV_{x,y}$ denota a covariância entre as variáveis x e y . Note que $COV_{x,x}$ é nada mais que a variância da variável x e que podemos escrever a correlação em função da variância através da fórmula

$$COV_{x,y} = \sigma_x \sigma_y CORR_{x,y}, \quad (2.20)$$

onde $CORR_{x,y}$ é a correlação entre as variáveis x e y .

A parcela não diversificável do risco é aquela advinda de fatores cuja previsão e controle são mais difíceis (ou até impossíveis) como, por exemplo, o risco soberano existente ao se investir em papéis de um determinado país, o risco da ocorrência de crises econômicas, guerras, desastres naturais e outros eventos que possuem abrangência maior que o risco diversificável, por este motivo o risco não diversificável também é chamado de risco sistêmico. Cabe notar que a teoria de finanças através do CAPM associa à existência de um prêmio pelo risco apenas na parcela não diversificável, não existindo uma recompensa, expressa através do prêmio pelo risco, quando se assume risco diversificável. Este fato é facilmente notado através da equação fundamental do CAPM apresentada abaixo (FAMA, 1968)

$$E(R) = R_F + \beta(R_M - R_F). \quad (2.21)$$

Note que na equação acima o fator que multiplica o prêmio pelo risco assumido é β cuja definição leva em conta apenas a covariância entre os retornos do ativo em questão com o do mercado, conforme expresso pela equação abaixo

$$\beta = \frac{COV_{R,R_M}}{\sigma_{R_M}^2}. \quad (2.22)$$

2.5 Gestão de risco e derivativos

Como foi visto na seção anterior os derivativos encontram-se presentes, como instrumentos utilizados na gestão do risco, em quase todas as instâncias do risco financeiro. Esta utilidade faz dos derivativos instrumentos cada vez mais presentes em mercados que vêm movimentando somas cada dia maiores. Junto do crescente uso dos derivativos, um crescente número de desastres financeiros causados ou potencializados pelo mau uso de tais instrumentos vêm sendo observado. Isto levou determinadas autoridades, como o prêmio Nobel Joseph Stiglitz, a propor a proibição do uso destes instrumentos por determinadas instituições. No entanto, a versatilidade e a grande utilidade dos derivativos como instrumentos de gestão do risco financeiro, faz com que seja inimaginável atuar no mercado sem a presença dos mesmos. De fato, uma proibição dos derivativos poderia, ao invés de mitigar o risco financeiro no cenário internacional, aumentá-lo de maneira tal que, a ausência dos derivativos se torne um problema muito maior do que os eventuais maus usos cometidos com os mesmos. É por isso que outros especialistas na área, como o também prêmio Nobel Myron Scholes, defendem o uso dos derivativos argumentando que uma proibição dos mesmos resultaria em uma retração que atrasaria os mercados financeiros em décadas.

Segundo Don Chance (2008) uma boa gestão do risco exige a identificação precisa dos tipos de risco a que se está exposto, uma delimitação da tolerância a esta exposição ao risco, uma ponderação dos custos a serem incorridos decorrentes da gestão do risco e a tomada de decisões que venham a gerir o risco de maneira conveniente e eficiente.

A seguir são apresentadas algumas maneiras comumente utilizadas para a gestão de risco através do uso de derivativos.

2.5.1 Derivativos e o risco de mercado

O risco de mercado conforme definido acima é proporcional às variáveis precificadas pelo mercado, tal risco é facilmente percebido por uma diversidade de instituições sujeitas a eventos econômicos de maior ou menor alcance. Além das variações observadas nas taxas de juros, ações e *commodities* a quebra do acordo de *Bretton Woods* na década de 70 e o consequente regime de câmbio flutuante que surgiu daí, impõem a necessidade de se prevenir contra variações inesperadas nos retornos de tais ativos. O grande alcance do risco de mercado faz com que uma boa gestão deste tipo de risco seja fundamental para que as companhias apresentem resultados financeiros satisfatórios. A grande abrangência de companhias que estão sujeitas a variações das taxas de juros (que afetam o estado da economia) e o crescente

número de companhias exportadoras que possuem ativos e/ou passivos atrelados a moedas estrangeiras também justificam a necessidade da gestão do risco de mercado. A flutuação no preço das *commodities* também constitui fator de risco que afeta desde as menores até as maiores companhias mundiais, dado a variedade de *commodities* que são negociados nos mercados. Outras companhias mais específicas podem ser afetadas por variações de outros ativos como os preços de ações e opções.

A gestão do risco de mercado através do uso de derivativos é feita através da compra ou venda de derivativos relacionados ao ativo que se deseja proteger. A BM&FBOVESPA apresenta uma extensa lista de derivativos que são negociados em seus mercados e podem ser utilizados por *hedgers* na tentativa de mitigar o risco de mercado.

2.5.2 Derivativos e o risco de crédito

Além do risco de mercado, o risco de crédito também é outra faceta do risco financeiro que pode ser gerenciado através do uso de derivativos de crédito. Assim como o risco de mercado, o risco de crédito é facilmente percebido pela grande maioria das organizações econômicas. Uma boa gestão do risco de crédito é principalmente importante para instituições financeiras, que possuem grandes somas em carteiras de créditos de diversos tipos de clientes. Em uma pesquisa realizada com 500 companhias pela ISDA, 76% das instituições financeiras pesquisadas faziam uso de derivativos de créditos. Em segundo lugar aparecem as companhias do setor de tecnologia, destas companhias apenas 6% faziam uso de derivativos de crédito. No total apenas 20% das companhias pesquisadas fazem uso de derivativos de crédito, sendo este tipo de derivativo o menos usado pelas companhias em geral.

Entende-se por derivativo de crédito qualquer instrumento financeiro derivativo que tenha seu valor afetado pelo risco de crédito do ativo subjacente a que se refere o derivativo. Cabe notar que uma das partes em um contrato derivativo pode estar fazendo *hedge* de uma posição com relação ao risco de crédito, enquanto que a contraparte pode ter interesse em se proteger de outro tipo de risco como o risco de mercado. Várias são as vantagens e as maneiras de proteção do risco de crédito que incentivam as companhias a negociarem este tipo de derivativo. Uma exposição mais completa sobre este tema e o uso deste tipo de derivativo como instrumento de *hedge* pode ser encontrado em Instefjor (2005).

2.5.3 Derivativos, risco de liquidez, risco operacional e o risco legal

Embora os derivativos estejam sujeitos aos riscos de liquidez, operacional e legal, não é possível se proteger de tais riscos através do uso destes instrumentos. O risco de liquidez, em seus dois sentidos, não pode ser gerenciado através do uso de derivativos; uma gestão eficiente deste tipo de risco está associado a uma administração eficiente do caixa da companhia, da *duration* dos ativos de renda fixa, da carteira de recebíveis entre outros fatores. O outro sentido em que o risco de liquidez é empregado, ou seja, a existência de um mercado *líquido* para negociações de ativos e passivos também não pode ser afetado pelo uso de derivativos.

Assim como com o risco de liquidez, não é possível assumir posições de *hedge* com derivativos a fim de se proteger do risco operacional. Uma gestão eficiente do risco operacional passa por uma delimitação de políticas e ferramentas *ex-ante* que possibilitem a identificação dos eventos de risco operacional dentro da companhia, e a busca por soluções que sejam eficientes na minimização das perdas decorrentes deste tipo de risco. Uma análise mais profunda da gestão do risco operacional no contexto brasileiro pode ser encontrada em Trapp e Corrar (2005).

Por fim, o risco legal, que embora afete de maneira direta os contratos derivativos, principalmente aqueles que são negociados em mercados de balcão, também não pode ser gerenciado através do uso de derivativos. A gestão deste tipo de risco é dependente da eficiência da parte jurídica da companhia, e de uma análise completa de todos os acordos assinados pela companhia em questão, a fim de verificar a possibilidade em honrar todos os compromissos contratualmente assumidos.

2.6 Operações de *hedge* usando derivativos

A gestão do risco deve eliminar riscos que não se deseja assumir e permitir que a companhia que optou por fazer o gerenciamento de tal risco, se concentre em suas atividades operacionais, sem precisar se preocupar com fatores financeiros que podem afetar o resultado da companhia, mas que não fazem parte de suas atividades principais. Cabe notar que ao conduzir o gerenciamento de algum tipo de risco, através do uso de derivativos, uma companhia está buscando a certeza em preferência à incerteza. Isto quer dizer que a companhia irá obter no futuro, desde que o hedge seja conduzido com responsabilidade, um fluxo de

caixa que é mais previsível. Esta maior previsibilidade do fluxo de caixa não implica que o montante recebido no futuro será maior do que o montante que seria recebido caso não fosse feito o hedge, implica apenas que resultados extremos, decorrentes de altas variações na variável de risco que está sendo protegida, serão evitados. No entanto, os resultados extremos podem se referir tanto a ganhos financeiros quanto perdas financeiras.

A fim de ilustrar a situação descrita acima considere o caso em que uma companhia irá receber, no futuro, um fluxo de caixa cujo montante depende de uma variável econômica precificada pelo mercado e que apresenta comportamento de difícil previsão. A fim de aumentar a previsibilidade do fluxo de caixa a companhia decide fazer um hedge, se protegendo contra possíveis variações do fator de risco que afeta o montante a ser recebido no futuro. A figura abaixo ilustra duas distribuições para o fluxo de caixa em questão: em uma delas a sensibilidade do fluxo de caixa foi estimada com base no efeito provocado pela variável de risco em questão, sem considerar qualquer tipo de proteção, e a outra distribuição foi construída considerando o efeito de uma hipotética operação de hedge.

Figura 3: Distribuições do fluxo de caixa

A figura mostra que o valor médio do fluxo de caixa que a companhia espera receber é de R\$ 7 milhões, e mostra que este valor médio não depende da companhia realizar ou não a operação de hedge. No entanto, observamos que a distribuição do fluxo de caixa que considera o hedge possui variância menor do que o fluxo de caixa sem proteção alguma. Isto indica que a operação de hedge realizada pela companhia conseguiu, de fato, aumentar a previsibilidade do fluxo de caixa. Observe que, sem considerar o hedge, exista uma pequena probabilidade

de a companhia receber um fluxo de caixa de R\$ 3 milhões, mas ao considerar o hedge esta probabilidade já é praticamente nula. Podemos dizer que, sem considerar a operação de hedge, o fluxo de caixa da companhia estaria, com grande probabilidade, limitado entre R\$ 3 milhões e R\$ 11 milhões, levando em conta a operação de hedge este intervalo se reduz, aproximadamente, para um valor entre R\$ 4 milhões e R\$ 10 milhões. Isto quer dizer que um impacto negativo de grande magnitude na variável econômica que afeta o fluxo de caixa, levaria a companhia a receber um fluxo de caixa de R\$ 3 milhões, caso não tivesse realizado hedge algum, ou de R\$ 4 milhões caso tivesse realizado o hedge considerado. Por outro lado, um impacto positivo de grande magnitude na variável econômica que afeta o fluxo de caixa, levaria a companhia a receber um fluxo de caixa de R\$ 11 milhões, caso não tivesse realizado hedge algum, ou de R\$ 10 milhões caso tivesse realizado o hedge considerado. Vemos que o hedge limita as perdas de uma companhia, impondo também, uma limitação nos ganhos.

Obviamente a situação considerada acima é uma situação simplificada em que os fluxos de caixa estimados possuem a forma de uma distribuição Gaussiana. No mundo real, a sensibilidade dos fluxos de caixa a uma determinada variável de risco podem apresentar formas funcionais diferentes e operações de hedge podem ser difíceis de se construir. No entanto, o conceito fundamental, de que as operações de hedge diminuem o risco de uma operação limitando as perdas e os ganhos provenientes desta operação, é válido tanto no exemplo pictórico apresentado acima, quanto em situações reais.

A seguir será apresentada uma discussão de como as operações de hedge podem ser implementadas em situações mais realistas, quais instrumentos são mais apropriados para realizar o hedge em determinadas situações, quando é vantajoso ou desvantajoso realizar hedge, bem como os fatores que devem ser levados em conta a fim de se construir operações que possuam uma alta eficácia.

2.7 Posição assumida no *hedge*

Uma companhia que identifica uma variável de risco passível de afetar seu resultado e decide realizar uma operação de hedge, a fim de mitigar o risco identificado, deve, em primeiro lugar, considerar qual a posição a ser assumida no hedge. Como foi visto no capítulo anterior derivativos são contratos celebrados entre duas partes que assumem posições opostas a respeito do desempenho de um determinado ativo. Sendo assim, o primeiro passo na montagem de uma operação de hedge é determinar em qual dos “lados” do derivativo a companhia deve entrar. Geralmente as duas possíveis posições que podem ser assumidas ao

se celebrar um contrato derivativo são chamadas de: posição comprada e posição vendida.

2.7.1 Posição comprada

Ao assumir uma posição comprada em um derivativo lucra-se quando o ativo subjacente ao derivativo apresenta alta no preço (com exceção de posição comprada em *put*). Assim, ao assumir uma posição comprada em um contrato a termo ou em um contrato futuro será apurado um ganho caso o ativo a que o contrato a termo ou o contrato futuro se refere apresentar uma valorização que seja suficiente para compensar eventuais gastos operacionais. Ao se comprar um opção de compra, por exemplo, será apurado um ganho caso o preço do ativo a que a opção se refere, sofrer uma valorização que supere o *strike* da opção de maneira a compensar os eventuais gastos operacionais acrescidos do prêmio pago pela opção. De maneira semelhante, ao se vender um opção de venda será apurado um ganho, quando o preço de mercado a que a opção de venda se refere for superior ao *strike* da opção. No caso em que se assume uma posição em um swap, será apurado um ganho sempre que a variação da posição ativa (os fluxos de caixa recebidos) superar a variação da posição passiva (os fluxos de caixa pagos). Assim, se uma companhia entra em um swap em que recebe dólares (posição ativa) e paga reais (posição passiva), uma alta na cotação do dólar frente ao real será favorável ao fluxo de caixa recebido pela companhia, e dizemos que tal companhia encontra-se comprada em dólar.

Como posições compradas se beneficiam de altas no ativo a que o derivativo se refere, tais posições são apropriadas para *hedgers* que desejam se proteger da alta de um determinado ativo. Assim, se o ativo em questão apresenta alta, ocasionando prejuízos para a companhia, o *hedge* comprado apresentará lucro, compensando uma parte ou mesmo o total do prejuízo incorrido no ativo. É fácil perceber que o hedge comprado é apropriado para companhias que necessitam de comprar, no futuro, determinados ativos, como *commodities*, e desejam se proteger contra eventuais altas, “travando” o preço de compra do ativo em questão. É claro que se o mercado implicar em queda do ativo em questão a companhia irá perder dinheiro. Esta perda pode ser representada pelo valor do prêmio pago, quando se faz o hedge comprado com o uso de opções de compra, ou com o desembolso de um determinado valor se o instrumento de hedge escolhido foi contrato futuro, a termo ou um swap.

O hedge comprado também pode ser utilizado por companhias que necessitem fazer um determinado desembolso no futuro, cujo valor pode variar em função de alguma variável econômica como taxa de juros ou taxa de câmbio. É bastante comum que o endividamento

de uma companhia se encontre indexado a taxas de juros flutuantes ou a taxas de câmbio que não representam a moeda em que a companhia aufera suas receitas. Desta maneira, altas nas cotações das taxas de juros ou de câmbio em questão, constituem um fator de risco, que pode ser administrado com o uso de *hedges* comprados. Como os desembolsos de endividamentos indexados a taxas de juros flutuantes ou moedas estrangeiras, costumam ser periódicos, o uso de contratos de swap como instrumento de gestão deste tipo de risco é bastante apropriado.

2.7.2 Posição vendida

A análise do desempenho de *hedges* que fazem uso de posições vendidas é oposta a análise conduzida acima para *hedges* comprados. As situações favoráveis para o *hedger* comprado são as situações desfavoráveis para o *hedger* vendido e vice-versa. Sendo assim, a companhia que assume posição vendida em um derivativo irá lucrar sempre que o ativo subjacente ao derivativo apresentar queda no preço. A venda de contratos futuros ou contratos a termo, por exemplo, é beneficiada quando o ativo a que o contrato futuro ou a termo se refere apresentar baixa. De maneira análoga, a venda de uma opção de compra, apresenta resultado positivo quando o vendedor não é exercido, ou seja, o preço a vista do ativo a que a opção se refere encontra-se abaixo do *strike* da opção de venda. No caso da compra de uma opção de venda, a companhia irá lucrar caso o valor de mercado do ativo subjacente à opção esteja abaixo do *strike* da opção, de maneira que o comprador da opção decida exercer o derivativo. A fim de analisar a posição vendida em um swap, podemos tomar como base o exemplo dado acima em que uma companhia possui posição ativa em dólares e passiva em reais. Foi visto que uma alta na cotação do dólar frente ao real era favorável à companhia que possui posição ativa em dólares, inversamente, uma baixa na cotação do dólar frente ao real será favorável à companhia que possui posição passiva em dólares, ou seja, que está vendida em dólar.

Desta maneira o hedge vendido é usado por companhias que desejam se proteger da queda na cotação de um determinado ativo. Assim, se o ativo em questão apresenta queda, que é financeiramente prejudicial à companhia, a posição vendida no hedge deve compensar uma parte ou mesmo o total do prejuízo incorrido no ativo. Uma situação prática em que o hedge vendido pode ser utilizado, é a situação em que uma companhia possui um ativo, como um estoque, que está sujeito à flutuação de uma variável precificada pelo mercado, e deseja se proteger de tal variação.

O hedge vendido também pode ser utilizado por exportadores que esperam receber, no futuro, um fluxo de caixa em moeda estrangeira, e desejam se proteger da queda da moeda em questão. Caso a cotação da moeda em que se recebe o fluxo de caixa apresente queda (alta), o exportador irá apurar um resultado negativo (positivo) ao converter o fluxo de caixa na moeda doméstica, este resultado negativo (positivo) pode ser compensado por um resultado positivo (negativo) obtido em um hedge vendido. Na prática, contratos futuros, a termo e opções podem ser usados como ferramentas no gerenciamento do risco contido em fluxos de caixa que serão recebidos, no futuro, em moeda estrangeira.

2.8 Fatores que afetam o desempenho do *hedge*

O desempenho de uma operação de *hedge* é mensurado através da comparação entre os resultados obtidos no ativo que está sendo protegido e na operação de hedge realizada. Assim, suponha que uma determinada companhia possui um fluxo de caixa a ser recebido, no futuro, em moeda estrangeira, e suponha ainda que para cada centavo de variação positiva (negativa) na cotação da moeda estrangeira o fluxo de caixa em questão varie positivamente (negativamente) em R\$ 1.000. Um hedge que para cada centavo de variação positiva (negativa) na cotação da moeda estrangeira apure resultado negativo (positivo) de R\$ 1.000, é um hedge com eficácia de 100%, ou seja, se no momento do recebimento do fluxo de caixa a cotação da moeda estrangeira tiver caído 1 centavo, impactando o fluxo de caixa negativamente em R\$ 1.000, o hedge apresentará resultado positivo de R\$ 1.000, e o fluxo de caixa estará protegido contra o risco cambial. De maneira geral, podemos escrever a eficácia de uma operação de hedge como

$$\text{Índice de Eficácia do Hedge} = \frac{\text{Resultado Obtido com o Hedge}}{\text{Impacto da Variável de Risco no Ativo}}. \quad (2.23)$$

Como o sinal do resultado obtido com o hedge e do impacto da variável de risco no ativo serão sempre contrários, utiliza-se o valor absoluto destes resultados na equação acima a fim de evitar que a eficácia do hedge apresente resultado negativo. Observa-se que a fórmula acima pode apresentar resultados para a eficácia do hedge acima de 100%, por esta razão não é correta afirmar que se pode medir a eficiência de um hedge, já que, a eficiência possui um limite superior de 100%. De fato, o CPC 38 (com base no FAS 133), que trata da contabilização de operações de hedge, considera que, para fins de classificação de uma

operação de hedge, uma operação é altamente eficaz quando apresenta índice de eficácia no intervalo compreendido entre 80% e 125%. Um hedge que apresenta índice de eficácia de 100% eliminou completamente o risco da operação, ou seja, não existe mais uma distribuição com variância diferente de zero que pode ser associada ao fluxo de caixa. Qualquer que seja a flutuação da variável de risco que afeta o fluxo de caixa, não ocorrerá variação no valor do fluxo de caixa a ser recebido no futuro, ou seja, sabe-se com probabilidade 1 qual valor será recebido no futuro. Tal situação pode ser descrita por uma distribuição conhecida como delta de Dirac, definida a seguir

$$\delta(x - V) = \begin{cases} 0 & , \quad x \neq V, \\ \infty & , \quad x = V. \end{cases} \quad (2.24)$$

A distribuição acima é nula para qualquer valor diferente de V , que representa o valor do fluxo de caixa a ser recebido no futuro que é conhecido com probabilidade 1. Um hedge que elimina totalmente o risco e, portanto, apresenta como distribuição de fluxo de caixa uma função delta de Dirac é conhecido como hedge perfeito. Na prática é difícil encontrar situações em que um hedge perfeito exista. Isto porque uma diversidade de fatores de risco afetam o desempenho financeiro de um determinado item e, ao se fazer um hedge, geralmente consegue-se diminuir o impacto de apenas um dos fatores de risco presentes. A variação do *basis* definido como a diferença entre o preço a vista do ativo e o preço futuro é um dos motivos que dificultam a construção de hedges perfeitos. No exemplo acima, em que o risco de variação cambial foi completamente eliminado e a distribuição do fluxo de caixa tornou-se uma delta de Dirac, não foram levados em conta outros fatores de risco que podem impactar o fluxo de caixa futuro. Pode ser que mudanças no ambiente econômico, e portanto de origem sistêmicas, venham a comprometer a capacidade da companhia devedora em honrar seus compromissos fazendo com que o fluxo de caixa discutido acima não seja pago. Neste caso, embora a companhia credora tenha eliminado o risco de variação cambial do fluxo de caixa a ser recebido, o risco de crédito não foi eliminado. Na verdade, eliminar todo o risco possível em uma transação como a apresentada acima é impossível, já que o risco sistêmico (não-diversificável) não pode ser eliminado.

Na prática existem muitos aspectos que influenciam o desempenho de um hedge. Abaixo estão especificados três dos aspectos mais importantes:

1. o hedge tende a ser mais eficaz quanto maior for a semelhança entre o ativo (ou passivo) que está sendo protegido e o ativo subjacente ao derivativo usado na operação de hedge;

2. o hedge tende a ser mais eficaz quanto maior for a correspondência temporal entre os fluxos de caixa que estão sendo protegidos e os fluxos de caixa da operação de hedge;
3. o hedge tende a ser mais eficaz quanto mais próximo for o montante relativo a operação de hedge e o montante relativo ao item que está sendo protegido.

O item 1, descrito acima, implica que idealmente, o ativo (ou passivo) que está sendo protegido deve ser o mesmo que o ativo subjacente ao derivativo usado como hedge. Como exemplo, considere o caso em que uma companhia deseja se proteger de altas no preço do cobre; neste caso o uso de derivativos cujo ativo subjacente é o cobre deve fornecer a maior eficácia possível para o hedge. No entanto, em alguns casos, pode ser que não exista um derivativo cujo ativo subjacente coincida com o item que se deseja proteger. Como exemplo, considere o caso de empresas do setor de aviação comercial que fazem hedge do combustível de aviação a fim de se proteger contra variação deste item. Embora derivativos específicos de combustível de aviação possam existir, a liquidez de tais instrumentos ainda é muito baixa, impossibilitando o uso dos mesmos como instrumentos de hedge. Sendo assim, muitas empresas do setor de aviação comercial acabam utilizando derivativos de petróleo como ferramentas na gestão do risco advindo da variação dos preços do combustível de aviação. Embora é esperado que os preços do petróleo e do combustível de aviação possuam uma correlação bastante alta, dificilmente as variações no preço do petróleo representarão todas as variações no preço do combustível de aviação, comprometendo a eficácia do hedge.

O item 2, descrito acima, implica que idealmente, os fluxos de caixa do item que está sendo protegido e do derivativo usado como hedge devem coincidir temporalmente. Não fosse assim, e os fluxos de caixa do derivativo usado no hedge fossem recebidos antes dos fluxos de caixa do item que está sendo protegido, o hedge estaria mitigando o risco apenas durante um determinado intervalo de tempo, comprometendo a eficácia da operação. Na prática, a fim de evitar este tipo de problema, os hedges em que são usados contratos a termo, futuros ou opções, são montados de maneira que o vencimento destes derivativos se dá em um instante de tempo, t_{hedge} , que é maior do que instante de tempo, t , em que será recebido os fluxos de caixa do ativo que está sendo protegido. Dado que $t_{hedge} > t$, o descasamento entre os fluxos de caixa pode ser evitado através do encerramento antecipado da posição com os derivativos, em um instante de tempo próximo do recebimento do fluxo de caixa que estava sendo protegido. Na prática, caso se queira fazer um hedge cuja duração seja maior que a duração de qualquer derivativo negociado no mercado, pode-se *rolar* o hedge, encerrando o derivativo em um instante de tempo e concomitantemente assumindo

a posição com um derivativo cujo vencimento ocorrerá no futuro. Pode-se rolar o hedge quantas vezes for necessário a fim de cobrir todo o intervalo de tempo desejado.

Finalmente, o item 3, descrito acima, implica que idealmente, os montantes da operação de hedge e do ativo que está sendo protegido devem ser numericamente iguais. O montante da operação de hedge se refere ao valor nocional N da operação com derivativos e o montante do item que está sendo protegido se refere ao montante do fluxo de caixa que se deseja proteger ou o valor justo do estoque que se deseja proteger, denotado por V . No caso em que as condições 1 e 2 são satisfeitas pelo hedge e $N \simeq V$, pode-se esperar que a eficácia do hedge seja alta, com índice de eficácia próximo de 1. Um hedge em $N < V$ não irá compensar as eventuais variações do item que está sendo protegido em sua totalidade, resultando em um índice de eficácia menor que 1. O caso oposto, em que $N > V$ irá configurar não um hedge, mas uma posição especulativa no mercado em que as variações no item que está sendo protegido serão ampliadas devido ao tamanho excessivo do hedge, neste caso o índice de eficácia será maior do que 1.

Cabe notar que a prescrição $N \simeq V$ nem sempre é verdadeira, e de fato não é, no caso em que a correlação entre a exposição ao risco e o instrumento derivativo é diferente de 1. De fato, define-se a razão ótima do hedge, que representa o montante em uma posição com derivativo que produz o hedge altamente eficaz para uma determinada exposição ao risco como $b = \rho\sigma_s/\sigma_f$, onde ρ representa a correlação entre as variações nos preços do ativo/passivo objeto de hedge e as variações no preço do derivativo, σ_s o desvio padrão das mudanças no preço a vista e σ_f o desvio padrão das mudanças no preço do derivativo.

2.8.1 A escolha do derivativo

A escolha do instrumento derivativo utilizado na operação de hedge também constitui um fator capaz de afetar o desempenho da operação de proteção. Esta escolha pode ser dividida em dois estágios: *i)* no primeiro estágio o tipo de instrumento derivativo a ser utilizado, representado pela enorme variedade de instrumentos negociados nos mercados organizados de bolsa e de balcão, é escolhido; e *ii)* no segundo estágio as especificações relativas ao instrumento escolhido (data de vencimento, taxas, preço de exercício, etc) são determinadas.

A fim de ilustrar como os dois estágios apresentados acima podem ser implementados, considere o exemplo de uma companhia exportadora que irá receber em um instante de tempo t , no futuro, um fluxo de caixa de valor V denominado em uma moeda estrangeira. A

companhia faz uso de um hedge vendido a fim de se proteger contra uma eventual queda na cotação da moeda estrangeira. Como o valor V a ser recebido no futuro constitui um fluxo de caixa esporádico e não um fluxo de caixa frequente a companhia descarta imediatamente a possibilidade de usar um swap como instrumento de proteção, já que tal instrumento envolve pagamentos e recebimentos periódicos de fluxos de caixa. Como a companhia não deseja atuar com derivativos exóticos, a escolha do instrumento de hedge fica restrita aos instrumentos triviais representados por: contratos a termo, contratos futuros ou opções. O uso de contratos futuros também é descartado pela companhia devido à necessidade de depósitos de margem e à existência dos ajustes diários. Sendo assim, a companhia decide então por realizar o hedge, em t_0 , através da venda de opções de compra da moeda estrangeira (dólar norte-americano) em questão. Supondo que não exista a necessidade de depósitos de margem¹, temos que as opções vendidas são caracterizadas pelos seguintes parâmetros:

t_1 representa o vencimento da opção (européia) e satisfaz $t_1 \gtrsim t$;

p é o prêmio da opção;

u é a unidade de negociação da opção, que representa o montante, em dólar, a que cada opção se refere;

E é o preço de exercício da opção expresso em reais por US\$ 1.000.

Se a companhia vendeu um número n de opções tal que

$$n = \frac{V}{u}, \quad (2.25)$$

então o valor recebido foi $n \times p$. Suponha ainda que $S(t_0)$ representa a cotação do dólar na data de realização do hedge.

No instante de tempo t a companhia recebe o fluxo de caixa V em moeda estrangeira e elimina concomitantemente a posição assumida nas opções, realizando a operação inversa, de compra de opções de compra. É de se esperar que, em condições normais de mercado, como a opção se encontra próxima do vencimento, seu prêmio seja próximo de zero, caso $S(t) < E$, e seja da ordem de $E - S(t)$, caso $S(t) > E$. Assim, caso o dólar-norte americano tenha apresentado queda e, portanto, o prêmio da opção em t seja próximo de zero, a companhia obteve um ganho próximo de $n \times p$, que deve compensar as perdas incorridas no

¹Se a negociação fosse realizada na BM&FBOVESPA, que negocia opções de compra de dólar norte-americano, esta suposição não seria válida.

fluxo de caixa; e caso o dólar norte-americano tenha apresentado alta e, portanto, o prêmio da opção em t seja da ordem de $E - S(t) > p$, a companhia deve ter apurado uma perda próxima de $n \times (E - S(t) - p)$ que deve ser compensada por ganhos auferidos no fluxo de caixa recebido.

O exemplo acima é meramente ilustrativo e não considerou os custos envolvidos nas transações das opções nem a existência de margens de garantia. Foi assumido que, próximo do vencimento da opção, o mercado operava em condições “normais”, já que quando a volatilidade do mercado é muito grande uma opção pode apresentar valor extrínseco relativamente alto, mesmo estando próxima do vencimento. O objetivo do exemplo acima é apenas ilustrar que na realização da operação de hedge a escolha do tipo de instrumento que mais se adequa as necessidades do hedger, bem como das variáveis que caracterizam o derivativo utilizado, é que irão determinar a eficácia do hedge.

2.9 A necessidade do hedge

É discutido se existe a necessidade das companhias fazerem hedge de suas operações e quais são os benefícios verdadeiros do hedge. Obviamente a maior previsibilidade dos fluxos de caixa futuros de uma companhia decorrentes do hedge, é um argumento favorável a realização deste tipo de operação. Ao fixar seus fluxos de caixa em determinados intervalos, as companhias não precisam se preocupar tanto com as flutuações das variáveis econômicas que podem afetar seu desempenho, podendo então concentrar seus esforços em realizar suas atividades operacionais e buscar oportunidades de investimentos no futuro. A existência do hedge também permite que companhias em diferentes ambientes econômicos troquem riscos que não desejam assumir. No entanto, casos de perdas com derivativos, em grande parte pelo mau uso destes, acabam levantando a discussão sobre a verdadeira necessidade dos derivativos e das operações de hedge. Existe também um debate acadêmico sobre os verdadeiros benefícios do hedge sob o ponto de vista prático e da teoria de finanças.

2.9.1 Risco diversificável, shareholders, stakeholders e hedge

Um argumento apresentado em Hull (2006) é que os acionistas (shareholders) podem, eles mesmos, realizarem o hedge sem que as companhias precisem fazê-lo. Embora a princípio o argumento possa ser válido, na prática, a assimetria de informação (a respeito dos riscos enfrentados pela companhia, por exemplo) entre os acionistas e os administradores da companhia faz com que o hedge realizado por acionistas não tenha muito sentido. Além

disso, existem evidências empíricas de que o hedge é beneficiado por efeitos de economia de escala (MIAN, 1996), o que impõe outra restrição ao argumento de que o hedge pode ser realizado pelos acionistas. No entanto, como o hedge é destinado a reduzir riscos diversificáveis, o acionista pode se ver livre deste tipo de risco através da diversificação de seu portfólio. Sendo assim, pode ser desnecessário em várias situações realizar operações de hedge, dado que o objetivo principal das companhias é atuar em favor de acionistas com portfólio diversificado. Além de ser discutível se, na prática, as companhias atuam em favor de acionistas com portfólio diversificado, pode existir ainda interesse por parte dos administradores em usar derivativos devido aos benefícios que estes possuem em diminuir a volatilidade dos lucros de uma companhia.

Embora a teoria de finanças estabeleça, de fato, como seu objetivo primordial maximizar a riqueza de seus acionistas, existem discussões que apontam a favor de uma visão mais holística dos objetivos das finanças corporativas em que os stakeholders, ao invés dos acionistas, são vistos como o grupo de maior importância dentro do mundo corporativo. Apesar de existirem argumentos que indiquem que o foco baseado somente nos acionistas acabe favorecendo também os stakeholders, as recentes crises financeiras talvez apontem para a necessidade de uma mudança de paradigmas dentro das finanças corporativas, o que pode levar os stakeholders a assumirem um papel de maior importância dentro dos objetivos da teoria de finanças.

2.9.2 Hedge e maximização de valor

Considerando o cenário ideal desenvolvido por Modigliani e Miller (1958) em que não existem impostos e custos de transação Smith e Stulz (1985) argumentam que se as decisões de hedge de uma companhia afetam seu valor, tais decisões devem fazê-lo através de impostos, custos de transação ou do impacto do hedge nas oportunidades de investimento da companhia. Diversos trabalhos empíricos e teóricos analisam as possibilidades de o hedge afetar o valor de uma companhia, a seguir serão discutidos os aspectos principais da relação entre valor e operações de hedge.

Smith e Stulz (1985) argumentam que o hedge pode ter um efeito redutor nos impostos pagos por uma companhia, dado que os custos associados ao hedge não sejam muito grandes a ponto de compensar os eventuais benefícios fiscais. Embora este argumento seja válido na teoria, trabalhos empíricos como os de Mian (1996) e Graham e Rogers (2002) não favorecem de maneira conclusiva, que existe uma relação entre incentivos fiscais e hedge.

No entanto, outro argumento que relaciona o hedge e incentivos fiscais aparece encontrar fundamentação teórica e empírica que o sustente. Alguns estudos (Graham e Rogers, 2002; e Gay e Nam, 1998) mostram que existe uma relação positiva entre o hedge e custo da dívida (financiamento) de companhias. Ao realizar hedge a companhia parece melhorar sua capacidade creditícia, sendo possível então assumir uma dívida maior e sujeita a taxas de juros menores, quando comparada com outras companhias que não realizam hedge. Este cenário proporcionaria maiores benefícios fiscais associados à existência de financiamento externo e faria com que a companhia possuísse mais capital disponível para levar adiante oportunidades de investimento.

2.9.3 Hedge e competidores

Se uma companhia atua em um setor em que seus principais competidores não fazem hedge, então pode ser interessante para esta companhia também não fazer hedge. Embora existam argumentos institucionais para que as companhias de um determinado setor atuem de maneira semelhante a seus competidores e em especial de maneira semelhante às principais companhias do setor em questão (DIMAGGIO e POWELL, 1983), Hull (2006) mostra também que companhias que estão em um setor em que seus competidores não fazem hedge podem induzir volatilidade em seus fluxos de caixa se optarem por fazer hedge. Hull (2006) considera o exemplo de duas companhias produtoras de jóias de ouro que possuem diferentes políticas de hedge. A tabela abaixo ilustra a situação da companhia *A* que não realiza hedge e da companhia *B* que realiza hedge, com relação a dois cenários para os preços do ouro.

Preço do ouro	Preço da joia	Variação do lucro de A	Variação do lucro de B
Aumenta	Aumenta	Nenhum	Aumenta
Diminui	Diminui	Nenhum	Diminui

Tabela 2: Hedge e competição

A companhia que optou por não fazer hedge não observa uma variação em seus lucros enquanto que a companhia que realiza hedge observa uma volatilidade em seus lucros. É necessário notar, no entanto, que o exemplo acima considerou na análise o efeito isolado de um único fator de risco aos negócios da companhia, além disso foi considerado que o único negócio da companhia acima é a produção de jóias de ouro. Na prática uma companhia

geralmente possui um nível de atuação maior e se encontra sujeita a uma diversidade de riscos que devem ser levados em consideração em conjunto, e não de maneira isolada, pela equipe responsável pelo gerenciamento do risco corporativo. O exemplo acima também está supondo que toda a alta ou baixa no custo dos produtos de ouro, foi incorporada ao preço de venda destes produtos, esta suposição também nem sempre é verdadeira.

2.9.4 Operações de hedge em empresas: O *survey* da ISDA

Tendo discutido os instrumentos financeiros derivativos mais populares, sua utilidade como ferramentas de gestão de risco e os prós e contras envolvidos na realização de operações de hedge, cabe fazer um breve diagnóstico do nível de utilização dos derivativos como instrumentos de hedge por grandes empresas. Para isto serão apresentados os dados colhidos pela ISDA entre março e abril de 2009 e que reportam a utilização de derivativos pelas 500 maiores companhias do mundo de acordo com o ranking da Fortune Global 500, em que as receitas são utilizadas como critério de seleção das maiores companhias. A lista com as 500 maiores companhias engloba companhias de 32 países diferentes (incluindo 5 companhias brasileiras) e que atuam em diversos setores da economia. De acordo com a pesquisa 94,2%, ou 471 companhias, fazem uso de derivativos para gerenciar algum tipo de risco. Os três tipos de derivativos mais utilizados são, respectivamente, derivativos cambiais, derivativos de taxa de juros e derivativos de *commodities*. Além disso, a pesquisa aponta também para uma grande variabilidade nos tipos de instrumentos utilizados por empresas de diferentes setores da economia.

A tabela abaixo, que foi replicada do material original disponível no site da ISDA, ilustra a situação do uso de derivativos conforme os diferentes setores da economia que foram considerados na pesquisa. O setor com maior uso de derivativos, como era de se esperar, é o setor financeiro e o setor com o menor uso de derivativos é o setor de serviços.

Setor	Total	% Usando Derivativos	% Taxa de Juros	% Moeda	%Commodity	% Crédito	% Equity
Materiais básicos	86	97%	70%	85%	79%	0%	6%
Bens de consumo	88	91%	81%	84%	39%	1%	9%
Financeiro	123	98%	94%	96%	63%	76%	80%
Saúde	25	92%	80%	72%	8%	4%	20%
Bens industriais	49	92%	86%	86%	37%	2%	20%
Serviços	40	88%	75%	85%	35%	3%	13%
Tecnologia	65	95%	86%	92%	15%	6%	15%
Utilidades	24	92%	92%	88%	83%	0%	8%
Total	500	94%	83%	88%	49%	20%	29%

Tabela 3: *Suerverey* ISDA

Esta pesquisa e a análise teórica realizada acima mostram que os instrumentos financeiros derivativos constituem uma importante ferramenta na gestão de diversos tipos de riscos.

3 *Metodologia*

A determinação da eficácia das operações de hedge será realizada através do cálculo do índice de eficácia do hedge conforme proposto por diversas metodologias que serão apresentadas adiante. Iremos focar nossa análise em nove companhias que serão selecionadas conforme os critérios que serão mostrados abaixo. O período de tempo escolhido para realizar o cálculo da eficácia das operações de hedge cambial compreende os exercícios de 2005 a 2009. Diversos fatores interessantes ocorreram neste intervalo de tempo, com destaque para a crise financeira de 2008, que causou diversos prejuízos com instrumentos derivativos, além da mudança nas práticas contábeis brasileiras vista principalmente nos exercícios de 2008 e 2009.

3.1 Seleção da Amostra

A amostra utilizada na pesquisa foi selecionada a partir das companhias abertas com ações negociadas na BM&FBOVESPA. Os critérios utilizados na seleção da amostra foram os seguintes:

1. Primeiramente foram obtidos os valores de mercado das companhias com ações negociadas na BM&FBOVESPA divididos conforme a segmentação setorial da BM&FBOVESPA,
2. as companhias de cada setor foram ordenadas pelo seu valor de mercado em cada um dos anos em que o estudo foi realizado,
3. foi calculado o valor de mercado médio, tomado como a média aritmética em cada um dos anos em que a análise foi realizada, e foram selecionadas as companhias com o maior valor de mercado médio de cada setor,
4. a companhia com maior valor de mercado do setor financeiro foi excluída da amostra, já que o estudo em questão se restringiu a análise de companhias não-financeiras,

5. só foram utilizadas companhias que apresentaram valor de mercado diferente de zero para todos os anos de estudo (que compreendeu o período de 5 anos entre 2005 e 2009) e que realizaram operações de hedge com derivativos em ao menos um dos exercícios estudados.

Os valores de mercado utilizados na seleção da amostra foram obtidos a partir do Boletim Mensal divulgado no site da BM&FBOVESPA na seção “Estatísticas” do mercado de ações. O Boletim Mensal da BM&FBOVESPA divulga o valor de mercado, das companhias com ações negociadas na bolsa, dividido por setor de atuação. Para a seleção da amostra foram utilizados os dados relativos aos meses de dezembro dos anos de 2005, 2006, 2007, 2008 e 2009.

A BM&FBOVESPA divide as companhias que possuem ações negociadas em seu ambiente de negociação em 10 setores. Tais setores são os seguintes:

1. Petróleo e Gás
2. Materiais Básicos
3. Bens Industriais
4. Construção e Transporte
5. Consumo Cíclico
6. Consumo Não Cíclico
7. Tecnologia da Informação
8. Telecomunicações
9. Utilidades Públicas
10. Financeiro e Outros

Dentro de cada setor existem ainda vários subsetores e dentro de cada subsetor existem vários segmentos. As companhias selecionadas pelos critérios apresentados acima e seus respectivos setores foram as seguintes:

1. Petrobras - Petróleo e Gás

2. Vale - Materiais Básicos
3. Embraer - Bens Industriais
4. CCR Rodovias - Construção e Transporte
5. Lojas Americanas - Consumo Cíclico
6. AMBEV - Consumo Não Cíclico
7. UOL - Tecnologia da Informação
8. TELESP - Telecomunicações
9. ELETROBRAS - Utilidades Públicas

A evolução do valor de mercado das companhias selecionadas no período de tempo considerado bem como a média do valor de mercado de cada companhia estão mostrados na tabela abaixo.

R\$	2005	2006	2007	2008	2009	Média
Petrobras	R\$ 173.583.700.075,48	R\$ 230.371.510.347,68	R\$ 429.922.974.863,20	R\$ 223.990.977.891,20	R\$ 347.084.678.416,84	R\$ 280.990.768.318,88
Vale	R\$ 106.437.368.610,75	R\$ 147.466.475.874,60	R\$ 275.333.459.835,96	R\$ 140.552.667.980,60	R\$ 250.189.921.738,60	R\$ 183.995.978.808,10
Ambev	R\$ 54.119.798.509,21	R\$ 64.109.040.545,08	R\$ 79.071.827.525,55	R\$ 56.599.488.153,37	R\$ 98.306.349.589,50	R\$ 70.441.300.864,54
Eletrobras	R\$ 21.640.780.238,15	R\$ 28.494.855.715,49	R\$ 26.809.949.463,36	R\$ 28.929.280.501,77	R\$ 40.100.342.511,94	R\$ 29.195.041.686,14
Telesp	R\$ 21.938.500.375,34	R\$ 26.546.513.358,40	23.101.390.525,40	R\$ 21.669.684.635,42	R\$ 21.099.555.948,28	R\$ 22.871.128.968,57
Embraer	R\$ 15.365.450.690,55	R\$ 16.314.881.303,70	R\$ 14.920.370.636,60	R\$ 6.523.497.037,64	R\$ 7.041.822.568,44	R\$ 12.033.204.447,39
CCR Rodovias	R\$ 7.457.383.300,00	R\$ 11.629.486.930,00	R\$ 11.085.299.500,00	R\$ 9.525.295.534,00	R\$ 17.607.318.352,00	R\$ 11.460.956.723,20
Lojas Americanas	R\$ 5.240.250.976,20	R\$ 8.659.913.883,83	R\$ 12.064.971.942,90	R\$ 4.476.229.816,92	R\$ 10.947.813.961,77	R\$ 8.277.836.116,32
UOL	R\$ 2.416.224.897,00	R\$ 1.394.736.119,10	R\$ 1.441.587.720,00	R\$ 876.965.863,00	R\$ 1.129.243.714,00	R\$ 1.451.751.662,62

Tabela 4: Valores de mercado das companhias analisadas

Foram escolhidas companhias de cada um dos setores (com exceção do setor financeiro) existentes dentro da classificação da BM&FBOVESPA com o intuito de se obter uma amostra com companhias sujeitas a diversos tipos de riscos que são passíveis de proteção com operações de hedge com derivativos. É importante notar que a análise realizada visa estudar os fatores de risco que podem ser protegidos por operações com instrumentos financeiros derivativos negociados tanto em mercados organizados de bolsa quanto em mercados de balcão. É claro que as companhias selecionadas estão sujeitas a uma diversidade de riscos

além dos fatores considerados em nossa análise. O risco operacional, por exemplo, é um fator de risco que afeta todas as companhias analisadas, mas não é passível de gestão através do uso de derivativos; outro fator de risco que atinge todas as companhias analisadas é o risco de crédito. Embora o risco de crédito seja passível de proteção através do uso de derivativos de crédito, é preciso notar que a baixa liquidez destes instrumentos e a falta de normas regulatórias bem estabelecidas para os mercados de derivativos de crédito são fatores que acabam por dificultar a utilização destes instrumentos pelas companhias estudadas (PRATO, 2002; INSTEFJORD, 2005; MORGAN 2008). Além disso, os instrumentos derivativos utilizados na proteção do risco de crédito são geralmente destinados a proteção de eventos de crédito relacionados a bonds emitidos por grandes companhias ou dívida soberana.

A escolha das companhias com maior valor de mercado dentro de cada setor é justificada por diversos trabalhos que comprovam a existência da presença do fenômeno de economia de escala no uso de derivativos (BODNAR, HAYAT e MARSTON, 1998; SCHIOZER e SAITO 2005a; MIAN, 1996). Desta maneira ao escolher as maiores companhias estamos escolhendo aquelas que possuem maior benefício no uso de derivativos e portanto que deveriam fazer uso mais intenso destes instrumentos. A utilização do valor de mercado como proxy para a mensuração do tamanho da companhia está baseada em outros trabalhos que também fazem uso desta variável para classificar as companhias conforme o tamanho (BODNAR, HAYAT e MARSTON, 1995; SCHIOZER e SAITO 2005a).

Uma vez determinada a amostra a ser utilizada na pesquisa, foram buscados os dados relativos as operações de hedge realizadas pelas companhias presentes na amostra. Todos os dados utilizados nos resultados obtidos neste trabalho foram obtidos a partir das Demonstrações Financeiras Padronizadas (DFP) e das Informações Trimestrais (ITR) das companhias estudadas. Estes documentos foram obtidos a partir do site das companhias e/ou através do site da Comissão de Valores Mobiliários (CVM).

A fim de se determinar se uma companhia realizou hedge em um dado exercício foi feita uma busca no balanço patrimonial, no resultado do exercício e nas notas explicativas das DFP e ITR das companhias analisadas, por contas cujos nomes continham as palavras “hedge”, “derivativo”, “futuro”, “opção”, “termo” e “swap”. Também foram buscadas evidências acerca de operações de hedge nas notas explicativas referentes a “gestão de fatores de risco”. A tabela a seguir mostra os resultados obtidos nesta análise (1 representa que a companhia em questão realizou operação de hedge com derivativos no ano em questão e 0 indica que a companhia não realizou operação de hedge naquele ano).

	2005	2006	2007	2008	2009
Petrobras	1	1	1	1	1
Vale	1	1	1	1	1
Ambev	1	1	1	1	1
Eletrobras	0	0	0	1	0
Telesp	1	1	1	1	1
Embraer	1	1	1	1	1
CCR Rodovias	1	1	1	1	1
Lojas Americanas	1	1	1	1	1
UOL	0	0	1	1	1

Tabela 5: Realização de hedge em cada exercício

O principal objetivo da análise quantitativa das operações de hedge foi a determinação da eficácia destas operações. A determinação da eficácia das operações foi feita através do uso de diferentes metodologias de cálculo do índice de eficácia do hedge conforme exposto no Referencial Teórico. Além da análise da relação entre o resultado com o derivativo utilizado na operação de hedge e o resultado da exposição em aberto que é objeto do hedge, em um período consistente com o período em que o hedge foi designado, outros aspectos importantes do hedge foram considerados nesta análise: *i)* foram analisados os períodos de duração das operações e foi, sempre que possível, apurado o índice de eficácia para horizontes de tempo condizentes com a duração do hedge e *ii)* foram analisadas as proporções entre os valores das exposição ao risco que originaram as operações de hedge e os valores nominais destas operações.

É importante notar que a análise realizada neste trabalho visa avaliar somente a eficácia da utilização dos derivativos por uma amostra de companhias não-financeiras. Diferentemente de outros trabalhos que analisam a eficácia do hedge de um ponto de vista teórico (CASTELINO, 1992 ; HOWARD e D'ANTONIO, 1984), ou de trabalhos que analisam a eficácia dos mercados de derivativos como ferramentas de hedge (EDERINGTON, 1979; FRANCKLE, 1980; FIGLEWSKI, 1983; LAWS e THOMPSON, 2005), este trabalho analisa a eficácia do hedge de um ponto de vista prático e considerando como dada a eficácia do mercado de derivativos. Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar a eficácia das companhias em utilizar as ferramentas disponíveis ao gerenciamento do risco, considerando-se que tais ferramentas possuam capacidade de, quando bem empregadas, eliminar substancialmente o risco associado a uma determinada posição.

Utilizamos a expressão “eliminar substancialmente o risco” ao invés de usar “eliminar integralmente o risco” já que a eliminação integral do risco exigiria que os valores do índice de eficácia do hedge fossem igual a 1 e que a distribuição do fluxo de caixa da companhia fosse uma delta de Dirac. No entanto, é prática comum no mercado associar um intervalo de valores para o índice de eficácia do hedge altamente eficaz. O FASB, por exemplo, determina que um hedge pode ser considerado altamente eficaz sempre que seu índice de eficácia estiver no intervalo compreendido entre 0,8 e 1,25. Ao longo do trabalho usaremos como benchmark para determinação do hedge altamente eficaz a convenção do FASB expressa anteriormente.

Cabe notar que o FASB não fornece nenhum argumento para a determinação do intervalo de eficácia e nem recomenda nenhuma metodologia específica que deva ser usada no cálculo da eficácia do hedge. Utilizamos a medida do FASB de hedges altamente eficazes neste trabalho pois, além de ser uma medida proposta por uma entidade de grande representatividade no mercado e que portanto é adotada como benchmark por diversos participantes do mercado, consideramos razoável a prescrição de que hedges altamente eficazes são aqueles que eliminam entre 80% e 125% o risco identificado. Também existe uma certa liberdade na escolha da metodologia utilizada na mensuração da eficácia do hedge. Embora o CPC 38 (norma contábil brasileira equivalente ao FAS 133, que trata da contabilização de derivativos) faça menção a duas metodologias de cálculo da eficácia do hedge ² não existe uma definição sobre qual deva ser utilizada.

Existem ainda dois pontos importantes que devem ser observados na análise de operações de hedge durante o período proposto neste trabalho. Em primeiro lugar é necessário notar as mudanças ocorridas durante os exercícios de 2008 e 2009 referentes a contabilização de diversos itens contábeis. Tais mudanças, impostas principalmente pela lei n. 11.638/07, afetam a contabilização de instrumentos financeiros derivativos ao exigir, dentre outras mudanças, que tais instrumentos sejam avaliados pelo valor justo e não mais pelo valor contábil. Em segundo lugar os efeitos da crise financeira de 2008 foram particularmente relevantes em passivos ou ativos denominados em dólar, devido a valorização de aproximadamente 34% da moeda americana durante o ano de 2008.

Notamos que não é o objetivo deste trabalho analisar com profundidade os efeitos da mudança de contabilização nas operações com derivativos. Já quanto aos efeitos da crise financeira de 2008, será realizado, quando relevante, uma análise mais detalhada deste período a fim de entender melhor os efeitos da forte valorização do dólar nas operações de

²O CPC 38 faz menção a dois métodos de mensuração da eficácia do hedge: método da regressão e método da compensação. Ambos os métodos serão discutidos em detalhe, mais adiante.

hegde estudadas.

3.2 Determinação do índice de eficácia do hedge

A literatura sobre derivativos (HULL, 2006) costuma sugerir que o hedge em que as variações no valor justo do derivativo é igual em módulo e contrária em sinal às variações no valor justo da exposição ao risco identificada, possui as seguintes características:

1. o valor financeiro total da exposição ao risco é igual ao valor nocional da operação com derivativos resultando $b = 1$,
2. o vencimento do derivativo e o prazo de liquidação da exposição ao risco coincidem,
3. a correlação $\rho_{s,f}$ entre os preços do ativo protegido e do derivativo usado no hedge é igual a 1.

Embora outros fatores também sejam importantes na eficácia do hedge como, por exemplo, o pagamento de ajustes diários dos derivativos, a necessidade do depósito de margens de garantia, dentre outros, estes fatores não serão levados em conta na análise pois, além de possuírem importância menor na determinação da eficácia, quando comparados com os fatores citados anteriormente, as informações relativas a estes outros fatores são mais difíceis de serem obtidas.

Cabe notar também que os trabalhos de Ederington (1979) e Howard e D'Antonio (1984) apontam que o coeficiente b conforme definido acima, não será necessariamente 1 para hedges altamente eficazes. Ederington (1979) mostra que para determinados mercados futuros os valores ótimos estimados de b podem estar significantemente abaixo de 1. No mesmo trabalho é mostrado que o valor de b que minimiza o risco associado a uma carteira composta por ativos a vista e derivativos é:

$$b = \frac{\sigma_{s,f}}{\sigma_f^2}, \quad (3.1)$$

que nada mais é do que a razão do hedge de mínima variância. Portanto, se a covariância entre os preços do ativo protegido e do derivativo utilizado no hedge é igual a variância do preço do derivativo, temos que $b = 1$.

A segunda abordagem utilizada no cálculo da eficácia de operações de hedge será chamada aqui de método da compensação. Neste método é construído um coeficiente de

eficácia e que relaciona o resultado F_i obtido na posição com o derivativo usado no hedge, com o resultado S_i obtido na posição exposta ao risco. O coeficiente de eficácia do hedge nesta abordagem é dado por:

$$e = -\frac{F_i}{S_i}. \quad (3.2)$$

Valores de e entre 0,8 e 1,25 são considerados valores de hedges altamente eficazes.

A grande vantagem deste método é que, além de associar uma escala numérica de fácil interpretação à eficácia do hedge, possui aplicação simples que pode ser utilizada tanto para mensuração ex-ante quanto ex-post do hedge. No entanto, alguns trabalhos como Finnerty e Grant (2003), discutem a fragilidade deste método oriunda da sensibilidade do índice e em resposta a pequenas variações no resultado obtido com o derivativo ou com o ativo gerador da exposição ao risco protegida.

As outras duas abordagens que serão utilizadas na determinação da eficácia das operações analisadas também fazem uso do resultado F_i obtido na posição com o derivativo usado no hedge e do resultado S_i obtido na posição exposta ao risco. No caso da abordagem conhecida como método de redução da variância é definido um coeficiente que mede a dispersão da variância em relação a zero, do fluxo de caixa combinado da operação com derivativo e do efeito do risco na exposição. Tal metodologia pode ser definida através da fórmula abaixo:

$$e = 1 - \frac{\sum_i (F_i + S_i)^2}{\sum_i S_i^2}. \quad (3.3)$$

A terceira metodologia, conhecida como método da regressão, consiste em calcular o R quadrado da regressão seguinte

$$S_i = a + bF_i. \quad (3.4)$$

Uma discussão mais detalhada de cada uma das metodologias apresentadas acima será realizada na próxima seção. Agora é importante notar que as duas variáveis que devem ser obtidas das demonstrações financeiras das companhias analisadas a fim de possibilitar a estimação da eficácia do hedge são o resultado das operações com derivativos cambiais e o efeito da variação cambial na exposição ao risco.

O resultado com derivativos cambiais é contabilizado em conta específica de resultado com valores que são, em muitas vezes, detalhados nas notas explicativas. No caso de hedge valor justo o resultado com o derivativo é contabilizado de maneira a ajustar a conta do objeto que está sendo protegido pelo hedge. No caso de hedge de fluxo de caixa a parcela eficaz (encontra-se dentro do intervalo de 0,80 e 1,25) da operação de hedge é reconhecida

em outros resultados abrangentes enquanto que a parcela não eficaz é reconhecida diretamente em resultado. A ideia geral da metodologia do hedge accounting, brevemente descrita anteriormente, é que o resultado com o derivativo seja reconhecido no resultado ao mesmo tempo que a exposição ao risco afeta o resultado.

Conforme avaliado no parágrafo anterior, será utilizado os valores contabilizados em resultado e que constam nas notas explicativas das demonstrações financeiras para a determinação de F_i .

O valor de S_i é em muitos casos divulgado pelas companhias em resultado sob o nome variações cambiais e monetárias, sendo que nas notas explicativas tais valores são separadas entre variações cambiais monetárias ativas e passivas, e as variações ativas e passivas são classificadas conforme sua origem. Na ocasião da companhia analisada divulgar o valor com a variação cambial e monetária para o item que está sendo alvo de hedge, então este valor será usada em S_i a fim de determinar a eficácia do hedge. No caso em que a companhia não divulga tal valor, será realizado o cálculo de S_i através da multiplicação da exposição total ao risco alvo do hedge, denotado por E , pela variação nominal da taxa de câmbio da moeda para a qual foi realizado o hedge, denotado por δ .

Cabe ainda notar que sempre que o montante N com o derivativo não for igual à exposição E e não houver designação formal do montante da exposição que está sendo protegida pelo hedge, o índice de eficácia será calculado tanto levando em conta a variação total δE da exposição ao risco, quanto a variação proporcional $f\delta E$, onde $f = N/E$.

A fim de ilustrar o procedimento utilizado no cálculo do índice e definido para o método da compensação considere um exportador que, em 25/08/2010, realizou hedge de uma posição de US\$ 50.000,00 a ser recebida em 09/11/2010. Temendo queda na cotação do dólar foi realizada a venda de um contrato futuro de dólar com vencimento em dezembro (DOLZ10) na BM&FBOVESPA. Como o valor nocional de um contrato de dólar negociado na BM&FBOVESPA é US\$ 50.000,00 temos que $N_f = N_s$. O gráfico abaixo (cotações obtidas a partir da Economática) ilustra a evolução do dólar futuro (DOLZ10) e do dólar a vista representado pela PTAX.

Figura 4: Cotações PTAX e dólar futuro

Em 25/08/2010 a posição recebível valia, em reais, R\$ 88.340,00; já em 09/11/2010 o valor que foi efetivamente recebido foi R\$84.850,00, ou seja, houve uma variação negativa de R\$ 3.490,00 na posição do recebível entre 25/08/2010 e 09/11/2010. Este seria o prejuízo com variação cambial caso não houvesse hedge.

Apurando o resultado com o contrato futuro (desconsiderando taxas e impostos) temos que a posição vendida acumulou lucro, entre 25/08/2010 e 09/11/2010, de R\$ 4.290,66 referente a desvalorização do dólar refletida na cotação do DOLZ10 que foi de R\$ 1.793,81 em 25/08/2010 e de R\$ 1.708,00 em 09/11/2010.

A fim de calcularmos o índice de eficácia e calculamos o quociente entre o resultado com o derivativo e o resultado com a exposição ao risco

$$e = \frac{R\$4.290,66}{R\$3.490,00} = 1,23. \quad (3.5)$$

vemos que o resultado do hedge pode ser considerado como altamente eficaz dado que $0,8 < e < 1,25$.

No caso do cálculo do índice de eficácia das companhias analisadas existe uma dificuldade adicional: a determinação do impacto da variável de risco que está sendo protegida pelo hedge no montante total da exposição ao risco. Em alguns casos, como, por exemplo, nos hedges de fluxo de caixa futuro contra variação cambial, que é realizado por várias companhias, não é possível determinar o montante do fluxo de caixa futuro protegido pelo hedge.

Isto porque as companhias não costumam divulgar tais informações em suas demonstrações financeiras. Em outros casos, como na proteção de dívidas em taxas de juros flutuantes ou emitidas em moeda estrangeira é mais fácil determinar o impacto da variável de risco (CDI, LIBOR, ou a cotação da moeda estrangeira em que a dívida se encontra) no montante da exposição ao risco que está contabilizado no passivo das demonstrações financeiras e especificado nas notas explicativas relativas aos financiamentos. Neste caso, determinado o montantes N_s da exposição ao risco, o impacto da variável de risco em questão em N_s é obtido multiplicando-se este valor pela variação da variável de risco no período em que o hedge está sendo avaliado.

Para um hedge de um ano que visa proteger as despesas com juros de um financiamento indexado a LIBOR e com montante total (em reais) N_s , pode-se facilmente determinar o efeito da variação da LIBOR nas despesas com juros da seguinte maneira: uma vez que o montante da exposição ao risco que está sendo protegido pela operação de hedge é conhecido e igual a N_s , e supondo que este montante se mantenha constante durante o período em que o hedge é designado, basta calcular a variação da LIBOR entre os intervalos de tempo t_i , que representa o início do hedge, e t_f que apresenta o final do hedge. O resultado obtido é multiplicado por N_s e o resultado proveniente da variação da variável de risco é obtido.

No caso em que o montante do financiamento varia durante a duração do hedge então podem existir duas situações: *i)* a parcela adicional de N_s não é designada como exposição protegida por operações com derivativos e a análise realizada deve ser a mesma que seria conduzida caso não houvesse aumento em N_s , ou *ii)* o montante adicional do financiamento, chamado aqui δN_s , é protegido por uma nova operação de hedge e a análise é realizada de maneira separada para os dois hedges que possuem durações diferentes.

A análise das operações de hedge será realizada calculando-se os fluxos de caixa relativos as variações na exposição ao risco advindas das variações na variável de risco que está sendo protegida e os fluxos de caixa dos derivativos usados no hedge, considerando estes fluxos de caixas líquidos para um intervalo de tempo que é igual ao da duração do hedge. Cabe notar que uma companhia pode optar por designar apenas uma fração f de sua exposição ao risco como sendo alvo de operações de hedge. Uma companhia pode, por exemplo, proteger 10% de sua exposição total ao risco com derivativos deixando o restante sem cobertura de derivativos. Neste caso o índice de eficácia é calculado considerando-se o resultado com a exposição ao risco de apenas 10% do volume total desta exposição. No caso em que a companhia não especificar o valor de f será assumindo $f = 1$.

Não será realizado nenhum tipo de correção monetária dos valores para levar em conta efeitos de inflação. Isto porque a análise realizada está baseada na comparação de valores que não estão distantes entre si no tempo, de maneira que efeitos inflacionários são desprezíveis. Assim, o coeficiente de eficácia é calculado considerando-se valores que se encontram todos no mesmo exercício.

A fim de justificar a consideração de fluxos de caixas líquidos para intervalos de tempo que coincidem com a duração do hedge, considere o exemplo a seguir. Supondo um hedge que visa mitigar os efeitos de variação da taxa LIBOR em um financiamento de montante $N_s = \$1000$ e que os valores observados para a LIBOR durante a duração do hedge são tais que $LIBOR(t_i) = LIBOR(t_f)$, onde t_i representa o início e t_f o fim do hedge, então não houve nenhum efeito da variável de risco no financiamento de montante N_s . No entanto, o fato de termos $LIBOR(t_0) = LIBOR(t_f)$ não implica que não houve variação da LIBOR para qualquer $t_0 < t < t_f$.

De fato, considerando que o hedge tenha duração de 1 ano e que os valores observados para a LIBOR em t_i , t^* (que represente a data do primeiro pagamento do swap iniciado em t_i) e t_f , sejam respectivamente 3%, 3,5% e 3%. Supondo ainda que o swap possui último pagamento em t_f , valor nominal N_s , ponta ativa em LIBOR e passiva fixa em 3,5% a.a. podemos inferir que os fluxos de caixa líquidos do swap em t^* e t_f são respectivamente, $-\$0,5$ e $+\$0,5$. Os efeitos da variação da taxa LIBOR entre t^* e t_f são respectivamente, $-\$5$ e $+\$5$. Com isto vemos que analisar o fluxo de caixa em t^* e em t_f levaria a concluir que o hedge está sendo ineficaz, enquanto que a análise do fluxo de caixa líquido ($t^* + t_f$) levaria a um resultado nulo tanto no hedge quanto no financiamento mostrando que o hedge foi eficaz.

Na análise realizada além do cálculo da eficácia usando os fluxos de caixa ao final de cada exercício (em casos específicos também ao final de cada trimestre) faremos o cálculo da eficácia para todo o período de cinco anos considerado neste trabalho.

3.3 Determinação do índice de eficácia do hedge - Aplicação caso real

A fim de especificar ainda mais a metodologia utilizada para se obter os resultados apresentados na seção seguinte, evidenciamos a determinação dos valores de F_i e S_i para uma companhia da amostra, CCR, em 2009. Neste exercício, a análise de Empréstimos e Financiamentos evidenciados nas notas explicativas das demonstrações financeiras mostram a existência de R\$ 1.136.680 mil reais em Empréstimos e Financiamentos em moeda estrangeira.

O valor nocional dos swaps utilizados para proteger tal exposição ao risco totalizaram R\$ 241.192 mil. O valor contabilizado como despesas com instrumentos financeiros derivativos cambiais foi de R\$ 61.005 mil. No Resultado Financeiro a companhia divulgou ter incorrido em despesas líquidas decorrentes de variações cambiais sobre empréstimos e financiamentos no valor de R\$ 96.198 mil.

A fim de calcular o índice de eficácia conforme o método da compensação dividimos o resultado com derivativos pela variação cambial sobre empréstimos e financiamentos

$$e = \frac{R\$61.005}{R\$96.198} = 0,63. \quad (3.6)$$

Considerando que apenas 21% de Empréstimos e Financiamentos está sendo protegido por operações com derivativos, designamos que 21% de Empréstimos e Financiamentos é alvo de hedge e portanto multiplicamos o valor contabilizado sobre variações cambiais sobre empréstimos e financiamentos por 0,21. Desta maneira a eficácia com o hedge é

$$e = \frac{R\$61.005}{0,21R\$96.198} = 3,02. \quad (3.7)$$

4 Referencial Teórico

4.1 Uso de derivativos em companhias não-financeiras

Em 1994 a Wharton School realizou um primeiro survey sobre o uso de derivativos com finalidade de gerenciamento do risco por companhias americanas não-financeiras. Em seguida, nos anos de 1995 e 1998 foram realizados outros dois surveys pela Wharton School onde uma análise mais profunda do uso de derivativos por companhias americanas não-financeiras foi realizada. Embora tais surveys já sejam um tanto antigos, e o mercado de derivativos tenha mudado desde então, muitas das conclusões apresentadas nestes trabalhos ainda são válidas. Estes surveys foram realizados com a finalidade de fornecer uma base de dados adequada para pesquisa acadêmica relacionada ao tema derivativos e gerenciamento de risco. A seguir realizamos uma breve descrição dos surveys de 1995 e 1998 que apresentam diversos resultados interessantes que, como veremos mais adiante, são coerentes com os resultados obtidos em diversas pesquisas mais recentes.

O survey de 1995 realizado por Bodnar, Hayt e Marston (1995) contou com 350 companhias respondentes sendo que 176 companhias (50%) eram do setor de manufatura, 77 (22%) do setor de produtos primários (agricultura, mineração, energia e utilidades) e 97 (28%) do setor de serviços. Destes respondentes, 41% disseram fazer uso de instrumentos derivativos. Foram realizadas diversas perguntas envolvendo o uso de derivativos, as preocupações decorrentes deste uso e o gerenciamento de risco em companhias não-financeiras. É interessante notar que o survey foi realizado em um ano que sucedeu um período de grandes perdas com instrumentos derivativos. Em 1994 houveram diversas perdas com derivativos, dentre elas o famoso caso do município de Orange County. Apesar de tais perdas, segundo o survey realizado não houve uma diminuição no uso de derivativos nas companhias analisadas. Considerando as companhias que responderam ao surveys de 1994 e 1995 o número de companhias que fez uso de derivativos se manteve praticamente constante. Outro resultado interessante deste survey se refere aos tipos de risco mais protegidos pelas companhias ana-

lisadas: em primeiro lugar, com 76% de proteção por companhias usuárias de derivativos, aparece o risco relacionado a moedas estrangeiras; em segundo lugar, com 73% de proteção, o risco de variações nas taxas de juros; em terceiro lugar, com 37% de proteção aparece o risco de variação no preço de commodities; e finalmente em quarto lugar temos o equity risk identificado como fator de risco por 12% das companhias estudadas.

O survey em questão mostra outros resultados interessantes como a existência de economia de escala no uso de derivativos, já que foi verificado maior percentual de uso para companhias com maior valor de mercado; a preferência por proteção de fluxos de caixa em períodos futuros não muito distantes; a preocupação com o risco de crédito existente no mercado de derivativos, além de questões relativas a contabilização de operações de hedge que ainda não era bem estabelecida no ano de 1995.

Em Bodnar, Hayat e Marston (1998) o mesmo questionário utilizado em 1995, acrescido de novas perguntas, foi enviado a mesma amostra de companhias utilizadas nos surveys de 1994 e 1995. Das 399 companhias que responderam ao survey, 197 (49%) eram do setor de manufatura, 83 (21%) do setor de produtos primários e 120 (30%) do setor de serviços. O percentual dos respondentes que fizeram uso de derivativos em 1998 foi de 50% o que representa, a princípio, uma aumento no uso de derivativos. No entanto, comparando-se apenas as companhias que responderam ao survey anterior, o resultado obtido mostrou que o uso de derivativos se manteve constante entre estes anos. Outros resultados que permaneceram constantes foram: *i)* o fato de que grandes firmas fazem uso mais intenso de derivativos (embora neste survey as firmas tenham sido classificadas pelo tamanho de acordo com sua receita total); *ii)* o baixo percentual da exposição ao risco identificado que é coberto pelo uso de derivativos; *iii)* a maior demanda por instrumentos de moeda estrangeira, seguido por instrumentos de taxas de juros, commodities e equity; *iv)* a grande preocupação com risco de crédito da contraparte nas operações com derivativos.

É interessante notar que, enquanto em 1995 não existiam normas contábeis específicas ao uso de derivativos, em 1998 a presença do FASB 133 como norma contábil específica ao uso de derivativos, não causou um impacto significativo na decisão das companhias em usar derivativos como ferramentas na gestão de risco (73% dos respondentes disseram que o FASB 133 não teve nenhum efeito no uso de derivativos e nas estratégias de gerenciamento de risco).

Outras análises do cenário internacional do uso de derivativos são realizadas por outras insituições. A *International Swaps and Derivatives Association* (ISDA) realiza pesquisas

anuais desde a década de 80 a respeito do uso de derivativos e do mercado de derivativos de balcão. Em 2009 um survey realizado pela ISDA constatou que aproximadamente 94% das companhias com as maiores receitas do mundo faziam uso de derivativos como ferramentas de gestão do risco. Apesar disso a comparação deste resultado com os resultados de 1995 e 1998 discutidos acima deve ser feita com cautela, já que a amostra das companhias analisadas é diferente e já que a pesquisa de 2009 da ISDA inclui companhias financeiras que apresentam um grande percentual de utilização de derivativos. No entanto, considerando a pesquisa da ISDA em 2009, mesmo o setor com menor utilização de derivativos (setor de serviços), apresenta um percentual de utilização (88%) que é muito superior aqueles observados pela Wharton School em 1995 e 1998. De fato, conforme a figura abaixo mostra (dados obtidos a partir do site da ISDA), houve um grande aumento nos valores nominais negociados nos mercados de derivativos nos últimos 20 anos.

Figura 5: Valores nominais de derivativos em mercados de balcão

Saindo do mercado internacional e migrando para países de mercados emergentes, Schiozer e Saito (2005a) analisaram os determinantes do gerenciamento do risco cambial em companhias latino americanas. Focando em companhias não-financeiras de Argentina, Brasil, Chile e México diversos resultados interessantes são apresentados. A amostra utilizada no trabalho é composta por 59 companhias dos países citados anteriormente, sendo que todas as companhias possuem ADR's em Nova Iorque. Os dados relativos ao uso de derivativos de tais companhias foram obtidos a partir dos relatórios do final do exercício de 2004 submetidos a Securities and Exchange Commission (SEC). Das firmas analisadas,

82% possuíam posições em instrumentos financeiros derivativos, sendo que os instrumentos mais comuns se referiam a instrumentos utilizados para gerenciamento do risco cambial (conforme já observado nos outros surveys), os derivativos mais utilizados eram swaps; também foi observado que companhias maiores fazem uso mais intenso de derivativos (corroborando a existência de efeitos de economia de escala).

Schiozer e Saito (2005a) também analisam a magnitude das operações de hedge, comparando o valor nocional total (comprado + vendido) das operações de hedge com o total dos ativos. Conforme foi apontado pelos autores, uma medida mais adequada da magnitude do hedge seria considerar o valor *net* das operações (compras - vendas), mas a inexistência de valores *net* para operações com derivativos para várias companhias da amostra impossibilitou tal análise. Cabe notar que em nosso trabalho fazemos comparação das posições *net* com derivativos com valores da exposição aos fatores de risco enfrentados. Schiozer e Saito (2005a) também encontram evidência de que companhias realizam hedge para reduzir custos de dificuldade financeira e aumentar suas oportunidades de investimentos, sendo que não foram encontradas evidências relacionando o uso de derivativos com benefícios fiscais.

Uma análise comparativa da utilização de derivativos no Brasil com as evidências internacionais a respeito do tema é desenvolvida em Saito e Schiozer (2005b). Neste trabalho é realizado um *survey* baseado nos *surveys* realizados pela Wharton School em 1994, 1995 e 1998. Os resultados obtidos são comparados com os resultados de tais *surveys* bem como com outros *surveys* realizados em países como os Estados Unidos e a Alemanha. Os resultados obtidos (houve a participação de 74 companhias abertas não-financeiras) indicam que: *i*) conforme notado em outras pesquisas existem benefícios de economia de escala no uso de derivativos; *ii*) a proporção de companhias usando derivativos é consistente com evidência internacional; *iii*) existe uma preocupação maior com aspectos legais, contábeis e tributários, no que se refere ao uso de derivativos, do que com aspectos econômicos; *iv*) as companhias brasileiras fazem uso de derivativos com objetivo de realizar hedge e não de especular no mercado e *v*) os riscos com proteção mais frequente com derivativos são, nesta ordem, risco de variação cambial, de variação nas taxas de juros, de variação no preço de commodities e outros.

Conforme foi notado na análise de artigos empíricos a respeito do uso de derivativos com finalidade de hedge, existe um esforço em explicar os motivos que levam as companhias a adotarem o uso de tais instrumentos como ferramentas no gerenciamento do risco financeiro.

Algumas das razões levantadas em Schiozer e Saito (2005a) como redução dos custos de dificuldade financeira, aumento de oportunidades de investimento e a existência de benefícios fiscais são analisadas por trabalhos teóricos, sendo que alguns destes trabalhos teóricos serão discutidos a seguir.

Smith e Stulz (1985) realizaram uma análise pioneira de alguns fatores importantes relacionados ao uso de derivativos como ferramentas de hedge em companhias abertas. Considerando que as políticas de hedge de uma companhia são parte das políticas de financiamento desta companhia, então, segundo o argumento de Modigliani e Miller (1958) se a política de investimento da companhia em questão é fixa e não existem impostos nem despesas contratuais, então a política de financiamento de uma companhia é irrelevante. Sendo assim, Smith e Stulz (1985) argumentam que, se a política de hedge é relevante para uma companhia então ela deve ser relevante através de: *i*) impostos, *ii*) despesas contratuais ou *iii*) através da alteração da política de investimento da companhia.

Em primeiro lugar, Smith e Stulz (1985) mostram que, se a função tributária marginal é uma função convexa do valor da companhia antes dos impostos, então o valor da companhia após os impostos é uma função côncava de seu valor antes dos impostos. Supondo que o objetivo do hedge é diminuir a variabilidade do valor da companhia antes dos impostos, então o hedge pode aumentar o valor da companhia após os impostos, dado que o custo do hedge não seja maior ou igual o benefício fiscal obtido. Um estudo empírico interessante a respeito dos efeitos fiscais na determinação das políticas de hedge de companhias foi conduzido por Graham e Rogers (2002). Utilizando uma amostra de 442 companhias, Graham e Rogers (2002) mostram que os incentivos fiscais relacionados às políticas de hedge das companhias analisadas estão relacionados ao aumento da capacidade da companhia que faz hedge em contrair dívida e não estão relacionados à diminuição do passivo fiscal da companhia como consequência de função tributária marginal convexa. Outros trabalhos como Mian (1996) também falham em encontrar fortes evidências que suportem o argumento que o hedge diminui o passivo fiscal se a função fiscal marginal é convexa.

Outra questão analisada por Smith e Stulz (1985) se refere ao impacto dos custos de falência nas decisões de hedge de uma companhia. Se a redução na probabilidade de ocorrência de custos de falência no futuro beneficia tanto *bondholders* quanto *shareholders*, e se o hedge provoca uma diminuição na variabilidade do valor futuro da firma implicando em menor probabilidade de incorrência em custos de falência, então o hedge aumenta o valor esperado da firma, dado que seu custo não supere o benefício adquirido com a diminuição

na probabilidade de incorrência nestes custos. Graham e Rogers (2002) também analisam empiricamente o efeito dos custos de falência nas políticas de hedge de uma companhia. Graham e Rogers (2002) notam primeiramente que pode existir causalidade reversa entre a magnitude do hedge e o nível de alavancagem (que é relacionado com os custos de falência): um maior nível de alavancagem fornece maiores incentivos para a realização de hedge, e companhias que realizam mais hedge podem contrair mais dívida que firmas que não fazem hedge. A análise realizada por Graham e Rogers (2002) indica que companhias usam hedge como uma maneira de mitigar custos de falência e em resposta a alta alavancagem.

4.2 Mensuração da eficácia do hedge

Conforme foi discutido anteriormente existem vários fatores que determinam a utilização de derivativos como uma ferramenta na gestão do risco através da realização de operações de hedge. No entanto, a utilização destes instrumentos deve ser pautada por cautela, já que o uso incorreto dos derivativos pode, em vez de agregar valor à companhia, causar desastres financeiros, como por exemplo as perdas com Credit Default Swaps (CDS) que afetaram a AIG. Uma análise de vários desastres financeiros, dentre eles alguns ocasionados por derivativos, como a falência do Long Term Capital Management (LTCM), pode ser encontrada em Kindleberger e Aliber (2005).

Dado a importância das operações de hedge para a mitigação do risco financeiro no atual cenário econômico, é fundamental que tais operações sejam avaliadas quanto à sua eficácia. Cabe notar que, segundo a definição do CPC 38, a eficácia do hedge é "o grau segundo o qual as alterações no valor justo ou nos fluxos de caixa da posição coberta que sejam atribuíveis a um risco coberto são compensadas por alterações no valor justo ou nos fluxos de caixa do instrumento de hedge". Tomando como base esta definição da eficácia de operações de hedge apresentamos a seguir alguns dos métodos mais comuns para a avaliação da eficácia de operações de hedge.

Um método simples para a avaliação de operações de hedge, que pode ser utilizado tanto para avaliação *ex-ante* quanto para avaliação *ex-post* do hedge, é o método da correspondência de fatores críticos do hedge (Critical Terms Match Method). Neste método as variáveis mais fundamentais do hedge são comparadas com as variáveis da posição em aberto que se deseja proteger e o nível de correspondência entre as variáveis do hedge e da exposição são comparadas a fim de se determinar a eficácia do hedge. Variáveis que são frequentemente comparadas a fim de se determinar a eficácia do hedge são:

1. valor nocional do hedge e valor total da exposição ao risco a ser protegida,
2. ativo subjacente ao derivativo usado no hedge e ativo/passivo sendo protegido,
3. datas de pagamentos do derivativo e datas de pagamentos do ativo/passivo protegido,
4. datas de vencimento do derivativo e maturidade do ativo/passivo protegido,
5. outros fatores que afetam os fluxos de caixa do derivativo e do ativo/passivo protegido.

Pode-se dizer que se houver correspondência entre todos requisitos específicos acima, ou seja, houver igualdade do valor nocional do hedge e do montante da exposição protegida; o ativo subjacente ao derivativo utilizado no hedge e o ativo/passivo protegido possuírem alta correlação; as datas dos fluxos de caixa e da maturidade do derivativo e do ativo/passivo protegido forem as mesmas, além de outros requisitos que sejam relevantes para o hedge que está sendo avaliado, então o hedge em questão está próximo de ser ideal. Por hedge ideal nos referimos ao hedge cujas variações impostas pelo mercado na posição em aberto que está sendo protegida serão iguais e com direção contrária as variações nos derivativos usados no hedge. Embora a análise de fatores críticos ao hedge seja útil na construção de operações com derivativos ela não fornece uma medida da eficácia do hedge. Podem existir ocasiões em que exista a correspondência entre as variáveis críticas e o hedge não seja eficaz.

Um outro método utilizado na avaliação de operações de hedge é o método da compensação que é baseado na construção de um índice de eficácia do hedge. Este índice, definido na equação abaixo, é uma medida da variação percentual do resultado obtido com derivativos em relação a variação na posição que está sendo protegida.

$$e = -\frac{F_i}{S_i}. \quad (4.1)$$

Na equação acima F_i é o resultado obtido com o derivativo usado no hedge no período i que está sendo analisado e S_i é o resultado obtido com a posição em aberto que está sendo protegida, em decorrência da variação do fator de risco que está sendo protegido pelo derivativo utilizado no hedge.

O sinal negativo que aparece na equação acima é utilizado para manter o valor da eficácia positivo no caso em F_i e S_i possuem sinais opostos. No caso em que estas variáveis possuem mesmo sinal a eficácia do hedge será negativa.

A grande vantagem do método da compensação, quando comparado com o método de correspondência de variáveis críticas, é que este permite a visualização em uma escala

numérica da eficácia do hedge. Neste caso o hedge ideal seria aquele em que o índice de eficácia é 1. No entanto, hedges com índices maiores ou menores que 1 também podem ser considerados “eficazes”. Para fins de contabilização por exemplo, um hedge é considerado altamente eficaz quando seu índice de eficácia está entre 0,8 e 1,25 (CPC 38). O índice de eficácia do hedge é uma ferramenta simples e bastante útil na avaliação de operações de hedge.

Embora o CPC 38 forneça a prescrição acima para a avaliação de hedges altamente eficazes, o pronunciamento contábil em questão não sugere uma metodologia específica para determinação da eficácia do hedge. Além disso, o CPC 38 avalia que a eficácia do hedge pode ser calculada utilizando diferentes metodologias para diferentes tipos de hedge.

Outra questão importante abordada pelo CPC 38 se refere ao percentual da exposição protegida por derivativos. No caso em que este percentual é menor que 100% o CPC avalia que deve ser designado o percentual que efetivamente é objeto de hedge para a avaliação da eficácia do hedge, ou seja, uma operação de hedge pode ser designada para cobrir apenas uma parte de uma exposição ao risco; neste caso a eficácia deve ser calculada levando em conta apenas este percentual da exposição ao risco que é coberto por derivativos e não a exposição total.

Outro método utilizado na avaliação de hedges é o método de redução da variância. Neste método o hedge com maior eficácia é aquele em que a variância do hedge é minimizada com relação a posição que está sendo protegida. A equação abaixo é utilizada para determinação da eficácia do hedge neste método. Hedges com valores próximos de 0,8 para este índice são geralmente considerados de alta eficácia (Finnerty e Grant, 2003).

$$\text{Redução da Variância} = 1 - \frac{\sum_i (F_i + S_i)^2}{\sum_i S_i^2}. \quad (4.2)$$

Na equação acima F_i e S_i são os mesmos que definidos anteriormente para o método da compensação e a somatória é realizada nos períodos em que o hedge é realizado.

A fim de demonstrar a lógica da equação acima considere que podemos definir a variância amostral de uma variável x com relação à média como

$$s^2 = (1/n - 1)(x_i - \mu)^2 \quad (4.3)$$

Considerando que x_i represente o i -ésimo fluxo de caixa representado por $S_i + F_i$, onde se espera que S_i e F_i tenham sinais opostos, então é de se esperar que em um hedge perfeito $\mu=0$, já que $S_i = -F_i$. Neste caso podemos calcular a variância do i -ésimo fluxo de caixa

de um portfólio que contém a posição a vista e o derivativo, em relação a um portfólio que contém somente a posição a vista como

$$e^* = \frac{[(1/n - 1) \sum (S_i + F_i)^2]}{(1/n - 1) \sum S_i^2} \quad (4.4)$$

onde usamos que $x_i = S_i + F_i$ e $\mu=0$. A equação acima é sempre positiva e igual a zero no caso do hedge perfeito em que $S_i = -F_i$. A fim de associar o valor unitário para a eficácia de tais operações, reescrevemos a equação acima como

$$e = 1 - [(S_i + F_i)^2 / (S_i)^2] \quad (4.5)$$

A vantagem do método descrito pela equação acima, quando comparado com o índice de eficácia do hedge, é que efeitos não substanciais no derivativo ou no item protegido são amenizados, não afetando tão drasticamente o valor obtido para a eficácia do hedge. Assim, enquanto que para determinados hedges o método da compensação pode obter coeficientes que não são considerados eficazes (para um intervalo de eficácia entre 0,8 e 1,25) o método de redução da variância pode fornecer coeficientes que são considerados eficazes.

No entanto, cabe notar que nesta metodologia o valor máximo da eficácia está limitado a 1. Isto porque $(F_i + S_i)^2 / S_i^2$ é sempre positivo e é igual a 1 quando $F_i = 0$. Sendo assim, a avaliação do intervalo de eficácia do hedge baseado no intervalo entre 0,8 e 1,25 não é válido. Neste caso consideramos que hedges com eficácia maior que 0,8 são altamente eficazes. Cabe notar que, assim como no caso do método da compensação, a mensuração da eficácia do hedge pela redução da variância pode levar a resultados negativos. Estes resultados ocorrem quando $(F_i + S_i)^2 / S_i^2$ for maior do que 1. Esta condição ocorre quando $F_i^2 / S_i^2 + 2F_i / S_i$ for maior que zero.

Existe ainda um método alternativo aos métodos apresentados anteriormente, este método avalia a eficácia do hedge através de uma regressão linear. A regressão é feita tomando como variável dependente o resultado obtido com o item hedgeado (representa a variação no valor justo da posição protegida), que chamaremos de S_i , e como variável independente o resultado obtido com o hedge (representa a variação no valor justo do derivativo), que chamaremos de F_i . Temos então que a regressão linear de S_i em F_i é

$$S_i = a + bF_i. \quad (4.6)$$

Ederington (1979) mostrou que o valor do coeficiente angular b da regressão acima

é a razão do hedge de mínima variância. Se na regressão acima $a = 0$ e $b = -1$, temos que $F_i + S_i = 0$ que representa o hedge perfeito. Sendo assim, vemos que o valor de a é uma medida do quanto o valor do item hedgeado difere da mudança no valor do derivativo, isto leva a concluir que o valor de a em um hedge ideal é zero. Neste método o índice de eficácia do hedge é definido como o R quadrado ajustado da regressão acima. Para um valor do R quadrado da regressão maior que 0,8 podemos dizer que o hedge em questão é altamente eficaz. Nesta metodologia o valor da eficácia do hedge está limitada entre 0 e 1.

Cabe notar que o método apresentado acima também apresenta algumas deficiências. Podemos considerar o caso em que S_i e F_i apresentam o mesmo sinal, mas estão dispostos de maneira a apresentar um relação linear perfeita. Neste caso teríamos uma eficácia do hedge, calculada através do R quadrado, igual a 1, sendo que na verdade em nenhum momento resultados positivos (negativos) na exposição ao risco são compensados por resultados negativos (positivos) com os derivativos. Podemos ter também eficácia igual a 1 para um hedge em que apenas 1% (ou qualquer outro percentual fixo) das variações na exposição ao risco são compensadas por variações nos derivativos.

Dado a existência de ao menos quatro metodologias utilizadas na mensuração da eficácia de operações de hedge, cabe avaliar cada uma destas metodologias quanto à sua adequação ao propósito de determinação da eficácia e a confiabilidade dos resultados obtidos.

Finnerty e Grant (2003) realizaram uma comparação dos resultados obtidos com três diferentes métodos de mensuração da eficácia do hedge: *i)* método da compensação (*Dollar-Offset Method*), *ii)* método de redução da variância (*Variability Reduction Method*) e *iii)* método da regressão (*Regression Method*). Em seu trabalho Finnerty e Grant (2003) analisam a eficácia de um hedge hipotético de uma compra de alumínio a ser realizada em um ano. O hedge é conduzido através da compra de contratos a termo de alumínio na LME, sendo que a data de início do hedge é 31/12/1999 e a data da compra do alumínio é 31/12/2000. São realizados testes prospectivos da eficácia do hedge usando dados trimestrais e mensais. No caso do método da compensação não são necessários dados históricos para o cálculo da eficácia do hedge, e a eficácia pode ser mensurada para cada mês e para cada trimestre, no caso do método de redução da variabilidade e do método da regressão são necessários dados históricos para o cálculo da eficácia. Nestes casos os autores calcularam a eficácia do hedge para cada trimestre considerando dados históricos de um período de dois anos.

Os resultados obtidos por Finnerty e Grant (2003) mostram que os índices de eficácia

conforme calculados pelos métodos da redução da variabilidade e da regressão são bastante similares. Esta semelhança entre os resultados é explicada pelos autores como sendo resultante da semelhança perfeita entre o fluxo de caixa que está sendo protegido pelo hedge e o ativo subjacente ao derivativo, a coincidência temporal dos fluxos de caixa da compra do alumínio e do derivativo e pela semelhança entre os montantes do fluxo de caixa protegido e do derivativo. Em outras palavras, temos um hedge em que os coeficientes do método da regressão são muito próximos dos seguintes valores no período analisado: $a = 0$ e $b = -1$. No caso dos índices de eficácia calculados pelo método da compensação, existem dois períodos em que o hedge estudado não é considerando altamente eficaz. A maior sensibilidade do índice calculado através do método da compensação é vista pelos autores com algo que faz deste um método inferior aos métodos da redução da variância e da regressão.

Outros trabalhos também consideram que a mensuração da eficácia do hedge através do método da compensação pode não representar a melhor maneira em se determinar se uma relação de hedge é altamente eficaz ou não. Charnes e Kansas (2003) fazem uma crítica ao método da compensação por este não levar em conta, na determinação do índice de eficácia do hedge, medidas importantes como a correlação do ativo protegido com o ativo subjacente ao derivativo ou a razão entre o valor nocional do hedge e a exposição ao risco.

Alguns trabalhos como, por exemplo, Neto, Figueiredo e Machado (2009) buscam analisar a eficácia de operações de hedge com futuros negociados na BM&F através do cálculo do R quadrado da regressão linear das variações nos preços de commodities nos preços dos contratos futuros de tais commodities.

Outros aspectos teóricos pertinentes na determinação da eficácia de operações de hedge são discutidos em Ederington (1979) e Howard e D'Antonio (1984).

Ederington (1979) considera hedges em que a proporção do risco identificado que é protegido por derivativos (em sua abordagem Ederington considera a performance do mercado de contratos futuros) é diferente de 1 e introduz uma medida de eficácia do hedge baseada na redução da variância de um portfólio que contém uma proporção b de futuros usados para proteger uma exposição em um determinado ativo, com relação a variância de uma posição em que não existe proteção à exposição no ativo em questão. Na notação de Ederington (1979) a eficácia e de uma operação de hedge pode ser calculada a partir de

$$e = 1 - \frac{Var(R^*)}{Var(U)}, \quad (4.7)$$

onde $Var(R^*)$ representa a variância da posição hedgeada com hedge de mínima variância

e $Var(U)$ representa a variância da exposição ao risco sem hedge. Considerando que a variância da posição hedgeada com hedge de mínima variância é dada por

$$Var(R^*) = X_s^2 \left\{ \sigma_s^2 - \frac{\sigma_{sf}^2}{\sigma_f^2} \right\}, \quad (4.8)$$

onde X_s é uma variável que representa o tamanho (em valor financeiro ou número de contratos do ativo que está sendo protegido) da posição protegida, σ_s^2 e σ_f^2 representam, respectivamente, as variâncias da posição a vista e da posição com futuros e σ_{sf}^2 é a covariância entre as posições a vista e com futuros. Trabalhando a expressão acima obtemos (dado que $Var(U) = X_s^2 \sigma_s^2$)

$$e = \frac{\sigma_{sf}^2}{\sigma_s^2 \sigma_f^2} = \rho^2. \quad (4.9)$$

e vemos que a medida de eficácia proposta por Ederington (1979) nada mais é do que o quadrado da correlação entre as variações nos preços a vista e futuros em questão.

Howard e D'Antonio (1984) seguem uma abordagem distinta daquela proposta por Ederington (1979) para determinar a eficácia de operações de hedge. Enquanto a medida de eficácia do hedge proposta por Ederington (1979) se baseia principalmente na minimização do risco, Howard e D'Antonio (1984) propõem uma medida de eficácia do hedge que contempla além da minimização do risco efeitos de maximização do retorno, dado um determinado nível de risco. Para isto Howard e D'Antonio (1984) mensuram o aumento no retorno esperado de um portfólio contendo futuros quando comparado com um portfólio sem futuros, ambos ao mesmo nível de risco.

Segundo a abordagem de Howard e D'Antonio a eficácia do hedge pode ser definida como a razão entre o coeficiente angular da reta de um portfólio contendo futuros e o coeficiente angular da reta de um portfólio que não contém futuros. Matematicamente o coeficiente de eficácia do hedge é dado por

$$e = \frac{\theta^*}{(\bar{r}_s - i) / \sigma_s}, \quad (4.10)$$

onde $\bar{r}_s$ é o retorno do portfólio sem futuros, i é a taxa livre de risco, σ_s é o desvio padrão do portfólio sem futuros e θ^* é o máximo de

$$\theta = \frac{\bar{R}_p - i}{\sigma_p}, \quad (4.11)$$

com $\bar{R}_p$ sendo o retorno esperado do portfólio com futuros e σ_p o desvio padrão do portfólio

contendo futuros.

5 *Resultados*

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos para a eficácia das operações de hedge cambial financeiro das companhias selecionadas na amostra. A metodologia utilizada para realizar o cálculo do índice de eficácia está baseada no procedimento descrito anteriormente na seção referente à metodologia. Quando relevante serão discutidos em maior detalhe os procedimentos utilizados para realizar o cálculo dos valores que são apresentados a seguir.

5.1 *Ambev*

Esta companhia, que é a representante do setor de Consumo não Cíclico de nossa amostra, realizou três tipos de hedge durante o período analisado. As operações denominadas hedge financeiro visaram proteger o endividamento líquido da companhia contra riscos advindos de variações em taxas de juros e taxas de câmbio, as operações denominadas hedge operacional visaram proteger a companhia de exposições cambiais e decorrentes de variações nos preços de commodities relacionadas a fluxos de caixa futuros, por fim as operações de hedge fiscal³ visaram proteger efeitos assimétricos de variações cambiais de operações mantidas no exterior.

A análise de eficácia do hedge apresentada aqui está focada na componente cambial do hedge financeiro. Especificamente serão analisadas as operações que visaram proteger, contra a variação cambial, o endividamento financeiro denominado em dólar americano, iene e dólar australiano. Embora existam outras moedas que compõem o endividamento da companhia e que sejam protegidas com derivativos (endividamento em peso argentino e sol peruano), tais operações representam um percentual sempre inferior a aproximadamente 10% do percentual total dos hedges. A figura a seguir mostra os montantes da parcela de empréstimos e financiamentos em moeda estrangeira e o valor nocional das operações de

³O hedge fiscal visa eliminar efeitos fiscais decorrentes da variação cambial de investimentos no exterior. Conforme a legislação tributária brasileira determina, ganhos decorrentes de variação cambial de investimentos no exterior não são tributados e perdas não são deduzidas. O hedge fiscal da companhia visa proteger a variação cambial de contratos de mútuos, títulos de dívidas no exterior e contas a pagar, todos em dólar.

hedge, em cada um dos exercício analisados.

Figura 6: Exposição ao risco e derivativos: Ambev

Existem também operações de hedge cambial realizadas a fim de proteger fluxos de caixa operacionais em moeda estrangeira e assimetrias fiscais, a maior dificuldade de determinação do efeito da variação cambial nestas exposições justifica a ausência da análise da eficácia de tais operações. A companhia utilizou a metodologia do hedge accounting para algumas de suas operações com derivativos.

O impacto da variação cambial em empréstimos e financiamentos foi calculado utilizando tanto os valores trimestrais de empréstimos e financiamentos em dólar americano, iene e dólar canadense quanto os valores trimestrais das operações de hedge (nocional) nas referidas moedas. Os valores trimestrais foram combinados a fim de obter o efeito da variação cambial em empréstimos e financiamentos durante todo o ano.

Para o exercício de 2005 foram analisadas as operações de hedge do endividamento em dólar americano e dólar canadense. O resultado com os derivativos neste período foi negativo em R\$ 714.286 mil. O efeito da variação cambial nos empréstimos e financiamentos foi positivo em R\$ 730.377 mil, considerando todo o montante de empréstimos e financiamentos contabilizados nas moedas analisadas, e positivo em R\$ 485.406 considerando apenas a parcela proporcional aos valores nocionais das operações de hedge. Com isto podemos calcular a eficácia do hedge usando ambos os valores. No caso em que a variação cambial sobre o total de empréstimos e financiamentos em dólar americano e dólar canadense, a eficácia

do hedge é

$$e = \frac{R\$714.284}{R\$730.377} = 0,98, \quad (5.1)$$

e podemos considerar o hedge como altamente eficaz. Ao considerar o efeito da variação cambial no montante dos derivativos em dólar americano e dólar canadense a eficácia do hedge é

$$e = \frac{R\$714.284}{R\$485.406} = 1,47, \quad (5.2)$$

e o hedge não pode ser considerado altamente eficaz.

As operações de hedge referentes ao exercício de 2006 que foram analisadas se referem a operações de proteção de empréstimos e financiamentos em dólar americano, dólar canadense e iene. O resultado com derivativos neste exercício foi negativo em R\$ 585.077 enquanto que o efeito cambial sobre empréstimos e financiamentos foi positivo de R\$ 468.503, considerando o total dos empréstimos e financiamentos em dólar americano, dólar canadense e iene, ou positivo de R\$ 455.020 considerando o valor nocional do hedge nestas moedas. Com isto podemos calcular a eficácia do hedge considerando o total de empréstimos e financiamentos

$$e = \frac{R\$585.077}{R\$468.503} = 1,25, \quad (5.3)$$

que se encontra dentro do intervalo de hedge altamente eficaz. Considerando apenas o efeito da variação cambial no montante do hedge, a eficácia fica em

$$e = \frac{R\$585.077}{R\$455.020} = 1,29, \quad (5.4)$$

que se encontra fora do intervalo de hedge altamente eficaz.

Durante o exercício de 2007 a companhia realizou hedge apenas da exposição à variação cambial advinda de bonds emitidos em dólares americanos. O montante total dos bonds era de R\$ 2.115.055 mil, o que leva a um efeito de variação cambial positivo em R\$ 433.328 mil. O resultado apurado com os derivativos em moeda estrangeira foi um prejuízo de R\$ 590.187 mil. Comparando estes valores chegamos a uma eficácia do hedge de

$$e = \frac{R\$590.187}{R\$433.328} = 1,36. \quad (5.5)$$

Este valor se encontra um pouco acima do limite de hedge altamente eficaz. Neste caso não calculamos o valor proporcional ao valor nocional dos hedges já que, diferentemente dos exercícios anteriores, a companhia determinou explicitamente que as operações de hedge conduzida foram utilizadas na proteção dos bonds.

No exercício de 2008 o hedge financeiro do endividamento em moeda estrangeira visou proteger a variação cambial dos bonds emitidos em dólares norte americanos, com vencimento em 2011, 2013 e 2017. O resultado decorrente da variação cambial com estes bonds foi um prejuízo de R\$ 659.340 mil, e o resultado com os derivativos foi um lucro de R\$ 353.976 mil. Com estes valores chegamos a um índice de eficácia do hedge de

$$e = \frac{R\$353.976}{R\$659.340} = 0,54, \quad (5.6)$$

que se encontra abaixo do intervalo mínimo de hedge altamente eficaz. Novamente os derivativos foram designados como cobertura dos bonds e não calculamos a eficácia do hedge proporcional ao montante com derivativos.

Durante o exercício de 2009 os bonds com vencimento em 2011, 2013 e 2017 foram novamente os itens do endividamento em moeda estrangeira protegidos pelas operações de hedge. O resultado da variação cambial nestes bonds emitidos em dólares americanos foi positivo em R\$ 665.541 mil, enquanto que o resultado com derivativos foi negativo em R\$ 731.378 mil. Estes valores levam a uma eficácia do hedge de

$$e = \frac{R\$731.378}{R\$665.541} = 1,10, \quad (5.7)$$

que se encontra dentro do intervalo de hedge altamente eficaz.

Tendo calculado, exercício a exercício, a eficácia do hedge cambial desta companhia apresentamos agora a comparação dos valores para a eficácia conforme obtido pelos três diferentes métodos utilizados, considerando a eficácia associada aos cinco exercícios associados. No caso da eficácia mensurada pelo método da compensação consideramos a soma dos resultados com derivativos de cada um dos exercícios e dividimos este valor pela soma dos resultados na exposição ao risco de cada um dos exercícios.

Ambev	Compensação	Redução da Variância	Regressão
Absoluto	1,38	0,88	0,99
Proporcional	1,64	0,84	0,99

Tabela 6: Eficácia do hedge: Ambev

Na tabela acima os valores classificados como absoluto e proporcional se referem a relação entre os valores nocionais das operações com derivativos e das exposição ao risco. Os valores absolutos se referem ao cálculo da eficácia sem considerar ponderação entre os valores nocionais, enquanto que os valores proporcionais assumem o valor que seria obtido pelo hedge se fosse considerado que a posição com derivativos cobre 100% da exposição ao

risco.

5.2 CCR

Esta companhia, que é a representante do setor de Contrução e Transporte de nossa amostra, realizou hedge de exposição a variação cambial advinda da parcela dos empréstimos e financiamentos indexados em moedas estrangeiras. As moedas estrangeiras relevantes ao endividamento da companhia e que foram protegidas através de operações com derivativos são o dólar americano, o euro e o iene.

Como as receitas da companhia, assim como seus custos, estão indexadas ao real, os derivativos assumem papel importante no gerenciamento do risco cambial da companhia. A companhia realizou operações de hedge cambial através do uso de swaps durante todo o período em que a análise foi realizada. Outra estratégia utilizada no gerenciamento deste risco, consiste na aplicação das disponibilidades de caixa em aplicações em dólares, euros ou ienes.

Houve uma variabilidade considerável no montante dos empréstimos e financiamentos indexados a moedas estrangeiras, assim como no percentual destes empréstimos e financiamentos protegidos por operações com derivativos. O gráfico abaixo ilustra esta situação.

Figura 7: Exposição ao risco e derivativos: CCR

A companhia não contabilizou suas operações através da metodologia do hedge accounting, por considerar que suas operações de hedge não atingiram todos os requisitos

necessários para a aplicação desta metodologia. Sendo assim, a eficácia foi calculada com base nos valores das contas apresentadas na DRE e na DFC para o resultado com operações de hedge e com base nos valores apresentados na DFC para o resultado da variação cambial sobre empréstimos e financiamentos.

Durante o exercício de 2005, 49% da exposição ao risco cambial foi coberta por operações de swaps cambias. Estas operações conduziram a um resultado negativo de R\$ 49.957 mil, enquanto que a variação cambial sobre empréstimos e financiamentos foi positiva em R\$ 50.907 mil. Os resultados para eficácia do hedge com base nestes valores estão mostrados abaixo

$$e = \frac{R\$49.957}{R\$50.907} = 0,98. \quad (5.8)$$

O valor acima mostra que o hedge pode ser classificado como altamente eficaz. Ponderando o resultado da variação cambial sobre empréstimos e financiamentos pelo percentual de proteção com derivativos obtemos um valor mais apropriado para o índice de eficácia do hedge

$$e = \frac{R\$49.957}{0,49R\$50.907} = 1,99. \quad (5.9)$$

Neste caso vemos que o valor para a eficácia se encontra acima do valor máximo para hedges altamente eficazes.

Durante o exercício de 2006 houve uma grande diminuição no montante de empréstimos e financiamentos indexados em moedas estrangeiras (R\$ 43.336 mil), esta diminuição foi acompanhada por um aumento no percentual da exposição protegida por derivativos (0,78). O resultado com derivativos neste exercício foi negativo em R\$ 15.664 mil, enquanto que o resultado com variação cambial de empréstimos e financiamentos foi positivo em R\$ 7.842 mil. Comparando tais valores chegamos ao índice de eficácia do hedge

$$e = \frac{R\$15.664}{R\$7.842} = 2,00. \quad (5.10)$$

Considerando o percentual de 79% da exposição que é protegida pelo risco no cálculo da eficácia chegamos em

$$e = \frac{R\$15.664}{0,79R\$7.842} = 2,54. \quad (5.11)$$

Ambos os valores calculados acima encontram-se acima do limite superior para hedges altamente eficazes.

No exercício de 2007 ocorreu o oposto ao exercício de 2006. Houve um aumento no montante absoluto de empréstimos e financiamentos indexados em moedas estrangeiras (R\$

167.869 mil) e uma diminuição no percentual de proteção com derivativos destes empréstimos e financiamentos (0,65). Com isto os valores do resultado das operações de hedge (negativo em R\$ 17.360 mil) e da variação cambial sobre empréstimos e financiamentos (positivo em R\$ 14.119 mil) se aproximaram. Consequentemente os valores para a eficácia do hedge se aproximaram do limite superior para hedges altamente eficazes, conforme mostrado abaixo, sem considerar a ponderação pelo fator de proteção

$$e = \frac{R\$17.360}{R\$14.119} = 1,23, \quad (5.12)$$

e considerando a ponderação pelo fator de proteção

$$e = \frac{R\$17.360}{0,65R\$14.119} = 1,89. \quad (5.13)$$

Desta vez sem considerar a ponderação pelo fator de 0,65, obtemos um valor para a eficácia condizente com hedges eficazes, enquanto que a ponderação pelo fator de 0,65 leva a um índice de eficácia um pouco acima do limite superior de 1,25.

Durante o exercício de 2008 ocorreu um novo aumento no montante absoluto de empréstimos e financiamentos indexados em moeda estrangeiras (R\$ 360.662 mil) e uma nova diminuição no fator de proteção à exposição ao risco (0,56). Houve também uma nova aproximação no resultado obtido com operações de hedge (positivo em R\$ 42.884 mil) e no resultado com variação cambial sobre empréstimos e financiamentos (negativo em R\$ 50.869 mil). É interessante notar que durante o ano de 2008 o dólar sofreu uma forte valorização que acabou afetando o resultado com operações de hedge de algumas companhias. No caso da CCR, o exercício de 2008 foi o que apresentou valores para a eficácia de hedge mais próximos da unidade, dentre os períodos analisado neste trabalho. Abaixo estão calculados os valores da eficácia do hedge sem levar em conta o fator de proteção de 0,56

$$e = \frac{R\$42.884}{R\$50.869} = 0,85, \quad (5.14)$$

e levando em conta o fator de 0,65

$$e = \frac{R\$42.884}{0,56R\$50.869} = 1,51. \quad (5.15)$$

No primeiro caso a eficácia se encontra dentro do intervalo para hedges eficazes e no segundo caso o índice se encontra um pouco acima do limite superior de 1,25.

No exercício de 2009 foi observado um severo aumento no montante absoluto de

empréstimos e financiamentos indexados a moedas estrangeiras (R\$ 1.136.680 mil). Este aumento foi acompanhado por uma forte diminuição no fator de proteção à exposição ao risco (0,21). Com isto foi observado uma grande diferença entre os valores da eficácia do hedge levando em conta o fator de proteção 0,21 e desprezando-se este fator. O resultado obtido com operações de hedge foi negativo em R\$ 62.104 mil e o resultado da variação cambial sobre empréstimos e financiamentos foi positivo em R\$ 106.736 mil. Calculando a eficácia do hedge sem considerar o fator 0,21 obtemos

$$e = \frac{R\$62.104}{R\$196.736} = 0,58, \quad (5.16)$$

e considerando o fator 0,21 obtemos

$$e = \frac{R\$62.104}{0,21R\$196.736} = 2,77. \quad (5.17)$$

Neste caso o hedge não pode ser considerado altamente eficaz independente da abordagem utilizada para o cálculo da eficácia. O baixo percentual de 21% de proteção à exposição ao risco faz com o índice de eficácia seja muito baixo (0,58) quando não se leva em conta esta fator nas contas, e muito alto (2,77) ao levar em conta o fator de proteção.

Após o cálculo, exercício a exercício, a eficácia do hedge cambial desta companhia, apresentamos a comparação dos valores para a eficácia conforme obtido pelos três diferentes métodos utilizados, considerando a eficácia associada aos cinco exercícios associados. No caso da eficácia mensurada pelo método da compensação consideramos a soma dos resultados com derivativos de cada um dos exercícios e dividimos este valor pela soma dos resultados na exposição ao risco de cada um dos exercícios.

CCR	Compensação	Redução da Variância	Regressão
Absoluto	0,47	0,59	0,72
Proporcional	2,10	-4,15	0,99

Tabela 7: Eficácia do hedge: CCR

5.3 Eletrobras

Esta companhia, que é a representante do setor de Utilidades Públicas de nossa amostra, realizou hedge de exposição ao dólar apenas durante o exercício de 2008. Estes hedges foram, segunda informações divulgadas pela companhia, discutidos durante o ano de 2007 e colocados em prática a partir de Maio de 2008. A implantação do hedge visou cobrir a

exposição resultante de recebíveis em dólar de uma controlada em conjunto da companhia e visava cobrir, conforme planejamento anterior, um percentual máximo de 18% da exposição total. No entanto, a companhia fez uso de operações de hedge em um montante equivalente a apenas aproximadamente 4% da exposição total ao risco.

A companhia contabilizou estes derivativos através do valor justo com ganho e perda resultante da variação do valor justo contabilizadas em resultado. Cabe notar que além dos derivativos de moeda estrangeira a companhia também detinha derivativos embutidos associados ao preço do alumínio para a compra de energia elétrica. Estes derivativos não serão alvo de nossa análise.

É interessante notar que o início do programa de hedge da companhia coincidiu com a alta do dólar observado durante 2008 em decorrência da crise de crédito no mercado financeiro internacional. Como a companhia assumiu posição vendida em dólar, acabou incorrendo em fortes perdas nos instrumentos derivativos. Apesar de, como efeito da operação com derivativos ter caráter de hedge, ter registrado grandes ganhos com variação cambial dos recebíveis em moeda estrangeira, a companhia decidiu por encerrar o programa de hedge não efetuando nenhuma operação com derivativos durante o exercício de 2009.

Conforme já havia sido notado o nocional das operações com derivativos cobrem apenas 4% da exposição total ao risco. Os NDF's utilizados no hedge possuíam diversos vencimentos diferentes, sendo que 30/12/2008 representa o vencimento mais longo. O vencimento dos recebíveis estão distribuídos em diversas datas e, segundo as informações divulgadas, possuíam vencimentos compatíveis com os diversos vencimentos dos NDF's.

Durante o exercício de 2008 a companhia registrou perdas com derivativos no total R\$ 124.345 mil, contra um ganho de R\$ 4.297.000 mil decorrentes da variação cambial dos recebíveis. O cálculo da eficácia do hedge com o uso destes valores leva a uma eficácia, através do método da compensação de

$$e = \frac{R\$124.345}{R\$4.297.000} = 0,03. \quad (5.18)$$

Este valor excessivamente baixo e obviamente fora do intervalo do hedge eficaz pode ser melhor entendido caso se leve em conta a variação proporcional ao montante total das operações com derivativos. Neste caso teríamos que o ganho com recebíveis foi de R\$ 166.447 mil já que o hedge cobriu apenas 3,87% da exposição ao risco. Tais valores levam a um índice de eficácia de

$$e = \frac{R\$124.345}{R\$166.447} = 0,75, \quad (5.19)$$

que apesar de bem maior ainda se encontra fora do intervalo de hedge eficaz. O cálculo da eficácia considerando a proporção dos resultados cambiais com recebíveis correspondente a 3,87% do total foi realizada a fim ilustrar o resultado da eficácia no caso em que $N_f = N_s$, conforme a notação utilizada anteriormente, em que o valor nocional das operações de hedge é igual ao valor de mercado da exposição ao risco. Embora, conforme mostrado por Ederington (1979) a relação $N_f = N_s$ não represente necessariamente a relação ótima para o hedge de mínima variância, é uma relação comumente utilizada no mercado.

Podemos estimar que a proporção de derivativos utilizados que forneceria $e = 1$ é igual a $b = 3,87\% \cdot 4.297.000 / 124.345 = 1,34$, ou seja, derivativos com 134% do valor nocional da exposição total ao risco levariam a um resultado igual ao efeito do câmbio nos recebíveis, dado que a proporção dos derivativos fosse a mesma que a utilizada pela companhia e que os resultados com derivativos apresentem linearidade com realção ao valor nocional.

Neste caso, como o temos apenas um valor para o cálculo da operação de hedge, não realizamos a comparação dos índices de eficácia utilizando o método da regressão ou da redução da variância.

5.4 Embraer

Esta companhia, que é a representante do setor de Bens Industriais de nossa amostra, realizou hedge de exposição da flutuação cambial advinda de empréstimos e financiamento, fornecedores e contas a receber. Historicamente a maior parcela (90%) das receitas auferidas pela companhia são representadas por receitas de exportação em dólares americanos, constituindo hedge natural das dívidas e portanto diminuindo a necessidade de utilização de instrumentos financeiros derivativos para o gerenciamento do risco de variação cambial passiva. As moedas que são alvo de operações de hedge da companhia são o dólar americano, iene, euro e libra. A parcela de empréstimos e financiamentos em euro constitui uma parcela baixa do endividamento total da companhia e não representou, em qualquer dos exercícios analisados, um percentual maior que 3% do total da dívida. Já a parcela denominada em iene fez parte do endividamento da companhia apenas nos exercícios de 2005 e 2006 e com um percentual bastante pequeno do total de empréstimos e financiamentos (2%).

No que se refere à contabilização das operações de hedge, a companhia não fez uso da metodologia do hedge accounting em nenhum dos exercícios analisados.

Parte da estratégia com derivativos da companhia foi a transferência de uma pequena parcela das dívidas em dólares para reais (e eventualmente de iene para dólares), através

do uso de swaps. No exercício de 2005, 100% da dívida em iene foi protegida por operação de swap iene x dólar. Além disso uma parcela do valor contabilizado sob “Fornecedores” foi transferida de libras para real através do uso de NDF’s e uma parcela contabilizada sob “Contas a receber” foi transferida de dólar para real, também através do uso de NDF’s.

A figura abaixo ilustra os montantes associados aos derivativos utilizados na proteção às exposições ao risco e o montante da exposição líquida ao risco cambial. Tal montante é composto por diferentes moedas em que as exposição líquidas (desconsiderando hedges naturais) ativa ou passiva em moedas estrangeiras são consideradas. Cabe notar que o descasamento de prazos ente ativos e passivos em moeda estrangeira pode fazer com que a exposição líquida apresentada nas demonstrações financeiras da companhia não represente necessariamente o montante da exposição ao risco de variação nas cotações de moedas estrangeiras.

Figura 8: Exposição ao risco e derivativos: Embraer

A fim de calcular o índice de eficácia foi utilizada a seguinte abordagem: os valores contabilizados nas contas referentes as operações com derivativos em “Resultado Financeiro” e/ou “Variação monetárias e cambiais, líquidas” foram comparados com os resultados das contas referentes a empréstimos e financiamentos, fornecedores e contas a receber em “Variação monetárias e cambiais, líquidas”. Estes últimos valores foram ponderados pelo fator de proteção à exposição calculado através da divisão do montante das operações com derivativos relativos a empréstimos e financiamentos, fornecedores e contas a receber (contabilizados como “Montante hedge” nas notas explicativas).

Durante o exercício de 2005 foi realizado hedge de proteção de parte das dívidas em

dólar americano e em iene, através do uso de swaps. Considerando o total dos empréstimos e financiamentos em moeda estrangeira, o montante das operações de hedge foi bastante pequeno (pouco mais de 4%). Conforme já foi discutido a companhia possui maior parte de suas receitas indexadas ao dólar americano, diminuindo a necessidade de utilização de derivativos para gerenciamento do risco cambial. O resultado com as operações de hedge que impactou o Resultado da companhia foi negativo em R\$ 50.328 mil enquanto que a variação cambial associada com empréstimos e financiamentos foi positiva em R\$ 373.343 mil.

Sem considerar o fator de proteção à exposição cambial, vemos que o resultado com as operações de hedge representou apenas 13% do total da variação cambial com empréstimos e financiamentos, conforme evidenciado pelo cálculo da eficácia do hedge abaixo

$$e = \frac{R\$50.328}{R\$373.343} = 0,13. \quad (5.20)$$

Se considerarmos a ponderação pelo fator de proteção de 0,0419 chegamos em um valor para a eficácia que se encontra acima do limite superior para hedges altamente eficazes

$$e = \frac{R\$50.328}{0,0419R\$373.343} = 3,22. \quad (5.21)$$

Durante o exercício de 2006 a companhia realizou hedge com derivativos visando proteger uma parcela de empréstimos e financiamentos denominados em moeda estrangeira, através do uso de swaps cambiais dólar x reais, uma parcela de fornecedores denominados em moeda estrangeira (libra), através do uso de NDF's e uma parcela de contas a receber em dólares, através do uso de NDF's. O resultado com derivativos contabilizado na DRE do exercício de 2006 foi positivo em R\$ 23.709 enquanto que a variação cambial das contas de empréstimos e financiamentos foi positiva em R\$ 246.027 mil, de fornecedores foi positiva em R\$ 132.764 mil e de contas a receber foi negativa em R\$ 705.068 mil. Com estes valores podemos calcular a eficácia do hedge como

$$e = -\frac{R\$23.709}{R\$246.027 + R\$132.764 - R\$705.068} = 0,07. \quad (5.22)$$

A fim de obter um valor para a eficácia do hedge mais próximo do valor real ponderemos os resultados com as variações cambiais de cada um dos itens acima, calculando o coeficiente entre o total da exposição ao risco e a fração que é protegida por derivativos. Isto nos leva a obter o seguinte valor para a eficácia do hedge

$$e = -\frac{R\$23.709}{0,0057R\$246.027 + 0,0081R\$132.764 - 0,3024R\$705.068} = 0,11. \quad (5.23)$$

Novamente o valor acima se encontra bastante distante do intervalo de hedge altamente eficaz.

Durante o exercício de 2007, a companhia realizou novamente hedge de parte dos valores contabilizados sob as contas empréstimos e financiamentos (swap dólar x real), fornecedores (NDF libra) e contas a receber (NDF dólar). O resultado com derivativos contabilizado na DRE do período foi positivo em R\$ 90.886 mil. Os resultados com variação cambial das contas de empréstimos e financiamentos, fornecedores e contas a receber foram, respectivamente, positivo em R\$ 187.307 mil, positivo em R\$ 265.083 mil e negativo em R\$ 572.721 mil. Sem considerar a ponderação pelos coeficientes de proteção de cada exposição chegamos no valor para a eficácia de

$$e = -\frac{R\$90.886}{R\$187.307 + R\$265.083 - R\$572.721} = 0,76. \quad (5.24)$$

Neste caso desconsiderando o efeito dos coeficientes de proteção, a eficácia do hedge encontra-se próxima do limite inferior para hedge altamente eficaz. Como a companhia possui grande parte de suas receitas em dólares, ela mantém o coeficiente de proteção das exposições passivas bastante baixos quando comparados com o coeficiente de proteção da exposição ativa. Neste caso o coeficiente de eficácia do hedge é dado por

$$e = -\frac{R\$90.886}{R\$0,0015187.307 + 0,0002R\$265.083 - 0,3263R\$572.721} = 0,49. \quad (5.25)$$

Neste caso o efeito do baixo percentual de proteção dos valores contabilizados sob fornecedores é de diminuir a eficácia do hedge.

Ao fim do exercício de 2008 o único hedge cambial que ainda não havia sendo encerrado pela companhia se referia a uma operações de swap visando cobrir parte dos empréstimos e financiamentos destinados à exportação. O montante do hedge cobria pouco mais de 7% da exposição cambial total de empréstimos e financiamentos ao final daquele exercício. Este exercício foi marcado pela presença da crise financeira internacional, o que acabou levando o real a sofrer uma grande desvalorização frente ao dólar. Isto levou a Embraer a contabilizar um alto montante de perdas com derivativos de R\$ 318.604 mil, sendo que R\$ 177.800 mil foram perdas registradas somente no terceiro trimestre de 2008. A variação cambial sobre ativos e passivos, negativa em R\$ 516.700 mil somente no terceiro trimestre, também contribui negativamente para o resultado financeiro da companhia neste trimestre.

Cabe notar que a maior parte das perdas registradas com derivativos cambiais se

referem a NDF's utilizadas para proteção de fluxos de caixa futuros em moeda estrangeira. Estas posições sofreram fortes perdas com a desvalorização enfrentada pelo real principalmente durante o terceiro trimestre de 2008. Como tais operações visavam proteger fluxos de caixa futuros da companhia é difícil identificar o montante da exposição que está sendo protegida, e portanto caracterizar se tais operações se tratam de hedge ou especulação.

Como a companhia não divulga em separado os resultados obtidos com derivativos utilizados na proteção de dívidas ou na proteção de fluxo de caixa futuro, fazemos o uso do resultado total obtido com derivativos para o cálculo da eficácia do hedge. Comparando o resultado negativo de R\$ 318.604 mil com a variação cambial positiva de R\$ 102.805 mil de empréstimos e financiamentos, chegamos em

$$e = \frac{R\$318.604}{R\$102.805} = 3,10. \quad (5.26)$$

A eficácia do hedge fica ainda mais distante do valor considerado como eficaz ao levar em conta que o resultado com derivativo representa apenas 7% da variação cambial de empréstimos

$$e = \frac{R\$318.604}{0,0702R\$102.805} = 44,15. \quad (5.27)$$

O valor acima é excessivamente alto já que, conforme foi comentado anteriormente, o resultado com derivativos foi fortemente afetado pelo resultado negativo com NDF's, que visavam a proteção de fluxos de caixas futuros, cujas variações cambiais não foram levadas em conta no denominador da fórmula apresentada acima.

Ao final do exercício de 2009 a companhia possuía swaps cambiais em um montante equivalente a pouco menos de 6% do total de empréstimos e financiamentos denominados em moeda estrangeira. Durante este exercício os ganhos nas operações com derivativos alcançaram R\$ 27.394 mil, enquanto que as perdas resultantes da variação cambial de empréstimos e financiamentos levaram a perdas de R\$ 436.138 mil. Levando estes valores em conta chegamos no seguinte valor para a eficácia das operações de hedge (sem levar em conta a ponderação pelo fator de 6%)

$$e = \frac{R\$27.394}{R\$436.138} = 0,06. \quad (5.28)$$

Desta vez, a utilização proporcionalmente (comparada com o exercício anterior) menor de NDF's (a maioria com vencimento no primeiro trimestre de 2009) possibilitou o cálculo mais preciso da eficácia do hedge já que podemos supor que a maior parte do resultado financeiro

com derivativos se refere à variação cambial de empréstimos e financiamentos. Calculamos a eficácia do hedge como

$$e = \frac{R\$27.394}{0,0574R\$436.138} = 1,10. \quad (5.29)$$

O valor calculado acima para a eficácia do hedge se encontra dentro do intervalo de hedge altamente eficaz.

Tendo calculado, exercício a exercício, a eficácia do hedge cambial desta companhia apresentamos agora a comparação dos valores para a eficácia conforme obtido pelos três diferentes métodos utilizados, considerando a eficácia associada aos cinco exercícios associados. No caso da eficácia mensurada pelo método da compensação consideramos a soma dos resultados com derivativos de cada um dos exercícios e dividimos este valor pela soma dos resultados na exposição ao risco de cada um dos exercícios.

Embraer	Compensação	Redução da Variância	Regressão
Absoluto	-0,56	0,11	0,23
Proporcional	-0,57	-4,2	0,39

Tabela 8: Eficácia do hedge: Embraer

5.5 Lojas Americanas

Esta companhia, que é a representante do setor de Consumo Cíclico de nossa amostra, realizou hedge de exposição ao dólar e a taxa de juros LIBOR. As exposições a estes fatores de risco são originadas em empréstimos e financiamentos obtidos em moeda estrangeira (principalmente dólar americano e em alguns momentos iene). Em todos os exercícios analisados foi feito o uso de contratos de swap cambial e de juros, sendo que eventualmente foram utilizados contratos futuros de dólar negociados na BM&FBOVESPA.

A figura abaixo mostra o montante de empréstimos e financiamentos em moeda estrangeira bem como o valor nominal dos derivativos utilizados na proteção desta exposição.

Figura 9: Exposição ao risco e derivativos: Lojas Americanas

No exercício findo em 31/12/2005 a companhia divulgou possuir contratos de swap cambiais/juros com montante total de R\$ 549.911 mil, sendo que não foi feita a divisão do valor anterior entre os valores específicos de swaps cambiais e swaps de juros. Comparando este valor com o montante total contabilizado em empréstimos e financiamentos em moeda estrangeira, R\$ 811.713 mil, temos que aproximadamente 68% dos empréstimos e financiamentos são protegidos por operações de hedge. O resultado com os derivativos neste período foi uma perda de R\$ 104.785 mil. O resultado com a variação cambial de empréstimos e financiamento não foi divulgado pela companhia e portanto foi calculado considerando o montante médio de empréstimos e financiamentos durante o exercício de 2005 (calculado conforme a média dos valores divulgados nas ITR) e variação cambial do dólar durante o ano de 2005. O valor calculado para a variação cambial sobre empréstimos e financiamentos foi positivo em R\$ 67.332 mil.

Com os valores acima podemos calcular a eficácia do hedge como

$$e = \frac{R\$104.785}{R\$67.332} = 1,56. \quad (5.30)$$

Considerando o percentual de proteção de 0,68 a eficácia do hedge aumenta para

$$e = \frac{R\$104.785}{0,68R\$67.332} = 2,29. \quad (5.31)$$

O valor acima se encontra fora do intervalo de hedges altamente eficazes.

Ao final do exercício de 2006 a companhia mantinha montante total em swaps cam-

biais/juros de R\$ 686.732 mil. Com uma exposição total em empréstimos e financiamentos em moeda estrangeira de R\$ 745.987 mil, o total de operações de swap representavam um percentual de proteção de aproximadamente 92%. A companhia divulgou ter incorrido em uma despesa com derivativos de R\$ 129.078 mil, enquanto que a variação cambial sobre empréstimos e financiamentos em moeda estrangeira foi positiva em R\$ 50.016 mil.

Os valores acima permitem chegar à eficácia do hedge de

$$e = \frac{R\$129.078}{R\$50.016} = 2,58. \quad (5.32)$$

Neste exercício as operações de swap corresponderam a 92% da exposição total ao risco, portanto a eficácia, considerando a ponderação da variação cambial por este fator, se encontra ainda mais acima do limite superior de hedges altamente eficazes

$$e = \frac{R\$129.078}{0,92R\$50.016} = 2,81. \quad (5.33)$$

Ao final do exercício de 2007 o montante contabilizado como swaps cambiais/juros era de R\$ 944.579 mil, enquanto que o total de empréstimos e financiamentos em moeda estrangeira era R\$ 1.384.878 mil. A razão entre estes valores leva a um coeficiente de proteção de 68% da exposição total ao risco. As operações de swap geraram um prejuízo de R\$ 300.900 mil, enquanto que a variação cambial com empréstimos e financiamentos foi positiva em R\$ 159.821 mil.

Considerando estes valores chegamos em um índice de eficácia de

$$e = \frac{R\$300.900}{R\$159.821} = 1,88. \quad (5.34)$$

Ponderando o resultado com variação cambial pelo fator de 68% chegamos em

$$e = \frac{R\$300.900}{0,68R\$159.821} = 2,77. \quad (5.35)$$

Em ambos os casos a eficácia das operações se encontra acima do limite superior de hedges altamente eficazes.

Durante o exercício de 2008 além de usar operações de swap cambiais/juros, com montante de R\$ 1.451.028 mil em 31/12/2008, foram negociados contratos futuros de dólar com vencimento em fevereiro de 2008 e fevereiro de 2009. Considerando o montante total do swap e dos futuros de dólar e comparando este valor com o total de empréstimos e financiamentos em moeda estrangeira (R\$ 1.999.695 mil) chegamos no percentual de 86% para

a cobertura da exposição ao risco. O resultado com derivativos neste exercício foi positivo em R\$ 743.959 mil e o resultado com variação cambial de empréstimos e financiamentos foi negativo em R\$ 590.362 mil. Cabe notar que a partir deste exercício a companhia adotou a metodologia do hedge accounting na contabilização de suas operações.

A eficácia do hedge, sem considerar a ponderação do resultado com variação cambial de empréstimos e financiamentos pelo fator de proteção, é

$$e = \frac{R\$743.959}{R\$590.362} = 1,26. \quad (5.36)$$

O valor acima se encontra bastante próximo de intervalo superior para hedges altamente eficazes. Considerando o fator de ponderação de 86% a eficácia do hedge acaba se desviando um pouco do valor considerado como eficaz

$$e = \frac{R\$743.959}{0,86R\$590.362} = 1,47. \quad (5.37)$$

Ao final do exercício de 2009 a companhia detinha um montante de R\$ 958.184 mil em swaps cambiais/juros e um montante de R\$ 7.400 mil em contratos futuros de dólar negociados na BM&FBOVESPA com vencimento em fevereiro de 2010. O resultado das operações de hedge durante o exercício de 2009 foi negativo em R\$ 442.795 mil, enquanto que a variação cambial com empréstimos e financiamentos foi positiva em R\$ 366.356 mil. As operações com derivativo representam aproximadamente 98% do total de empréstimos e financiamentos.

A eficácia do hedge neste exercício, sem considerar a ponderação pelo fator de 98% é

$$e = \frac{R\$442.795}{R\$366.356} = 1,21. \quad (5.38)$$

O fator de ponderação bastante próximo de 1 garante que o índice de eficácia esteja dentro do intervalo de hedge altamente eficaz

$$e = \frac{R\$442.795}{0,98R\$366.356} = 1,23. \quad (5.39)$$

Tendo calculado, exercício a exercício, a eficácia do hedge cambial desta companhia apresentamos agora a comparação dos valores para a eficácia conforme obtido pelos três diferentes métodos utilizados, considerando a eficácia associada aos cinco exercícios associados. No caso da eficácia mensurada pelo método da compensação consideramos a soma dos resultados com derivativos de cada um dos exercícios e dividimos este valor pela soma dos

resultados na exposição ao risco de cada um dos exercícios.

Lojas Americanas	Compensação	Redução da Variância	Regressão
Absoluto	4,39	0,89	0,99
Proporcional	4,51	0,86	0,97

Tabela 9: Eficácia do hedge: Lojas Americanas

5.6 Petrobras

Esta companhia, que é a representante do setor de Petróleo e Gás de nossa amostra, realizou hedge de exposição ao risco de variações nas taxas de câmbio, advindos do financiamento e de fluxos de caixa operacionais da companhia, além de realizar hedge de preço de petróleo e derivados. Os hedges cambiais da companhia forma conduzidos através da utilização de NDF's, para a proteção de fluxos de caixa em dólares americanos resultantes da compra de petróleo no mercado internacional, para posterior refino e venda dos produtos derivados de petróleo no mercado local, e através da utilização de swap ativo em iene e passivo em dólar para proteção de bonds, com maturidade de 10 anos, emitidos na moeda japonesa. Esta operação teve início em 27/09/2006. No exercício de 2000 foi iniciado um hedge de proteção de Notes em libras italianas. Este hedge foi finalizado em novembro de 2007. Devido à falta de informações relativas as Notes em libras italianas e aos derivativos utilizados na proteção desta dívida, não foram realizados cálculos de eficácia desta operação. Sendo assim, o cálculo da eficácia apresentado aqui se concentra no hedge dos bonds emitidos em ienes.

Os bonds em ienes foram emitidos em 27/09/2006 e geraram, também nesta data, posição em swap iene x dólar. O montante total da emissão foi de 35 bilhões de ienes (aproximadamente 298 milhões de dólares na data da emissão). Este valor é idêntico ao valor nocional do swap utilizado na proteção desta dívida. Esta posição foi contabilizada pela metodologia do hedge accounting a partir do exercício de 2008.

As variações cambiais dos bonds foram calculadas considerando o montante total da dívida em iene multiplicado pela variação da cotação do dólar com relação ao iene, durante o período em que a análise está sendo realizada. Como este hedge possui duração de 10 anos apresentamos o cálculo da eficácia considerando o resultado consolidado de todo o período analisado (2006 a 2009) e também o resultado exercício a exercício.

Considerando que o valor da dívida foi 35 bilhões de ienes entre 27/09/2006 e 31/12/2009, calculamos o efeito da variação cambial multiplicando o valor da dívida em

iene pela variação da cotação do dólar com relação ao iene entre 27/09/2006 e 31/12/2009. O resultado obtido é multiplicado pela cotação média do dólar durante o período considerado, sendo que o resultado obtido é R\$ 155.869.712. O valor positivo mostra que o valor dólar/iene em 31/12/2009 foi maior que o valor dólar/iene em 27/09/2006, isto quer dizer que o valor R\$ 155.869.712 representou um custo adicional à dívida emitida em iene. No entanto, se a companhia encerrasse o contrato de swap usado como hedge desta dívida em 31/12/2009, iria reconhecer um lucro de R\$ 112.863.000. Dividindo o valor anterior pela custo da variação cambial da dívida obtemos a eficácia do hedge para o período entre 27/09/2006 e 31/12/2009

$$e = \frac{R\$112.863.000}{R\$155.869.712} = 0,74. \quad (5.40)$$

O valor acima encontra-se fora do intervalo de operações altamente eficazes.

Considerando a eficácia do hedge em cada exercício analisado, temos que no exercício de 2006 o resultado com a variação cambial foi um lucro de R\$ 8.830.960, enquanto que o valor a ser pago, caso a companhia encerrasse o swap em 31/12/2006, era R\$ 18.716.000. Utilizando estes valores para calcular a eficácia do hedge obtemos

$$e = \frac{R\$18.716.000}{R\$8.830.960} = 2,23. \quad (5.41)$$

Considerando agora o exercício de 2007 temos que a variação cambial resultou em prejuízo de R\$ 28.741.359, enquanto que o resultado com o derivativo era positivo em R\$ 24.372.000. Com estes valores obtemos uma eficácia para o hedge de

$$e = \frac{R\$24.372.000}{R\$28.741.359} = 0,85. \quad (5.42)$$

Neste caso o hedge se encontra no limite inferior de operações altamente eficazes.

No exercício de 2008 o prejuízo com a variação cambial alcançou R\$ 154.517.312 enquanto que a variação da operação de hedge foi positiva de R\$ 104.833.000. Isto leva a uma eficácia do hedge de

$$e = \frac{R\$104.833.000}{R\$154.517.312} = 0,68. \quad (5.43)$$

Nota-se neste exercício uma grande amplitude tanto das operações de hedge, quanto da variação cambial.

Durante o exercício de 2009 houve um lucro na variação cambial de R\$ 8.123.172 mil e também um lucro na operação com derivativo de R\$ 2.374.000. Neste caso a companhia lucrou tanto na exposição ao risco quanto no derivativo e, considerando a fórmula do cálculo

da eficácia do hedge, obtemos um valor negativo para o índice de eficácia. Este cenário especial, em que houve lucro em ambas as partes do hedge, só foi possível, provavelmente, devido à pequena variação da variável de risco durante o exercício. Este fato pode ser comprovado comparando-se o montante absoluto da variação cambial e do resultado com hedge com o dos exercícios passados. A eficácia do hedge neste caso é

$$e = -\frac{R\$2.374.000}{R\$8.123.172} = -0,29, \quad (5.44)$$

e representa o menor valor dentre todos os valores calculados.

A comparação das diferentes metodologias utilizadas no cálculo da eficácia são apresentadas abaixo.

Petrobras	Compensação	Redução da Variância	Regressão
Absoluto	1,03	0,78	0,82
Proporcional	-	-	-

Tabela 10: Eficácia do hedge: Petrobras

5.7 Telesp

Esta companhia, que é a representante do setor de Telecomunicações de nossa amostra, realizou hedge de exposição a moedas estrangeiras (dólar, euro e iene) além de hedge das exposições oriundas de financiamentos indexados a taxa LIBOR e debêntures indexadas ao CDI. A companhia manteve, para o hedge de moeda estrangeira, proteção próxima a 100% dos empréstimos e financiamentos em moeda estrangeira durante todo o período analisado. Os derivativos de taxas de juros foram usados em conjunto com aplicações financeiras, do excesso de disponibilidades, com rendimentos proporcionais ao CDI (hedge natural).

A companhia faz uso intenso dos derivativos como ferramenta de proteção a exposição cambial. Diferentemente de outras companhias que possuem receitas e empréstimos em moedas estrangeiras, a Telesp possui grande parte de seu endividamento sujeito ao risco cambial já que suas receitas são obtidas em reais. Desta forma o uso de derivativos acaba se tornando proporcionalmente maior pela companhia em questão, o que implica que os valores da proteção a exposição ao risco são próximos de 1.

A análise das principais variáveis do hedge e da exposição ao risco cambial permitiram a construção da figura abaixo, que engloba os exercícios de 2005 a 2009.

Figura 10: Exposição ao risco e derivativos: Telesp

Uma análise detalhada dos empréstimos e financiamentos em moeda estrangeira da companhia, usando dados das notas explicativas das demonstrações financeiras de 2005, mostra que a maior parte deste passivo se encontra indexado ao iene (55%) e ao dólar americano (45%), com uma pequena fração indexada ao dólar canadense (menor que 1%). Aproximadamente 99% da exposição em moedas estrangeiras foi protegida por swaps cambiais durante o exercício de 2005. Conforme divulgado pela companhia tais swaps cambiais geraram resultado negativo de R\$ 414.721 mil que foram compensados pela variação cambial de empréstimos e financiamentos no valor de R\$ 250.139 mil. Estes valores levam a um índice de eficácia do hedge de

$$e = \frac{R\$414.721}{R\$250.139} = 1,66. \quad (5.45)$$

Este valor se encontra acima do intervalo de hedge eficaz conforme proposto pelo FASB.

Durante o exercício de 2006 a companhia manteve um percentual de proteção da exposição ao risco cambial próximo de 100%. O endividamento manteve sua proporção entre moedas praticamente constante sendo que os empréstimos em iene representaram aproximadamente 53% do total dos empréstimos em moeda estrangeira com o restante sendo representado por empréstimos em dólares americanos. Conforme divulgado pela companhia em suas demonstrações financeiras o resultado com swaps cambiais foi negativo em R\$ 164.227 mil com resultado de variações cambiais em empréstimos e financiamentos positivo em R\$

70.749 mil. Estes valores levam a um índice de eficácia do hedge de

$$e = \frac{R\$164.227}{R\$70.749} = 2,32. \quad (5.46)$$

Novamente o valor obtido encontra-se acima do valor considerado como hedge eficaz pelo FASB.

Ao final do exercício de 2007 a companhia mantinha aproximadamente, 67% de seus empréstimos em moedas estrangeiras indexados ao iene, 32% indexados ao dólar americano e 1% ao euro. As operações com swaps cambiais cobriram aproximadamente 100% da exposição ao risco cambial e geraram, durante o exercício de 2007, resultado negativo no valor de R\$ 157.553 mil. As receitas de variação cambial oriundas do endividamento em moeda estrangeira foram de R\$ 93.901 mil. Estes valores levam a um índice de eficácia do hedge de

$$e = \frac{R\$157.553}{R\$93.901} = 1,68. \quad (5.47)$$

Novamente o valor obtido encontra-se acima do valor considerado como hedge eficaz pelo FASB.

Ao final do exercício de 2008 a maior parte dos empréstimos e financiamentos em moeda estrangeira (76%) continuavam indexados ao iene, enquanto que o euro passou a ser a segunda moeda estrangeira mais relevante no endividamento da companhia com 17% e o dólar com 7% passou a ser a moeda com menor relevância na exposição cambial da companhia. Novamente a totalidade da exposição cambial era coberta por operações com swaps cambiais. Durante este exercício ocorreram algumas mudanças na contabilização dos derivativos. Neste caso, os derivativos passaram a ser contabilizados pela metodologia do hedge accounting enquanto que nos exercícios anteriores os derivativos eram contabilizados pelo regime de competência com pagamentos/recebimentos contabilizados diretamente no resultado.

Os swaps cambiais geraram resultado positivo de R\$ 152.671 mil, enquanto que o efeito da variação cambial nos empréstimos e financiamentos foi negativo em R\$ 193.794 mil. Tal valor foi obtido a partir da conta “Variações cambiais de empréstimos”. Neste caso tanto o resultado com os swaps cambiais quanto o efeito da variação cambial nos empréstimos foram positivos. Os valores obtidos levam a um índice de eficácia do hedge de

$$e = \frac{R\$152.671}{R\$193.794} = 0,81. \quad (5.48)$$

Ao final do exercício de 2009 houve uma grande mudança na composição do endi-

vidamento denominado em moeda estrangeira da companhia. Em 31/12/2009, 100% dos empréstimos em moeda estrangeira estavam denominados em dólares americanos; este valor correspondia a pouco mais de 1% do total dos empréstimos e financiamentos da companhia. Novamente a totalidade desta parcela foi coberta por operações de swaps cambiais que geraram resultado negativo de R\$ 59.630 mil. O efeito da variação cambial sobre os empréstimos e financiamentos está contabilizado na conta “Variações cambiais de empréstimos” e foi, durante o exercício de 2009, negativo em R\$ 48.252 mil. Tais valores permitem obter o coeficiente de eficácia do hedge como

$$e = \frac{R\$59.630}{R\$48.252} = 1,24. \quad (5.49)$$

O valor acima encontra-se dentro do intervalo de hedge de alta eficácia conforme proposto pelo FASB.

O cálculo da eficácia pelas outras metodologias leva o seguinte resultado.

Telesp	Compensação	Redução da Variância	Regressão
Absoluto	2,37	0,64	0,96
Proporcional	-	-	-

Tabela 11: Eficácia do hedge: Telesp

5.8 UOL

Esta companhia, que é a representante do setor de Tecnologia da Informação de nossa amostra, realizou hedge de exposição ao dólar e a taxa de juros de CDI. Estes hedges foram realizados entre os anos de 2007 e 2009, e visaram proteger aplicações da companhia em títulos estrangeiros denominados em dólar e remunerados por determinado percentual do CDI. Mais especificamente, a companhia manteve como parte de suas políticas de investimento, a manutenção de investimentos indexados ao dólar através da compra de Títulos do Reino da Noruega.

A companhia fez uso de swaps para proteção dos riscos relativos a variação cambial e a variação do CDI, durante os exercícios de 2007 e 2008, e fez uso de contratos futuros de dólar negociados na BM&FBOVESPA durante o exercício de 2009, mantendo a variação ao CDI descoberta durante este período. A companhia não utilizou o hedge accounting na contabilização de seus derivativos.

Fazendo uso das informações divulgadas nas informações trimestrais do quarto trimestre de 2007 e de todo o ano 2008, é possível identificar as principais características da

exposição ao risco e dos derivativos usados como hedge destas exposições ao risco. A figura abaixo mostra os montantes dos derivativos utilizados como hege bem como a exposição ao risco cambial associada aos ativos em moeda estrangeira.

Figura 11: Exposição ao risco e derivativos: Uol

Durante todo o período analisado o hedge cambial foi realizado visando mitigar os efeitos das variações do dólar nos títulos do Reino da Noruega que a companhia vinha mantendo em seu ativo desde o terceiro trimestre de 2007. O primeiro hedge realizado, que compreendeu os períodos de 2007 e 2008, teve início no terceiro trimestre de 2007 e fim em 23/12/2008, coincidindo com o vencimento da aplicação em títulos do Reino da Noruega. A eficácia desta operação pode ser facilmente calculada a partir dos dados fornecidos nas demonstrações financeiras da companhia. A companhia divulgou ter auferido um ganho na operação com derivativo no valor líquido de R\$ 1.697 mil em 31/12/2007, enquanto que foi reconhecida uma perda no valor de R\$ 1.843 decorrente do efeito da desvalorização do dólar nas aplicações financeiras. Calculando o coeficiente de eficácia do hedge para este período temos:

$$e = \frac{R\$1.697}{R\$1.843} = 0,92. \quad (5.50)$$

Este valor está compreendido entre 0,8 e 1,25 e portanto o hedge pode ser classificado como altamente eficaz.

Durante o exercício de 2008 a companhia registrou perdas nas operações com swap cambial no valor de R\$ 16.624 mil. Foram ainda registradas variações cambiais líquidas (negativas) no valor de R\$ 842 mil. Como as variações cambiais apresentadas pela companhia

representam o valor líquido do efeito da variação cambial em ativos e passivos não é possível comparar este valor com o resultado obtido no swap. Sendo assim, a fim de calcular o efeito da variação cambial nos títulos da Noruega vamos calcular o valor médio, em dólar, aplicado nestes títulos como a média aritmética dos valores apresentados nas demonstrações financeiras do primeiro, segundo e terceiro trimestres de 2008:

$$V_{medio} = \frac{\frac{403.254}{1,7491} + \frac{384.500}{1,5919} + \frac{437.770}{1,9143}}{3} = US\$233.589. \quad (5.51)$$

Com este valor em mãos podemos calcular o efeito da variação cambial entre 01/01/2008 e 23/12/2008 como:

$$R_{VC} = US\$233.589(2,3829 - 1,7722) = R\$142.653. \quad (5.52)$$

Note que o alto resultado com variação cambial foi obtido durante o terceiro e quarto trimestres de 2008. Com este valor em mãos podemos calcular a eficácia do hedge:

$$e = \frac{R\$16.624}{R\$142.653} = 0,12. \quad (5.53)$$

Agora o valor para a eficácia do hedge é bem menor do que aquele obtido para o exercício de 2007. A forte alta do dólar a partir de setembro de 2008 pode ser uma explicação para este valor. A fim de melhor entender este valor podemos fazer uma análise trimestral da eficácia do hedge.

Segundo informações divulgadas pela companhia em 31/03/2008 o impacto da variação do dólar nos títulos da Noruega foi negativo em R\$ 5.777 mil, sendo que o ganho líquido com a operação de hedge foi de R\$ 2.456 mil. Com estes valores chegamos no seguinte valor para a eficácia do hedge

$$e = \frac{R\$2.456}{R\$5.777} = 0,43. \quad (5.54)$$

Este valor ainda se encontra fora do intervalo de hedge eficaz. Para o segundo trimestre de 2008 temos efeito cambial negativo em aplicações financeiras de R\$ 36.774 mil e resultado positivo com swap de R\$ 30.161 mil

$$e = \frac{R\$30.161}{R\$36.774} = 0,82. \quad (5.55)$$

No terceiro trimestre de 2008 a companhia modificou a apresentação dos resultados com derivativos em suas demonstrações financeiras e passou a não evidenciar mais os efeitos cambiais nas aplicações financeiras. No entanto, podemos calcular a eficácia do hedge entre

o início do terceiro trimestre de 2008 e 23/12/2008 obtendo indiretamente o resultado com derivativo neste período, como $R = -R\$16.624.000 - R\$32.617.000 = -R\$49.241.000$. Calculando para este período o efeito da variação cambial, fazendo uso da mesma metodologia utilizada anteriormente no cálculo deste resultado para todo o exercício de 2008, chegamos em R\$ 180.889 mil. A eficácia do hedge é então dada por:

$$e = \frac{R\$49.241}{R\$180.889} = 0,27. \quad (5.56)$$

Vemos que para o ano de 2008, em que houve uma valorização de aproximadamente 34% do dólar, o hedge não pode ser considerado eficaz, através do do cálculo apresentado acima.

O segundo hedge teve início no primeiro trimestre de 2009, através da venda de contratos futuros na BM&F (DOLZ09, DOLF10 e DOLM10) que tiveram seus vencimentos rolados para contratos de maior maturidade. Durante o exercício de 2009 foram reconhecidos ganhos de R\$ 25.476 mil em operações de swap. Calculando o valor médio da aplicação financeira em moeda estrangeira durante o exercício de 2009 temos:

$$V_{medio} = \frac{\left(\frac{289.166}{2,3152} + \frac{258.091}{1,9516} + \frac{244.757}{1,7781} + \frac{347.926}{1,7412}\right)}{4} = US\$148.654. \quad (5.57)$$

Com este valor em mãos podemos calcular o efeito da variação cambial entre 31/12/2008 e 31/12/2009 como:

$$R_{VC} = US\$148.654(1,7412 - 2,3331) = -R\$87.988. \quad (5.58)$$

Comparando este valor com o ganho com derivativo no montante de R\$ 25.476 mil, obtemos o valor da eficácia do hedge como:

$$e = \frac{R\$25.476}{R\$87.988} = 0,29. \quad (5.59)$$

Novamente a eficácia se encontra fora do intervalo de hedges altamente eficazes.

A seguir os resultados para a eficácia considerando as outras metodologias utilizadas neste trabalho.

Uol	Compensação	Redução da Variância	Regressão
Absoluto	-0,05	-0,02	0,09
Proporcional	-	-	-

Tabela 12: Eficácia do hedge: UOL

5.9 Vale

Esta companhia, que é a representante do setor de Materiais Básicos de nossa amostra, realizou hedge da exposição ao risco de variações nas taxas de câmbio e de juros, advindos do financiamento e da exposição operacional da companhia, além de realizar hedge de commodities (ouro, alumínio, cobre, níquel e platina). A companhia realizou as operações de hedge durante todo o período analisado fazendo uso principalmente de swaps. Até o exercício de 2007 a companhia contabilizou os derivativos pelo regime de competência registrando os ganhos ou perdas auferidos ou incorridos no resultado em receitas/despesas financeiras e variação cambial. A partir do exercício de 2008 (inclusive) a companhia passou a contabilizar os derivativos pelo valor de mercado, sendo que as variações no valor de mercado foram reconhecidas em resultado ou em Ajuste de Avaliação Patrimonial a depender da efetividade das operações de hedge.

A análise da eficácia das operações de hedge apresentadas aqui se restringiu as operações de hedge cambial realizadas contra as variações dos empréstimos e financiamentos denominados em moeda estrangeira ou em real. Embora a maior parte dos empréstimos e financiamentos (tipicamente 90% do total consolidado de empréstimos e financiamentos) estavam, durante o período analisado, expressas em dólares americanos, a companhia também realizou eventualmente empréstimos e financiamentos denominados em ienes e euro. Tais valores foram igualmente protegidos por operações de derivativos, tipicamente swaps, com ponta ativa em iene/euro e passiva em dólar. A maior parte das operações de hedge cambial de empréstimos e financiamentos foram realizadas através de swaps que transformaram parte dos empréstimos e financiamentos denominados em reais para valores denominados em dólar americano. Esta estratégia foi adotada já que a companhia possui grande parte de suas receitas indexadas em dólares americanos e grande parte de seus custos indexados em reais ou dólares australianos.

Não foi possível determinar a eficácia do hedge para o exercício de 2005, já que neste exercício as operações de hedge visaram proteger a parcela da dívida em iene, cujo montante não foi divulgado pela companhia. A dívida em iene foi contabilizada sob a rubrica “Outras moedas”, junto da parcela em euro. Além disso, a companhia não divulgou o valor nominal do swap utilizado para proteger a dívida em iene impossibilitando inferir o montante da dívida protegido pelo swap.

Figura 12: Exposição ao risco e derivativos: Vale

A partir do exercício de 2006 a companhia passou a utilizar swaps cambiais para realizar hedge da parcela da dívida denominada em reais. Também foram realizados swaps para proteger a parcela da dívida denominada em euros, embora o montante deste hedge seja bastante reduzido quando comparado com o hedge da dívida em real.

A fim de calcular o efeito da variação das taxas de câmbio do real em relação ao dólar e ao euro no endividamento da companhia durante os exercícios de 2006 e 2007, foram considerados os efeitos das variações cambiais, sobre os montantes contabilizados como “Operações no país” de empréstimos e financiamentos.

Para os exercícios de 2008 e 2009 a divulgação dos valores nominais dos swaps cambiais permitiu uma identificação mais precisa dos montantes de empréstimos e financiamentos que estavam efetivamente sendo protegidos pelas operações de hedge. Desta maneira, o efeito da variação cambial foi obtido multiplicando-se a variação da taxa de câmbio no período analisado pelo valor nominal dos swaps cambiais, que representam os montantes dos empréstimos e financiamentos efetivamente protegidos pelos swaps.

O exercício de 2006 foi aquele, dentre os exercícios analisados, que apresentou menor variação percentual da cotação do dólar frente ao real. Sendo assim, tanto o resultado da variação cambial nos empréstimos e financiamentos quanto o resultado com os derivativos cambiais foram pequenos. A leve queda do dólar neste período teve leve efeito negativo de R\$ 725 milhões, enquanto que o resultado apurado com os derivativos cambiais foi também negativo em R\$ 33 milhões. Neste caso em que a companhia obteve prejuízos tanto na

exposição ao risco quanto nos derivativos, a eficácia apresenta um sinal negativo, conforme calculada pela fórmula que vêm sendo utilizada neste trabalho

$$e = -\frac{R\$33}{R\$725} = -0,05. \quad (5.60)$$

O valor baixo da eficácia do hedge se deve ao baixo resultado obtido com os derivativos cambiais.

Durante o exercício de 2007 o dólar também apresentou uma queda. Esta queda teve uma amplitude maior do que a queda vista em 2006, e provocou um prejuízo de R\$ 1.940 milhões no endividamento em reais da companhia. Este prejuízo foi compensado por um lucro de R\$ 1.117 milhões nos derivativos cambiais. Com estes valores chegamos em uma eficácia de

$$e = \frac{R\$1.117}{R\$1.940} = 0,58. \quad (5.61)$$

O valor acima para eficácia ainda se encontra fora do intervalo de hedges altamente eficazes.

No exercício de 2008 a alta do dólar resultou em um lucro de R\$ 2.293 milhões na exposição ao risco cambial composta por financiamentos em reais. Este lucro foi compensado em parte pelo resultado negativo de R\$ 1.021 milhões com os derivativos cambiais. Estes valores levam a uma eficácia de

$$e = \frac{R\$1.021}{R\$2.233} = 0,46, \quad (5.62)$$

que se encontra fora do intervalo de hedge altamente eficaz. A fração de empréstimos e financiamentos protegidos por operações de hedge é aproximadamente 0,82. Com isto podemos calcular a eficácia como

$$e = \frac{R\$1.021}{0,82R\$2.233} = 0,56, \quad (5.63)$$

que se encontra mais próximo do valor de hedge altamente eficaz.

Durante o exercício de 2009 a queda do dólar provocou um prejuízo de R\$ 3.737 milhões na exposição aos financiamentos denominados em reais, enquanto que o lucro com derivativos cambiais atingiu R\$ 1.856 milhões. A eficácia do hedge para este período ficou em

$$e = \frac{R\$1.856}{R\$3.555} = 0,52. \quad (5.64)$$

A fração de empréstimos e financiamentos protegidos por operações de hedge é de aproximadamente 0,82. Assim, a eficácia considerando apenas o resultado proporcional na exposição

ao risco é

$$e = \frac{R\$1.856}{R\$3.555} = 0,64, \quad (5.65)$$

que ainda se encontra fora do intervalo de hedges eficazes.

Abaixo é mostrado os diferentes valores para a eficácia obtidos através das diferentes metodologias utilizadas neste trabalho.

Vale	Compensação	Redução da Variância	Regressão
Absoluto	0,48	0,74	0,96
Proporcional	-	-	-

Tabela 13: Eficácia do hedge: Vale

6 *Conclusões e perspectivas*

A análise realizada visou calcular a eficácia das operações de hedge cambial de uma amostra de companhias não-financeiras com ações negociadas na BM&FBOVESPA. A amostra foi selecionada tomando as companhias com maior valor de mercado, sendo que foi escolhida uma companhia para cada um dos nove diferentes setores existentes, conforme a classificação setorial da BM&FBOVESPA. Conforme foi argumentado, foram escolhidas companhias de todos os setores da divisão setorial da BM&FBOVESPA a fim de obter uma amostra de companhias com negócios diversificados; a escolha das companhias com maior valor de mercado foi realizada porque é de se esperar que estas sejam as companhias com maior benefício do uso de derivativos, devido a argumentos de economia de escala (BODNAR, HAYAT e MARSTON, 1998; SCHIOZER e SAITO 2005a; MIAN, 1996).

O cálculo da eficácia do hedge foi realizado fazendo uso de três modelos diferentes. No primeiro modelo, a eficácia das operações de hedge é calculada tomando a razão entre os valores correspondentes às operações com derivativos e às variações nas exposições ao risco. O valor obtido foi então comparado com a escala para operações altamente eficazes proposta pelo FASB. Tal escala associa operações de hedge altamente eficazes como aquelas em que o índice de eficácia se encontrar em um intervalo compreendido entre 0,8 e 1,25.

O segundo modelo utilizado na análise da eficácia das operações de hedge consideradas, visa estimar o efeito das operações com derivativos na diminuição da variância dos fluxos de caixa das exposições ao risco que foram alvo do hedge. Neste caso, a eficácia das operações de hedge estão sempre limitadas superiormente a 1. Isto porque o termo que aparece multiplicado por -1 é sempre positivo implicando que o valor máximo da eficácia do hedge é 1 no caso em que o numerador é igual a zero. Sendo assim, usamos a fronteira inferior da escala do FASB, 0,8, para associar as operações de hedge altamente eficazes.

O terceiro modelo utilizado na análise das operações de hedge foi o modelo da regressão. Neste modelo a eficácia do hedge é obtida através do cálculo do R quadrado da regressão onde os resultados com derivativos são tomados como a variável independente e

o resultado na exposição ao risco como a variável dependente. Neste caso, a eficácia do hedge está limitada entre 0 e 1 e novamente utilizamos a fronteira inferior do FASB para determinação das operações altamente eficazes.

Cabe notar que em muitos casos é esperado que os valores de eficácia calculados pelos diferentes modelos converjam para valores próximos um dos outros, o que levaria a conclusões idênticas quanto a eficácia do hedge que foi qualificada tomando como base a prescrição de valores sugerida pelo FASB. Nos casos especiais em que um dos modelos utilizados apresenta divergência (denominador da fórmula da eficácia é nulo), indeterminação (numerador e denominador da fórmula da eficácia são nulos) ou valores negativos (numerador e denominador apresentam o mesmo sinal) uma análise separada pode ser realizada a fim de se determinar a eficácia do hedge.

Alguns autores sugerem que determinados modelos são mais adequados para análise prospectiva do hedge enquanto outros modelos são mais adequados para análise retrospectiva do hedge. Kawaller (2002) sugere que o método da compensação seja utilizado em testes retrospectivos enquanto que o método da regressão seja utilizado para testes prospectivos. Uma limitação do método da compensação é associar operações com baixa eficácia com uma frequência muito maior do que os outros métodos. Uma crítica ao método da compensação é que esta metodologia não leva em conta a escala entre os montantes que estão sendo alvo do hedge e os resultados obtidos na operação. Para operações em que existe uma variação pequena na variável de risco é esperado que F_i e S_i sejam pequenos. No entanto, se tanto F_i quanto S_i forem pequenos e desprezíveis, mas o quociente entre ambos estiver fora do intervalo entre 0,8 e 1,25 a operação não será considerada eficaz.

No caso do método da regressão, os resultados obtidos se encontram frequentemente mais próximos dentro do intervalo de operações altamente eficazes, conforme observado neste trabalho e por outros autores (Finnerty e Grant, 2003; Kawaller, 2002). No entanto, para se obter resultados com significância estatística é necessário uma amostra com uma quantidade razoável de valores, o que nem sempre é possível, principalmente no caso de derivativos de balcão em que dados de mercado são mais difíceis de obter.

Além das questões apresentadas acima, foi assumido que o benchmark proposto pelo FASB, em que hedges são considerados altamente eficazes quando $0,8 < e < 1,25$, é válido para a determinação da eficácia dos hedges, conforme apurada pelo método da compensação. É razoável assumir tais valores como benchmark para a determinação da eficácia dos hedges já que o intervalo se encontra centrado próximo de 1 e permite variações de 25% a mais

ou 20% a menos do resultado com derivativo quando comparado com o resultado com a exposição ao risco. No entanto, a arbitrariedade na escolha deste intervalo também é alvo de críticas.

A figura abaixo ilustra os índices de eficácia calculados através do método da compensação e a comparação dos mesmos com o intervalo do FASB para hedges altamente eficazes.

Figura 13: Eficácia das operações de hedge

Na figura acima é interessante notar a diminuição do intervalo entre os valores máximos e mínimos da eficácia. Em 2009, após a crise, este intervalo apresenta o valor mínimo. Embora a amostra de cinco anos utilizada neste trabalho não permita fazer inferência a respeito do comportamento dinâmico da eficácia das operações de hedge, seria interessante notar se existe a persistência desta concentração maior das operações de hedge nos exercícios seguintes a 2008.

Foi ainda calculada a eficácia do hedge, para todo o período analisado, usando outros dois métodos de avaliação da eficácia de hedges: método da redução da variância e método da regressão. As figuras abaixo mostram os valores obtidos com estes outros métodos, onde a linha horizontal representa a fronteira acima da qual os hedges são considerados altamente eficazes. A eficácia foi calculada usando o valor total da exposição ao risco (absoluto) e o

valor que é proporcional ao nocional dos derivativos (proporcional).

Figura 14: Eficácia das operações de hedge - Método da Redução da Variância

Figura 15: Eficácia das operações de hedge - Método da Regressão

Os resultados obtidos através do método da regressão encontram-se mais próximos da fronteira de 0,8, possuem uma menor dispersão (já que estão limitados entre 0 e 1) e apresentam valores mais próximos para os cálculos realizados com valores absolutos ou

proporcionais. Cabe notar que os valores obtidos para o R quadrado encontram-se acima do valor 0,771, que representa o limite para a validade estatística de tais valores, considerando 5% de significância, para Ambev, CCR (proporcional), Lojas Americanas, Petrobras, Telesp e Vale. O R quadrado das regressões da Embraer (0,23 para valor absoluto e 0,39 para valor proporcional) e da UOL (0,09 para valor absoluto) não significantes considerando $\alpha = 5\%$. O valor 0,39 para a Embraer pode se tornar mais significativo no caso em que a amostra seja expandida, considerando valores com espaçamento menor entre eles ou considerando intervalos de tempo maiores. No caso da UOL, o baixo valor do R quadrado deve confirmar a ineficácia do hedge, conforme calculado pelo método da regressão, mesmo considerando amostras maiores.

Abaixo apresentamos a eficácia, calculada pelo método da compensação, mas agora considerando todo o período analisado e não exercício a exercício. Tais valores são apresentados para servirem de comparação com os gráficos apresentados acima.

Figura 16: Eficácia das operações de hedge - Método da Compensação

Outra questão fundamental levantada por este trabalho se refere à qualidade da informação contábil. Primeiramente é interessante notar que o intervalo de tempo relevante neste estudo engloba uma mudança nas práticas contábeis brasileiras, introduzida pela aprovação da lei 11.638 em 2007. Esta mudança surtiu efeito já no exercício de 2008, e no que se refere à contabilização de derivativos melhorou bastante o disclosure das principais características financeiras (como valores nominais e justos) das operações de hedge com

derivativos. Além disso a instrução n. 475/08 da CVM exige a apresentação de análise de sensibilidade dos derivativos considerando cenários simétricos de variações de 25% e 50% na variável de risco relevante, e também foi acatada a partir do exercício de 2008.

Desta maneira, na maioria dos casos, a diversidade das informações presentes nas demonstrações financeiras dos exercícios de 2008 e 2009 foi bastante superior do que nos exercícios anteriores. No entanto, ainda consideramos que a informação contábil acerca das operações de hedge precisa melhorar a fim de possibilitar uma análise mais eficiente, pelo usuário das demonstrações financeiras, da eficácia e do resultado das operações de hedge.

A metodologia de hedge accounting, por exemplo, foi aplicada apenas na minoria das demonstrações financeiras analisadas, e mesmo aquelas companhias que fizeram uso desta metodologia poderiam ter enriquecido as informações divulgadas apresentando valores que possibilitassem o cálculo da eficácia das operações. Isto porque é um dos pré-requisitos para uma operação se qualificar a contabilização pela metodologia do hedge accounting, ser avaliada como altamente eficaz. Destacamos que existem estudos (GUAY, 1999) que mostram a superioridade da metodologia do hedge accounting na contabilização de operações de hedge o que justificaria a adoção de tal metodologia por uma quantidade maior de companhias.

Cabe notar que no exercício de 2009 as companhias ainda não eram obrigadas a adotar as normas internacionais na divulgação de seus balanços arquivados na CVM. Isto explica a existência de um grande número de companhias que não fizeram adoção da metodologia do hedge accounting.

Atualmente encontra-se em *exposure draft* uma proposta do IASB de atualização da contabilização através da metodologia do hedge accounting. Dentre as alterações propostas encontra-se a remoção do limite $0,8 \leq 1,25$ para determinação de operações altamente eficazes. Desta maneira, a determinação de operações altamente eficazes, para fins de contabilização, seria modificada, o que poderia dar mais liberdade para a teoria de finanças desenvolver metodologias de avaliação da eficácia de operações de hedge.

Referências

- [1] AMIN, K.; JARROW, R. Pricing options on risky assets in a stochastic interest rate economy. **Mathematical Finance**, vol. 2, n. 4, p; 217-237, Oct. 1992.
- [2] BLACK, F.; SCHOLES, M. The pricing of options and corporate liabilities. **Journal of Political Economy**, v. 81,n. 3,p. 637-654, 1973.
- [3] BLACK, F. Fact and fantasy in the use of options. **Financial Analysts Journal**, v. 31, n. 4, p. 36-41+61-72, Jul. - Aug., 1975.
- [4] BLACK, F. Pricing of commodity contracts. **Journal of Financial Economics**, v. 3, n. 1-2, p. 167-179, 1976.
- [5] BODNAR, G.; HAYT, G.; MARSTON, R. Wharton survey f derivatives usage by US non-financial firms. **Financial Management**, vol. 27, n. 2, p. 104-114, Win. 1998.
- [6] BODNAR, G.; HAYT, G.; MARSTON, R. Wharton survey f derivatives usage by US non-financial firms. **Financial Management**, vol. 25, n. 4, p. 113-133, Win. 1996.
- [7] BOUCHAUD, J. F.; SORNETTE, D. The Black-Scholes option pricing problem in mathematical finance: generalization and extensions for a large class of stochastic processes. **Journal de Physique I**, v. 5, n. 2, p. 863-881, Jun. 1994.
- [8] CARNEY, J. Our favorite derivatives market idea ever: movie derivatives. 2009. Disponível em: <<http://www.businessinsider.com/john-carney-our-favorite-derivatives-market-idea-ever-media-derivatives-2009-10>> Acesso em 15/02/2011.
- [9] CASTELINO, M. G. Hedge effectiveness: basis risk and minimum variance hedge. **The Journal of Future Markets**, vol. 12, n. 2, p. 187-201, 1992.
- [10] CHANCE, D. M. **Essays in Derivaties**. 2 ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008.
- [11] CHARNES, J. M.; KOCH, P.; BERKMAN, H. Measuring hedge effectiveness for FAS 133 compliance. **Journal of Applied Corporate Finance**, v. 15, n. 4, p. 8 - 16, 2003.
- [12] CHOW, Y. F; McALEER, M; SEQUEIRA, J. M. Pricing of forward and future contracts. **Journal of Economics Surveys**, v. 14, n. 2, p. 215-253, Apr. 2000.
- [13] CONT, R. Credit default swaps and financial stability. Banque de France - Financial Stability Review, n. 14, pp. 35-43, Jul. 2010.
- [14] COX, J. C., ROSS, S. A., RUBINSTEIN, M. Option pricing: a simplified approach. **Journal of Financial Economics**, vol. 7, p. 229-264, Oct. 1979.

- [15] DAMODARAN, A. **Finanças corporativas: teoria e prática**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- [16] DE OLIVEIRA NETO, O. J.; FIGUEIREDO, R. S.; MACHADO, A. G. Efetividade de hedge e razão ótima de hedge para cultura de milho no estado de Goiás. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 5, n. 2, p. 115 - 138, Mai-Ago. 2009.
- [17] DIMAGGIO, P. J.; POWELL, W. The iron cage revisited: institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. **American Sociological Review**, vol. 48, n. 2, p. 147-160, Apr. 1983.
- [18] EDERINTON, L. The hedging performance of new futures markets. **The Journal of Finance**, v. 34, n. 1, p. 157 - 170, Mar. 1979.
- [19] FAMA, E. F. Risk, return, and equilibrium: some clarifying comments. **Journal of Finance**, vol. 23, n. 1, p. 29-40, Mar. 1968.
- [20] FIGLEWSKI, S. Hedging performance and basis risk in stock index futures. **The Journal of Finance**, vol. 39, n. 3, p. 657 - 669, Dez. 1983.
- [21] FINNERTY, J. D.; GRANT, D. Testing hedge effectiveness under SFAS 133. **Accounting Horizons**, vol. 16, n. 2, p. 95 - 108, 2002.
- [22] FRANCKLE, C. T. The hedging performance of new futures markets: a comment. **The Journal of Finance**, v. 35, n. 5, p. 1273 - 1279, Dez. 1980.
- [23] GAY, G. D.; NAM, J. The underinvestment problem and corporate derivatives use. **Financial Management**, vol. 27, n. 4, p. 53-69, 1998.
- [24] GRAHAM, J. R.; ROGERS, D. A. Do firms hedge in response to tax incentives? **The Journal of Finance**, vol. 57, n. 2, p. 815-839, Apr. 2002.
- [25] GUAY, W. The impact of derivatives on firm risk: an empirical examination of new derivatives users. **Journal of Accounting & Economics**, vol. 26, n.1-3, p. 319-351, Jan. 1999.
- [26] HOWARD, C. T.; D'ANTONIO, L. J. A risk-return measure of hedging effectiveness. **Journal of Financial and Quantitative Analysis**, v. 19, n. 1, Mar. 1984.
- [27] HULL, J.; WHITE, A. The pricing of options on assets with stochastic volatilities. **Journal of Finance**, v. 42, n. 2, p. 281-300, Jun. 1987.
- [28] HULL, J. **Options, futures, and other derivatives**. 6 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2006.
- [29] INSTEFJOR, N. Risk and hedging: Do credit derivatives increase bank risk?. **Journal of Banking & Finance**, v. 29, n. 2, p. 333-345, Feb. 2005.

- [30] JORION, P. **Value at Risk: a nova fonte de referência para a gestão do risco financeiros**. 2. ed. São Paulo: BM&FBOVESPA, 2003.
- [31] KINDLEBERGER, C. P.; ALIBER, R. Z. **Manias, panics and crashes**. 5. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2005.
- [32] KOLB, R. W. **Financial derivatives**. 1 ed. New York: New York Institute of Finance, 1993.
- [33] LAWS, J.; THOMPSON, J. Hedge effectiveness of stock index futures. **European Journal of Operational Research**, v. 163, p. 177-191, 2005
- [34] MANTEGNA, R. N.; STANLEY, E. H. **An introduction to econophysics: correlations and complexity in finance**. 1 ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.
- [35] MARKOWITZ, H. Portfolio selection. **The Journal of Finance**, vol. 7, n.1, p. 77-91, 1952.
- [36] MIAN, L. S. Evidence on corporate hedging policy. **The Journal of Financial and Quantitative Analysis**, vol. 31, n. 3, p. 419-439, Sep. 1996.
- [37] MODIGLIANI, F.; MILLER, M. H. The cost of capital, corporation finance and the thoery of investment. **American Economic Review**, vol. 48, n. 3, p. 261-297, 1958.
- [38] MORGAN, G. Market formation and governance in internationak financial markets: the case of OTC derivatives. **Human Relations**, v. 61, n. 5, p. 637-660, 2008.
- [39] PRATO, O. Credit derivatives: a new source of financial instability? **Financial Stability Review**, p. 69 - 83, Nov. 2002.
- [40] ROSENBLUETH, A.; WIENER, N.; BIGELOW, J. Behavior, purpose and teleology. *Philosophy of Science*, v. 10, n. 1, pp. 18-24, Jan. 1943.
- [41] ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JAFFE, J. F. **Corporate Finance**. 8 ed. McGraw-Hill, 2008.
- [42] SANTOS, S. Risco legal no mercado de derivativos: a regulamentação à luz da norma contábil. São Paulo: **Resenha BMF n. 165**, 2005.
- [43] SCHIOZER, R.; SAITO, R. Why do latin american firms manage currency risks? 2005a. Disponível em: <http://ssrn.com/abstract=884210>; Acesso em 09 agosto 2010.
- [44] SCHIOZER, R.; SAITO, R. Derivatives usage and management by non financial firms: a comparison between Brazilian and International evidence 2005b. Disponível em: <http://ssrn.com/abstract=884210> Acesso em 09 agosto 2010.
- [45] SHILLER, R. J. From efficient market theories to behavioral finance. *Journal of Economic Perspectives*, v. 17, n. 1, pp. 83-104, Winter 2003.

- [46] SMITH, C. W.; STULZ, R. M. The determinants of firms' hedging policies. **The Journal of Financial and Quantitative Analysis**, vol. 20, n. 4, p. 391-405, Dec. 1985.
- [47] TRAPP, A. C. G.; CORRÊA, L. J. Avaliação e gerenciamento do risco operacional no Brasil: análise de caso de uma instituição financeira de grande porte. **Revista de Contabilidade e Finanças**, n. 37, p. 24-36, Jan./Abr. 2005.
- [48] UHLENBECK, G. E.; ORNSTEIN, L. S. On the theory of Brownian motion. **Physical Review**, v. 36, n.5, p. 823-841, Sep. 1930.