

## Área: Finanças

### Avaliação de Alternativas de *Hedge* de Fluxo de Caixa Utilizando O Modelo de *Cash Flow At Risk*

#### AUTORES

**JORGE RIBEIRO DE TOLEDO FILHO**  
Universidade Regional de Blumenau-FURB  
jtoledo@usp.br

**WANDERLEI LIMA DE PAULO**  
Universidade de São Paulo  
wldepaulo@usp.br

**ELY DO CARMO OLIVEIRA GOMES**  
Universidade regional de Blumenau - FURB  
myohorengue847@yahoo.com.br

**MIGUEL HENRIQUE CASAGRANDE**  
FURB  
mhcasagrande@al.furb.br

#### Resumo

As operações de *hedge* tem crescido nos últimos anos nos países desenvolvidos e nos emergentes, como o Brasil, principalmente devido à recente crise mundial das hipotecas que provocou prejuízos em vários países, inclusive no Brasil, pela falta de previsão ou consideração dos riscos inerentes aos negócios. A proteção para os riscos da organização geralmente é feita com contratos futuros ou outros derivativos nas Bolsas de Futuros ou nos mercados de balcão. Este artigo procura demonstrar uma aplicação do modelo de *Cash Flow Risc (CFaR)* na avaliação das várias alternativas de *hedge* visando minimizar a incerteza no fluxo de caixa da empresa, relacionada a variáveis financeiras como taxa de juros, moedas e mercadorias. A presente pesquisa é do tipo exploratória com abordagem quantitativa, utilizando-se um exemplo numérico de um fluxo de caixa hipotético, sujeito ao risco da variação do dólar em um empréstimo. Como resultado do presente estudo, são apresentadas as vantagens do modelo estudado na decisão da empresa de fazer ou não o *hedge* e, se for o caso, qual instrumento utilizar.

Palavras-chave: *Hedge*; *Cash Flow at Risk*; Derivativos

#### ABSTRACT

The hedge operations have grown in recent years, mainly due to world-wide crisis of the mortgages that provoked damages in some countries, also in Brazil, due to the lack of forecast or consideration of the inherent risks to the businesses. The protection for the businesses of the organization generally is made with future contracts or other derivatives in the futures stock markets or the over-the-counter markets. This article aims to demonstrate an application of the model of Cash Flow at Risc (CFaR) in the evaluation of some alternatives of hedge, having in view to minimize the uncertainty in the cash-flow of the company, related to financial variations as interest rate, currencies and commodities. This research appears as exploratory type with quantitative approach, using a numerical example of a hypothetical

cash-flow underlying to dollar risk variation in a loan. As results , the research shows the advantages of the studied model in the company decision to make or not the hedge and, if make, which instrument has to use in the operation.

Key words: Hedge; Cash Flow at Risc; Derivatives.

## 1 Introdução

As instituições de um modo geral estão expostas a vários tipos de riscos inerentes a seus processos operacionais e financeiros. Jorion (2003) classifica os riscos em risco de negócio, risco de estratégia e risco financeiro. O risco financeiro pode ser dividido em risco de mercado, risco de crédito, risco de liquidez e risco operacional. Este artigo trata do risco de mercado no contexto de instituições não-financeiras. Neste caso, a gestão do risco tem como foco a variabilidade do valor futuro do fluxo de caixa, decorrente de movimentos adversos nas variáveis financeiras. Atualmente, a ferramenta mais difundida para a mensuração do risco de mercado em instituições financeiras é o *Value at Risk* (VaR). Para um dado horizonte de tempo e um certo grau de confiança, o *VaR* mede a perda potencial do valor de uma carteira de investimentos, o que caracteriza uma medida de valor em risco (JORION, 2006; RISKMETRICS GROUP, 1996). O *VaR* é uma medida de risco sob condições normais de mercado (risco de rotina), podendo ser complementado com modelos de teste de stress. O teste de stress tem por objetivo avaliar o comportamento de uma carteira de investimentos sob condições caóticas de mercado (ARAGONÉS, 2001; LEE e WEE, 1999; LONGIN, 2000; VIEIRA NETO e URBAN, 2000).

Por outro lado, a prática de gestão de risco de mercado em empresas não-financeiras se preocupa com a incerteza associada aos valores futuros do fluxo de caixa (BIGNOTTO, 2004). Neste caso, o valor do fluxo de caixa em risco pode ser mensurado pela aplicação do modelo de *Cash Flow at Risk* (CFaR). Equivalente ao *VaR*, o *CFaR* representa o valor mínimo de um fluxo de caixa no final de um período a um nível de confiança definido, podendo ser medido em relação a uma meta prevista pela instituição. Uma discussão mais aprofundada sobre as diferenças conceituais e metodológicas dos modelos de *VaR* e *CFaR* pode ser vista em La Rocque (2004). Para exemplos de utilização do *CFaR* para avaliar o risco de fluxo de caixa em empresas não-financeiras, conforme Lima (2004), Lecocq (2003), Miranda (2002) e Varanda Neto (2005).

A presente pesquisa pretende demonstrar a utilização do modelo *CFaR* e suas vantagens na decisão da empresa de fazer ou não o hedge e quais instrumentos derivativos deve utilizar se resolver fazê-lo. A pesquisa é do tipo exploratória, com abordagem quantitativa. O artigo está organizado da seguinte forma: após esta seção a seção 2 apresenta o referencial teórico, a seção 3 a metodologia e a seção 4 um exemplo numérico. Algumas considerações finais são apresentadas na Seção 5.

## 2 Referencial Teórico

Este capítulo procura conceituar o hedge e os derivativos que serão estudados na pesquisa.

### 2.1 Hedge com derivativos

Segundo o Futures Industry Institute (1998), p.114) *Hedge* consiste em assumir uma posição no mercado futuro do mesmo tamanho da posição à vista, mas nos sentido oposto. O mesmo instituto apresenta mostra os passos básicos do *hedge*:

- a- identificação do risco, que significa entender como os lucros mudam sempre que os preços de mercado oscilam, considerando o mercado ao qual a empresa esteja exposta: taxas de câmbio, preços de mercadorias, taxas de juros, etc.

b- decisão do que fazer com o risco, ou seja, *hedgear* todo o risco ou apenas parte dele. É preciso reconhecer que o hedge embute um custo, que deve ser computado em qualquer decisão.

c- decisão de como *hedgear*, ou seja, que instrumentos usar para realizar o hedge. Cada instrumento oferece um tipo de proteção a um custo esperado distinto que deve ser considerado na decisão.

Geralmente o *hedge* é realizado com derivativos que são ativos derivados de outros ativos (TOLEDO FILHO, 2006). O mercado de derivativos é uma ferramenta indispensável na mitigação de risco de mercado por meio da transferência do risco entre seus agentes (HULL, 2003; LOZARDO, 1980; MARQUES et al., 2008). Um recente estudo realizado por Saito e Schiozer (2005) mostra uma tendência de crescimento no uso de derivativos em empresas brasileiras não-financeiras. Contribuições e determinantes do uso deste tipo de instrumento financeiro no ambiente corporativo podem ser vistos em Kimura e Pereira (2003), Mendonça (2004), Mendonça (2005), Mendonça (2006) e Wu (2007).

## 2.2 Derivativos mais comuns

A seguir serão abordados os derivativos mais utilizados pelos hedgers para minimizar riscos a que estão expostos:

- Opções de compra e venda: segundo Silva Neto (2006, p.87) “ Opção é um instrumento que dá a seu titular ou comprador um direito futuro sobre algo, mas não uma obrigação; e a seu vendedor uma obrigação futura caso seja solicitado pelo comprador da opção.” As opções podem ser de compra (*call*) ou venda (*put*) que dão ao titular, respectivamente, o direito de comprar ou vender um ativo por um preço contratado por um prazo determinado. Silva Neto (1996, p.215), apresenta vários tipos de opções, incluindo as exóticas como *Caps*, *Floors* e *Collars*, sendo esta última uma combinação das duas primeiras.

- Contratos Futuros: os contratos futuros são aqueles padronizados pelas Bolsas de Futuros. Segundo o *Futures Industry Institute*(1998) os termos desses contratos são uniformes e estão amparados pelas regras das bolsas, que determinam, em detalhes, todos os procedimentos e métodos operacionais e de negociação autorizados. Os contratos futuros negociados na BM&F podem ser de mercadorias como soja, milho, arroz, etc. ou ativos financeiros como taxa de juros, índice Bovespa, dólar, euro, etc.

- Contratos a Termo (*forward*): são contratos negociados diretamente entre as partes interessadas, em que existe o compromisso de entregar ou receber uma mercadoria prazo e preço determinados. Nesses contratos deve-se considerar o risco de inadimplência por uma das partes (BRIGHAM, GAPENSKI & EHRHARDT, 2001). Alguns contratos como *NDF- Non Deliverable Forward*, registrados na CETIP, contém cláusula de entrega física, sendo que a liquidação é feita pela diferença entre a taxa de câmbio a termo contratada e a taxa vigente no dia do vencimento.

- *Swaps*: segundo Silva Neto (2006, p. 70), “pode-se definir swap como um contrato de derivativo por meio do qual as partes trocam o fluxo financeiro de uma operação sem trocar o principal”. O mesmo autor afirma que esses contratos surgiram na Europa na década de 1970, quando as empresas e bancos necessitavam trocar seus

fluxos financeiros remunerados a uma taxa pré-fixada por uma taxa pós-fixada. Daí o nome *swap*, que no inglês britânico possui o sentido de troca.

### 2.3 Modelo de *Cash Flow at Risk*

Esta seção apresenta o modelo de *CFaR* utilizado neste artigo como ferramenta para avaliar alternativas de *hedge* de fluxo de caixa.

O *CFaR* pode ser determinado em valor absoluto, representando neste caso o valor mínimo de um fluxo de caixa no final de um horizonte de tempo  $T$ , a um nível de significância  $\alpha$ . Genericamente, o *CFaR* pode ser definido da forma

$$P(CF_T \leq CFaR_t) = \alpha,$$

em que  $CF_T$  é o valor do fluxo de caixa no final do período  $T$  e  $\alpha$  é o nível de significância estabelecido. Deste modo, o *CFaR* é o valor mínimo esperado com um nível de confiança de  $(1 - \alpha)$ . Outra forma usual, é considerar o *CFaR* como a diferença entre o valor mínimo e o valor esperado do fluxo, de modo que

$$CFaR_t^* = CFaR_t - E(CF_T)$$

em que  $E(CF_T)$  é o valor esperado do fluxo no final do período  $T$ , podendo ser substituído por uma meta ou expectativa de resultado definidos pela empresa. A Figura 1 ilustra as duas abordagens de cálculo do *CFaR* apresentadas anteriormente.

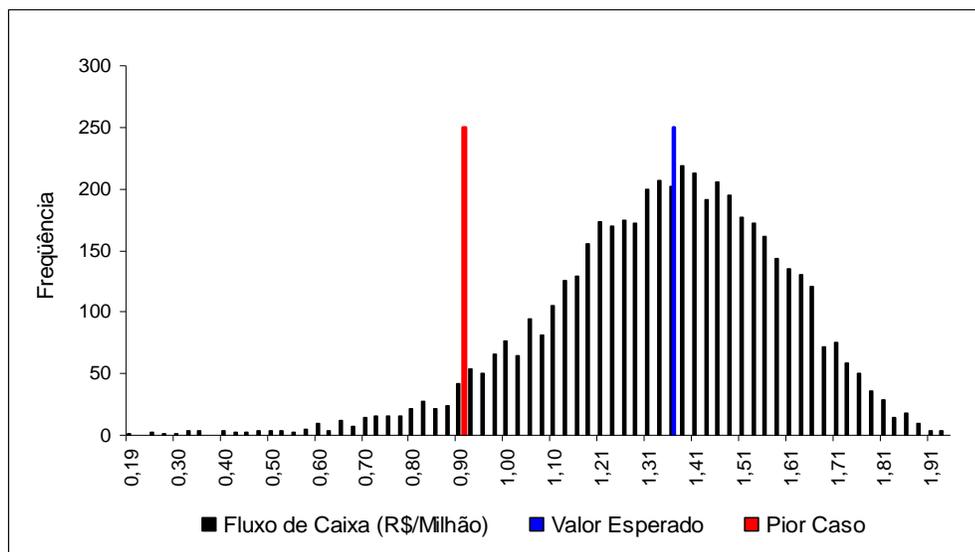


Figura 1 – Risco absoluto (*CFaR*) e risco relativo (*CFaR\**)

Fonte: Elaborado pelos autores

Como se observa na Figura 1, com 95% de nível de confiança espera-se um valor mínimo de fluxo de caixa de  $CFaR = R\$895.010,62$ . Considerando uma meta de

$E(CF) = R\$1.356.650,47$  tem-se um risco relativo de  $CFaR^* = -R\$461.639,84$ . De outro modo, pode-se considerar que existe 95% de probabilidade do valor do fluxo no final do período ficar abaixo da meta em  $R\$461.639,84$ .

Os métodos usuais de cálculo de risco de fluxo de caixa são fundamentados na simulação de trajetórias dos fatores de risco mapeados (preços, taxas de juros, moedas etc). Neste artigo o  $CFaR$  é calculado por procedimentos semelhantes àqueles apresentados em *RiskMetrics Group* (1999a) e *RiskMetrics Group* (1999b), conforme descritos na Tabela 1. As especificidades técnicas de mapeamento de exposições em risco e simulação de cenários econômicos serão omitidas por não fazerem parte do escopo deste artigo.

Tabela 1 – Procedimento de cálculo de *Cash Flow at Risk*

<p><b>1 - Especificação do Problema</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definição da medida <math>CFaR</math>;</li> <li>• Definição do horizonte de tempo;</li> <li>• Definição do nível de confiança.</li> </ul>
<p><b>2 - Mapeamento de Exposição</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar fatores de risco;</li> <li>• Definir função que relacionar os valores do fluxo aos fatores de risco.</li> </ul>
<p><b>3 - Geração de Cenários</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir modelo para geração de cenários futuros;</li> <li>• Gerar cenários econômicos.</li> </ul>
<p><b>4 – Cálculo do <math>CFaR</math></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerar valores futuros do fluxo de caixa;</li> <li>• Obter a medida <math>CFaR</math> a partir do fluxo simulado.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pelos autores

De modo geral, uma variável aleatória  $X$  pode ser simulada a partir de sua função de distribuição acumulada  $F(x)$ , usando a seguinte relação  $F(x) = v$ , em que  $v$  é um número aleatório entre 0 e 1,  $v \in [0,1]$ . Neste caso,  $x$  é dado por  $x = F^{-1}(v)$ . Como exemplo, considere que a função densidade de probabilidade de uma variável aleatória  $X$  seja descrita por uma exponencial  $f(x) = (1/\beta) \exp(-x/\beta)$  com  $x > 0$ , em que a função distribuição acumulada é da forma  $F(x) = 1 - \exp(-x/\beta)$ , de modo que  $x = -\beta \log(1-v)$ . Logo, gerando números aleatórios  $v$  é possível simular valores para  $x$ . Em geral, não é possível definir uma expressão analítica para a inversa da função distribuição acumulada, sendo a mesma obtida a partir de métodos numéricos (GLASSERMAN, 2003).

A partir da simulação das variáveis intrínsecas ao fluxo de caixa (taxa de juros, taxa de câmbio, preço de commodities etc), é possível gerar uma distribuição de valores do fluxo de caixa para um determinado período, usando um modelo matemático que relaciona tais variáveis aos fluxos de pagamentos/recebimentos. Por este processo, o  $CFaR$  é definido como sendo o percentil da distribuição simulada, considerando um nível de confiança  $\alpha$

estabelecido. Sendo  $CF_T = \{CF_1; CF_2; \dots; CF_v; \dots; CF_n\}$  o conjunto de valores simulados para o período  $T$ , onde  $n$  é o número de simulações estabelecido, o  $CFaR$  será dado por  $CFaR_\alpha = Percentil(CF_T, \alpha)$ .

Além do procedimento de avaliação de riscos de fluxo de caixa apresentado anteriormente, existem outras abordagens de avaliação de riscos de mercado aplicadas às instituições não-financeiras. Exemplos de tais abordagens podem ser vistos em Andren et al. (2005), Ozorio (2006), Perobelli (2004), Rocha (2007) e Stein et al. (2001).

#### 2.4 Avaliação de Alternativas de *hedge*

De modo geral, a decisão pelo *hedge* objetiva minimizar a incerteza no valor do fluxo de caixa relacionada a variáveis financeiras como taxa de juros, moedas, índices e mercadorias. A aplicação do modelo de *Cash Flow at Risk* no processo de avaliação de alternativas de *hedge*, visa auxiliar a empresa na estruturação de *hedge* de fluxo de caixa. A Tabela 2 descreve as principais etapas do procedimento utilizado neste artigo.

Tabela 2 – Procedimento de Avaliação de Alternativas de *Hedge*

<p><b>1 – Definição das alternativas de <i>hedge</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliar os fatores de risco principais;</li> <li>• Definir as alternativas de <i>hedge</i>;</li> <li>• Definir os custos envolvidos em cada alternativa de <i>hedge</i>: custos diretos, corretagens, tributação etc.</li> </ul>
<p><b>2 – Análise das alternativas de <i>hedge</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definição dos parâmetros do modelo <i>CFaR</i>;</li> <li>• Calcular o <i>CFaR</i> sem <i>hedge</i>;</li> <li>• Calcular o <i>CFaR</i> para cada alternativa de <i>hedge</i>.</li> </ul>
<p><b>3 – Definição da Estratégia de <i>hedge</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir critério de decisão pelo <i>hedge</i>;</li> <li>• Definir critério de escolha de estratégias de <i>hedge</i>;</li> <li>• Definir estratégia a ser implantada.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pelos autores

A partir das alternativas de *hedge* definidas no item 2 da Tabela 2, a empresa poderá decidir pela estratégia que seja mais adequada aos seus propósitos. A escolha do *hedge* pode ser fundamentada no grau de aversão ao risco vis-à-vis o custo associado a cada alternativa de *hedge* (custo direto do *hedge*, corretagens, tributação, contabilização das operações etc). Cabe ressaltar, que além do custo e do grau de aversão ao risco, a decisão pelo *hedge* depende de outros aspectos que atendam aos propósitos da empresa, tais como expectativas de cenários econômicos, tributação e volume financeiro. Para uma visão geral dos determinantes do uso de *hedge* em empresas não-financeiras ver Mendonça (2004) e Saito e Schiozer (2005).

O estudo do risco e das características dos produtos derivativos devem ser considerados no momento de definir a estratégia de *hedge*. Por exemplo, a proteção de um passivo cambial contra uma alta na taxa de câmbio poderia ser feita usando o mercado futuro de dólar ou o mercado a termo de moedas. Porém, no primeiro caso o gestor deve levar em consideração os pagamentos de ajustes diários estabelecidos neste tipo de contrato, o que não ocorre no caso do termo.

### 3 Metodologia

A pesquisa é do tipo exploratória, que segundo Vergara (2007), é realizada em área na qual há pouco conhecimento acumulado e sistematizado. Não comporta hipóteses que eventualmente podem ocorrer ao final da pesquisa. A abordagem é quantitativa, que segundo Richardson, *apud* Beuren(2004), caracteriza-se pelo emprego de quantificação por meio de técnicas estatísticas, desde as mais simples às mais complexas. Foi utilizado um exemplo numérico de um fluxo de caixa hipotético, sujeito ao risco da variação do dólar em um empréstimo, demonstrando-se a utilização do modelo de *Cash Flow at Risk* para a decisão de fazer *hedge* ou não e quais instrumentos utilizar.

### 4 Exemplo numérico

Esta seção apresenta um exemplo do uso do modelo de *Cash Flow at Risk* (CFaR) no processo de avaliação de alternativas de *hedge*. Para facilitar o entendimento da aplicação do modelo, considera-se um fluxo de caixa hipotético composto pelas operações listadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Composição do fluxo de caixa hipotético

Operações	Exposição	Fluxo Mensal		
		01 Mês	02 Meses	03 Meses
Contas a Pagar	Taxa Prefixada	R\$ 50.000,00	R\$ 80.000,00	R\$ 90.000,00
Contas a Receber	Taxa Prefixada	R\$ 950.000,00	R\$ 940.000,00	R\$ 960.000,00
Empréstimos	Taxa de Câmbio	US\$ 140.000,00 ( taxa de 5,83% )	US\$ 170.000,00 ( taxa de 5,50% )	US\$ 190.000,00 ( taxa de 6,00% )

Fonte: Elaborado pelos autores

Observa-se pela Tabela 3 que o risco se refere apenas à variável taxa de câmbio, visto que as operações de contas a pagar e contas a receber são consideradas prefixadas, ou seja, não possuem volatilidade.

Considerando o fator de risco cambial, pode-se gerar uma distribuição de valores do fluxo de caixa no final de um determinado horizonte de tempo, a partir da qual calcula-se o CFaR (ver procedimento descrito na Tabela 1). Por exemplo, considerando cinco mil cenários para a taxa de câmbio no final de cada mês e um nível de confiança de  $\alpha = 95\%$ , o valor em risco será igual a  $CFaR = R\$895.010,63$ , conforme apresentado na Figura 2.

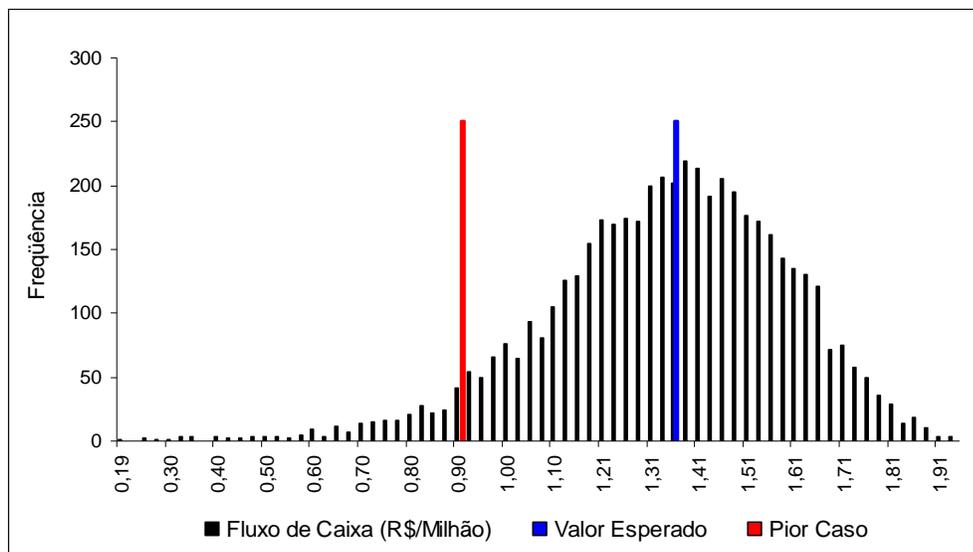


Figura 2 – Distribuição do valor do fluxo de caixa sem *hedge*

Fonte: Elaborado pelos autores

Como se observa na Figura 2, com 95% de probabilidade espera-se um valor mínimo de fluxo de caixa de  $R\$895.010,63$  no final de um trimestre. Sendo a expectativa de taxa de câmbio ( $TC$ ) para cada mês igual a  $TC_1 = 2,5080$ ,  $TC_2 = 2,5314$  e  $TC_3 = 2,5414$ , respectivamente, o valor esperado para o fluxo de caixa no final do trimestre será de  $E(CF) = R\$1.356.650,47$ . Logo, o risco relativo ao valor esperado será de  $CFaR^* = CFaR - E(CF) = -R\$461.639,84$ , de modo que com 95% de probabilidade o valor do fluxo de caixa poderá ficar abaixo do valor esperado em  $R\$461.639,84$ .

Para melhor visualizar o efeito de operações de *hedge* na redução da variabilidade do fluxo de caixa em questão, considere como alternativas de *hedge* os instrumentos derivativos descritos na Tabela 4.

Tabela 4 – Alternativas de *hedge* (operações com instrumentos derivativos)

Instrumentos Derivativos	Valor Nominal	Vencimento	Taxa (a.a.)	Prêmio (US\$)
<i>Swap</i> DI x Dólar	R\$ 345.646,00	01 mês	5,53%	
	R\$ 419.713,00	02 meses	5,13%	
	R\$ 469.091,00	03 meses	5,58%	
Opção cambial de compra ( <i>Call</i> )	US\$ 140.000,00	01 mês	2,800	0,0680
	US\$ 170.000,00	02 meses	2,900	0,0969
	US\$ 190.000,00	03 meses	3,100	0,0967
Opção cambial de venda ( <i>Put</i> )	US\$ 140.000,00	01 mês	2,150	0,0108
	US\$ 170.000,00	02 meses	2,175	0,0276
	US\$ 190.000,00	03 meses	2,200	0,0471
<i>NDF</i> cambial (Non Deliverable Forward)	US\$ 140.000,00	01 mês	2,508	
	US\$ 170.000,00	02 meses	2,531	
	US\$ 190.000,00	03 meses	2,541	

Fonte: Elaborado pelos autores

As operações de *hedge* descritas na Tabela 4 são: a) *swap* DI x Dólar, com posição ativa em dólar mais cupom cambial e posição passiva na taxa CDI (Certificado de Depósito Bancário); b) compra de opção de compra (*Call*); c) compra de opção de compra (*Call*) e venda de opção de venda (*Put*), operação conhecida por *Collar*; d) compra de termo de moeda *NDF* (*Non Deliverble Forward*).

A Tabela 5 apresenta a média, o risco absoluto (pior caso) e o risco relativo do fluxo de caixa para o trimestre, considerando as respectivas operações de *hedge*.

Tabela 5 – Média do fluxo de caixa, risco absoluto (pior caso) e risco relativo (*CFaR\**), considerando as alternativas de *hedge*.

	Sem hedge	Swap DI x Dolar	Compra Call	Collar	Compra NDF
<b>Média</b>	R\$ 1.328.512,21	R\$ 1.371.936,37	R\$ 1.322.145,84	R\$ 1.312.611,81	R\$ 1.356.420,67
<b>Pior Caso</b>	R\$ 895.010,63	R\$ 1.350.522,26	R\$ 1.099.015,53	R\$ 1.114.168,53	R\$ 1.353.057,53
<b>CFaR*</b>	R\$ (461.639,85)	R\$ (6.128,21)	R\$ (257.634,94)	R\$ (242.481,94)	R\$ (3.592,94)

Fonte: Elaborado pelos autores

Observa-se pela Tabela 5 que a operação compra de *NDF* apresenta menor risco residual (*CFaR\** após inclusão do *hedge*), seguida das operações de *swap*, *collar* e compra de *call*, respectivamente. Considerando um perfil conservador, a empresa optaria pela compra de *NDF* ou pela operação de *swap*, utilizando como critério de escolha o custo de tais operações. Deve-se considerar que na operação de *swap* a empresa ficará exposta à taxa de juros, o que não ocorrerá no caso da *NDF*. Por outro lado, tais operações não beneficiariam a empresa se ocorrer uma queda significativa no valor da taxa de câmbio, o que ocorreria caso ela optasse pela compra de *call*. Além do prêmio pago pela compra da *call* a empresa aumentaria sua exposição em risco comparada à operação de *swap* ou *NDF*. Desconsiderando os custos operacionais, o custo total das operações de compra de *call* seria de R\$44.366,00 (prêmio x valor protegido) com um acréscimo no risco de R\$254.042,00, se comparado à *NDF*, e de R\$251.506,73 se comparado ao *swap*. Para reduzir o custo pela compra de *call*, a empresa poderia fazer uma operação *Collar*, o que daria um custo total de R\$29.213,00. Porém, esta operação reduz o benefício financeiro no caso de uma queda expressiva na taxa de câmbio, dado o limite inferior estabelecido para o valor do passivo cambial. Enfim, a escolha da melhor alternativa de *hedge* dependerá dos custos intrínsecos às operações de *hedge*, do perfil de risco e das expectativas da empresa.

Com o propósito de ilustrar o efeito das operações de *hedge* no comportamento do fluxo de caixa, apresentam-se a seguir as distribuições do fluxo de caixa no final de três meses considerando cada alternativa de *hedge*. A Figura 3 apresenta a distribuição do valor do fluxo de caixa considerando a inclusão de operação de *swap*.

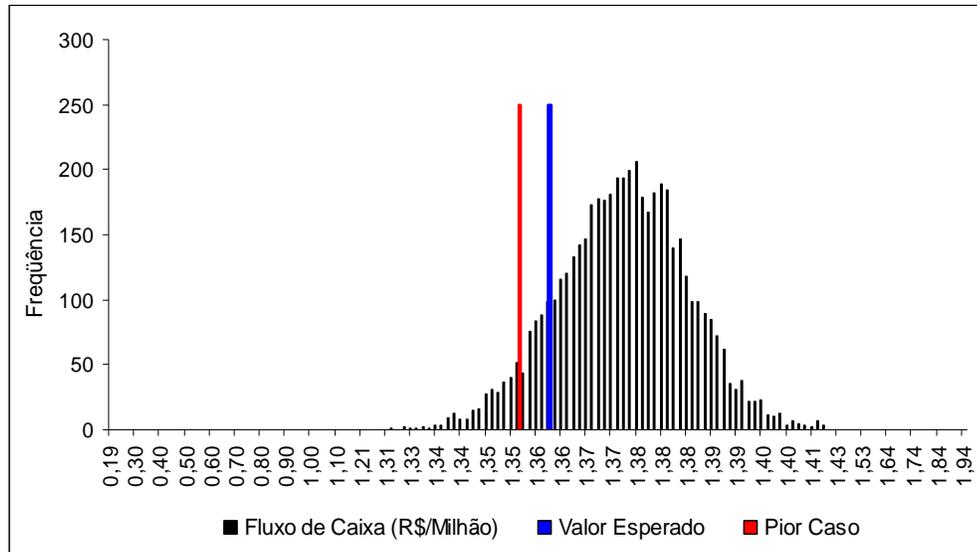


Figura 3 – Distribuição do valor do fluxo de caixa no final de três meses, considerando a inclusão de operação de *swap*  
Fonte: Elaborado pelos autores

Embora a operação de *swap* tenha como objetivo trocar a exposição atual em taxa de câmbio pela taxa CDI, de modo que a empresa fique protegida do risco cambial, pode-se observar pela Figura 3 a existência de variabilidade no fluxo de caixa, decorrente da variabilidade na taxa CDI e do fato de que o *hedge* efetuado não foi perfeito, resultando em um descasamento de fluxo financeiro com relação à taxa de cupom cambial. A distribuição do valor do fluxo de caixa com a inclusão da operação compra de *Call* é apresentada na Figura 4.

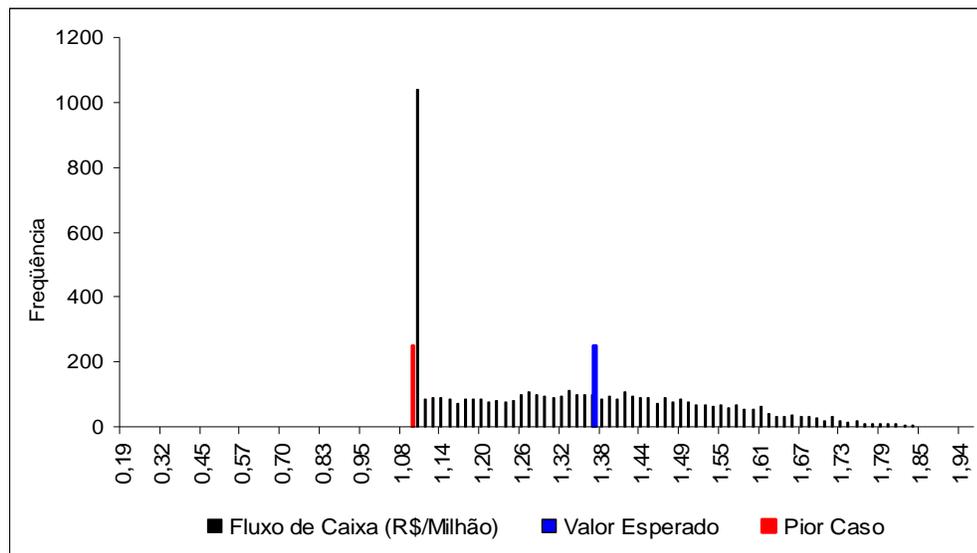


Figura 4 – Distribuição do valor do fluxo de caixa no final de três meses, considerando a inclusão da operação compra de *Call*  
Fonte: Elaborado pelos autores

Como se observa pela Figura 4, a operação compra de *Call* estabelece um limite inferior para o fluxo de caixa, limitando o valor do passivo da empresa. Este tipo de estratégia protege o valor do fluxo de caixa contra altas no valor da taxa de câmbio e favorece a empresa

no caso de queda no valor da moeda. Por outro lado, a operação *Collar* define um intervalo de variabilidade para o fluxo de caixa conforme mostrado na Figura 5.

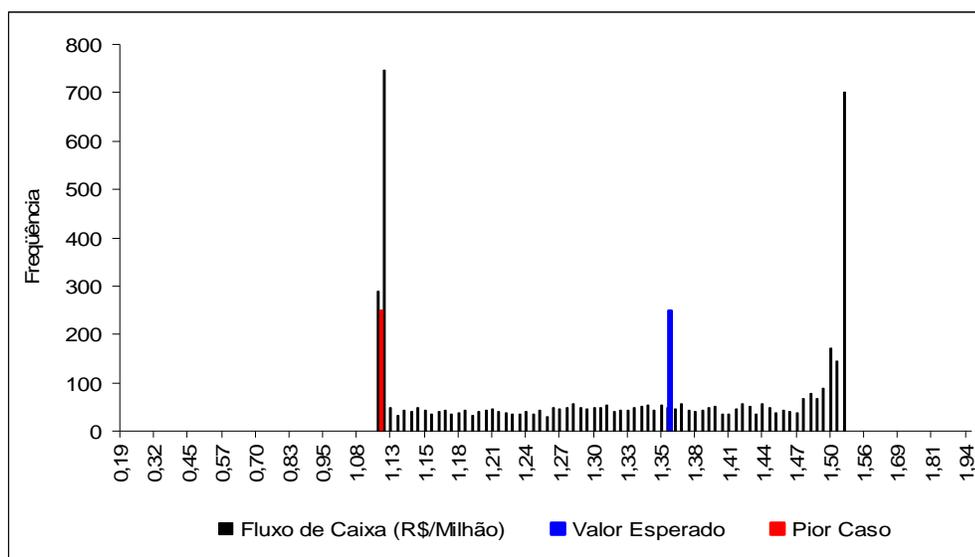


Figura 5 – Distribuição do valor do fluxo de caixa no final de três meses, considerando a inclusão da operação *Collar*  
Fonte: Elaborado pelos autores

Nota-se pela Figura 5 que ao optar pela operação *Collar*, a empresa limita possíveis ganhos ou perdas financeiras, independente do comportamento da taxa de câmbio. Essa operação possui menor custo que a operação compra de *Call* apresentada na Figura 4 por não favorecer a empresa no caso de queda no valor da taxa de câmbio. Uma maneira de eliminar o risco cambial seria através da operação termo de moeda (*NDF*), conforme mostra a Figura 6.

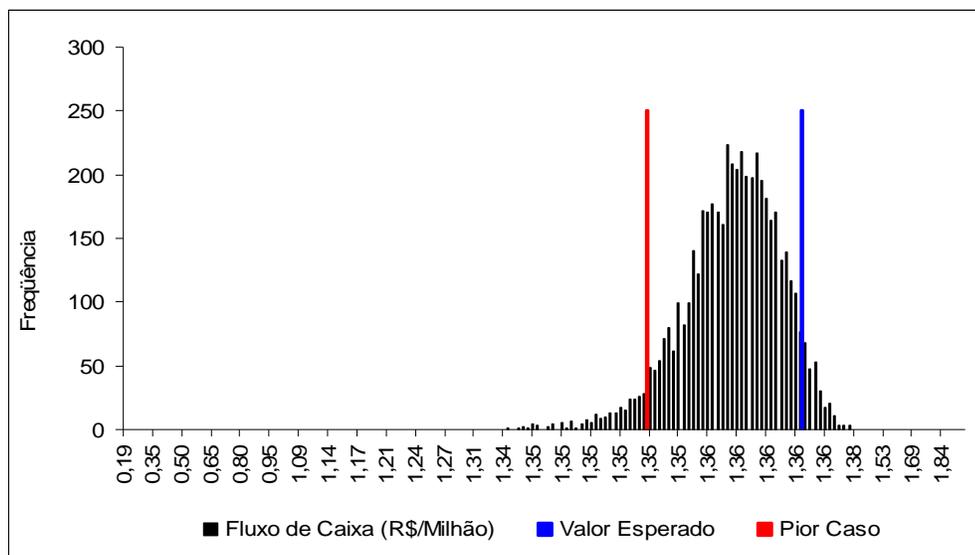


Figura 6 – Distribuição do valor do fluxo de caixa no final de três meses, considerando a inclusão da operação compra *NDF*  
Fonte: Elaborado pelos autores

Embora a operação com *NDF* cambial proteja a empresa contra as variações na taxa de câmbio, observa-se pela Figura 6 a existência de variabilidade no valor do fluxo de caixa. Isso ocorre devido à correção da taxa de cupom cambial presente na operação de empréstimo, visto que o *hedge* foi estabelecido usando o valor atual da dívida e não o valor corrigido pelo cupom cambial até o vencimento de cada fluxo. Neste tipo de operação não há risco de taxa de cupom cambial, pois a análise considera os valores de liquidação no vencimento de cada operação e não o valor a mercado.

## 5 Considerações Finais

Este artigo apresentou uma aplicação do modelo de *Cash Flow at Risk (CFaR)* na avaliação de alternativas de *hedge* de fluxo de caixa, usando como exemplo de instrumentos de mitigação de risco contratos de derivativos financeiros. O *CFaR* foi estimado a partir de uma distribuição de valores do fluxo de caixa, gerada através de um procedimento de simulação estocástica. A decisão pelo *hedge* e por quais instrumentos utilizar, é fundamentada na análise do grau de aversão ao risco vis-a-vis o custo pelo *hedge*, aspectos contábeis, tributários e econômicos.

Outro aspecto importante na análise do risco de fluxo de caixa refere-se à possibilidade de mudanças bruscas no comportamento do mercado, o que caracteriza uma situação de estresse. Neste caso, pode-se utilizar um procedimento denominado teste de stress, que tem por objetivo avaliar o comportamento do fluxo de caixa em condições caóticas, visando estabelecer estratégias de *hedge* a partir da definição de cenários do tipo otimista, moderado ou pessimista. De qualquer modo, deve-se ressaltar que os modelos quantitativos são ferramentas de auxílio à tomada de decisão, cabendo ao gestor considerar na análise fatores econômicos, setoriais e financeiros.

Além de auxiliar a empresa nas decisões sobre *hedge* de fluxo de caixa, o uso do modelo *CFaR* para avaliar os riscos inerentes ao fluxo de caixa tem como vantagens: maior transparência na medida de risco, uma vez que a quantificação do impacto da volatilidade do mercado sobre o fluxo de caixa da empresa torna mais claro o risco que cada operação apresenta; a comunicação torna-se mais fácil e eficiente, já que existe uma medida consistente para o risco de mercado da empresa; o cálculo do *CFaR* fornece as bases para avaliar o potencial impacto de momentos adversos do mercado no caixa da empresa, permitindo alterar metas e avaliações de projetos; e o cálculo de *CFaR* fornece a base para implantar políticas que mantenham a exposição da empresa dentro de limites toleráveis.

## Referências

ANDREN, N., JANKENSGARD, H., OXELHEIM, L. Exposure-Based Cash-Flow-at-Risk: An Alternative to VaR for Industrial Companies. **Journal of Applied Corporate Finance**, vol. 17, pp. 76-86, 2005.

ARAGONÉS, J.R. et al. Incorporating Stress Tests into Market Risk Modeling. **Derivatives Quarterly, New York**, vol. 7, PP. 44-49.

BIGNOTTO, E. C., BAROSSO-FILHO, M., SAMPAIO, R. Gestão do risco de mercado em organizações do agronegócio. **Resenha BM&F**, n. 161, pp. 26-32, jul/set 2004.

BRIGHAM, EUGENE F., GAPENSKI, LOUIS C., EHRHARDT, MICHAEL C. **Administração Financeira: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2001.

FIGUEIREDO, A. C. **Introdução aos Derivativos 2**. Ed. São Paulo:Thomson, 2005.

*FUTURES INDUSTRY INSTITUTE*. **Curso de futuros e opções**. Trad. Bolsa de Bolsa de Mercadorias & Futuros. São Paulo: BM&F,1998.

GLASSERMAN, P. **Monte Carlo Methods in Financial Engineering**. Springer: New York, 2003.

HULL, J. **Options, Futures, & Other Derivatives**. 6. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2006.

JORION, P. **Value at Risk –The new benchmark for managing financial risk..**New York: McGraw-Hill, 2007.

KIMURA, H., PERERA, L. C. J. Determinantes do uso de derivativos por empresas não-financeiras. **In: VI SEMEAD, 2003**. São Paulo **Anais...** São Paulo, FEA-USP ,2003

LA ROCQUE, E., LOWENKRON, A. **Métricas e particularidades da gestão de risco em corporações**, 2004. Disponível em :[www.riskcontrol.com.br](http://www.riskcontrol.com.br). **Acesso em: 30 jun. 2008**.

LECOCQ, D. A. Cash Flow at Risk Models: Principles, Application and a Case Study. **In: BIENNIAL CONVENTION SHAPING THE FUTURE** , 2003 Australia. **Anais...** Austrália, 2003.

LEE, J.; WEE, L.S. Integrating stress testing with risk management. **Bank Accounting & Finance, Spring, vol. 12, p. 7-19, 1999**.

LIMA, R. F. S. **Gestão de risco de mercado no ambiente corporativo – CFAR e EaR**. 2004. Monografia – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

LONGIN, F.M.. From value at risk to stress testing: the extreme value approach. **Journal of Banking & Finance**, vol. 24, pp. 1097-1130, 2000.

LOZARDO, E. **Derivativos no Brasil – Fundamentos e Práticas**. 2. Ed. São Paulo: BM&F, 1998.

MARQUES, P. V.; MELLO, P. C.; MARTINES FILHO, J. G. **Mercados Futuros Agropecuários**.São Paulo: Campus, 2008.

MENDONÇA, A. A. **A decisão de realizar ou não hedge no ambiente corporativo**. Resenha BM&F, n. 162, pp. 21-34, out/set 2004. (São Paulo)

MENDONÇA, A. A. Planejamento de *hedge*: segurança para gestores de empresas. **Resenha BM&F**, São Paulo, n. 168, p. 42-49, mai/jun 2006.

MENDONÇA, A. Análise do efeito de *hedge* no valor das empresas. **Resenha BM&F**, São Paulo, n. 166, p. 80-91, nove/dez 2005.

MIRANDA, A. D., CARVALHO, M. M. Gerenciamento de risco financeiro: uma metodologia prática para corporações não financeiras. **In: ENEGEP 2002. Anais.....Enegep. Curitiba – PA.**

OZORIO, D. M. **Corporatemetrics – mensuração do risco corporativo: estudo de caso do mercado siderúrgico brasileiro.** 2006. Dissertação (Mestrado Profissional) – Ibmec, Faculdade de Economia e Finanças, Rio de Janeiro.

PEROBELLI, F. F. C. **Um modelo para gerenciamento de riscos em instituições não-financeiras: aplicação ao setor de distribuição de energia elétrica no Brasil.** 2004. Tese (Doutorado) – FEA, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, São Paulo.

RISKMETRICS GROUP. **Corporate Metrics Technical Document.** New York, 1999a. Disponível em: [www.riskmetrics.com](http://www.riskmetrics.com). Acesso em : 28 ago. 2008

RISKMETRICS GROUP. **Long Run Technical Document.** New York, 1999b. Disponível em: [www.riskmetrics.com](http://www.riskmetrics.com). Acesso em: 28 ago. 2008

RISKMETRICS GROUP. **RiskMetrics Technical Document.** New York, 1996. Disponível em: [www.riskmetrics.com](http://www.riskmetrics.com). Acesso em : 29 ago. 2008

ROCHA, R. H. **A política de hedge e o tratamento do risco nas empresas não-financeiras.** 2007. Tese (Doutorado) – FEA, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, São Paulo.

SILVA NETO, LAURO DE ARAÚJO. **Opções: do tradicional ao exótico.** São Paulo: Atlas, 1996.

\_\_\_\_\_ **Derivativos: definições, emprego e risco.** São Paulo: Atlas, 2006.

STEIN, J. C., USHER, S. E., LAGATTUTA, D. A comparables approach to measuring cashflow-at-risk for non-financial firms. **Journal of Applied Corporate Finance**, vol. 13, pp. 8-17, 2001.

TOLEDO FILHO, Jorge Ribeiro de. **Mercado de capitais brasileiro: uma introdução.** São Paulo: Editora Thomson, 2006.

VARANDA NETO, J. M. Determinação do valor em risco em empresas não financeiras – estudo de caso de empresa geradora de energia. **In:** VIII SEMEAD 2005. **Anais....**São Paulo, FEA-USP, 2005.

VIEIRA NETO, C.A.; URBAN, F. Um Modelo de Teste de Stress menos Subjetivo e mais Abrangente. **Resenha BM&F**, São Paulo, n. 139, maio/junho, 2000.

WU, M. J. **A política de *hedge* para o controle de risco nas instituições não-financeiras utilizando opções de compra.** 2006. Dissertação (Mestrado) – FEA, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, São Paulo.