

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO

Mauro Mastella

**UM MODELO COERENTE DE GERENCIAMENTO DO RISCO DE  
LIQUIDEZ PARA O CONTEXTO BRASILEIRO**

Porto Alegre

2008

Mauro Mastella

**UM MODELO COERENTE DE GERENCIAMENTO DE RISCO DE  
LIQUIDEZ PARA O CONTEXTO BRASILEIRO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Gilberto de Oliveira Kloeckner

Porto Alegre

2008

Mauro Mastella

UM MODELO COERENTE DE GERENCIAMENTO DE RISCO DE LIQUIDEZ PARA  
O CONTEXTO BRASILEIRO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Administração.

Conceito Final:.....

Aprovado em .....de.....de.....

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Oscar Claudino Galli – UFRGS

---

Prof. Dr. Paulo Renato Soares Terra – UFRGS

---

Prof. Dr. Rodrigo Oliveira Soares – UNISINOS

---

Orientador – Prof. Dr. Gilberto de Oliveira Kloeckner – UFRGS

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em especial ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Administração, por oferecer à comunidade um curso de mestrado com qualidade, reconhecido nacional e internacionalmente por sua excelência.

Agradeço ao professor Gilberto, meu orientador, por ter me acompanhado com competência, segurança, transparência, compreensão e bom humor.

Agradeço a meus colegas e ex-colegas de trabalho, que colaboraram direta e indiretamente para que eu pudesse participar dos encontros do curso, em especial ao Gustavo, pela atenção e cortesia e por motivar o estudo do risco e ao Nilton Marcelo, pelos *insights* de última hora.

Meus profundos agradecimentos aos meus pais Narciso e Marilise, meu irmão Tarso e minha tia Marilene, que nunca me disseram “não” quando o assunto era “estudo” e sempre estiveram dispostos a me apoiar em minhas decisões. Reconheço que a realização deste curso só foi possível graças ao investimento irrestrito feito em minha formação acadêmica e pessoal desde sempre.

Não poderia deixar de agradecer aos meus amigos do coração, com os quais convivi tão pouco durante a realização do mestrado, por compreenderem a dedicação que o curso exige.

Agradeço profundamente à Silvia pela relativa paciência, total compreensão e grande companheirismo durante os momentos difíceis do curso. O que aprendi durante o mestrado confirmou minha teoria: seu amor incondicional é o que tenho de mais valioso.

Inspirado nos agradecimentos feitos por Alan Greenspan em sua biografia, eu assumo que apesar da colaboração de todos, ainda há erros nesta dissertação. Com mais de 24.000 palavras, minha mente probabilística me diz que os erros são inevitáveis. Não sei onde estão, pois se soubesse, não estariam lá. Desde já, minhas desculpas.

*“A idéia revolucionária que define a fronteira entre os tempos modernos e o passado é o domínio do risco: a noção de que o futuro é mais do que um capricho dos deuses e de que homens e mulheres não são passivos ante a natureza.”*

(Peter L. Bernstein)

## RESUMO

O objetivo desta dissertação é desenvolver um modelo de gestão de risco de liquidez que flexibilize as principais simplificações geralmente realizadas pelas instituições financeiras na aplicação de testes de estresse para gerenciamento do risco de liquidez. Assim, esta pesquisa consiste em estimar um fluxo de caixa unificado de uma instituição sob diferentes cenários econômicos, testando se as volatilidades implícitas das opções são um bom indicador de mudanças significativas no mercado de capitais brasileiro, como quebras de correlações históricas e avaliando o efeito da utilização de um deslocamento não paralelo da Estrutura a Termo da Taxa de Juros na aplicação de um teste de estresse. Para alcançar os objetivos propostos, desenvolveu-se uma pesquisa exploratória através do método de estudo de casos. Para isto, este trabalho utilizou um modelo de análise fatorial para avaliar os movimentos da estrutura a termo da taxa de juros brasileira, além de uma ferramenta prática para capturar as informações fornecidas pela volatilidade implícita e uma matriz de correlação entre as variáveis do cenário econômico utilizado para o teste de estresse. Concluiu-se que: i) a realização de um ajuste no cenário econômico em função da matriz de correlação de suas variáveis contribui para a coerência desse teste com seu contexto econômico, sensibilizando significativamente os valores dos fluxos de caixa futuros das instituições financeiras; ii) os resultados da análise fatorial indicam que a aplicação de um deslocamento não paralelo da ETTJ tem pouca importância prática para a melhoria da coerência dos testes de estresse, em função da grande concentração de poder explicativo da sua variabilidade em torno do fator nível e do baixo poder explicativo dos fatores inclinação e curvatura, principalmente nos vértices iniciais; iii) a volatilidade implícita pode ser utilizada como um *proxy* da volatilidade futura, apesar das suas limitações. Com a aplicação do modelo em uma instituição financeira, foi sugerido um *grid* de decisão a ser utilizado no gerenciamento do risco de liquidez.

Palavras-Chave: risco de liquidez, testes de estresse, estrutura a termo da taxa de juros, volatilidade implícita.

## **ABSTRACT**

The aim of this dissertation is to develop a framework for liquidity risk management that relaxes the main simplifications made by financial institutions when using stress tests to manage their liquidity risk. This research consists of an estimate of a financial institution cash flow under different scenarios, testing if option's implied volatilities are a good proxy for significant future changes in the Brazilian capital market (like historical correlations shifts) and evaluating the use of a non-parallel yield curve shift for the stress test process. To reach the desired objectives, it was developed an exploratory research through the study case method. This work, therefore, uses a factor analysis model to evaluate the Brazilian yield curve term structure movements, a practical tool to capture the information provided by implied volatility and a correlation matrix among the scenario variables used for stress testing. The conclusions were: i) the correlation adjusted scenario adds coherence to the stress test process; ii) a non-parallel yield curve shift adds little coherence, because most of its variance can be explained by the factor level and only a few can be explained by the factors slope and curvature; iii) the option's implied volatility can be used as a proxy for the future volatility. After the use of this model in a financial institution cash flow, a decision grid was developed to be used in the liquidity risk management.

**Keywords:** liquidity risk, stress testing, term structure of interest rates, implied volatilities.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Dimensões da Liquidez de Mercado .....	21
Figura 2: USD x THB: Taxa de Câmbio à vista e volatilidade implícita .....	30
Figura 3: Modelo proposto de gestão do risco de liquidez .....	32
Figura 4: Modelo de previsão de fluxos de caixa .....	33
Figura 5: Exemplo de descasamento de fluxo de caixa .....	35
Figura 6: Deslocamento paralelo da ETTJ .....	38
Figura 7: Deslocamento não paralelo da ETTJ .....	39
Figura 8: Variação histórica Taxa de Câmbio x IBOVESPA.....	50
Figura 9: Variação histórica taxa de SELIC x IBOVESPA.....	50
Figura 10: Variação histórica taxa de SELIC x Taxa de Câmbio.....	51
Figura 11: Variação histórica taxa SELIC x taxa CDI .....	51
Figura 12: Resultados da regressão múltipla <i>forward stepwise</i> do IBOVESPA .....	53
Figura 13: PETR4 – volatilidade implícita x cotação média diária de janeiro de 2006 a dezembro de 2007 .....	56
Figura 14: VALE5 – volatilidade implícita x cotação média diária de janeiro de 2006 a dezembro de 2007 .....	56
Figura 15: VALE – Análise da Volatilidade Implícita Semanal de janeiro de 2006 a dezembro de 2007 .....	58
Figura 16: PETR – Análise da Volatilidade Implícita Semanal de janeiro de 2006 a dezembro de 2007 .....	58
Figura 17: Amostra de curvas obtidas.....	60
Figura 18: Scree Plot da Análise Fatorial da ETTJ – 11 Vértices.....	62
Figura 19: Scree Plot da Análise Fatorial da ETTJ – 7 Vértices.....	64
Figura 20: Comportamento da ETTJ durante do mês de dezembro de 2007 – Taxa x Vértices .....	66
Figura 21: Comportamento da ETTJ de 01/12/2007 a 31/12/2007 – Taxa x Vértices x Dia.....	66
Figura 22: Aplicação dos Cenários Econômicos à ETTJ.....	68
Figura 23: Saldo Líquido Acumulado em Situação Normal .....	69
Figura 24: Saldo Líquido Acumulado em Situação Normal (estresse na carteira de crédito = 5,46%) .....	69
Figura 25: Saldo Líquido Acumulado no Cenário Otimista.....	70
Figura 26: Saldo Líquido Acumulado no Cenário Otimista (estresse na carteira de crédito = 5,89%) .....	71
Figura 27: Saldo Líquido Acumulado no Cenário Básico .....	72
Figura 28: Saldo Líquido Acumulado no Cenário Básico (estresse na carteira de crédito = 5,39%) .....	72
Figura 29: Saldo Líquido Acumulado no Cenário Pessimista.....	73
Figura 30: Saldo Líquido Acumulado no Cenário Básico (estresse na carteira de crédito = 4,77%) .....	73
Figura 31: Modelo proposto – <i>Grid</i> de Decisão .....	75



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cenários Econômicos para 2008.....	47
Tabela 2 – Indicadores econômico-financeiros em 31/12/2007 .....	49
Tabela 3 – Descrição da amostra de indexadores .....	49
Tabela 4 – Matriz de correlação entre variáveis econômicas.....	49
Tabela 5 – Cenário Econômico Ajustado .....	54
Tabela 6 – Exemplo de tabulação dos vértices da ETTJ .....	60
Tabela 7 – Autovalores da Análise Fatorial da ETTJ – 11 Vértices.....	61
Tabela 8 – Cargas Fatoriais da Análise Fatorial – 11 Vértices.....	63
Tabela 9 – Comunalidades da Análise Fatorial – 11 Vértices .....	63
Tabela 10 – Autovalores da Análise Fatorial da ETTJ – 7 Vértices.....	64
Tabela 11 – Cargas Fatoriais da Análise Fatorial da ETTJ – 7 Vértices .....	65
Tabela 12 – Aplicação dos Cenários Econômicos à Variação Cambial .....	68
Tabela 13 – Aplicação dos Cenários Econômicos ao IBOVSPA .....	68

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....</b>	<b>7</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>8</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS .....	15
Objetivo Geral.....	15
Objetivos Específicos.....	15
<b>1 RISCO DE LIQUIDEZ .....</b>	<b>17</b>
<b>2 TESTES DE ESTRESSE .....</b>	<b>25</b>
<b>3 VOLATILIDADE IMPLÍCITA .....</b>	<b>29</b>
<b>4 MODELO DE GESTÃO DE RISCO DE LIQUIDEZ .....</b>	<b>32</b>
4.1 CÁLCULO DOS FLUXOS DE CAIXA .....	33
4.2 DESLOCAMENTO NÃO PARALELO DA EETJ.....	35
4.3 CÁLCULO DA VOLATILIDADE IMPLÍCITA.....	40
<b>5 MÉTODO .....</b>	<b>44</b>
<b>6 APLICAÇÃO DO MODELO E RESULTADOS .....</b>	<b>47</b>
6.1 LEVANTAMENTO E AJUSTE DO CENÁRIO ECONÔMICO.....	47
6.2 SINALIZAÇÃO DA VOLATILIDADE IMPLÍCITA .....	55
6.3 MODELAGEM DA ETTJ .....	59
6.4 APLICAÇÃO DO TESTE DE ESTRESSE.....	67
6.5 GRID DE DECISÃO.....	74
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>76</b>
7.1 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	76
7.2 IMPLICAÇÕES GERENCIAIS E ACADÊMICAS .....	78
7.3 LIMITAÇÕES DO ESTUDO E DO MODELO.....	79
7.4 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS .....	80
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXO A – RESOLUÇÃO 2.804.....</b>	<b>88</b>

<b>ANEXO B – CENÁRIO ECONÔMICO COMPLEMENTAR .....</b>	<b>90</b>
<b>ANEXO C – FUNÇÕES VBA PARA EXCEL.....</b>	<b>96</b>
<b>ANEXO D – TESTE DE ESTRESSE: SALDO LÍQUIDO ACUMULADO</b>	

## INTRODUÇÃO

Os administradores das instituições financeiras enfrentam diariamente um grande dilema: qual é o montante ideal de recursos a ser mantido em caixa e quanto do capital da empresa pode ser comprometido com empréstimos aos clientes ou com aplicações no mercado de capitais? A resposta está no controle do montante de capital necessário para fazer frente a todos os pagamentos que a instituição precisará realizar ao longo do tempo. Se for reservado mais capital do que o necessário, a instituição estará deixando de auferir receitas desnecessariamente, pagando um alto custo de oportunidade; por outro lado, se o montante for insuficiente, poderá fazer com que a instituição tenha que liquidar alguns de seus ativos ou captar recursos às taxas de mercado visando fazer caixa para honrar seus pagamentos. Neste controle é preciso considerar não só a situação atual da instituição, mas também a sua provável situação futura.

Como o mercado financeiro é afetado por grande número de fatores de ordem econômica, política e até mesmo psicológica que interagem das mais diversas formas, na maioria das vezes, seus movimentos são de difícil previsibilidade. A história recente tem demonstrado casos de falhas em que grandes instituições financeiras mundiais perderam um considerável montante de recursos, em geral associadas às lacunas nos controles efetivos dos riscos envolvidos nos seus investimentos. Laroque, Lowenkron, Amadeo e Jensen (2003) citam LTCM, Barings, Procter&Gamble, Orange County e Daiwa Securites como exemplos clássicos de crises bancárias que, somados às crises enfrentadas pelos mercados financeiros internacionais e ao crescimento do mercado de derivativos, tornaram o gerenciamento e o controle de riscos financeiros uma preocupação para investidores, instituições financeiras, empresas e órgãos reguladores.

Atualmente, a disposição em assumir mais risco nos mercados financeiros internacionais aumentou justamente em um período de relativa tranquilidade em que o mundo vive um dos mais longos ciclos de crescimento econômico. Para os investidores profissionais, isso se traduz em um outro dilema: com menos distorções

na economia real, ganhos elevados nos mercados financeiros normalmente implicam aplicações arriscadas. Todo esse aumento na exposição a ativos de risco coloca em cheque a liquidez das instituições ao menor sinal de turbulência, como pôde ser constatado no dia 27 de fevereiro de 2007, quando o simples boato de que o governo chinês taxaria os ganhos da bolsa de Xangai deu início a uma onda de medo e perdas nos mercados do mundo todo, lembrando a todos de que o risco é parte inerente da vida nas economias modernas.

Neste contexto, o conceito de liquidez é vital para qualquer instituição do mercado financeiro e de capitais. Segundo Saunders (2000), entende-se como liquidez a capacidade de uma instituição honrar os seus compromissos financeiros no vencimento, incorrendo em pouca ou nenhuma perda; conseqüentemente, o risco de liquidez é traduzido pela possibilidade da instituição não ser capaz de honrar seus compromissos no vencimento, ou somente fazê-lo com elevadas perdas. Se uma única instituição falha neste compromisso, todo o sistema financeiro pode sofrer repercussões. Este risco pode ser classificado em Risco de Liquidez de Fluxo de Caixa e Risco de Liquidez de Mercado. O risco de liquidez de Fluxo de Caixa pode ser definido como sendo a possibilidade da ocorrência de descasamentos entre os pagamentos e os recebimentos que afetem a capacidade de pagamento da instituição. O risco de liquidez de mercado pode ser ocasionado pela perda na liquidação de uma posição de participação relativamente significativa no mercado e/ou de uma estratégia de liquidação acordada e/ou de características da operação e/ou da perda de valor dos ativos que compõem a liquidez.

Desta forma, gerenciar o risco de liquidez constitui-se em uma das atividades mais importantes nas instituições do mercado financeiro e de capitais. Define-se gestão de liquidez como o conjunto de processos que visam garantir a capacidade de pagamento da instituição, considerando o planejamento financeiro, os limites de riscos e a otimização dos recursos disponíveis.

Porém, as diversas crises bancárias já citadas anteriormente só reforçam que as técnicas de gerenciamento de risco empregadas durante os períodos de turbulência não foram capazes de capturar a verdadeira magnitude do risco incorrido, conforme enfatizado por Gomes (2002). Isso se deve ao fato de que a grande maioria dos modelos de gestão de risco foi construída partindo-se do pressuposto de que o retorno dos ativos tende a ter uma distribuição normal,

quando, na prática, sabe-se que a distribuição das variações dos preços dos ativos possui caudas mais expressivas do que uma distribuição normal.

Em resposta à crescente instabilidade financeira em muitos países nos anos 90, as autoridades monetárias se interessaram em melhor compreender as vulnerabilidades nos sistemas financeiros e em medidas que poderiam prevenir crises financeiras. Conforme reconhece Cihák (2004), uma das técnicas desenvolvidas para quantificar as vulnerabilidades do setor financeiro é o teste de estresse, que foca justamente onde o cálculo da probabilidade de um resultado negativo tem menos precisão: nas caudas da sua distribuição de probabilidade.

No Brasil, a aplicação dos testes de estresse como uma ferramenta de gerenciamento de risco de liquidez tem enfrentado alguns problemas. Primeiramente, o Banco Central do Brasil exige que as instituições financeiras avaliem seus fluxos de caixa sob diferentes cenários econômicos, mas não normatiza sobre a forma, intensidade ou periodicidade dos testes. Isso ocasiona o surgimento de um segundo problema: a existência de diversas metodologias nas instituições financeiras, cada qual realizando o teste da maneira que melhor lhe aprouver, o que nem sempre é vantajoso, pois as simplificações normalmente empregadas tendem a ignorar algumas características importantes do mercado financeiro brasileiro. Entre essas simplificações, pode-se citar: i) a suposição que toda a estrutura a termo da taxa de juros<sup>1</sup> desloca-se paralelamente quando ocorrem mudanças nas taxas; ii) a desconsideração das correlações históricas entre as variáveis dos cenários econômicos utilizados e iii) a ausência de um parâmetro sinalizador da proximidade de uma crise.

O *Bank for International Settlements* (2000) destaca que o termo “teste de estresse” tem sido adotado como um termo genérico para descrição de várias técnicas utilizadas por instituições financeiras para estimar as suas vulnerabilidades a eventos excepcionais, mas plausíveis. Adicionalmente, Malz (2001) destaca que eventos excepcionais ou crises são marcados não somente por movimentos rápidos nos preços dos ativos, mas também por uma grande variedade de fenômenos adicionais, como picos de volatilidade e quebras de correlações históricas. Testes de

---

<sup>1</sup> A estrutura a termo da taxa de juros (ou *yield curve*) é a curva que traça os pontos de retornos sobre os títulos de dívida com diferentes prazos de vencimento, mas com os mesmos riscos, liquidez e incidência de impostos. (MISHKIN, 2000). Neste trabalho, os termos estrutura a termo da taxa de juros, ETTJ, curva de juros ou simplesmente estrutura a termo são empregados como sinônimos.

estresse, portanto, são de fundamental importância, uma vez que na maioria dos mercados o histórico de retornos não fornece informações suficientes sobre o comportamento futuro do mercado quando ocorrem eventos extremos.

Devido às deficiências do VaR em períodos de quebra dos padrões de volatilidade históricos, muitas instituições financeiras procuram utilizar-se de testes de estresse como ferramenta complementar para avaliação da sua exposição ao risco de mercado, conforme descrevem Vieira Neto e Urban (2000): o VaR, refletindo o “risco cotidiano” e o teste de estresse, refletindo o “risco numa situação de crise” passam a atuar conjuntamente. Para Malz (2000), gestores de risco não deveriam aplicar testes de estresse somente quando as condições anormais de mercado já prevalecem, mas também antecipadamente, para que os portfólios de ativos possam ser alterados enquanto a liquidez ainda está em um nível adequado. Baseando-se na perspectiva de que os mercados são eficientes e que os preços atuais dos ativos refletem a incerteza acerca do curso futuro da economia, deles podem ser extraídas importantes informações sobre o comportamento macroeconômico à frente.

Como se viu, o problema da maioria dos modelos de previsão da volatilidade está no fato de se apoiarem no comportamento passado dos preços dos ativos. Por outro lado, conforme Gabe e Portugal (2004) chamam atenção, a avaliação de uma opção é realizada olhando-se para frente, pois o seu preço está ligado às expectativas dos investidores quanto à volatilidade futura. Logo, muitos economistas argumentam que, se o mercado de opções for eficiente, a volatilidade implícita derivada do preço de uma opção deve ser um melhor *proxy* da volatilidade futura do que aquela calculada a partir de dados históricos.

Portanto, os negócios das instituições financeiras estão diretamente relacionados à administração de riscos. Embora algumas aceitem os riscos financeiros incorridos de forma passiva, outras se esforçam para conseguir alguma vantagem competitiva, expondo-se a estes riscos de maneira estratégica. Em ambos os casos, esses riscos devem ser monitorados cuidadosamente, visto que podem acarretar grandes perdas; neste processo está envolvido o controle do risco de liquidez e a aplicação de testes de estresse.

A seguir, serão enunciados os objetivos gerais e específicos que se pretende atingir através da presente pesquisa.

## DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS

### **Objetivo Geral**

- Desenvolver um modelo de gestão de risco de liquidez que flexibilize as principais simplificações geralmente realizadas pelas instituições financeiras na aplicação de testes de estresse, coerente<sup>2</sup> com o contexto brasileiro.

### **Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos consistem nas etapas a serem cumpridas para se atingir o objetivo geral proposto. O presente estudo propõe três objetivos específicos:

- Estimar um fluxo de caixa unificado da instituição sob diferentes cenários econômicos, utilizando uma matriz de correlação entre as suas variáveis;

- Testar se as volatilidades implícitas das opções são um bom indicador de mudanças significativas no mercado de capitais brasileiro, como quebras de correlações históricas;

- Avaliar o efeito da utilização de um deslocamento não paralelo da Estrutura a Termo da Taxa de Juros na aplicação um Teste de Estresse nos fluxos de caixa das carteiras em estudo.

Visando o cumprimento dos seus objetivos, esta pesquisa está assim estruturada: primeiramente será desenvolvida uma revisão dos principais conceitos sobre administração do risco de liquidez, aplicação de testes de estresse e sobre a importância da volatilidade implícita para o seu gerenciamento. Posteriormente será

---

<sup>2</sup> Cabe aqui ressaltar os possíveis significados da palavra “coerente”: em que há coerência, coesão, ligação recíproca; lógico, procedente, concordante; diz-se das partes de um todo que se harmonizam entre si (LAROUSSE CULTURAL. Dicionário da Língua portuguesa. São Paulo: Nova Cultural/Moderna, 1992). Como será demonstrado adiante, a lógica do modelo proposto estará em agrupar em um mesmo sistema, uma série de técnicas que aumentam a coesão e a conexão dos testes de estresse com o mercado de capitais brasileiro.



apresentado o modelo proposto e seus aspectos metodológicos, sendo eles o levantamento e a modelagem dos fluxos de caixa na instituição objeto do estudo, a escolha e a aplicação do cenário econômico considerando a correlação entre suas variáveis, a busca de um sinalizador para eventuais crises através do cálculo da volatilidade implícita das opções. Após são apresentados o método de pesquisa e uma breve descrição da instituição financeira na qual será realizado este estudo de caso. Por fim, o modelo proposto é aplicado ao fluxo de caixa dessa instituição e são apresentadas as conclusões desta dissertação.

## 1 RISCO DE LIQUIDEZ

A origem da palavra “risco” vem do italiano antigo *riscare*, que significa “ousar”, portanto uma opção e não um destino, como argumentado por Bernstein (1997). A capacidade de administrar riscos e a vontade de correr riscos fazendo opções ousadas são elementos-chave da energia que impulsiona o sistema econômico. Parte-se do pressuposto de que sendo o risco uma opção, então é possível medi-lo, avaliar suas conseqüências e geri-lo.

A concepção moderna de risco tem suas raízes no sistema de numeração indo-arábico, mas o estudo sério do risco só começou no renascimento, quando os seres humanos se libertaram das restrições conservadoras do passado e começaram desafiar abertamente as crenças consagradas. No mundo medieval e antigo e mesmo nas sociedades pré-escrita e camponesas, os indivíduos conseguiam tomar decisões, defender seus interesses e praticar o comércio sem uma compreensão real do risco ou da natureza da tomada de decisões. Atualmente, a sociedade humana depende menos da tradição e da superstição do que seu equivalente no passado, não por ser mais racional, mas porque a compreensão do risco permite tomar decisões de modo mais racional.

Historicamente, segundo Bernstein (1997), em 1730, Abraham de Moivre expôs a estrutura da distribuição normal e descobriu o conceito de desvio-padrão. Em 1738, Daniel Bernoulli definiu pela primeira vez o processo sistemático pelo qual a maioria das pessoas realiza escolhas e chega a decisões. Ainda mais importante, ele propôs a idéia de que a satisfação resultante de qualquer pequeno aumento de riqueza será inversamente proporcional à quantidade de bens anteriormente possuídos. Com essa afirmação aparentemente inocente, Bernoulli explicou alguns dilemas da época, como o motivo do rei Midas ser um homem infeliz, por que as pessoas tendem a ser avessas ao risco e por que os preços precisam cair para que

os clientes sejam persuadidos a comprar mais. Nos dois séculos seguintes, a afirmação de Bernoulli se manteria como o paradigma dominante do comportamento racional e estabeleceria o fundamento dos princípios modernos de gestão de investimentos.

No âmbito financeiro, os mercados de capitais sempre foram voláteis, por transacionar nada mais do que apostas no futuro, que é permeado de incertezas e surpresas. Comprar ações, título que não possui nenhuma data de vencimento, por exemplo, pode ser considerado um negócio arriscado, pois a única forma dos investidores liquidarem suas posições é vender as suas ações entre si: todos estão à mercê das expectativas e do poder de compra de todos os demais investidores do mercado. Por isso, o risco financeiro pode ser definido como a volatilidade de resultados inesperados, normalmente relacionada ao valor de ativos ou passivos de interesse, segundo Jorion (2007). Ou seja, o risco financeiro é a probabilidade de se obter um retorno diferente do esperado.

Sobre risco, Figueiredo (2001) destaca:

O risco, enquanto variável do retorno, está diretamente ligado ao resultado das empresas, pois isso é sempre objeto de estudo. Por não se poder excluir a variável risco, nem estabelecer um valor ideal para as perdas, determinar um intervalo no qual elas podem ser aceitas, ou o nível de risco ao qual uma instituição pode se expor é um grande passo para a tomada de decisão e um meio para maximizar o resultado.

Logo, toda instituição financeira incorre em risco nas suas atividades. Alguns dos riscos mais comumente enfrentados pelos intermediários financeiros, segundo Saunders (2000) e Jorion (2007), são:

- **Risco de Variação da Taxa de Juros:** surge da diferença de prazos e de liquidez entre os títulos comprados pelas instituições financeiras no mercado primário e emitidos ou vendidos no mercado secundário. Uma variação na taxa de juros afetará diferentemente cada um destes constituintes do balanço, representando risco;

- **Risco de Mercado:** é a incerteza a respeito dos lucros de uma instituição financeira, resultante de mudanças de condições de mercado, tais como o preço de um ativo, taxa de juros, volatilidade de mercado e liquidez;

- **Risco de Crédito:** é o risco de uma contraparte não honrar o pagamento de suas obrigações conforme a negociação anteriormente contratada;

- **Risco de Operações Fora do Balanço:** as operações fora do balanço são as que se encontram nas notas explicativas abaixo da última linha do balanço patrimonial. São ativos e passivos condicionais (cartas de fiança, compra e venda de títulos antes do vencimento, derivativos, opções, contratos a termo) que afetarão a estrutura futura do balanço, mas não dizem respeito à estrutura corrente;

- **Risco Tecnológico e Operacional:** há risco tecnológico quanto os investimentos em tecnologia não produzem os ganhos de escala esperados. O risco operacional está relacionado ao risco tecnológico, pois surge sempre que as tecnologias existentes deixam de funcionar adequadamente, impedindo a realização de alguma operação;

- **Risco de Câmbio:** as instituições financeiras podem incorrer em risco cambial realizando operações em moedas estrangeiras;

- **Risco Soberano:** é o risco de que um governo estrangeiro limite ou proíba os tomadores de recursos domésticos, sob sua jurisdição, de fazer pagamentos de principal e juros em dívidas contraídas junto a credores externos;

- **Risco Legal:** surge quando uma contraparte não possui autoridade legal ou regulatória para se envolver em uma transação financeira;

- **Risco de Liquidez:** o risco de liquidez em um banco decorre da sua incapacidade de promover reduções em seu passivo ou financiar acréscimos em seus ativos. Quando um banco apresenta liquidez inadequada, perde a capacidade de obter recursos, seja por meio de um aumento de seus exigíveis, seja pela pronta conversão de ativos, a custos razoáveis, afetando assim sua rentabilidade. Em casos extremos, liquidez insuficiente pode acarretar a insolvência de um banco.

Algumas diferenças-chave entre o risco de liquidez e os demais tipos de risco são destacadas no trabalho de Neu (2007). Primeiramente, o risco de liquidez pode ser considerado um risco secundário, pois seu aumento sempre segue um ou mais picos em outros riscos financeiros. É difícil imaginar que uma instituição financeira possa ter um problema de liquidez sem já ter incorrido em severas perdas devido ao risco de mercado, crédito ou operacional. Em segundo lugar, sua cobertura é diferente da cobertura dos outros riscos financeiros: as instituições

financeiras estão acostumadas a manter capital em função de perdas potenciais no valor líquido de ativos, cujo montante adequado é normalmente determinado em um modelo VaR, no processo de gerenciamento do risco de mercado. Como será melhor discutido posteriormente, esta familiar estrutura não funciona para o risco de liquidez, onde o risco é satisfazer as saídas líquidas de caixa acumuladas em um determinado período de tempo, iniciando com um dia e alcançando períodos de um mês ou mais. Claramente, nesta tarefa, a manutenção de capital é de limitada aplicabilidade, pois entradas de caixa precisam ser geradas.

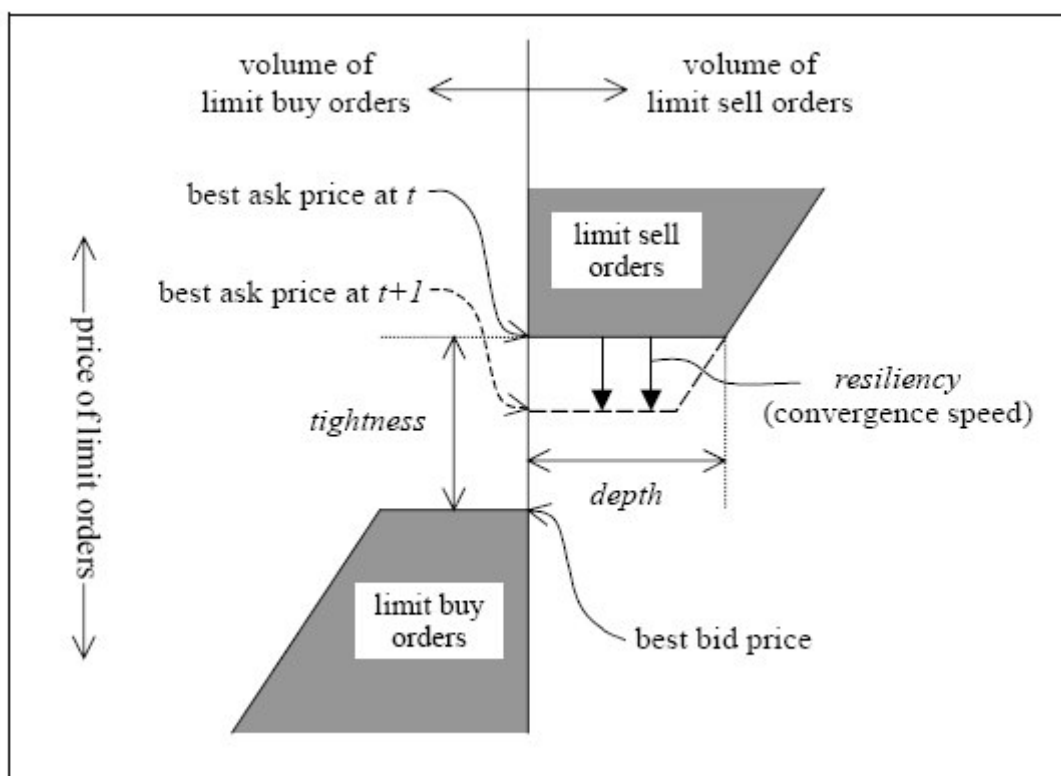
No âmbito legal, a Resolução 2.804/2000 do Banco Central do Brasil define risco de liquidez como sendo a ocorrência de desequilíbrios entre ativos negociados e passivos exigíveis – “descasamentos” entre pagamentos e recebimentos – que possam afetar a capacidade de pagamento da instituição, considerando-se as diferentes moedas e prazos de liquidação de seus direitos e obrigações. Figueiredo (2001) define um pouco mais genericamente o risco de liquidez como sendo o risco que decorre da dificuldade em vender ativos ou de vendê-los a um preço inferior ao de mercado e também como sendo o risco de não conseguir renovar captações quando se há recursos aplicados a prazos mais longos.

O risco de liquidez pode ser agrupado em **risco de liquidez de mercado** e em **risco de liquidez de caixa**. O primeiro risco refere-se à possibilidade de o valor de liquidação de um ativo ser significativamente diferente de sua atual marcação a mercado<sup>3</sup>. O segundo refere-se à possibilidade, para uma instituição, de incorrer em problemas de caixa e não conseguir captar a quantia necessária para honrar suas obrigações, o que pode levar à inadimplência. (SAUNDERS, 2000). É importante ressaltar que esses dois tipos de risco de liquidez tendem a reforçar-se, de acordo com Borio (2000): uma dificuldade em captar fundos externos pode forçar a liquidação antecipada de posições lucrativas, enquanto uma rápida mudança nos preços dos ativos pode ocasionar uma demanda por fundos.

---

<sup>3</sup> Marcar a mercado, ou precificar os títulos, significa atualizar diariamente o valor dos títulos que compõem uma carteira de investimentos ao preço de negociação. Ou seja, o valor do título deve refletir o montante que seria obtido caso este fosse vendido naquele dia.

Uma vez definido, cabe ressaltar que o risco de liquidez de mercado possui algumas dimensões<sup>4</sup>: *tightness* (firmeza) que se refere à diferença entre os preços de compra e venda de títulos; *depth* (profundidade), relacionada ao volume e tamanho das transações que pode ser absorvido sem que os preços sejam afetados e *resiliency* (resiliência) que é a velocidade com a qual as flutuações de preço decorrente das negociações são dissipadas. Essas dimensões estão demonstradas graficamente na figura a seguir:



**Figura 1: Dimensões da Liquidez de Mercado**

Fonte: BIS (1999)

Uma vez definido, é possível investigar mais profundamente as razões que levam a ocorrência de risco de liquidez. Para Saunders (2000), o risco de liquidez possui duas causas: uma ligada aos passivos e outra aos ativos. A primeira ocorre sempre que os titulares de passivos de uma instituição financeira (depositantes ou segurados, por exemplo) tomam a iniciativa de converter seus direitos financeiros em dinheiro sendo necessário proceder à captação de fundos adicionais ou liquidar ativos para cobrir as retiradas. O ativo que possui a maior liquidez é o caixa, que é o

<sup>4</sup> Conforme relatório do BIS (1999) - *Market Liquidity: Research Findings and Selected Policy Implications*.

ativo usado para fazer os pagamentos aos titulares de direitos que desejam fazer as retiradas. Entretanto, como o caixa não rende juros, as instituições financeiras tendem a minimizar os saldos de caixa, buscando uma maior rentabilidade em ativos menos líquidos ou de prazo de vencimento mais longos, surgindo um *trade-off* (dilema).

Além disso, por mais que a maioria dos ativos possa ser convertida em caixa, para alguns ativos isso só pode ser feito a um custo elevado caso ele precise ser liquidado imediatamente. Portanto, o preço que o detentor do ativo é obrigado a aceitar pode ser muito inferior ao que seria obtido caso houvesse um prazo mais longo para a negociação de venda. Esse preço é conhecido como preço de liquidação (SAUNDERS, 2000).

Já a ocorrência de risco de liquidez ligada aos ativos é uma consequência de compromissos de empréstimo, como por exemplo, o serviço de cheque especial. Esse compromisso permite aos tomadores de recursos sacar fundos de uma instituição financeira sempre que desejar e quando esse saque ocorre, é necessário cobri-lo no balanço imediatamente, gerando uma demanda por liquidez.

A gestão do risco de liquidez compreende em estimar as necessidades de liquidez e solucioná-las de maneira a minimizar os custos de reversão dos descasamentos entre ativos e passivos. Assim, como concordam Costa e Romera (2002), é necessária a documentação de critérios, a análise de cenários, a emissão de relatórios, a formação de mecanismos de reversão de posições, aplicação de testes de avaliação e definição de planos de contingência bem elaborados. Além disso, a manutenção de uma carteira de títulos e valores mobiliários de grande liquidez (reserva operacional), somada à solidez econômica de uma instituição financeira representa uma fonte potencial de recursos adicionais, sendo um procedimento importante no gerenciamento desse risco em especial. Nenhum desses elementos é mais ou menos importante que os demais. Tão pouco poderia ser traçada uma ordem de precedência, pois a administração da liquidez envolve a coordenação de cada um desses elementos em um processo dinâmico (MATZ e NEU, 2007).

Os elementos fundamentais para uma sólida administração de liquidez incluem um bom sistema de administração de informações, controle central de liquidez, análise de necessidades líquidas de financiamento sob cenários

alternativos, diversificação das fontes de financiamento e plano de contingência. As autoridades monetárias devem esperar dos bancos que eles administrem seus ativos, seus passivos e contratos extra-balanço de modo a manter um nível adequado de liquidez. Os bancos devem ter uma base diversificada de financiamento, tanto em termos de origem de recursos quanto do prazo de vencimento de seus passivos mantendo um nível adequado de ativos líquidos (COSTA e ROMERA, 2002).

Por mais que a “capacidade de obter caixa quando necessário” pode ser uma definição para “liquidez”, ela não se encaixa completamente no escopo de “gerenciamento de liquidez”. De acordo com Matz e Neu (2007), no seu nível mais básico, o gerenciamento do risco de liquidez é o processo de realização dos seguintes objetivos:

- **o gerenciamento do risco de liquidez deve ser prospectivo:** os níveis históricos de liquidez são muito menos importantes do que a certeza de que a instituição tem disponibilidades suficientes para suprir suas necessidades de caixa futuras. Como todos os riscos, é a probabilidade que eventos futuros produzam conseqüências adversas. Logo, medidas voltadas para o passado (como índices históricos) e gerenciamento retrospectivo (como planos baseados em necessidades de liquidez anteriores) são de pouca valia;
- **o gerenciamento do risco de liquidez deve incluir provisões para necessidades de caixa não previstas:** necessidades de liquidez podem ter muitas formas. A maioria pode ser caracterizada como eventos de grande probabilidade, mas de baixa severidade. Poucas podem ser caracterizadas como eventos de pouca probabilidade, mas de grande severidade. Manter essa provisão pode ser o aspecto individual mais crítico do gerenciamento do risco de liquidez;
- **o gerenciamento do risco de liquidez também requer esforço para atingir a melhor relação custo/benefício:** é claro que na situação de ocorrência de eventos extremamente severos, custo não é algo a ser considerado pois, nessas raras situações, fundos são necessários a qualquer taxa. Em todos os outros casos, é necessário reconhecer que por mais que um baixo nível de liquidez possa matar



rapidamente uma instituição financeira, um elevado nível pode matá-la vagarosamente.

Sendo assim, para Matz e Peu (2007), há duas verdades fundamentais que norteiam o gerenciamento do risco de liquidez. Primeiramente, as instituições financeiras sabem que enfrentam riscos potencialmente devastadores, mas que a probabilidade de ocorrência desses riscos é relativamente baixa. Segundo, elas não podem simplesmente dar-se ao luxo de manter liquidez suficiente em tempos normais para sobreviver a um problema extremo. A essência do gerenciamento de liquidez é, então, a sua redução a níveis considerados aceitáveis, mantendo a capacidade de rápida identificação de problemas e a disposição para aumentar a liquidez prontamente tão logo quanto as condições anormais sejam observadas.

A partir desses argumentos, pode-se destacar a importância da realização de testes de estresse para a administração do risco de liquidez. O tema “Teste de Estresse” tem ganho destaque no meio científico e principalmente nos relatórios divulgados pelo *Bank for International Settlements* e será abordado com profundidade no próximo capítulo.

## 2 TESTES DE ESTRESSE

Testes de estresse originalmente foram desenvolvidos para serem utilizados em análises de portfólio, visando a melhor compreensão dos riscos latentes das carteiras de investimento a movimentos extremos nos preços de mercado. Gradualmente, as técnicas foram sendo aplicadas em contextos mais amplos até que se tornassem amplamente utilizadas como uma ferramenta de gerenciamento de risco nas instituições financeiras (JONES, HILBERS & SLACK, 2004).

De acordo com o *Bank for International Settlements* (2000) “Teste de Estresse” tem sido adotado como um termo genérico para descrever as várias técnicas utilizadas pelas instituições financeiras para mensurar suas vulnerabilidades a eventos excepcionais mas plausíveis. A mais comum destas técnicas envolve a determinação do impacto de uma mudança em um fator de risco no portfólio de uma empresa (um simples teste de sensibilidade) ou de uma mudança simultânea em um número de fatores de risco, refletindo um evento que os gestores de risco da empresa julgam possível de ocorrer (análise de cenário). Jorion (2007) descreve o teste de estresse como sendo um processo que visa a identificação e o gerenciamento de situações que podem causar perdas extraordinárias. Testes de estresse permitem que gestores de risco identifiquem a exposição da empresa a mudanças de preços durante eventos que são considerados plausíveis sem obrigá-los a desenvolver um modelo estatístico específico para estes eventos. Por sua vez, isso permite que os mais diversos níveis hierárquicos da empresa determinem se a exposição atual corresponde ao apetite por risco da empresa. (BIS, 2000)

A necessidade de aplicação de testes de estresse também é destacada pela autoridade monetária brasileira. Atualmente o Banco Central do Brasil determina, através da Resolução 2.804/2000<sup>5</sup> que os bancos devem mensurar e controlar seu Risco de Liquidez inclusive considerando possíveis mudanças nos cenários econômicos. Porém essa Resolução deixa espaço para interpretações um tanto subjetivas, não sendo clara quanto aos critérios que devem ser utilizados; devido à

---

<sup>5</sup> Ver Anexo A.

sua subjetividade abrem-se oportunidades para discussões, pesquisas e proposições que elevem a qualidade do processo de gestão de Risco de Liquidez e de aplicação de testes de estresse nas instituições.

Para o RISKMETRICS GROUP (1999), é possível apontar alguns pré-requisitos para aquilo que se considera um bom teste de estresse: (a) deve ser relevante para as atuais posições das carteiras; (b) deve considerar mudanças em todas as taxas e indicadores relevantes do mercado; (c) deve examinar potenciais quebras dos regimes normais; (d) deve fomentar a sua discussão e disseminação; (e) deve considerar iliquidez no mercado e (f) a inter-relação entre o risco de mercado e o risco de crédito com o risco de liquidez.

Além disso, vários estudos destacam a relação entre a realização de testes de estresse e o VaR (*Value at Risk*). Jorion (2007) argumenta que o principal objetivo do VaR é quantificar perdas potenciais sob condições “normais” de mercado, onde “normais” é definido pelo nível de confiança, geralmente 95% ou 99%; porém na prática, métodos como o VaR, baseados em dados históricos recentes, podem falhar na identificação de situações extremas incomuns que podem levar a grandes perdas. Por isso é que o VaR deve ser complementado por um programa regular de testes de estresse, pois o VaR foca na dispersão dos retornos, enquanto o teste de estresse foca nas caudas. Jorion (2007) considera que o grande benefício dos testes de estresse está em identificar os pontos vulneráveis das carteiras das instituições. Vieira Neto e Urban (2000) chamam a atenção para as deficiências do VaR em períodos de quebra de correlações históricas, também sugerindo o uso de testes de estresse como um complemento ao VaR na avaliação do risco de mercado, o primeiro refletindo o “risco numa situação de crise” e o segundo o “risco do dia-a-dia”. O *Bank for International Settlements* (2000), por sua vez, destaca que as empresas reconhecem a habilidade limitada do VaR em capturar com exatidão o que pode acontecer em circunstâncias excepcionais, complementando que isso se deve às suposições do modelo que tornam mais fácil o seu cálculo: por definição circunstâncias excepcionais raramente ocorrem, sendo a inferência estatística imprecisa sem que haja um número suficiente de observações. Os testes de estresse preenchem esta lacuna e portanto, complementam o VaR ao oferecer uma medida quantitativa da exposição da instituição associada a um possível evento extremo.

Uma das principais questões referentes aos testes de estresse é como criá-los e utilizá-los a partir de uma perspectiva do processo de administração de instituições financeiras e carteiras de investimento, segundo o RISKMETRICS GROUP (1999). O grupo chama atenção para o fato de que para serem significativos, os testes de estresse deveriam estar vinculados ao processo de tomada de decisão, sendo os resultados dos testes de estresse corporativos discutidos em encontros regulares pelos gestores de risco, gerentes e administradores de carteiras. Assim como acontece com o VaR, as empresas poderiam atribuir perdas máximas em estresse por tipo de risco ocorrido ou área da instituição, sendo os testes aplicados com diferentes frequências nos mais diversos níveis da empresa. Na direção da instituição, os resultados dos testes de estresse deveriam guiar o apetite por risco e influenciar o processo de alocação interna de capital, considerando as necessidades de *hedge*.

No entanto, por mais que esteja ressaltada na literatura acadêmica a importância dos testes de estresse para o gerenciamento do risco de liquidez, no trabalho de Vieira Neto e Urban (2000) é possível encontrar algumas críticas ao modelo tradicionalmente utilizado para sua aplicação:

- **a escolha e a elaboração dos cenários envolve alto grau de subjetividade:** as correlações históricas entre os ativos não precisam ser respeitadas, caso o gestor de risco assim queira e não é necessário que os cenários escolhidos já tenham sido observados no passado. Este problema torna-se crítico quando uma carteira contém múltiplos ativos de vários mercados, quando as combinações específicas entre os preços são tão mais importantes quanto as suas variações;
- **o risco de deslocamentos não paralelos da curva de juros não é capturado:** normalmente, para simplificar o teste de estresse, é aplicado o mesmo percentual de variação para todos os pontos da curva. Isto prejudica o teste porque é grande o número de formatos que a curva pode apresentar, variando o nível, a curvatura, a inclinação, isolada ou simultaneamente.
- **o risco de a carteiras contendo opções não costuma ser adequadamente capturado:** a maior parte dos modelos trabalha

com cenários extremos e opostos, de forte alta ou de forte baixa. Muitas das estratégias com opções como *strangles* e *butterflies* apresentam maiores perdas justamente quando o preço do ativo objeto varia pouco.

Além disso, normalmente os testes de estresse estimam a exposição a um evento específico mas não a probabilidade de que tal evento ocorra. Mais ainda, um grande número de decisões na especificação de um teste de estresse precisa ser tomado baseando-se no julgamento e na experiência do gestor de risco, não havendo garantia que ele selecionará o “cenário correto” ou que interpretará os resultados efetivamente (*Bank for International Settlements*, 2000). Por isso Malz (2001) chega a comentar: “A realização de um teste de estresse é tão arte quanto ciência”. Uma vez que nem todos os cenários podem ser testados o tempo todo, a escolha e o desenvolvimento de cenários de estresse envolve julgamento, assim como envolve decidir com que frequência aplicar o teste. Malz (2001, p. 15) também sugere que o uso das volatilidades implícitas como um indicador de estresse pode aumentar o papel dos cálculos objetivos sobre os julgamentos subjetivos neste processo.

As principais definições e a importância do uso da volatilidade implícita como indicador de mudanças econômicas serão discutidas no próximo capítulo.

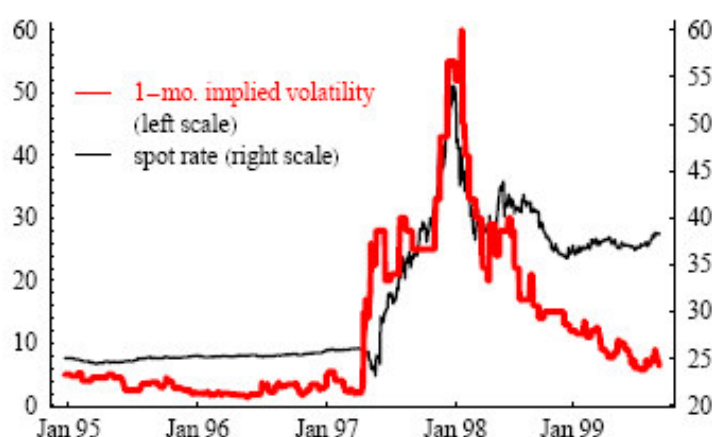
### 3 VOLATILIDADE IMPLÍCITA

Os analistas de mercado têm procurado por indicadores de crises ou eventos financeiros futuros entre dados macroeconômicos como balanços de transações correntes, nível de reservas internacionais, ou resultados corporativos e preços futuros de ativos. Dados macroeconômicos são importantes na determinação de mudanças potenciais no equilíbrio de mercado, mas dados recentes são disponibilizados esporadicamente e com grandes intervalos. Os preços do mercado financeiro, ao contrário, são disponibilizados diariamente ou ainda intradia e contêm informações implícitas referentes a movimentos de mercado no curto prazo, segundo Malz (2000). O preço das opções é um bom candidato para sinalizador de grandes mudanças no mercado, uma vez que as opções são negociadas, entre outros motivos, para permitir que os participantes do mercado adaptem suas exposições a grandes mudanças nos preços dos ativos. Assim, os preços das opções tende a aumentar quando o mercado espera ou teme uma grande turbulência ou considera plausível uma grande variabilidade nos preços futuros dos ativos.

Malz (2000) também destacou que termos e futuros, por sua vez também podem ter seus preços observados em tempo real, porém seus preços são determinados em parte pelo **valor médio** esperado para o preço futuro do ativo, enquanto que o preço das opções é determinado pela **variância** esperada do preço futuro do ativo. O autor ilustra a diferença através do seguinte exemplo:

“Imagine que os preços futuros são iguais ao preço futuro médio de um ativo e que a volatilidade implícita das opções é igual ao desvio-padrão dos resultados. No cenário 1, há dois resultados possíveis (ambos com probabilidade de 50%): o preço futuro do ativo pode ser R\$0,90 ou R\$1,10. Neste cenário o preço futuro é R\$1,00 e a volatilidade implícita é 10%. Agora imagine o cenário 2, com três possíveis resultados: o preço do ativo poderá ser R\$0,90 ou R\$1,10 com uma probabilidade de 45% cada ou R\$0,50 com 10% de probabilidade de ocorrência. Introduzindo uma pequena probabilidade de grandes mudanças nos preços futuros muda a volatilidade implícita muito mais do que os preços futuros. Neste cenário, o preço futuro é R\$1,05 e a volatilidade implícita da opção é 17,75%. Comparavelmente, o preço futuro cai menos de 5% mas a volatilidade implícita aumenta 78% em função da mudança da perspectiva de mercado do cenário 1 para o cenário 2” (MALZ, 2000, p. 42)

O estudo de Malz sugere que a volatilidade implícita contém informações sobre a volatilidade futura que não são capturadas em uma série histórica de retornos. A figura abaixo, retirada do mesmo estudo, demonstra a relação entre a taxa de câmbio à vista para o dólar em relação à moeda tailandesa e a sua volatilidade implícita. Observe que a volatilidade implícita iniciou sua trajetória ascendente consideravelmente antes do que a taxa de câmbio propriamente dita.



**Figura 2: USD x THB<sup>6</sup>: Taxa de Câmbio à vista e volatilidade implícita**

Fonte: Malz, 2000.

O mesmo exemplo demonstrado acima é citado em outros trabalhos. O RISKMETRICS GROUP (1999, p. 99) acrescenta que em caso de uma taxa de câmbio atrelada ao dólar as volatilidades implícitas contêm valiosas informações sobre a percepção do mercado quanto ao risco de desvalorização cambial.

Em pesquisa realizada com dados do mercado de capitais brasileiro, Gabe e Portugal (2004) obtiveram importantes resultados em um teste comparativo entre a volatilidade implícita e a volatilidade estatística como estimadores da volatilidade futura. Os resultados da pesquisa indicaram a volatilidade implícita como um modelo capaz de prever a volatilidade do dia seguinte com maior precisão do que a volatilidade estatística. Os testes realizados, no entanto restringiram-se às opções e ações da empresa TELEMAR S.A.

<sup>6</sup> THB é a sigla do Baht Tailandês, moeda oficial da Tailândia.

Também focados no mercado brasileiro, Andrade e Tabak (2001) obtiveram resultados que sugerem que a volatilidade implícita do preço das opções de compra US\$/R\$ contém informação sobre a volatilidade futura que não está presente nos retornos passados. Assim deduz-se ser possível seguir a volatilidade implícita Dólar/Real para inferir sobre a volatilidade futura, pois previsões que somente utilizaram retornos passados não foram eficientes, principalmente devido ao fato de não incorporarem toda a informação pública disponível. De fato é de se esperar que diante da expectativa de crise, a probabilidade de exercício de uma determinada opção de compra de dólar aumente, levando um acréscimo no seu prêmio.

O trabalho de Gomes (2002) também concordou com os autores acima citados no que tange a acertividade da volatilidade implícita como *proxy* da volatilidade futura nas opções de dólar. No entanto o autor comenta que no seu trabalho a base de dados ficou reduzida devido à necessidade de se considerar somente as opções de compra de dólar negociadas no mercado brasileiro após a desvalorização cambial ocorrida em 1999. A mesma crítica pode ser estendida aos demais trabalhos consultados. Espera-se que a maior amostra de dados disponíveis sobre o mercado de opções de câmbio até a realização desta pesquisa colabore para a confirmação da volatilidade implícita como um sinalizador de evento de estresse.

Então, a volatilidade implícita, compreendida aqui como a estimativa da volatilidade durante o tempo de maturação de uma opção que iguala o preço desta opção observado no mercado com o preço teórico de determinado modelo de precificação, pode ser utilizada, segundo Gabe e Portugal (2004), para: monitorar a opinião dos investidores sobre a volatilidade de certa ação; transformar preços de ativos em volatilidades e, a partir destas, negociar ou interpolar vencimentos e maturidades para retornar preços consistentes com os mais líquidos do mercado; calcular o preço de uma opção a partir do preço de outra opção; testar a eficiência do mercado de opções, ou seja, se os preços das opções incorporam em tempo real toda a informação disponível, a volatilidade implícita deve ser o melhor previsor da volatilidade futura.

A partir desses argumentos, no próximo capítulo será apresentado o modelo proposto.



## 4 MODELO DE GESTÃO DE RISCO DE LIQUIDEZ

Uma vez revisados os principais aspectos teóricos que embasam esta pesquisa, será apresentado o modelo de gestão de risco de liquidez proposto, que consiste em na realização de testes de estresse com o uso de um conjunto de ferramentas com o objetivo de aprimorar a sua coerência. Esse aprimoramento é buscado através da flexibilização das principais simplificações normalmente realizadas pelas instituições financeiras quando realizam testes de estresse em seus fluxos de caixa, ou seja, através de um relaxamento das premissas simplificadoras.

O modelo proposto será avaliado através da sua aplicação nos fluxos de caixa de uma instituição financeira, que será posteriormente caracterizada.

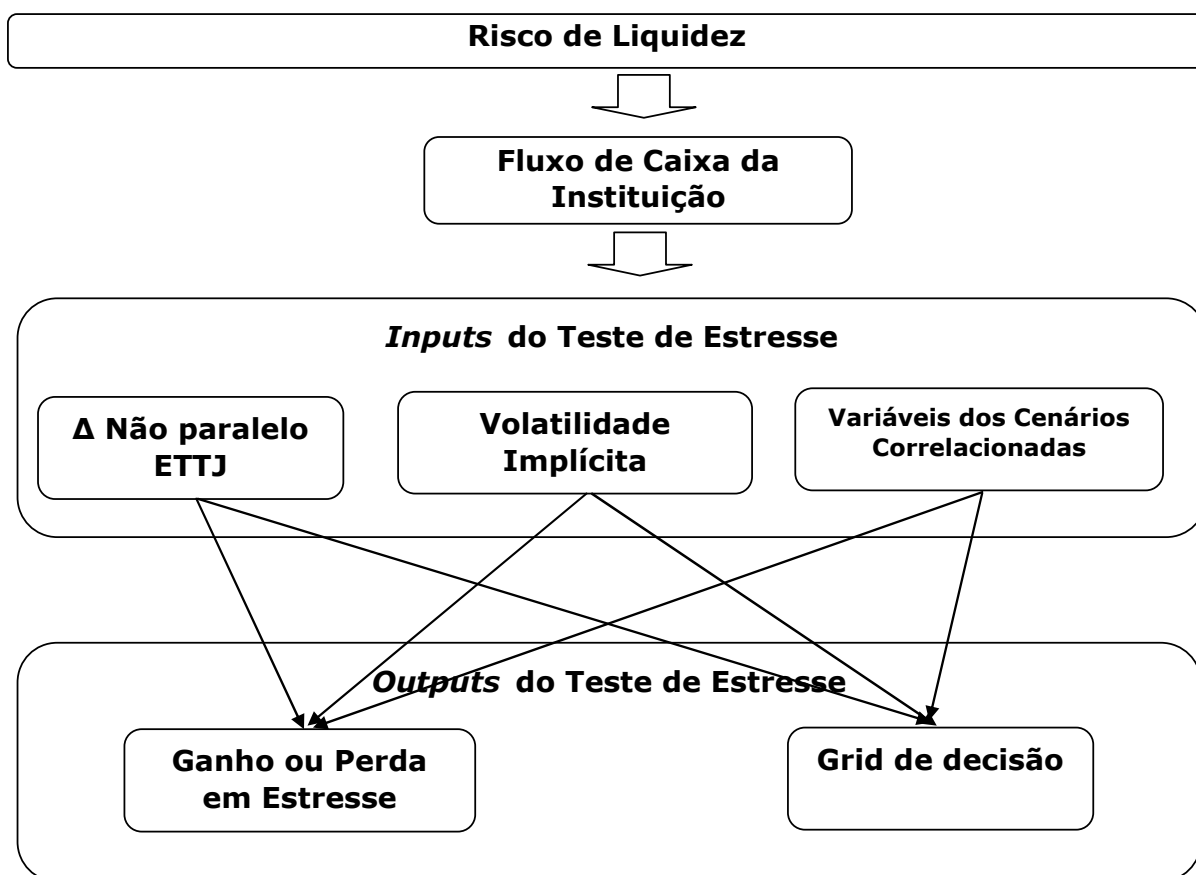


Figura 3: Modelo proposto de gestão do risco de liquidez

A seguir, proceder-se-á uma descrição pormenorizada dos principais componentes do modelo.

#### 4.1 CÁLCULO DOS FLUXOS DE CAIXA

O instrumento que permite mensurar a liquidez intertemporal de instituições financeiras é a Disponibilidade de Recursos em Datas Futuras. Este consiste num processo de previsão da liquidez diária para um determinado período de tempo, baseado nas projeções do fluxo de caixa e nos ativos líquidos da carteira. O intuito é prever, com as melhores informações disponíveis, o cenário de liquidez da instituição, no qual a análise de liquidez irá apoiar-se para a identificação de insuficiências ou excessos de liquidez.

A modelagem de fluxo de caixa visa verificar o fluxo de caixa temporal de todos os ativos (principal e juros) e passivos de acordo com as características das transações da instituição, segundo a FEBRABAN (2004, p. 12-13). A análise do fluxo de caixa também é utilizada na avaliação da liquidez da instituição, uma vez que permite mapear todos os ativos e passivo da instituição no horizonte de tempo.

A disponibilidade de recursos para a data  $n$  é composta pelo valor dos ativos, que por possuírem alta liquidez no mercado são alocados para um dia útil no fluxo, adicionado ao saldo inicial em caixa da instituição mais o somatório de ingressos, menos o somatório de desembolsos para cada data futura até a data  $n$ , conforme quadro abaixo:

<b>1</b>	$E(\text{Ativos}_1 - \text{Passivos}_1)$	+ Saldo em caixa + Ativos com alta liquidez	<i>= Disponibilidade para data 1</i>
<b>2</b>	Disponibilidade para data 1	+ $E(\text{Ativos}_2 - \text{Passivos}_2)$ <i>Valor esperado p<sup>o</sup> fluxo de caixa na data 2</i>	<i>= Disponibilidade para data 2</i>
<b>N</b>	$\sum_{i=1}^n E(\text{Ativos}_i - \text{Passivos}_i)$	+ Saldo em caixa + Ativos com alta liquidez	<i>= Disponibilidade para data n</i>

**Figura 4: Modelo de previsão de fluxos de caixa**

Fonte: adaptado de FEBRABAN (2004, p. 13).

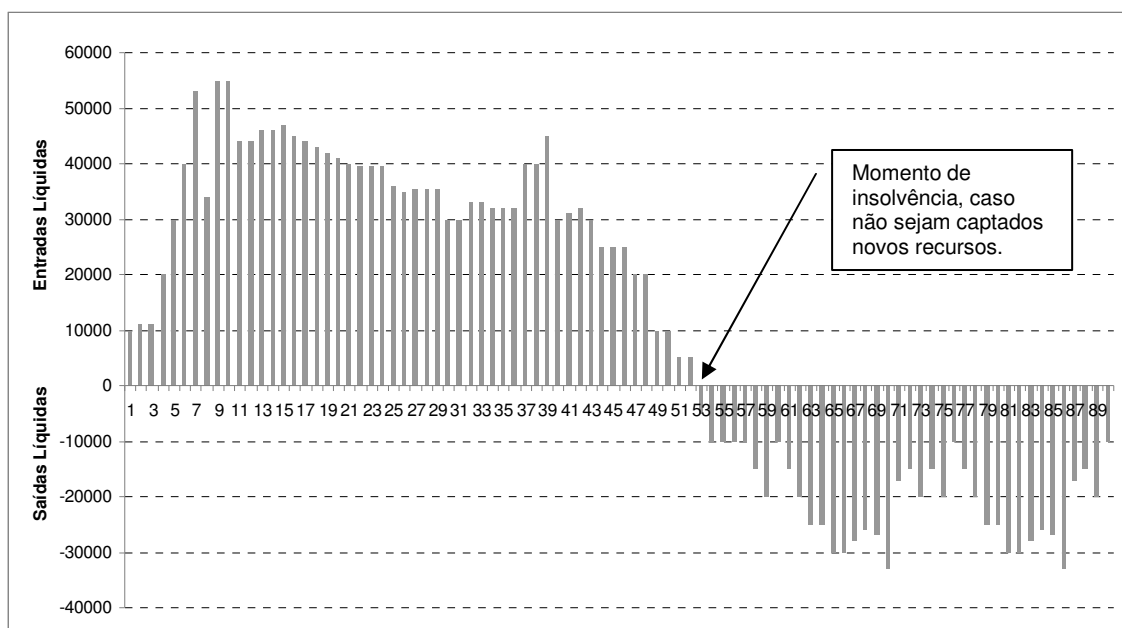
O fluxo de caixa utilizado na Disponibilidade de Recursos consiste na projeção, para todo e qualquer prazo, do valor de caixa futuro gerado por cada operação negociada, ativa e passiva, que impactará a disponibilidade de recursos da instituição. De forma mais ampla, ZDANOWICZ (1998) assim o define:

“O fluxo de caixa consiste na representação dinâmica da situação financeira de uma empresa, considerando todas as fontes de recursos e todas as aplicações em itens do ativo. De forma mais sintética pode-se conceituar: é o instrumento de programação financeira, que compreende as estimativas de entradas e saídas de caixa em certo período de tempo projetado.” (ZDANOWICZ, 1998)

Adotando conceito semelhante ASSAF NETO e SILVA (1995) ressaltam a importância deste instrumento dizendo que “a partir da elaboração do fluxo de caixa é possível prognosticar eventuais excedentes ou escassez de caixa, determinando-se medidas saneadoras a serem tomadas”. Além disso, por informar as entradas e as saídas futuras de valores, ele também é o principal recurso para prever as variações da liquidez atual ao longo de um determinado período de tempo. Desta forma, estudar o fluxo de caixa é, em última análise, procurar compreender o processo de formação de liquidez na instituição, levando-o a assumir importante papel na análise do risco de liquidez.

Um fluxo de caixa líquido positivo (ou uma disponibilidade de caixa positiva para determinado dia) indica que a instituição financeira pode cobrir todas suas saídas de caixa, através da liquidação de todos os seus ativos livres. Um fluxo de caixa líquido negativo (ou uma disponibilidade de caixa negativa para determinado dia) não significa necessariamente que a instituição financeira está insolvente. Significa apenas que a liquidação dos seus estoques de títulos não será suficiente para cobrir os fluxos de saída levando em conta a posição atual; ou seja, sem nenhuma renovação das fontes de *funding* nem novos ativos e levando em conta o cenário assumido no momento do levantamento do fluxo de caixa (NEU, 2007).

Observe na figura a seguir como o descasamento do fluxo de caixa pode ser identificado. O eixo x representa o dia para qual o fluxo está previsto. O eixo y representa o valor da disponibilidade de caixa prevista para este dia, supondo que o balanço da instituição permaneça constante.



**Figura 5: Exemplo de descasamento de fluxo de caixa**

Com a adequada formulação do fluxo de caixa obtém-se a real posição de liquidez da instituição, sendo possível identificar as causas das variações que provocaram as alterações diárias desta liquidez. Mas se este fluxo apresentar informações inconsistentes com a realidade ou não trazer operações que impactarão a disponibilidade de recursos da instituição, o monitoramento do risco de liquidez ficará prejudicado pelo fato da análise se basear numa condição de liquidez inexistente, não verificada na prática.

## 4.2 DESLOCAMENTO NÃO PARALELO DA ETTJ

Antes de descrever o método a ser utilizado para deslocamentos da Estrutura a Termo da Taxa de Juros, é necessário demonstrar como se estima a curva.

Varga (2000) explica que para obter-se uma ETTJ, primeiramente tomam-se as taxas de juros efetivas aplicadas nos títulos disponíveis para todos os prazos possíveis. Em seguida, para os prazos em que não há títulos disponíveis ou não há cotação para os existentes, aplica-se algum procedimento de interpolação. O objetivo da interpolação é o de se estabelecer uma função contínua  $f(x)$  que defina

valores de taxas de juros para qualquer período de tempo contido entre prazos para os quais a taxa é conhecida (vértices). Como os vértices são normalmente obtidos a partir de instrumentos do mercado, é natural que a maioria dos métodos de interpolação force a passagem da curva de juros por esses pontos, conforme apontado por Securato (2003). Assim, a escolha de determinado método de interpolação está diretamente relacionado à necessidade de se obter uma boa relação entre a simplicidade de aplicação, a suavidade da curva e a passagem pelos vértices. *Cubic spline* é uma das metodologias de interpolação numérica, assim como interpolação linear e a interpolação exponencial. De fato, representa uma forma de interpolação através polinômios de 3° ordem, sendo daí originado o nome *cubic*, onde diferentes polinômios são ajustados de modo a passar por dois vértices consecutivos, sendo a curva final resultante a “colagem” de todos os polinômios.

A maior característica das interpolações *cubic spline* é o amortecimento ou suavidade que apresentam na transição de um nó para outro, sendo muito utilizada para estabilização de câmeras de vídeo e outros instrumentos sensíveis a variações bruscas. A utilização do método de interpolação *cubic spline* em finanças também é motivada por esta característica de suavizar as intersecções ou, olhando para uma curva de juros, suavizar a transição de um ponto (ou vértice) para outro.

Assim, conforme apresentado por Varga (2000), dado um conjunto de pontos  $x_i$ ,  $i = 1, \dots, N$  e uma função  $y_i = f(x_i)$ , focando em um intervalo particular  $x_j$  e  $x_{j+1}$ , uma interpolação linear pode ser obtida por:

$$y = Ay_j + By_{j+1}$$

$$A = \frac{x_{j+1} - x}{h_j} \text{ e } B = 1 - A$$

$$\text{Onde, } h_j = x_{j+1} - x_j$$

Por ser linear, a equação tem segunda derivada igual a zero, no interior de qualquer intervalo em que for calculada e é indefinida nos pontos  $x_i$ , exceto quando se trata de uma reta. O objetivo da interpolação por *cubic spline* é de se obter fórmulas que tornem contínuas a primeira e a segunda derivadas ao longo de todo o domínio da função  $y$ . Para isso adiciona-se à equação um polinômio cúbico cuja

segunda derivada varia linearmente entre um valor  $y''_t$  à esquerda e  $y''_{t+1}$  a direita, de tal forma que a segunda derivada seja contínua em todo o domínio da função.

$$y = Ay_j + By_{j+1} + Cy'_j + Dy''_{j+1}$$

$$C = \frac{1}{6}(A^3 - A)h_j^2 \text{ e } D = \frac{1}{6}(B^3 - B)h_j^2$$

Derivando-se a equação acima duas vezes, a segunda derivada do polinômio construído é:

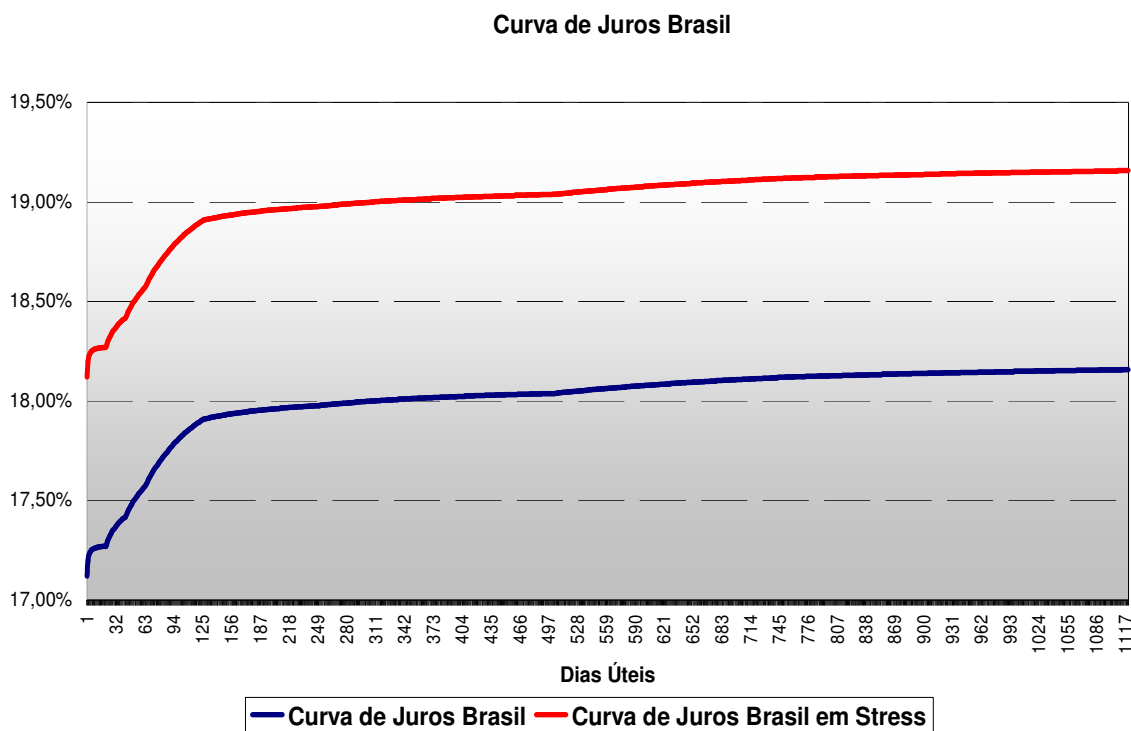
$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = Ay'_j + By''_{j+1}$$

Com base na equação anterior, é possível determinar o valor de  $y$  para qualquer  $x$ . Entretanto, é necessário determinar os valores  $y''$ . Estes podem ser obtidos impondo-se a continuidade à primeira derivada da equação. Isso feito, obtêm-se  $N - 2$  equações lineares, com  $N$  desconhecidos  $y''$ :

$$\frac{h_{j-1}}{6} + y''_{j-1} + \frac{h_j + h_{j-1}}{3} y''_j + \frac{h_j}{6} y''_{j+1} = \frac{y_{j+1} - y_j}{h_j} - \frac{y_j - y_{j-1}}{h_{j-1}}, \text{ e igualando } y''_1 \text{ e } y''_N \text{ a}$$

zero, obtêm-se o *c-spline* natural, que tem segunda derivada zero em ambos os limites. Cada valor de  $y''_t$  depende apenas dos seus vizinhos  $j \pm 1$ . (VARGA, 2000)

Uma vez encontrados todos os conjuntos de pontos ao longo da curva, pode-se tratar dos seus deslocamentos a partir dos cenários econômicos para realização dos testes de estresse. Conforme o *Bank for International Settlements* (2001), o procedimento mais comum é o deslocamento paralelo de toda a curva de juros, ou seja, aplicar o mesmo percentual de variação (ex: 1% para cima) em todos os pontos ao longo da curva, conforme demonstrado na figura a seguir:



**Figura 6: Deslocamento paralelo da ETTJ**

Fonte: MASTELLA (2005, p. 35).

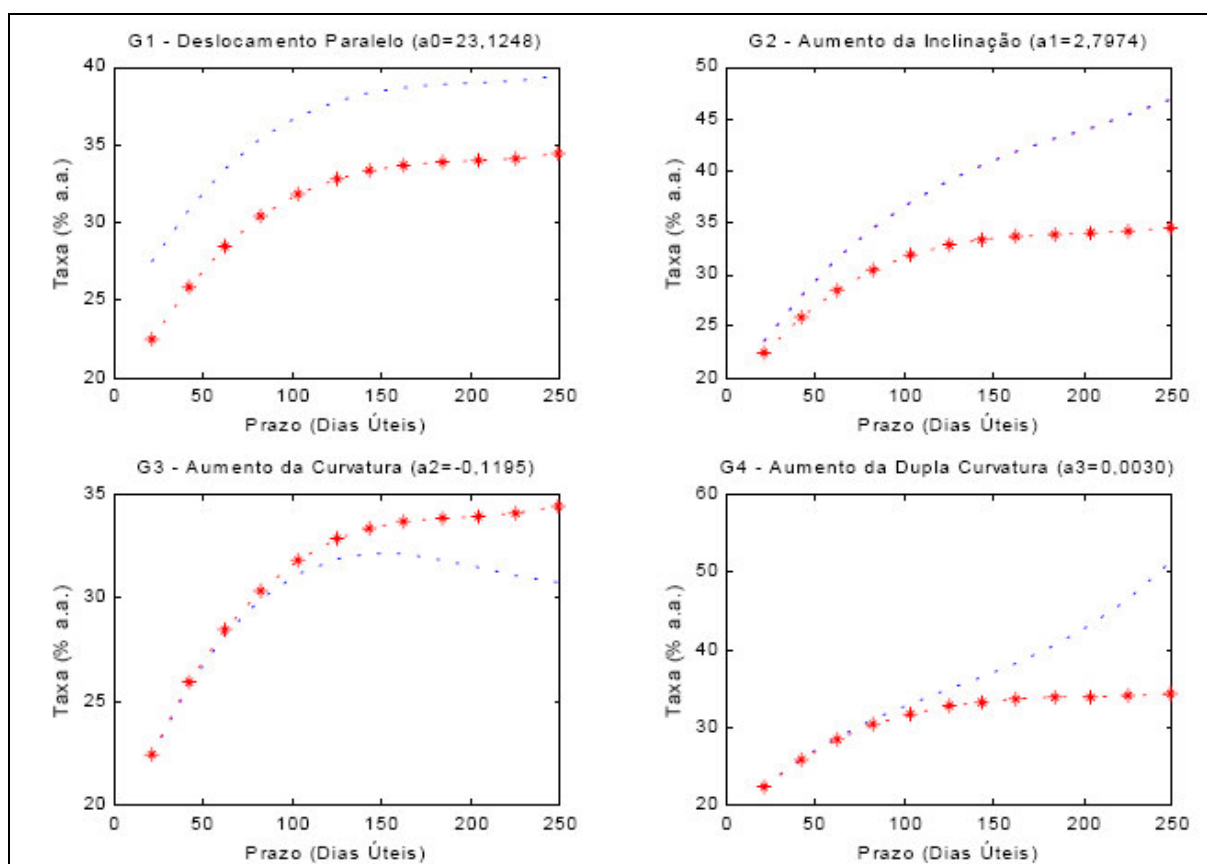
Porém é sabido que a curva de juros pode sofrer alterações das mais variadas formas, não apenas deslocamentos paralelos, conforme destacado por Vieira Neto e Urban (2000). Nos modelos de testes de estresse tradicionais costuma-se aplicar apenas um deslocamento paralelo na curva de juros (ver Vieira Neto e Urban (2000) e BIS (2001)), ignorando-se a enorme quantidade de formas que esta pode assumir: variação do nível, variação da inclinação, variação da curvatura e todas as combinações possíveis quanto a nível, inclinação e curvatura se alteram simultaneamente.

Seja  $r(t)$  a taxa de juros pré-fixada, com prazo de vencimento igual a  $t$ . Para efeito do teste de estresse, o formato da curva de juros, aqui entendida como a função que relaciona  $r$  a  $t$ , pode ser relativamente bem aproximado como uma função quadrática:

$$r(t) = a_0 + a_1.t + a_2.t^2, \text{ onde os coeficientes } a_0, a_1 \text{ e } a_2, \text{ representam,}$$

respectivamente, o nível, a inclinação e a curvatura da ETTJ. Com a curva completa numa determinada data, o valor dos parâmetros  $a_0$ ,  $a_1$  e  $a_2$  pode ser estimado por mínimos quadrados ordinários, conforme demonstrado por Vieira Neto e Urban

(2000). Para melhor compreensão, é possível observar na figura abaixo, exemplos de variações nos coeficientes da função da ETTJ:



**Figura 7: Deslocamento não paralelo da ETTJ**

Fonte: VIERA NETO e VALLS PEREIRA (2000)

Nos gráficos acima, os autores variaram os coeficientes  $a_0$ ,  $a_1$  e  $a_2$  individualmente e redesenharam toda a ETTJ em cada uma das situações. Cada um dos gráficos compara a curva de juros original (linha marcada), com a nova curva (linha lisa). Como se pode observar, cada um dos coeficientes capta um aspecto diferente da curva de juros. Neste sentido, diz-se que a representação polinomial *decompõe* os movimentos da estrutura a termo nos fatores nível, inclinação e curvatura. Se todos eles se modificarem simultaneamente, conforme sugerido por Vieira Neto e Valls Pereira (2000), a curva resultante será radicalmente distinta da original.

Esses principais componentes da ETTJ podem ser estudados através da técnica de análise fatorial, que é a classe de métodos estatísticos multivariados cujo propósito principal é definir a estrutura subjacente em uma matriz de dados. Segundo Hair et al. (2005), a análise fatorial aborda o problema de analisar a



estrutura das inter-relações (correlações) entre um grande número de variáveis (por exemplo, os vértices da nossa curva de juros), definindo um conjunto de dimensões latentes comuns, chamados fatores.

Com a análise fatorial, o pesquisador pode primeiro identificar as dimensões separadas da estrutura e então determinar o grau em que cada variável é explicada por cada dimensão. Uma vez que essas dimensões e a explicação da cada variável estejam determinadas, os dois principais usos da análise fatorial – resumo e redução de dados – podem ser conseguidos. Ao resumir os dados, a análise fatorial obtém dimensões latentes que, quando interpretadas e compreendidas, descrevem os dados em um número muito menor de conceitos do que as variáveis individuais originais. A redução de dados pode ser conseguida calculando escores para cada dimensão latente e substituindo as variáveis originais pelos mesmos.

A premissa deste trabalho é que se a curva pode ser decomposta, o estudo das suas modificações em situações específicas (anúncio da nova taxa SELIC pelo COPOM, por exemplo) pode ajudar a prever o seu comportamento futuro. Os mesmos parâmetros podem ser utilizados para aplicar as previsões dos cenários econômicos visando fugir da simplificação de um suposto deslocamento paralelo da ETTJ. Pretende assim, obter maior coerência das previsões com o comportamento das variáveis econômicas no mercado brasileiro.

### 4.3 CÁLCULO DA VOLATILIDADE IMPLÍCITA

A utilização da volatilidade implícita como *input* a ser utilizado no teste de estresse deve-se à constatação de que ela é um bom estimador do que pode acontecer com a volatilidade dos mercados no futuro, conforme Gomes (2002). Neste estudo serão utilizadas duas opções de ações com alta correlação com o IBOVESPA.

A premissa é que o resultado da análise da volatilidade destas opções pode ser estendido aos demais mercados brasileiros, principalmente porque a escolha da utilização de uma opção cuja ação está altamente correlacionada com o IBOVESPA evita vieses causados pela falta de liquidez de alguns papéis e porque há a

perspectiva de que qualquer que seja o cenário de uma crise na economia brasileira, há grandes chances de que nela ocorra uma desvalorização acionária. Na volatilidade implícita das opções de dólar comercial estão embutidas as perspectivas dos investidores domésticos e estrangeiros quanto aos riscos da economia brasileira como um todo, pois é de se esperar que quando há a perspectiva de crise, a probabilidade de exercício de uma determinada opção de compra de uma ação se modifique, alterando-se também o seu prêmio.

Assim, se o preço de mercado de uma opção de compra  $c$  pode ser obtido, juntamente com o preço do ativo  $S$ , o preço de exercício  $K$ , a taxa de juros livre de risco  $r$  e o tempo de maturidade da opção  $n$ , pode-se utilizar a fórmula de *Black and Scholes* (1973)<sup>7</sup> para uma *call* adaptada ao mercado brasileiro, conforme explicitado por Gabe e Portugal (2004):

$$c(S,t) = S.N(d_1) - \frac{K}{(1+i)^{n/252}} .N(d_2), \text{ onde:}$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(\ln(1+i) + \frac{1}{2}\sigma^2\right)(n/252)}{\sigma\sqrt{n/252}}, \text{ e}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{n/252}$$

A volatilidade implícita é apenas o inverso do preço da opção no sentido do teorema de função inversa. Então, utilizando a equação de *Black & Scholes*, a volatilidade implícita será igual a:

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

No entanto, não há uma forma fechada de solução à equação acima, mesmo quando o modelo de precificação da opção tem uma forma analítica.

---

<sup>7</sup> O método mais frequentemente empregado no mercado de renda variável para calcular o “preço justo” de uma opção é a chamada fórmula de Black-Scholes. Trata-se de uma equação amplamente aceita no mundo todo e presente em muitos *softwares*, livros e manuais sobre derivativos, além de ser utilizada pelas instituições financeiras como critério para arbitragem de preços. Para acesso ao estudo completo, consultar BLACK, Fischer. SCHOLLES, Myron. *The Pricing of Options and Corporate Liabilities*. The Journal of Political Economy, Vol. 81, No. 3, Massachusetts Institute of Technology, Maio-Junho, 1973.

Portanto, é utilizado o método numérico para descobrir a volatilidade como uma função implícita de variáveis conhecidas.

Nessa estrutura da fórmula de *Black & Scholes* utiliza-se o regime de capitalização contínua, pois no mercado de capitais, especialmente em operações que envolvam a negociação de ações e opções, é mais comum o uso de fórmulas de juros com capitalização contínua (número de Euler elevado ao juro) e não a capitalização discreta (juro elevado ao tempo). Isso ocorre por dois motivos básicos: a capitalização contínua representa melhor uma carteira de ações ou opções, pois cada empresa da carteira paga proventos em um dia diferente. Dada uma carteira suficientemente diversificada, dividendos e juros seriam pagos todo dia e assim a taxa nominal de dividendos acaba sendo "engordada" pelo efeito da capitalização freqüente. Matematicamente falando, o motivo real é que a função exponencial (potências do número "e") é muito fácil de ser operacionalizada, principalmente quando os cálculos envolvem derivadas, integrais e equações diferenciais, como é caso da precificação de opções.<sup>8</sup>

Ainda assim, a característica mais importante da volatilidade implícita é sua natureza *forward looking*, o que significa que o preço de uma opção depende muito da volatilidade futura esperada ao longo do tempo a ser decorrido até seu vencimento. A volatilidade estatística, ao contrário, depende da escolha de um modelo estatístico que é aplicado aos dados históricos dos retornos do ativo, geralmente um modelo de série de tempo, sendo, naturalmente, *backward looking*.

Tendo em vista que as opções no mercado brasileiro são do tipo europeu e não americana nas quais o modelo de Black and Scholes se embasa, pode-se gerar um viés de alta na volatilidade estimada, conforme alertado por Gabe e Portugal (2004). No entanto, Jorion (1995) afirma que tal viés é pequeno para opções de prazo curto como as que serão objeto deste estudo.

Gomes (2002) realizou testes de causalidade em ações e volatilidades do mercado brasileiro e concluiu que as volatilidades implícitas contêm informações acerca de eventuais retornos de grande magnitude no futuro, confirmando a hipótese que a volatilidade implícita pode ser utilizada como um sinalizador de eventos de estresse.

---

<sup>8</sup> Um tratamento semelhante ao dado à fórmula de *Black & Scholes* nessa dissertação também é encontrado no trabalho de Torres (2004).

No final, o conjunto de técnicas empregadas no modelo proposto de teste de estresse pode alimentar um *grid* de decisão, qual seja uma tabela onde são ponderados os principais resultados possíveis do teste e a ação gerencial sugerida (como, por exemplo, a mudança da frequência de aplicação do teste, a mudança na intensidade do mesmo ou ainda a possibilidade de acionamento de um plano de contingência). Assim, a cada teste realizado, os resultados ponderados encontrados para cada um dos componentes do modelo poderão ser procurados no *grid* em busca de uma ação gerencial adequada.

## 5 MÉTODO

Neste capítulo serão abordados os aspectos metodológicos da pesquisa realizada, descrevendo-se brevemente a instituição cujos dados das carteiras serão utilizados para a aplicação dos testes de estresse.

No presente trabalho empregou-se a estratégia de pesquisa chamada estudo de caso, que Yin (2001) define ser uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos. O estudo de caso é apenas uma das muitas formas de realizar uma pesquisa acadêmica no ramo das ciências sociais, como a administração. Experimentos, levantamentos, pesquisas históricas e análise de informações em arquivos são alguns exemplos de outras maneiras de se realizar pesquisa.

Alguns de seus aspectos podem caracterizar o estudo de caso como uma estratégia de pesquisa, como os citados por Roesch (1999): ele permite o estudo de fenômenos em profundidade dentro de seu contexto; é especialmente adequado ao estudo de processos e explora fenômenos com base em vários ângulos. Essa última característica relaciona-se diretamente com o modelo que está sendo proposto e analisado neste trabalho, que é um relaxamento de várias premissas utilizadas na realização de testes de estresse em instituições financeiras. Segundo Yin (2001), em geral, os estudos de caso representam a estratégia preferida quando se colocam questões do tipo “como” e “por que”, quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida social. Logo, uma vez que o próprio conceito de risco está relacionado ao contexto no qual se insere, a sua pesquisa através do método de estudo de caso é muito conveniente.

Visando aumentar a credibilidade do método, Yin (2001) rebate alguns preconceitos tradicionais em relação à estratégia de estudo de caso. Contra o preconceito de que os estudos de caso fornecem pouca base para fazer

generalizações é apresentado como resposta que os estudos de caso, da mesma forma que os experimentos são generalizáveis a proposições teóricas e não a populações ou universos. Neste sentido o estudo de caso não representaria uma amostragem, não sendo o objetivo do pesquisador enumerar freqüências (generalização estatística) e sim generalizar teorias (generalização analítica, ou seja, utilização de uma teoria previamente desenvolvida como modelo com o que se deve comparar os resultados empíricos do estudo de caso).

Respondendo a outras objeções a sua utilização, Gil (2002) desenvolve parte de seu trabalho. Uma das objeções refere-se à suposta falta de rigor metodológico, pois, diferentemente do que ocorre com os experimentos e levantamentos, para a realização de estudos de caso não são definidos procedimentos metodológicos rígidos. Argumenta-se que por esta razão são freqüentes os vieses nos estudos de caso que comprometem a qualidade dos resultados. O autor, porém, rebate que os vieses não são prerrogativa dos estudos de caso, pois podem ser constatados em qualquer modalidade de pesquisa, mas que cabe propor ao pesquisador grande cuidado tanto no planejamento quanto na coleta e análise dos dados para minimizar o efeito dos vieses.

Contribuindo ainda mais para o rol de vantagens deste método, Roesch (1999) acrescenta que os estudos de caso podem desempenhar várias funções: descrever fenômenos, levantar hipóteses, refutar generalizações universais, demonstrar a existência de um fenômeno que necessita ser levado em consideração, a assim por diante. Por isso, nesta pesquisa, optou-se por utilizar o estudo de caso único e não o estudo múltiplo de casos, principalmente em função de Yin (2001) considerar algumas circunstâncias em que o caso único é apropriado, como quando representa um caso crítico para testar (confirmar, desafiar, expandir) uma teoria bem formulada, ou quando se trata de um caso extremo, singular, tão raro que vale a pena ser documentado ou ainda quando é um caso revelador, que oferece a oportunidade de observar e examinar um fenômeno previamente inacessível à investigação científica.

A instituição objeto deste estudo foi escolhida pelo critério da conveniência de acesso às informações necessárias para aplicação do modelo proposto. Fazendo parte de um conglomerado financeiro, tratando-se um banco múltiplo de médio porte, sediado na região sul do Brasil, que possui uma carteira de crédito fortemente

focada no crédito rural, carteiras de captação de depósito a prazo, investindo também no mercado de câmbio. O conglomerado no qual o banco está inserido visa proporcionar assistência financeira aos produtores rurais, através da mutualidade, com a finalidade de fomentar a produtividade e a produção rural, além de prestar serviços inerentes a sua condição de instituição financeira. Ou seja, captação de recursos junto aos poupadores e o respectivo repasse dos mesmos para os tomadores.

Algumas das carteiras administradas por esta instituição possuem obrigações em relação à administradora e realizam operações no mercado de renda-fixa, renda-variável e futuro, possuindo em estoque tanto CDBs, CDIs, títulos públicos federais e debêntures como ações, *swaps*, opções e contratos futuros, entre outros ativos. Dado a diversidade de dados disponíveis crê-se que o modelo proposto poderá ser testado em diferentes tipos de mercado, o que é muito importante para a sua validação.

Esta instituição tem apresentado substancial crescimento nos volumes de recursos sob sua administração, atualmente gerindo um volume de recursos superior a R\$ 3,5 bilhões (dados fornecidos pela própria instituição referentes ao ano de 2006), divididos em 12 carteiras administradas, sete fundos de investimento financeiro exclusivos, quatro fundos de investimento financeiro abertos, um FAPI e três clubes de investimento. Visando a atingir seus objetivos, estrutura a política de investimentos dos produtos que administra considerando os seguintes fatores:

- Limites legais, contratuais e operacionais;
- Cenário macroeconômico e político;
- Avaliação das alternativas de investimento, considerando o retorno potencial e os custos de transação;
- Análise dos riscos existentes: risco de crédito; risco de mercado; risco de liquidez, este último, objeto da pesquisa.

A partir da aplicação do modelo proposto nas carteiras de instituição pretende-se avaliar a aplicabilidade do método, descrever os possíveis ganhos gerenciais com sua utilização e verificar se pode ser empregado para alimentar um “*grid*” de decisão quanto à utilização do teste de estresse (frequência, intensidade e necessidade de acionamento do plano de contingência, por exemplo).

## 6 APLICAÇÃO DO MODELO E RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados da aplicação do modelo proposto ao mesmo tempo em que serão pormenorizados alguns procedimentos que envolveram a sua implantação na organização objeto deste estudo. Optou-se por esta forma de apresentação com o objetivo de facilitar a compreensão do leitor tanto sobre os passos seguidos quanto sobre os resultados obtidos. Primeiro foi obtido e ajustado o cenário econômico. Seguiu-se a verificação da capacidade de sinalização da volatilidade implícita e a modelagem da estrutura a termo da taxa de juros. Por fim, apresenta-se a aplicação de um teste de estresse nos fluxos de caixa da instituição objeto deste estudo.

### 6.1 LEVANTAMENTO E AJUSTE DO CENÁRIO ECONÔMICO

A área de análise econômica da instituição financeira objeto deste estudo assume os seguintes cenários econômicos para o ano de 2008 e a sua probabilidade de ocorrência, levantados internamente na organização:

**Tabela 1 – Cenários Econômicos para 2008**

Variáveis	Cenário Otimista ou <i>bullish</i> (20%)	Cenário Básico (45%)	Cenário Pessimista ou <i>bearish</i> (35%)
IPCA	4,00%	4,80%	5,50%
IGP-M	4,10%	5,40%	7,00%
Taxa de Câmbio	1,73	1,81	2,00
Saldo Comercial (US\$ bi)	33,00	30,00	27,00
Saldo em Transações Correntes (US\$ bi)	1,00	-8,00	-12,00
Juros (SELIC média anual)	10,63%	11,25%	12,26%
Juros (SELIC Final de Período)	10,25%	11,25%	13,25%



Um relatório interno da empresa apresenta alguns fundamentos deste cenário econômico. Neste está descrito que na virada de ano de 2007 para 2008 a economia brasileira encontra-se em um estado totalmente diferente do observado no mesmo período do ano anterior, quando a inflação brasileira estava anormalmente baixa para o seu padrão histórico, os juros estavam elevados, abrindo espaço para cortes ao longo do ano, e a economia em recuperação a partir de uma base relativamente baixa, não colocando riscos inflacionários caso houvesse uma expansão acelerada do PIB. Atualmente este quadro está diferente, pois a inflação já é considerada baixa para os padrões históricos da economia brasileira e o elevado nível de ocupação da capacidade produtiva coloca em dúvida a possibilidade de um crescimento equilibrado da demanda e da oferta agregada.

O mesmo relatório ainda cita outros fatores de risco, como a possibilidade de escassez de energia elétrica, provável crise econômica nos Estados Unidos e seus reflexos no Brasil e também uma avaliação subjetiva de que o Comitê de Política Monetária do Banco Central tende a reagir de forma mais atrasada do que antecipada, reduzindo-se assim a probabilidade de uma ação preventiva de elevação dos juros. No entanto, em uma reportagem veiculada em uma revista de grande circulação é possível levantar outros pontos em relação às expectativas e riscos para 2008. A reportagem dessa revista apresenta sob a forma de perguntas e respostas um panorama dos possíveis rumos que a desaceleração da economia norte-americana pode tomar, conforme apresentado no Anexo B e pode ser utilizada como um cenário econômico complementar, embora não apresente nenhuma previsão para as variáveis econômicas.

Em outras palavras, o cenário econômico para 2008 está passível de muito mais incerteza e será significativamente dependente do desempenho das variáveis macroeconômicas, acompanhando o aumento da incerteza no cenário mundial, o que o torna especialmente interessante para o estudo do gerenciamento de riscos. Por fim, cabe ressaltar que o cenário otimista, considerado o menos provável para 2008, contempla quase o mesmo cenário externo associado ao cenário básico, que na verdade, pode ser considerado relativamente otimista, levando-se em conta a situação dos indicadores no dia 31/12/2007, conforme a tabela a seguir:

**Tabela 2 – Indicadores econômico-financeiros em 31/12/2007**

Variáveis	Valor
IBOVESPA (em pontos)	63.886,10
CDI (taxa anualizada base 252 - %a.a.)	11,12
SELIC (taxa anualizada base 252 - %a.a.)	11,18
Taxa de Câmbio – R\$/US\$	1,7713

Com o intuito de verificar a qualidade do cenário econômico utilizado e de estimar os parâmetros necessários para variáveis que não foram citadas, partiu-se para o cálculo das correlações históricas. As séries históricas foram obtidas no SGS - Sistema Gerenciador de Séries Temporais - v1.3.2, de acesso público pela página na Internet do Banco Central do Brasil. Optou-se arbitrariamente por utilizar as cotações diárias dos indicadores referentes ao período de 01/01/2006 até 31/12/2007, somando um conjunto de 499 observações diárias, considerado suficiente para a realização das inferências necessárias, compondo uma amostra que está descrita na tabela abaixo:

**Tabela 3 – Descrição da amostra de indexadores**

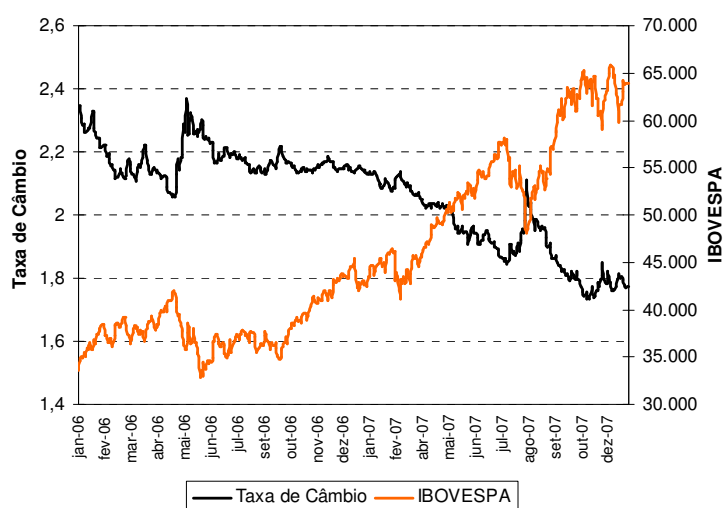
	N	Amplitude	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-Padrão
Taxa_de_Câmbio	499	0,6386	1,7325	2,3711	2,062478	0,1493464
IBOVESPA	492	32.944	32.847	65.791	45.543,24	9.191,718
SELIC_over	499	6,81	11,17	17,98	13,6261	1,99382
CDI_over	499	6,86	11,08	17,94	13,5707	1,99889
Data	499	728 dias	02.01.06	31.12.07	30.12.06	Não se aplica
Valid N (listwise)	492					

A computação da matriz de correlação entre as variáveis foi realizada empregando-se a prática de eliminação em lista (*listwise*), em que os casos em que pelo menos uma das variáveis era desconhecida foram completamente eliminados da amostra. Para esta análise, foi utilizado o software SPSS: o coeficiente de correlação de Pearson calculado para cada um dos pares de variáveis, obtendo-se a seguinte matriz de correlação:

**Tabela 4 – Matriz de correlação entre variáveis econômicas**

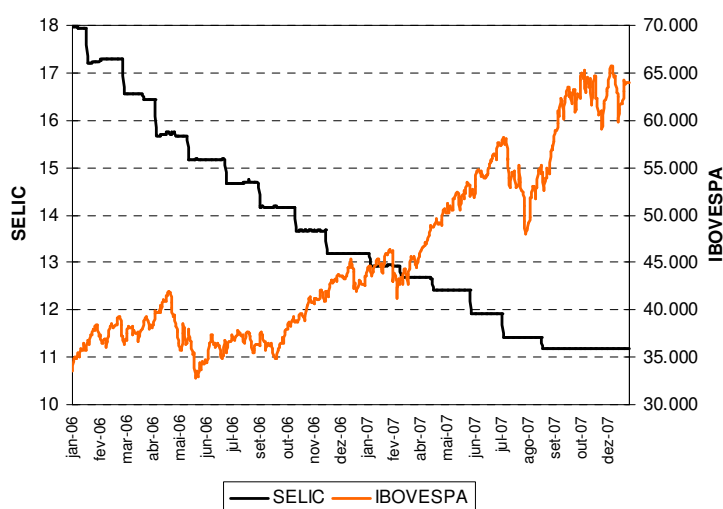
	Taxa_de_Câmbio	IBOVESPA	SELIC_over	CDI_over
Taxa_de_Câmbio	1			
IBOVESPA	-0,967	1		
SELIC_over	+0,809	-0,845	1	
CDI_over	+0,811	-0,846	+1,000	1

A matriz de correlação indicou a ocorrência de um alto grau de correlações entre as variáveis, o que também pode ser confirmado através da visualização gráfica dos valores das variáveis ao longo do tempo. A figura a seguir relaciona as variações da taxa de câmbio e do IBOVESPA, cujo coeficiente de correlação histórico calculado para o período foi de  $-0,967$ :



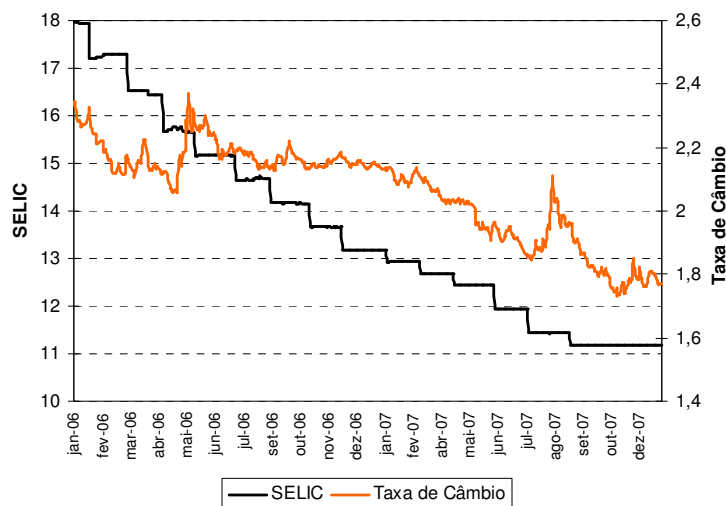
**Figura 8: Variação histórica Taxa de Câmbio x IBOVESPA**

A figura abaixo relaciona as variações da taxa SELIC e do IBOVESPA, cujo coeficiente de correlação histórico calculado foi de  $-0,8945$ :



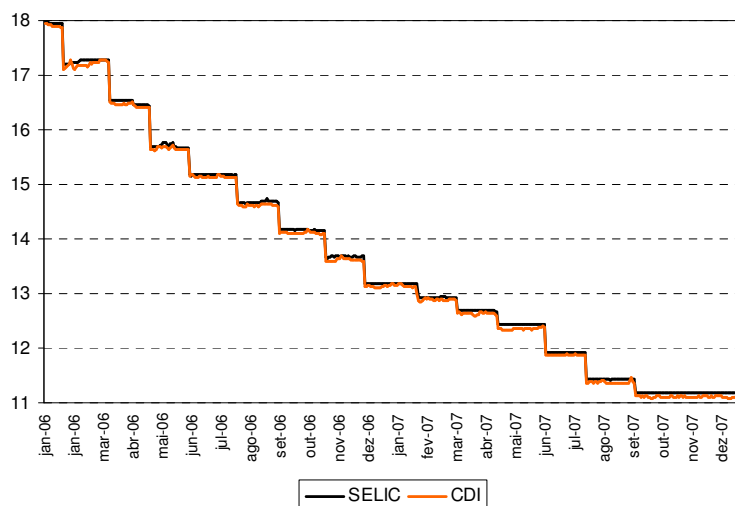
**Figura 9: Variação histórica taxa de SELIC x IBOVESPA**

A próxima figura relaciona as variações da taxa SELIC e da taxa de câmbio, cujo coeficiente de correlação histórico calculado foi de  $+0,809$ , o mais baixo entre as variáveis tabuladas:



**Figura 10: Variação histórica taxa de SELIC x Taxa de Câmbio**

Finalmente, a próxima figura relaciona as variações da taxa SELIC e da taxa CDI, cujo coeficiente de correlação histórico calculado foi de  $+1$ , o mais alto entre as variáveis tabuladas. Observa-se no gráfico as sazonalidades das taxas, cujas mudanças estão relacionadas às decisões do Comitê de Política Monetária - COPOM:



**Figura 11: Variação histórica taxa SELIC x taxa CDI**

Dando seguimento à análise da correlação das variáveis do cenário econômico, foi necessária a realização de uma regressão linear múltipla. Segundo Hair et al. (2005) a análise de regressão múltipla é uma forma de modelagem estatística linear, multivariada, usada para examinar a relação entre uma única variável dependente e um conjunto de variáveis independentes, com o propósito fundamental de previsão.

O método de seleção de variáveis utilizado foi o *forward stepwise*, que consiste em um método de seleção de variáveis para inclusão em um modelo de regressão que inicia selecionando o melhor preditor para a variável dependente. Variáveis independentes adicionais são então selecionadas em termos do poder explicativo incremental que podem acrescentar ao modelo de regressão, à medida que seus coeficientes de correlação parcial são estatisticamente significantes.

Antes de prosseguir com a apresentação dos resultados da regressão, é necessário ressaltar a incidência de colinearidade entre as variáveis. Como aponta Hair et al. (2005), a maneira mais simples e óbvia de identificar a colinearidade é um exame da matriz de correlação para as variáveis independentes. A presença de altas correlações (geralmente 0,90 ou mais) é a primeira indicação de colinearidade substancial. O mesmo autor resalta, porém, que a simples ausência de quaisquer correlações elevadas não garante uma falta de colinearidade, pois ela pode ocorrer também devido ao efeito combinado de duas ou mais variáveis independentes.

O mesmo autor aponta que as ações corretivas para a multicolinearidade variam desde a modificação da variável estatística de regressão até o uso de procedimentos específicos de estimação. Assim que o grau de colinearidade tenha sido determinado, o pesquisador tem algumas opções:

- omitir uma ou mais variáveis independentes altamente correlacionadas e identificar outras variáveis independentes para ajudar na previsão. No entanto o pesquisador deverá ser cuidadoso ao seguir esta opção, para evitar a criação de um erro de especificação quando eliminar uma ou mais variáveis independentes;
- utilizar o modelo com as variáveis independentes altamente correlacionadas apenas para previsão (ou seja, jamais tentar interpretar os coeficientes de regressão);

- utilizar as correlações simples entre cada variável independente e a dependente para compreender a relação entre variáveis independentes e dependente;
- usar um método mais sofisticado de análise, como a regressão Bayesiana. (HAIR et al., 2005)

Como o objetivo principal da regressão realizada neste trabalho é de prever o IBOVESPA nos diferentes cenários econômicos e de ajustar as variáveis dos cenários a partir das suas correlações, foi dado seguimento ao processo de regressão múltipla apesar do indicativo de colinearidade. Os resultados da regressão múltipla (também realizada no software SPSS) estão apresentados na figura abaixo:

Variables Entered/Removed(a)								
Model	Variables Entered	Variables Removed	Method					
1	Taxa_de_Câmbio	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).					
2	SELIC_over	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).					

a Dependent Variable: IBOVESPA

Model Summary(c)					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	0,967(a)	,934	,934	2.354,976	
2	0,972(b)	,946	,945	2.146,516	,159

a Predictors: (Constant), Taxa\_de\_Câmbio  
b Predictors: (Constant), Taxa\_de\_Câmbio, SELIC\_over  
c Dependent Variable: IBOVESPA

Coefficients(a)								
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t		Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta	Tolerance	VIF	B	Std. Error
1	(Constant)	169.134,213	1.482,058		114,121	,000		
	Taxa_de_Câmbio	-59.877,331	716,182	-0,967	-83,606	,000	1,000	1,000
2	(Constant)	161.804,508	1.535,531		105,374	,000		
	Taxa_de_Câmbio	-50.842,385	1.111,755	-0,821	-45,732	,000	,345	2,901
	SELIC_over	-829,437	82,616	-0,180	-10,040	,000	,345	2,901

a Dependent Variable: IBOVESPA

**Figura 12: Resultados da regressão múltipla *forward stepwise* do IBOVESPA**

Os método stepwise selecionou as variáveis Taxa de Câmbio e Taxa SELIC como preditores da variável IBOVESPA (modelo 2, em que a variável Taxa CDI não foi selecionada para compor o modelo em função do seu baixo coeficiente de correlação parcial). O coeficiente  $R^2$  foi de 94%, o que significa que 94% da variabilidade do IBOVESPA pode ser explicada pelas variáveis independentes:

$$IBOVESPA_{2008} = 161.804,508 - 50.842,385 \times Tx\_C\grave{a}mbio - 829,437 \times Tx\_SELIC$$

Essa equação será utilizada para estimar um valor para o IBOVESPA nos vértices futuros utilizando as estimativas para a taxa de câmbio e taxa SELIC para esses pontos. Para essa premissa, considera-se constante a matriz de correlação e a volatilidade (desvio-padrão) das variáveis, hipótese que será averiguada pelo instrumento de volatilidade implícita apresentado posteriormente.

Considerando a Taxa SELIC como o indicador base, o seguinte cenário econômico foi construído a partir dos resultados obtidos da análise da correlação entre as variáveis:

**Tabela 5 – Cenário Econômico Ajustado**

	Variáveis	Cenário Otimista ou <i>bullish</i> (20%)	Cenário Básico (45%)	Cenário Pessimista ou <i>bearish</i> (35%)
Dados do Cenário Original	Taxa de Câmbio	1,73	1,81	2,00
	Juros (SELIC média anual)	10,63%	11,25%	12,26%
	Juros (SELIC Final de Período)	10,25%	11,25%	13,25%
Cenário Ajustado pela Correlação	Taxa SELIC	10,63%	11,25%	12,26%
	Taxa CDI	10,51%	11,12%	12,11%
	IBOVESPA	66.952	60.448	55.040
	Taxa de Câmbio	1,6922	1,81	1,8999

Esse ajuste foi efetuado levando-se em consideração as variações percentuais da Taxa SELIC para os cenários otimista e pessimista em relação ao cenário básico, ajustadas pelo Coeficiente de Correlação de Pearson (a variação percentual das variáveis entre um cenário e outro foi multiplicada pela correlação). Esse cenário será utilizado para realização do teste de estresse.

## 6.2 SINALIZAÇÃO DA VOLATILIDADE IMPLÍCITA

O ajuste do cenário econômico realizado pressupõe que as correlações históricas permanecerão constantes ao longo do tempo. Com o intuito de verificar a possibilidade de quebra dessas correlações, foi realizada uma análise das volatilidades implícitas das opções de Petrobrás e Vale, consideradas as de maior liquidez. A base de dados com os preços históricos das opções e das ações objeto foi obtida no *site* da BOVESPA através do arquivo “Série Histórica de Cotações”, que contém as cotações diárias de todos os ativos negociados em seu pregão. O arquivo foi utilizado como base para elaboração de uma planilha Excel contendo somente os dados das opções de Petrobrás (PETR) e Vale (VALE), nos anos de 2005, 2006 e 2007. Os dados utilizados foram: data da cotação, código da opção, preço de exercício, data de exercício, ativo objeto, preço médio do ativo objeto, preço médio da opção (prêmio) e quantidade total de títulos negociados.

Para operacionalização do cálculo da volatilidade implícita foi utilizado um complemento em linguagem VBA fornecido gratuitamente pela RiskTech<sup>9</sup>, uma central de informações na Internet que tem como objetivo reunir em um único local o maior número de recursos relacionados a risco para profissionais e analistas. As funções do complemento VBA desenvolvido pela RiskTech estão pormenorizadas no Anexo C.

Os procedimentos realizados para tratamento dos dados seguem o modelo proposto por Gabe e Portugal (2004), para contornar as distorções que poderiam ocorrer no cálculo da volatilidade implícita, ou seja:

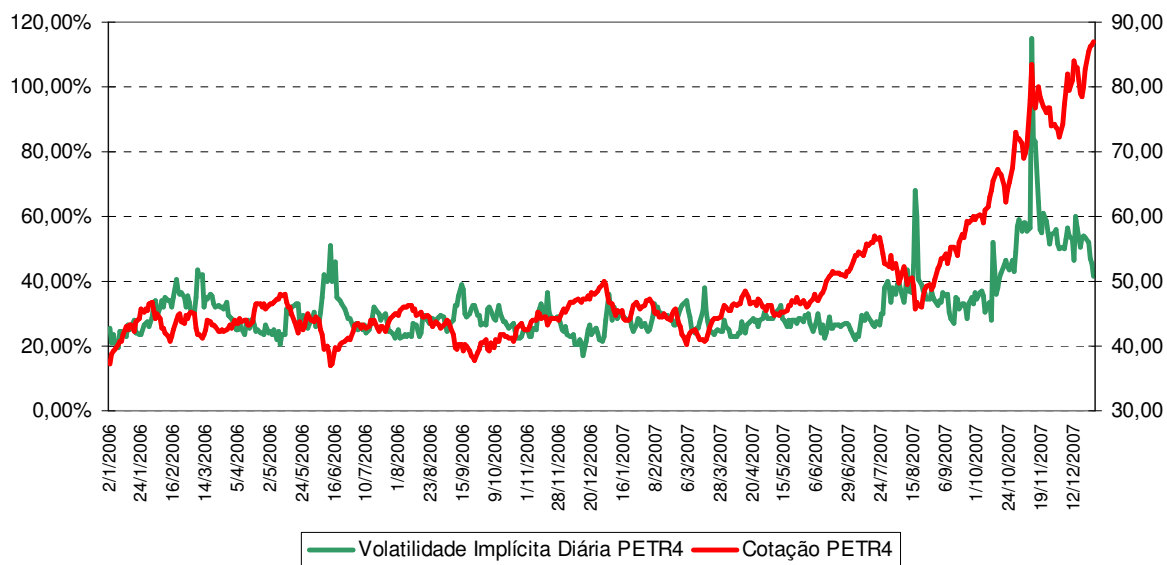
- Foram excluídas as opções que, em determinada data, tiveram negociações inferiores a 5% da quantidade total de títulos para aquele ativo objeto;
- Foram descartadas opções com o prêmio inferior a R\$0,05;
- Foram consideradas somente as séries que contavam com 4 dias ou mais de negociação até o seu vencimento;
- Em todas as estimativas das volatilidades, sempre foram utilizados os preços médios, tanto das opções como do ativo objeto.

---

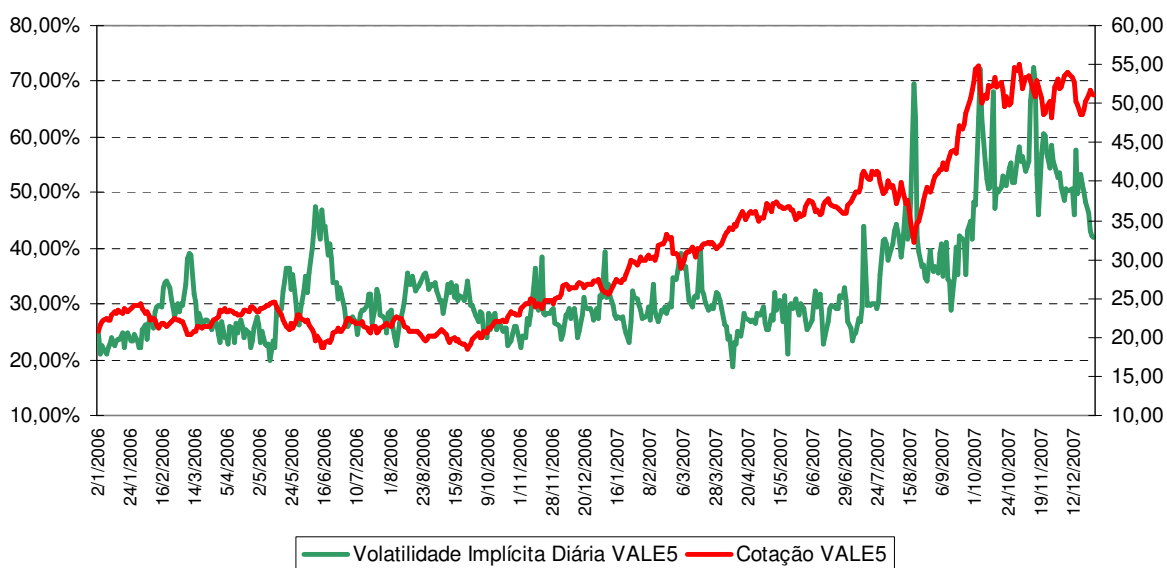
<sup>9</sup> <http://www.risktech.com.br/>



Uma vez que diariamente são negociadas várias séries de opções de compra, foi considerada como volatilidade implícita do dia D a média ponderada das volatilidades implícitas pela quantidade de títulos negociados diariamente, por cada ativo objeto. Obteve-se assim uma série histórica de volatilidades implícitas para as opções da Petrobrás e Vale com a respectiva cotação do ativo objeto, conforme demonstrado nas figuras a seguir:



**Figura 13: PETR4 – volatilidade implícita x cotação média diária de janeiro de 2006 a dezembro de 2007**



**Figura 14: VALE5 – volatilidade implícita x cotação média diária de janeiro de 2006 a dezembro de 2007**

Como se pode observar graficamente nas figuras anteriores, houve momentos em que antes de uma alta do preço da ação objeto, a volatilidade implícita cresceu significativamente. Estes momentos são de suma importância para o gerenciamento do risco de liquidez, e serão captados através de uma ferramenta de sinalização de eventos de estresse no futuro baseada nos trabalhos de Gomes (2002) e de Malz (2000). **Utiliza-se como referência o evento de volatilidade implícita alta e crescente, verificando-se se tal evento ajuda a prever o evento de retornos atípicos.** Como medida do quão alta está a volatilidade implícita calcula-se para cada dia a sua média e o seu desvio-padrão durante o último ano e define-se como “alta” qualquer volatilidade implícita maior do que um desvio-padrão acima da sua média de um ano.

Para verificar se a volatilidade implícita está crescente, calcula-se a mudança logarítmica da volatilidade implícita de quarta a quarta, uma espécie de retorno semanal da mesma. Em seguida, é calculada a média das 50 últimas semanas desse retorno semanal da volatilidade implícita. Paralelamente a isso, são calculados os desvios dos 250 últimos retornos da volatilidade implícita, também conhecida no jargão de mercado como a volatilidade da volatilidade ou “*vol of vol*”. Usa-se a *vol of vol* para indicar quando uma mudança na volatilidade implícita é grande em relação ao seu passado recente. As *vol of vol* das quartas são isoladas, multiplicadas por raiz de 5 ou por raiz do número de dias da semana em questão. Essa *vol of vol* semanal é então multiplicada por 0,6745 (correspondendo a 75% da área da distribuição normal padrão), e somada à média dos retornos da volatilidade implícita. Caso o retorno da volatilidade implícita, calculado de quarta a quarta, seja maior que esta última soma, a volatilidade implícita é definida como crescente.

Ainda de acordo com os procedimentos descritos nos trabalhos de Gomes (2002) e de Malz (2000), para definir retornos atípicos ou elevados, tomam-se os preços dos ativos nas quartas e calcula-se a mudança logarítmica de quarta a quarta. É calculada, então, para cada quarta, as médias dos retornos semanais das últimas 50 semanas. Em seguida, toma-se o desvio-padrão da quarta, que é transformado em desvio semanal pela regra da raiz e multiplicado por 2,33 (99º percentil). Este é então somado à média dos retornos semanais. O resultado desta última soma é comparado à mudança logarítmica absoluta dos preços dos ativos nas quartas. Caso esta seja maior, o retorno é considerado alto.

Os resultados dos testes realizados nas opções de VALE e PETR geraram 104 avaliações semanais, que estão apresentadas nos quadros a seguir:

VI Alta/Normal	VI Crescente/Normal	Retornos Elevados/Normais	Total de Ocorrências
Alta	Crescente	Normais	4
Alta	Normal	Elevados	2
Alta	Normal	Normais	21
Normal	Crescente	Normais	7
Normal	Normal	Elevados	3
Normal	Normal	Normais	67
		TOTAL	104

**Figura 15: VALE – Análise da Volatilidade Implícita Semanal de janeiro de 2006 a dezembro de 2007**

VI Alta/Normal	VI Crescente/Normal	Retornos Elevados/Normais	Total de Ocorrências
Alta	Crescente	Elevados	1
Alta	Crescente	Normais	1
Alta	Normal	Normal	18
Normal	Crescente	Normal	7
Normal	Normal	Elevados	5
Normal	Normal	Normal	72
		TOTAL	104

**Figura 16: PETR – Análise da Volatilidade Implícita Semanal de janeiro de 2006 a dezembro de 2007**

Durante o período de análise, as volatilidades implícitas das opções que representavam o mercado acionário brasileiro deram sinais de volatilidades implícitas altas e crescentes sem que houvesse a ocorrência de retornos atípicos na semana imediatamente posterior (4 ocorrências nas opções de VALE e 1 nas opções de PETR). Estes casos representam ocasiões em que o mecanismo de sinalização emitiu falsos sinais referentes à rentabilidade futura das ações objeto. Houve outros casos (5 ocorrências nas opções de VALE e 3 nas opções de PETR) em que os retornos das ações foram elevados, mas o mecanismo de sinalização não foi capaz de antecipá-los em nenhuma das suas facetas (nem avaliando a ocorrência de volatilidades implícitas altas, nem avaliando a ocorrência de volatilidades implícitas baixas nas semanas imediatamente anteriores). Estes outros casos, representam situações de mercado em que as rentabilidades foram atípicas, mas o mecanismo de sinalização não gerou nenhum alerta.

No entanto, na maioria das situações nos dois conjuntos de opções analisados, a volatilidade implícita não enviou nenhum sinal e os retornos foram normais. De fato, o período do qual a amostra é procedente foi um período de estabilidade econômica, desenvolvimento do mercado de capitais e de alta rentabilidade da bolsa de valores brasileira. Buscou-se nas volatilidades implícitas das opções da amostra a capacidade de sinalização de retornos atipicamente altos, ou seja, eventos de grande magnitude que representem, por definição, momentos em que as correlações históricas devem ser relaxadas na aplicação dos cenários aos fluxos de caixa das instituições cujo risco de liquidez está sob análise. Embora as volatilidades implícitas tenham falhado em algumas ocasiões e emitido falsos sinais em outras, seu uso como elemento de sinalização de momentos de incerteza pode indicar aos gestores de risco situações em que o teste de estresse merece especial atenção.

Logo, é preferível realizar testes de estresse mais robustos mesmo que não seja garantido pelo mecanismo de sinalização proposto a ocorrência de períodos de retornos atípicos, do que manter a intensidade do testes de estresse em momentos em que há a possibilidade de quebras nas correlações históricas. Como o número de ocorrência de retornos elevados mas não previstos foi baixo, pode-se manter a confiança nas correlações históricas sempre que não houver sinalização nenhuma (volatilidade implícita normal). Logo, a volatilidade implícita pode ser utilizada como um *proxy* da volatilidade futura, apesar das suas limitações.<sup>10</sup>

### 6.3 MODELAGEM DA ETTJ

A ETTJ aqui utilizada foi obtida a partir dos seis primeiros vértices de contratos de DI Futuro (para 1, 21, 42, 63, 84 e 105 dias úteis) e dos cinco vértices seguintes de contratos swap pré-DI divulgados diariamente pela BM&F (126, 252, 504, 756 e 2520 dias úteis), dos meses de janeiro a dezembro de 2007, representando a expectativa da taxa de juros para os diferentes prazos. Os dados

---

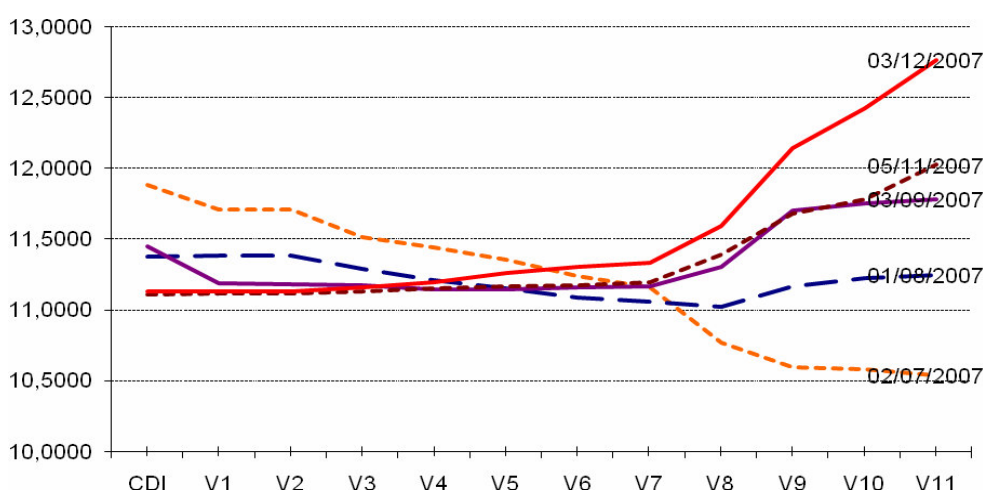
<sup>10</sup> Conforme já comentado, o trabalho de Malz (2000) é claro ao enumerar a importância da volatilidade implícita como elemento representativo das expectativas dos participantes do mercado. Nos trabalhos de Gomes (2002) e Gabe e Portugal (2004) foram encontrados resultados que indicaram a volatilidade implícita como capaz de prever a volatilidade futura com precisão.

foram organizados em uma planilha contendo o valor de cada vértice para cada data divulgada, conforme o exemplo da tabela a seguir:

**Tabela 6 – Exemplo de tabulação dos vértices da ETTJ**

Data	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11
02/05/2007	12,3500	12,3500	12,2000	12,0982	11,9959	11,8655	11,7342	11,2375	10,7794	10,5424	10,3985
03/05/2007	12,3500	12,3500	12,1818	12,0700	11,9578	11,8397	11,7040	11,2114	10,7207	10,4743	10,3181
04/05/2007	12,3500	12,3347	12,1702	12,0374	11,9192	11,7840	11,6433	11,1373	10,6795	10,4626	10,3382
07/05/2007	12,3499	12,3214	12,1682	12,0393	11,9200	11,7917	11,6510	11,1358	10,6683	10,4822	10,3683
08/05/2007	12,3649	12,3202	12,1599	12,0241	11,9129	11,7857	11,6484	11,1454	10,6895	10,5021	10,3684
09/05/2007	12,3550	12,2958	12,1432	12,0194	11,8978	11,7511	11,6240	11,1207	10,6201	10,4229	10,3000
10/05/2007	12,3600	12,2871	12,1368	12,0100	11,8872	11,7510	11,6248	11,1360	10,6895	10,4947	10,3766
11/05/2007	12,3633	12,2666	12,1160	12,0000	11,8770	11,7337	11,6064	11,1148	10,6523	10,4631	10,3250
14/05/2007	12,3600	12,2523	12,1070	11,9904	11,8701	11,7261	11,5999	11,1004	10,6223	10,4421	10,2634
15/05/2007	12,3599	12,2343	12,0797	11,9494	11,8331	11,7036	11,5693	11,0269	10,5234	10,3225	10,1483
16/05/2007	12,3549	12,2144	12,0594	11,9137	11,7766	11,6310	11,4910	10,9221	10,3896	10,1710	9,9500
17/05/2007	12,3550	12,1889	12,0290	11,8861	11,7477	11,5953	11,4629	10,9104	10,3339	10,0838	9,8319

A amostra refere-se aos vértices divulgados diariamente durante o ano de 2007, perfazendo um conjunto de 250 casos para cada um dos 11 vértices (V1 a V11) diários, que originaram 250 curvas, conforme pode ser exemplificado no gráfico a seguir, que relaciona os vértices e os valores da taxa de juros para alguns dias da amostra:



**Figura 17: Amostra de curvas obtidas**

Em seguida, optou-se por utilizar somente os vértices e não a curva completa já interpolada para todos os pontos, pois o processo de interpolação cria pontos artificiais a partir da aplicação de um algoritmo específico entre vértices.

Logo, a variância tem origem nos vértices, que resumem o movimento da curva e podem ser utilizados para compará-las uma com as outras. Utilizando o software SPSS a análise de fatores foi realizada com as 11 variáveis da planilha de dados objetivando a redução de dimensionalidade das variáveis através da identificação de fatores latentes, sintetizando a informação comum ao grupo de variáveis.

O método utilizado na análise de fatores foi o de Componentes Principais, solicitando ao software que retornasse 3 fatores<sup>11</sup> (seleção do número de fatores *a priori*), previamente interpretados como nível, inclinação e curvatura da ETTJ (F1, F2 e F3, respectivamente). Para Hair et al. (2005), esse critério de seleção do número de fatores é um critério simples, mas razoável quando o pesquisador já sabe quantos fatores extrair antes de realizar a análise fatorial, quando se testa uma teoria sobre o número de fatores a serem extraídos ou quando se deseja repetir o trabalho de outro pesquisador<sup>12</sup>. Os resultados da análise fatorial com os 11 vértices pode ser visualizado na tabela a seguir:

**Tabela 7 – Autovalores da Análise Fatorial da ETTJ – 11 Vértices**

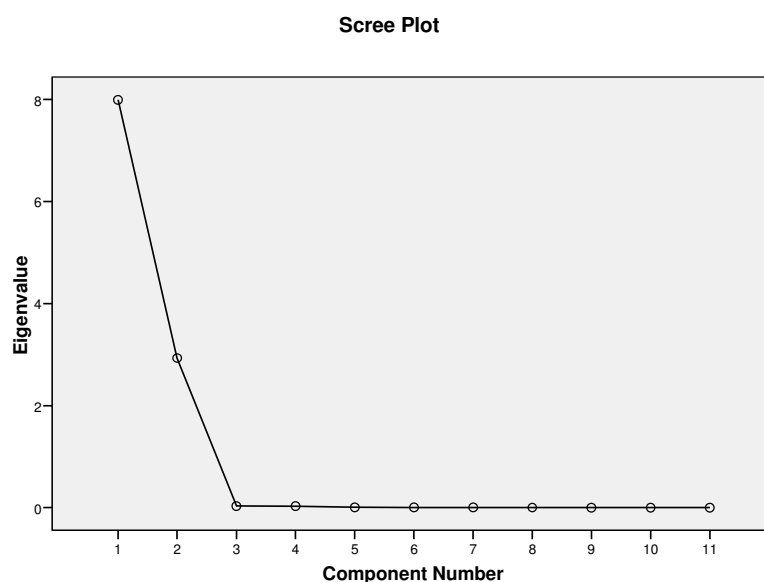
Fatores	Autovalores		
	Total	% da Variância	% Cumulativo
1	7,992	72,659	72,659
2	2,932	26,655	99,314
3	0,032	0,292	99,605
4	0,028	0,258	99,863
5	0,007	0,064	99,927
6	0,003	0,026	99,953
7	0,002	0,020	99,973
8	0,002	0,015	99,989
9	0,001	0,005	99,994
10	0,000	0,004	99,998
11	0,000	0,002	100,000

É possível observar que os dois primeiros fatores explicam 99,31% da variância do conjunto vértices e que o primeiro fator (nível) tem o poder de explicar

<sup>11</sup> Fator: combinação linear (variável estatística) das variáveis originais. Os fatores também representam as dimensões latentes (constructos) que resumem ou explicam o conjunto original de variáveis observadas (HAIR et al., 2005).

<sup>12</sup> Valli e Varga (2001) concluíram em uma aplicação da análise fatorial ao mercado brasileiro que os três primeiros fatores explicam 80,64%, 10,05% e 3,61% da variância da ETTJ. Litterman e Scheinkman (1991) aplicaram a análise fatorial na curva de juros norte-americana e mostraram que 89,5% dos seus movimentos são paralelos (mudanças de nível), 8,5% são de inclinação e somente 2% de curvatura.

72,65% da variabilidade. O *Scree Plot* gerado pelo SPSS permitiu a observação da ordem dos autovalores<sup>13</sup>. Nele foi verificado graficamente que a maior porcentagem da variação total foi explicada pelos 2 primeiros fatores, sendo que o poder do fator nível substancialmente maior do que o poder explicativo do fator inclinação (F2):



**Figura 18: Scree Plot da Análise Fatorial da ETTJ – 11 Vértices**

Segundo Hair et al. (2005), as orientações para identificação de cargas fatoriais significantes com base no tamanho da amostra indicam que para uma amostra de tamanho 250 a carga fatorial deve ser de 0,35 ou mais para ser significativa. Quanto maior o valor absoluto da carga fatorial, mais importante a carga na interpretação da matriz fatorial. A tabela abaixo apresenta todos os vértices com cargas fatoriais<sup>14</sup> (em termos absolutos) significantes para o F1, confirmando a sua interpretação intuitiva como sendo o nível da ETTJ. O F2, por sua vez, possui cargas significantes nos vértices de prazos mais longos, confirmando a sua interpretação intuitiva como sendo a inclinação da curva e o F3 não apresentou cargas fatoriais significantes para nenhuma das variáveis.

<sup>13</sup> Autovalor ou *Eigenvalue* é a soma em coluna das cargas fatoriais ao quadrado para um fator; também conhecido como raiz latente. Representa a quantidade de variância explicada por um fator (HAIR et al., 2005).

<sup>14</sup> Cargas fatoriais são a correlação de cada variável com o fator. As cargas indicam o grau de correspondência entre a variável e o fator, sendo que cargas maiores fazem a variável representativa do fator (HAIR et al., 2005).

**Tabela 8 – Cargas Fatoriais da Análise Fatorial – 11 Vértices**

Vértice	Fatores		
	1	2	3
V1	0,990		0,100
V2	0,995	0,059	
V3	0,990	0,132	
V4	0,967	0,250	
V5	0,887	0,458	
V6	0,707	0,705	
V7	0,455	0,888	
V8	0,631	0,769	0,084
V9	0,835	0,546	
V10	0,866	0,494	
V11	0,876	0,466	0,097

A análise das comunalidades das variáveis tem o objetivo de examinar a matriz fatorial e identificar as variáveis que não estão sendo carregadas em nenhum fator. Na tabela a seguir, estão fornecidas as comunalidades para a análise fatorial realizada com os 11 vértices, as quais representam a quantia de variância explicada pela solução fatorial para cada variável.

**Tabela 9 – Comunalidades da Análise Fatorial – 11 Vértices**

Vértice	Inicial	Extração fatorial
V1	1,000	0,991
V2	1,000	0,994
V3	1,000	0,998
V4	1,000	0,999
V5	1,000	0,998
V6	1,000	0,998
V7	1,000	0,997
V8	1,000	0,997
V9	1,000	0,998
V10	1,000	0,995
V11	1,000	0,993

Com o objetivo de analisar complementarmente as cargas fatoriais e o poder explicativo dos fatores, foi realizada uma análise fatorial adicional, somente com os 7 primeiros vértices. Essa análise confirmou a grande influência do fator 1 “nível” nos primeiros vértices (86,89% de poder de explicação da variância da curva

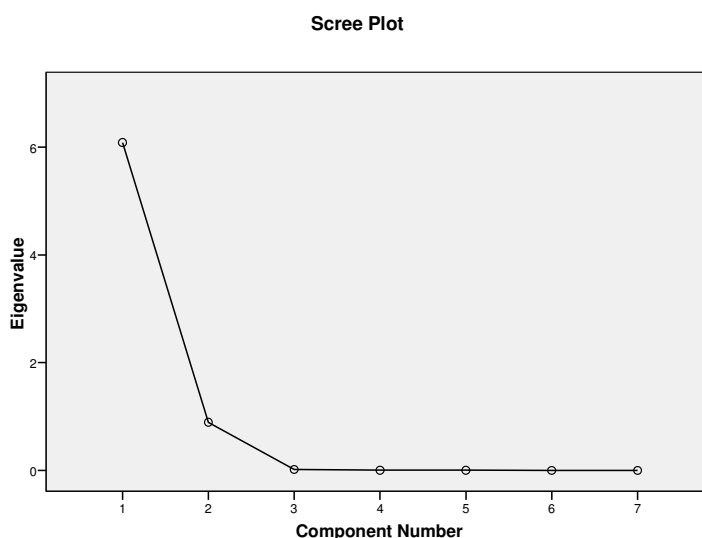


concentrado unicamente neste fator). Resultados similares que reforçam essa constatação podem ser encontrados no trabalho de Valli e Varga (2001)

**Tabela 10 – Autovalores da Análise Fatorial da ETTJ – 7 Vértices**

Fatores	Autovalores		
	Total	% da Variância	% Cumulativo
1	6,083	86,896	86,896
2	0,893	12,751	99,647
3	0,018	0,253	99,900
4	0,003	0,049	99,948
5	0,003	0,039	99,987
6	0,001	0,009	99,996
7	0,000	0,004	100,000

Nesta nova análise fatorial, o *scree plot* confirma a conclusão de que o F1 (fator nível) é o fator que tem o maior poder explicativo sobre o comportamento (variabilidade) da ETTJ nos primeiros vértices:



**Figura 19: Scree Plot da Análise Fatorial da ETTJ – 7 Vértices**

A tabela abaixo evidencia que todos os vértices iniciais estão com cargas fatoriais (em termos absolutos) significantes para o F1, confirmando a sua interpretação intuitiva como sendo o nível da ETTJ. O F2, só possui cargas significantes nos vértices de prazos mais longos, confirmando a sua interpretação intuitiva como sendo a inclinação da curva e o F3 não apresentou cargas fatoriais

significativas para nenhuma das variáveis. As comunalidades das variáveis continuaram bem elevadas, da mesma forma que na análise fatorial com 11 vértices.

**Tabela 11 – Cargas Fatoriais da Análise Fatorial da ETTJ – 7 Vértices**

Vértice	Fatores		
	1	2	3
V1	0,935	0,338	0,107
V2	0,948	0,313	
V3	0,970	0,241	
V4	0,991	0,120	
V5	0,993	0,105	
V6	0,916	0,400	
V7	0,749	0,661	

Os resultados da análise fatorial permitem a conclusão de que a aplicação de um deslocamento não paralelo da ETTJ tem pouca importância prática, por quê:

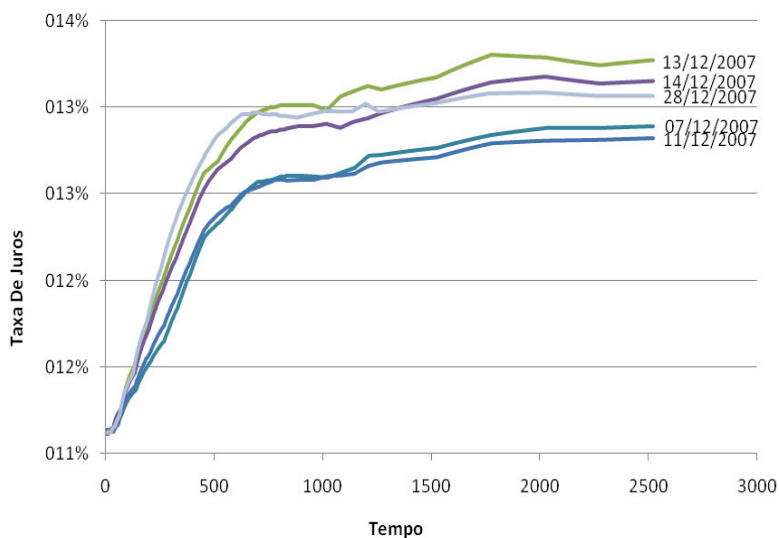
- 1) O fator 1 – nível – possui poder explicativo da variância dos vértices consideravelmente maior que os demais fatores;
- 2) O fator 1 – nível – aumentou seu alto poder explicativo ao ser considerado somente os primeiros vértices da curva<sup>15</sup>. O horizonte de análise do risco de liquidez normalmente não envolve prazos maiores do que 180 dias, visto a imprevisibilidade de entradas e saídas futuras de caixa no longo prazo. No entanto, é importante lembrar que o horizonte mínimo de análise, estipulado pelo Banco Central é de 90 dias, prazo em que o fator 1 possui grande poder explicativo e o fator 2 – inclinação – possui pouca significância estatística<sup>16</sup>;
- 3) O fator 3 – curvatura – não apresentou significância estatística em nenhuma das análises realizadas.

A próxima etapa deste capítulo utilizará os fluxos de caixa obtidos na instituição objeto da análise para o dia 31/12/2007. Durante o mês de dezembro de

<sup>15</sup> No trabalho de Litterman e Scheinkman (1991) é possível encontrar resultados similares, porém relativos à ETTJ norte-americana. Esses autores sugerem inclusive que a utilização de uma estratégia de hedge com foco nesse primeiro fator, resolveria a maior parte do risco.

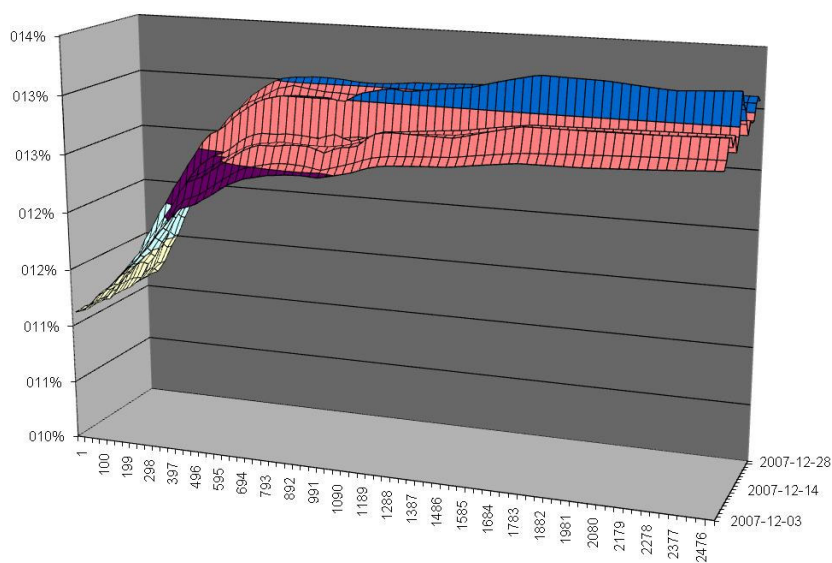
<sup>16</sup> Considera-se como significante, para uma amostra de tamanho 250, as cargas fatoriais iguais ou maiores a 0,35 (HAIR et al., 2005)

2007 o comportamento da curva de juros pode ser descrito da seguinte amostra de curvas (já interpoladas a partir do método de interpolação *cubic spline*), que evidencia a afirmação que grande parte dos movimentos da ETTJ foram paralelos (relacionados ao fator nível):



**Figura 20: Comportamento da ETTJ durante do mês de dezembro de 2007 – Taxa x Vértices**

Pode-se acrescentar um terceiro eixo a este gráfico para melhor visualizar a variabilidade da ETTJ ao longo do tempo, conforme a figura a seguir:



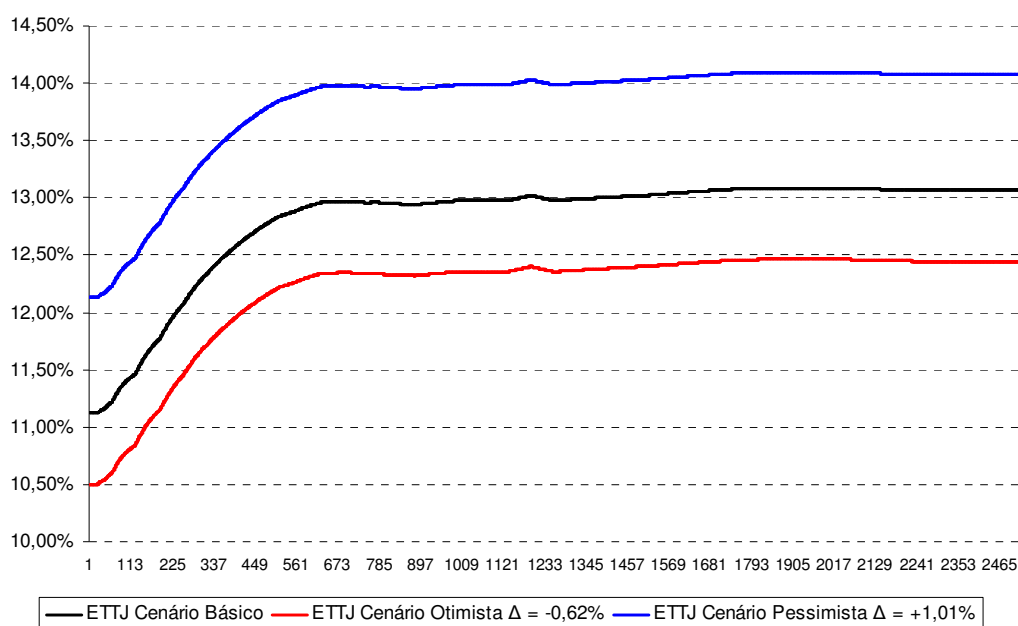
**Figura 21: Comportamento da ETTJ de 01/12/2007 a 31/12/2007 – Taxa x Vértices x Dia**

#### 6.4 APLICAÇÃO DO TESTE DE ESTRESSE

A aplicação do teste de estresse servirá para uma avaliação dos fluxos de caixa da instituição objeto deste estudo sob diferentes cenários econômicos. Todos os fluxos de caixa utilizados a seguir referem-se ao dia 31/12/2007. Os fluxos de caixa foram obtidos de acordo com a metodologia adaptada da FEBRABAN (2004, p. 13), proposta anteriormente e representam o conjunto de obrigações futuras a pagar e de ativos futuros a receber, com valores estimados, alocados em sua data de vencimento. A instituição objeto da análise possui uma área de gerenciamento de riscos, que consolida os valores provenientes das diversas áreas da empresa (Crédito, Câmbio, Mesa de Operações, Tesouraria, dentre outras), em um fluxo institucional único, contendo as informações necessárias para apuração do risco de liquidez e para a realização de testes de estresse. Ou seja, o fluxo consolidado consiste em uma planilha eletrônica, contendo em cada linha: código do produto (permite identificar a que tipo de operação o fluxo se refere), data de emissão, data de vencimento, valor atual, valor futuro, taxa pré-fixada, indexador, percentual do indexador, dentre outras informações analíticas.

No dia 31/12/2007, o modelo de sinalização da volatilidade implícita não emitiu nenhum sinal quanto à possibilidade de eventos futuros de grande magnitude, o que permite utilizar a matriz de correlação históricas das variáveis como fator de ajuste do cenário econômico. Sob esses fluxos de caixa, foram aplicadas as suposições do cenário econômico ajustado (otimista, pessimista e básico), com o objetivo de obter-se a situação de liquidez da instituição sob diferentes condições macroeconômicas, configurando-se um teste de estresse.

Para isso, a meta divulgada pelo Banco Central do Brasil para a taxa SELIC em 31/12/2007 (11,25%) foi comparada com as suposições realizadas nos cenários otimista (10,63%), básico (11,25%) e pessimista (12,26%). A diferença percentual entre a situação atual e a prevista nos cenários econômicos (-0,62%, 0,00% e +1,01%, respectivamente) foi utilizada para deslocamento paralelo de toda a ETTJ no período analisado (uma vez que a análise fatorial apontou um alto poder de explicação para o fator nível), conforme apresentado na figura a seguir:



**Figura 22: Aplicação dos Cenários Econômicos à ETTJ**

Nas tabelas a seguir, o cenário econômico também foi aplicado ao fluxo de operações atreladas à variação cambial e à variação do preço de ações e o valor de vencimento dessas operações foi recalculado levando em consideração as novas cotações das variáveis econômicas:

**Tabela 12 – Aplicação dos Cenários Econômicos à Variação Cambial**

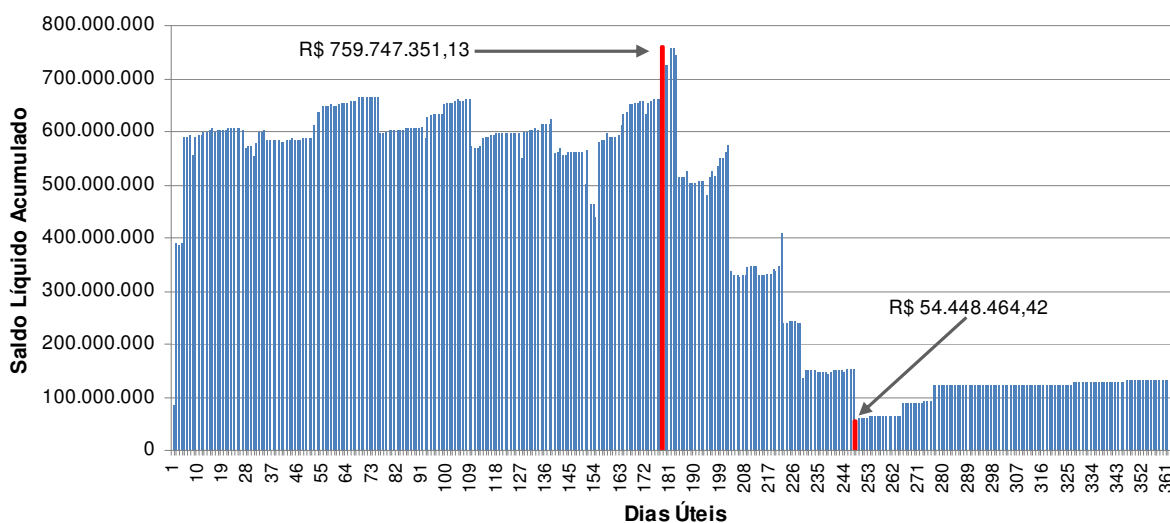
PTAX 31/12/2007	Cotação no Cenário Otimista ( $\Delta = - R\$0,0791$ )	Cotação no Cenário Básico ( $\Delta = + R\$0,0387$ )	Cotação no Cenário Pessimista ( $\Delta = + R\$0,1286$ )
R\$1,7713	R\$1,6922	R\$1,8100	R\$1,8999

**Tabela 13 – Aplicação dos Cenários Econômicos ao IBOVESPA**

IBOVESPA 31/12/2007	Cotação no Cenário Otimista ( $\Delta = + 3.066$ )	Cotação no Cenário Básico ( $\Delta = - 3.438$ )	Cotação no Cenário Pessimista ( $\Delta = - 8.846$ )
63.886	66.952	60.448	55.040

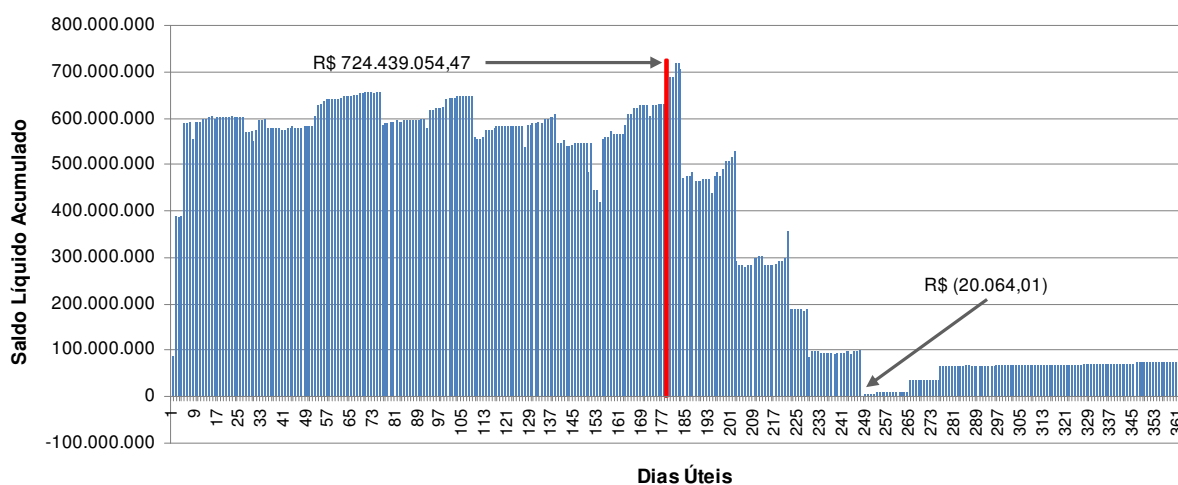
O saldo de caixa líquido diário foi calculado conforme descrito no Capítulo 4 desta pesquisa. Na situação normal, sem a aplicação de nenhum cenário econômico aos seus fluxos de caixa, é possível observar que a instituição não apresenta

nenhum descasamento entre seus ativos e passivos que possa comprometer a capacidade de pagamento de obrigações, conforme apresentado na figura a seguir:



**Figura 23: Saldo Líquido Acumulado em Situação Normal**

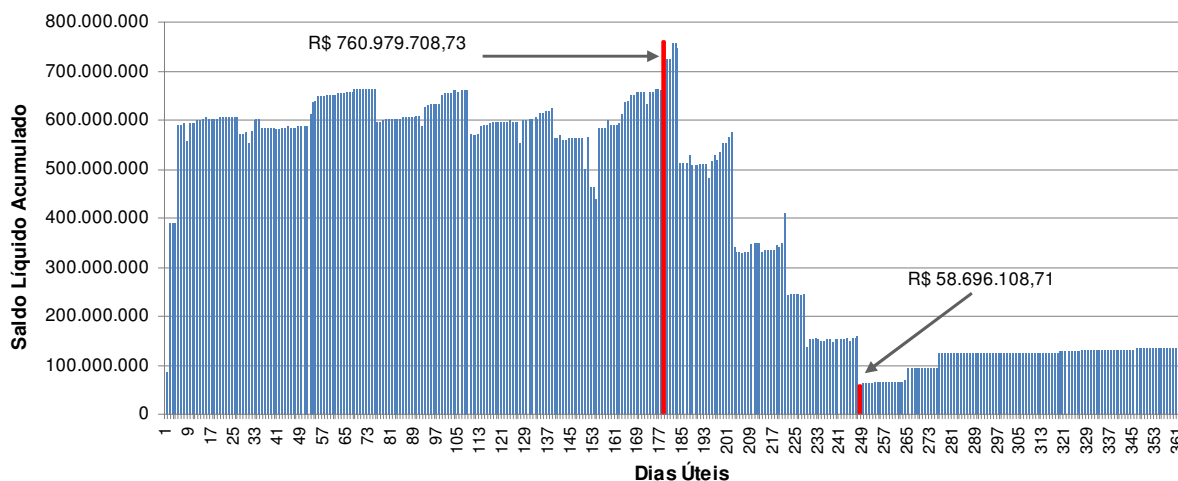
Esta figura também permite que sejam retiradas outras conclusões em relação à liquidez da instituição. O maior valor de saldo de caixa líquido acumulado dentro do período de 360 dias úteis foi de R\$759 milhões, previsto para o horizonte de 178 dias úteis a contar da data de análise. Já o menor valor acumulado foi de R\$ 54 milhões, previsto para o horizonte de 248 dias úteis. Um teste de inadimplência na carteira de crédito revelou que para níveis de inadimplência superiores a 5,46% podem ocorrer problemas de liquidez, justamente neste vértice.



**Figura 24: Saldo Líquido Acumulado em Situação Normal (estresse na carteira de crédito = 5,46%)**

Além disso, é possível observar uma estabilidade nos fluxos de caixa em períodos superiores a 280 dias úteis; isso ocorre porque o volume de operações com vencimento após essa data é consideravelmente menor. Para o horizonte de 90 dias úteis (que será utilizado como base de comparação por ser o prazo mínimo para análise do risco de liquidez estipulado pelo Banco Central), a instituição apresenta um saldo líquido acumulado de R\$607.610.185,11. Buscou-se informações na instituição quanto a queda abrupta desse saldo entre os prazos de 180 a 250 dias úteis, que foi justificada como sendo um período de vencimento de captações (CDIs) com empresas ligadas ao grupo que serão renovados.

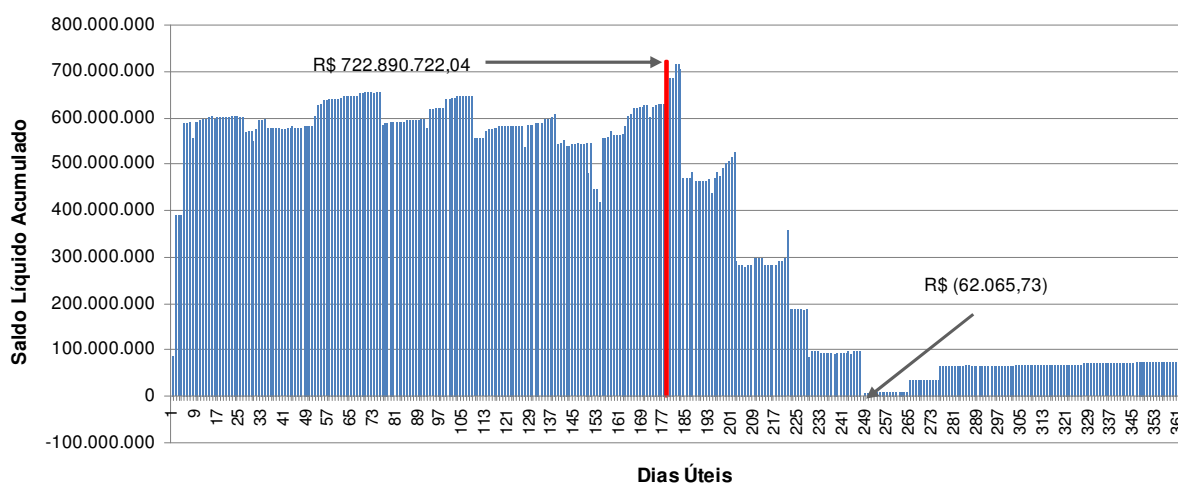
Em relação à situação normal, a aplicação do cenário otimista (que possui probabilidade de ocorrência de 20%) aos fluxos de caixa da instituição objeto desta pesquisa revelou uma melhora na sua liquidez, pois neste cenário, para o horizonte de 90 dias úteis a instituição apresenta um saldo líquido acumulado de R\$607.981.079,14. Comparando-se este valor, com o saldo líquido acumulado em situação normal representa um ganho em estresse de R\$370.894,03, conforme a figura abaixo:



**Figura 25: Saldo Líquido Acumulado no Cenário Otimista**

Neste cenário, a inadimplência máxima suportável para que não ocorram problemas de liquidez é de 5,89% durante todo o horizonte de análise, percentual ligeiramente maior comparado à situação normal. Cabe ressaltar que a realização de testes de estresse na carteira de crédito considerando um horizonte de análise de 90 dias úteis revelou, para os três cenários econômicos, que a instituição pode suportar

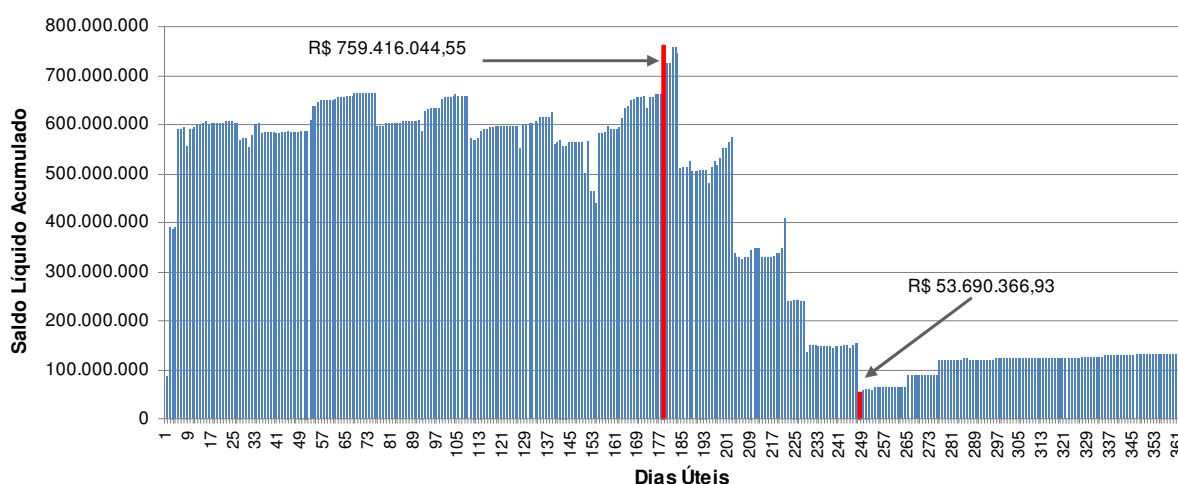
uma inadimplência de até 100% sem incorrer em problemas de solvência. Observe a figura abaixo, com o resultado do teste de estresse na carteira de crédito:



**Figura 26: Saldo Líquido Acumulado no Cenário Otimista (estresse na carteira de crédito = 5,89%)**

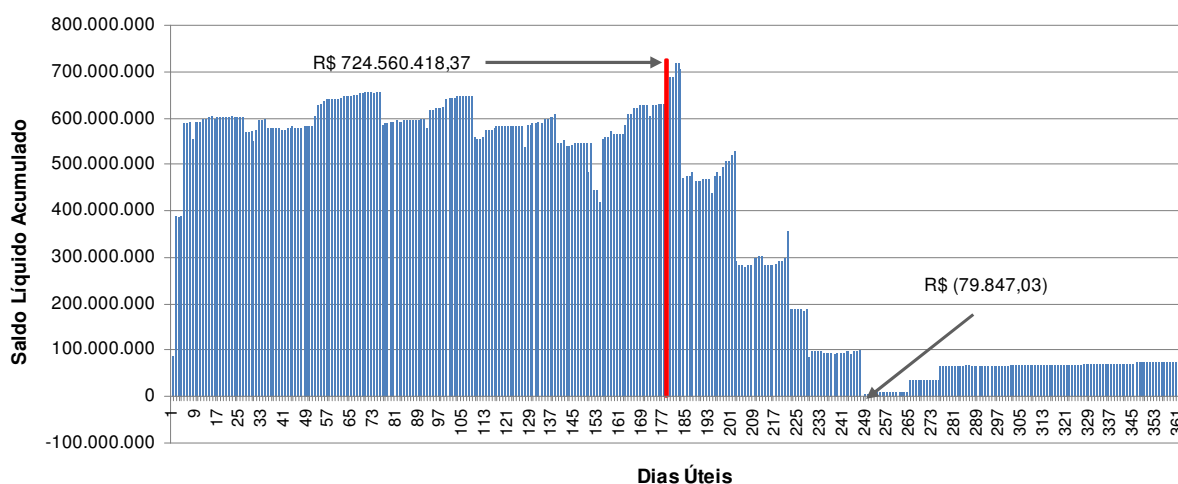
Após a aplicação do cenário otimista, partiu-se para a geração da situação da liquidez da instituição no cenário básico (com probabilidade de ocorrência de 45%). Embora este cenário seja de grande probabilidade de ocorrência e ligeiramente otimista, seu impacto nos fluxos de caixa é pequeno. O saldo líquido acumulado para a data de 90 dias úteis foi de R\$607.481.288,01, representando uma perda em estresse de R\$128.897,11 em comparação com a situação normal. Isto ocorre devido ao aumento do valor de vencimento das operações passivas indexadas à variação cambial ser maior do que o aumento das operações ativas indexadas à variação da taxa de juros, conforme pode ser observado na figura seguir:





**Figura 27: Saldo Líquido Acumulado no Cenário Básico**

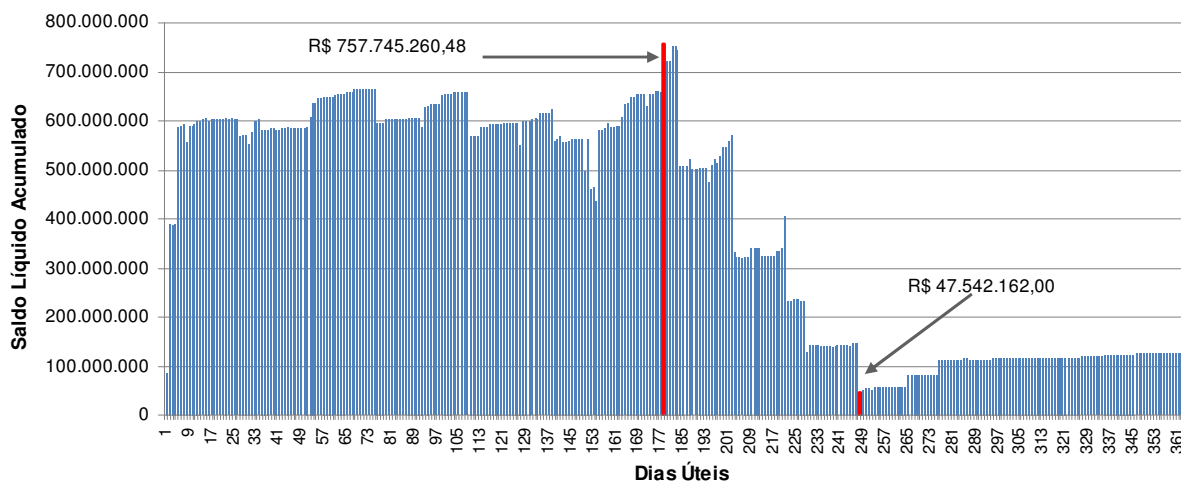
Neste cenário, o teste de *estresse* na carteira de crédito revelou que para níveis de inadimplência média superiores a 5,39%, o saldo líquido acumulado da instituição poderá apresentar valores negativos no período de 248 dias úteis. Este resultado colabora para a conclusão anterior sobre o impacto da valorização cambial na liquidez da instituição, pois o índice foi ligeiramente inferior ao calculado na situação normal. Veja a figura abaixo:



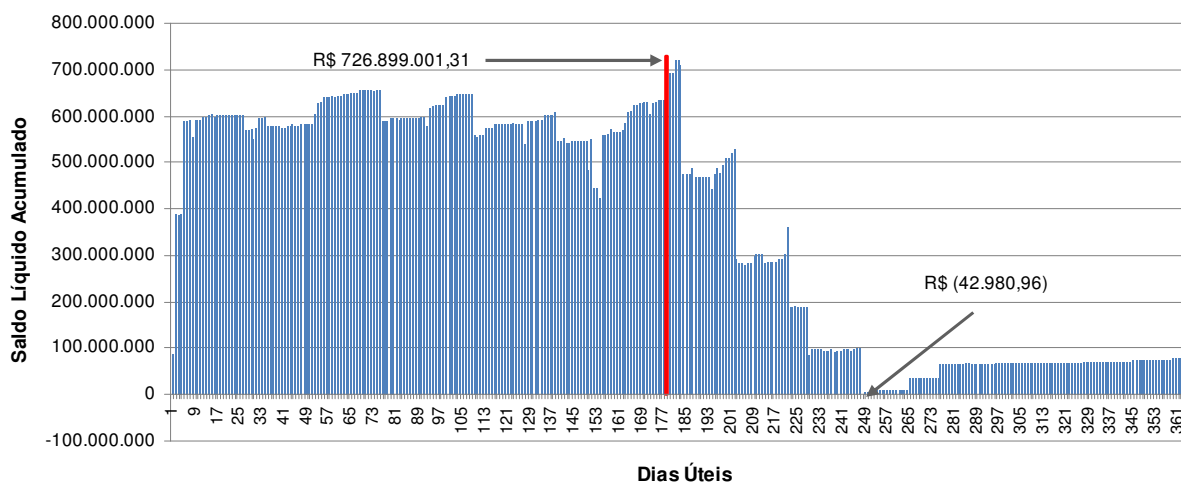
**Figura 28: Saldo Líquido Acumulado no Cenário Básico (estresse na carteira de crédito = 5,39%)**

Finalmente, a aplicação das suposições do cenário pessimista (com probabilidade de ocorrência de 35%) aos fluxos de caixa da instituição resultou em

uma previsão de saldo líquido acumulado para o prazo de 90 dias úteis no valor de R\$607.007.759,45, representando uma perda em estresse no valor de R\$602.425,66, variação consideravelmente maior do que nos demais cenários. Essa redução do saldo líquido acumulado também impactou em uma diminuição do percentual máximo de inadimplência suportado, calculado como sendo 4,77% neste cenário, conforme demonstrado nas figuras a seguir:



**Figura 29: Saldo Líquido Acumulado no Cenário Pessimista**



**Figura 30: Saldo Líquido Acumulado no Cenário Básico (estresse na carteira de crédito = 4,77%)**

Os valores calculados para o saldo líquido de caixa em todas as datas até 90 dias úteis podem ser encontrados no Anexo D.

## 6.5 GRID DE DECISÃO

Após a utilização do modelo proposto na instituição objeto desta análise, é possível sugerir o seguinte *grid* de decisão a ser utilizado em testes de estresse e análises do risco de liquidez.

As informações contidas nesse *grid* de decisão podem orientar o gestor de riscos na condução de um teste de estresse coerente com o contexto econômico brasileiro da época de realização do teste e estão baseadas na suposição de que a realização do teste de estresse é realizada periodicamente seguindo-se as orientações deste trabalho. Também é importante ressaltar que os três elementos do modelo (Cenários Econômicos ajustados pela Correlação, Análise Fatorial da ETTJ e Volatilidade Implícita) estão presentes e inter-relacionados no *grid*, ou seja, a retirada de um dos elementos gera um *grid* diferente daquele aqui proposto.

A análise através do *grid* visa facilitar a escolha entre múltiplas alternativas, levando em consideração diferentes fatores. Para sua construção, as opções disponíveis foram arranjadas em linhas em uma tabela e os fatores que devem ser considerados nas colunas desta mesma tabela. Foram alocadas sugestões gerenciais baseadas no modelo de gerenciamento de risco de liquidez proposto para cada uma das alternativas, de forma que os resultados encontrados com a aplicação do modelo possam ser facilmente conduzidos a uma ação gerencial adequada. A vantagem desta abordagem para o processo de tomada de decisão é evitar que opiniões subjetivas sobre uma alternativa ou outra se sobressaiam perante critérios de escolha objetivos.

Embora o *grid* seja auto-explicativo, para sua correta leitura e interpretação, é importante deixar claro que as sugestões de ações gerenciais localizadas mais à direita possuem uma ponderação maior. Por exemplo, se as colunas referentes aos Cenários Econômicos indicam a necessidade de modificá-los em função da matriz de correlação de suas variáveis e as colunas referentes à Volatilidade Implícita indicam que é necessário desconsiderar as correlações históricas para realizar o teste de estresse, opta-se pela desconsideração das correlações históricas.

Análise dos Cenários Econômicos	Ação Gerencial nos Testes de Estresse	Análise Fatorial ETTJ	Ação Gerencial nos Testes de Estresse	Volatilidade Implícita	Ação Gerencial nos Testes de Estresse
Cenários já consideram correlações históricas	Modelar os fluxos de caixa com o cenário disponível	ETTJ é explicada somente pelo fator nível	Considerar como eficiente um deslocamento paralelo da ETTJ	Sinalizada como alta e não sinalizada como crescente	Aumentar a severidade; Desconsiderar Correlações Históricas nas Variáveis dos Cenários Econômicos
Cenários não consideram correlações históricas	Realizar o ajuste das variáveis do cenário em função das correlações históricas	ETTJ é explicada pelos fatores nível e inclinação	É necessário simular mudanças de nível e de inclinação da ETTJ (para isto, utilizar as cargas fatoriais dos vértices)	Não sinalizada como alta e sinalizada como crescente	Aumentar a severidade; Desconsiderar Correlações Históricas nas Variáveis dos Cenários Econômicos
		ETTJ é explicada pelos fatores nível, inclinação e curvatura	É necessário simular mudanças nos 3 fatores (para isto, utilizar as cargas fatoriais dos vértices)	Sinalizada como alta e crescente	Aumentar significativamente a severidade, desconsiderando correlações históricas; Divulgar os resultados ao Comitê de Riscos
				Não sinalizada como alta e não sinalizada como crescente	Realizar o teste normalmente, considerando as correlações históricas

**Figura 31: Modelo proposto – Grid de Decisão**

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As conclusões desta dissertação, que buscou analisar a aplicabilidade no contexto brasileiro de um novo modelo de gestão de risco de liquidez, estão apresentadas a partir de quatro tópicos: (1) discussão dos resultados, (2) implicações gerenciais e acadêmicas, 3) limitações do estudo e do modelo e 4) sugestões para pesquisas futuras.

### **7.1 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

A melhoria das ferramentas utilizadas para testes de estresse sempre foi um tema instigante e mesmo controverso. O objetivo desta pesquisa foi desenvolver um modelo de gestão de risco de liquidez que flexibilizasse as principais simplificações geralmente realizadas pelas instituições financeiras na aplicação de testes de estresse e que fosse coerente com o contexto brasileiro.

De maneira sucinta, descreve-se a seguir os principais resultados da aplicação do modelo proposto em um cenário econômico e nos fluxos de caixa da instituição objeto desta análise:

1. A realização de um ajuste no cenário econômico utilizado para aplicação dos testes de estresse em função da matriz de correlação de suas variáveis contribui para a coerência desse teste com seu contexto econômico, sensibilizando significativamente os valores dos fluxos de caixa futuro das instituições financeiras;

Foram encontradas evidências que indicaram que os cenários econômicos utilizados para realização de testes de estresse na instituição objeto dessa análise

não consideravam a correlação histórica entre suas variáveis. O ajuste realizado, ao criar um novo cenário econômico em função de uma variável chave principal, colaborou na melhoria da adesão do teste com o mercado de capitais no qual ele está inserido, através da realização de uma regressão múltipla das outras variáveis em função dessa variável-base. Isso fez com que hipóteses de pouca plausibilidade não fossem utilizadas para modelagem dos fluxos de caixa e posterior análise do risco de liquidez.

2. Embora a ETTJ possa ser descrita e modelada em função do seu nível, inclinação e curvatura, os resultados da análise fatorial realizada em seus vértices permitem a conclusão de que a aplicação de um deslocamento não paralelo da ETTJ tem pouca importância prática para a melhoria da coerência dos testes de estresse, em função da grande concentração de poder explicativo da sua variabilidade em torno do fator nível e do baixo poder explicativo dos fatores inclinação e curvatura, principalmente nos vértices iniciais;

Foi possível observar que os dois primeiros fatores (nível e inclinação, respectivamente) explicam 99,31% da variância do conjunto vértices e que o primeiro fator (nível) tem o poder de explicar 72,65% da variabilidade. Esse poder de explicação do fator nível é ainda maior (86,89%) se for considerado somente os 7 primeiros vértices da curva. O horizonte de análise do risco de liquidez normalmente não envolve prazos maiores do que 180 dias, visto a imprevisibilidade de entradas e saídas futuras de caixa no longo prazo, o que torna plausível o uso de um deslocamento paralelo da estrutura a termo da taxa de juros na realização de testes de estresse.

3. Embora a volatilidade implícita contenha informações sobre eventos de grande magnitude no futuro, o modelo de sinalização não se mostrou eficaz na prevenção de algumas mudanças significativas dos preços das ações objeto. No entanto, os sinais emitidos pela volatilidade implícita ajudam a melhorar a efetividade dos testes de estresse, como avisos de momentos em que a severidade dos testes, o seu horizonte temporal de análise e a sua freqüência de realização precisam ser modificados.

Na maioria das situações nos dois conjuntos de opções analisados, a volatilidade implícita não enviou nenhum sinal e os retornos foram normais. Como o número de ocorrência de retornos elevados mas não previstos foi baixo, pode-se manter a confiança nas correlações históricas sempre que não houver sinalização nenhuma (volatilidade implícita normal). Logo, a volatilidade implícita pode ser utilizada como um *proxy* da volatilidade futura, apesar das suas limitações.

## 7.2 IMPLICAÇÕES GERENCIAIS E ACADÊMICAS

Principalmente na parte introdutória do trabalho, mas também durante todo o seu desenvolvimento, foram descritos os motivos que incentivam o cálculo dos riscos incorridos pelas instituições financeiras, demonstrando-se que existe a necessidade de um gerenciamento de risco sério, sólido e com critérios bem definidos nessas instituições. Essa realidade é confirmada pelas ações restritivas dos órgãos reguladores que exigem, por força legal, que essas instituições possuam uma estrutura de capital capaz de suportar eventuais perdas oriundas de suas operações ativas e passivas.

Além de uma exigência regulamentar, como instrumento de redução de riscos de sistema financeiro, a gestão de risco é uma necessidade de mercado. Reduzir riscos, otimizar o uso do capital, ser mais transparente, selecionar melhor os clientes, estar atento a mudanças nos ambientes interno e externo são questões-chave na gestão de riscos que estão no centro da melhoria de performance das instituições. Por isso, para gerir uma instituição financeira de forma a maximizar o resultado sujeito a níveis suportáveis de risco é necessário conhecer as características dos ativos e passivos, os tipos de instrumentos ou fontes de recursos disponíveis e qualquer outra restrição imposta pelo mercado ou por regulamentações.

Na seção anterior já foram discutidos alguns resultados do modelo proposto para gerenciamento do risco de liquidez. Neste estudo concluiu-se que, de fato, o modelo de proposto contribui para a gestão do risco de liquidez nas empresas, ao

melhorar a coerência dos testes de estresse com o contexto brasileiro. O conjunto de elementos deste modelo foi capaz de fugir das principais simplificações normalmente empregadas na realização de testes de estresse, o que contribui para uma melhoria da sua efetividade, o que contribui para uma melhoria do processo de gerenciamento do risco de liquidez nas instituições financeiras. Outra contribuição gerencial foi a elaboração do *grid* de decisão, que consolidou em uma tabela de controle os possíveis resultados da utilização das ferramentas deste modelo com ações que o gestor de risco deve realizar a partir da detecção de alguma particularidade do momento de realização de testes de estresse para gerenciamento do risco de liquidez.

No âmbito do estudo do risco, este trabalho demonstrou a necessidade de aprimoramento nos critérios e premissas utilizadas para realização de testes de estresse. A falta de especificação de critérios e exigências técnicas por parte da autoridade monetária faz com que esses testes sejam realizados sem considerar importantes elementos e importantes inter-relações entre o cenário econômico e o fluxo de caixa utilizado. Neste sentido, este estudo apresentou um conjunto de ferramentas que pode suprir estas deficiências quando aplicadas simultaneamente em um modelo de gerenciamento do risco de liquidez.

### 7.3 LIMITAÇÕES DO ESTUDO E DO MODELO

O presente estudo, como qualquer pesquisa das ciências sociais, apresenta limitações em sua aplicação. Algumas destas limitações referem-se ao modelo proposto propriamente dito e outras à sua operacionalização. Embora o tamanho das diversas amostras utilizadas neste trabalho tenha sido suficientemente grande para as inferências realizadas, os resultados encontrados limitam-se ao período da análise realizada. Os prováveis ajustes e aprimoramentos do modelo virão com a sua utilização periódica e serão influenciados pelas condições de incerteza naquele momento.

Na operacionalização do modelo, algumas ações que podem sensibilizar significativamente o seu resultado foram tomadas: escolha do período de análise,



escolha das ações para cálculo da volatilidade implícita, arbitragem de períodos para cálculos de médias móveis (ex: 1 ano, 1 semana), escolha da instituição para realização do estudo de caso. Embora essas escolhas não diminuam a validade científica das conclusões encontradas, replicações futuras deste modelo que utilizem outras premissas (como outros intervalos temporais, outras instituições e outro contexto macroeconômico sob análise), podem contribuir para seu aprimoramento.

Por mais que as premissas utilizadas nesta pesquisa estejam embasadas na literatura acadêmica, elas também influenciaram o seu resultado. Ao longo da descrição do modelo proposto, houve um cuidado extra para justificar o motivo e a literatura que deram base para a tomada de algumas decisões de pesquisa como o método de sinalização da volatilidade implícita e a forma de modelagem da ETTJ.

#### 7.4 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

As práticas de gerenciamento de risco de liquidez estão, sem dúvida, progredindo e se desenvolvendo, mas não de forma gradualmente linear ou exponencialmente. Pelo contrário, o "estado da arte" para o controle e gerenciamento do risco de liquidez tende a avançar em saltos. Especificamente, ele avança em saltos que coincidem com rupturas ou imediatamente as seguem. O risco de liquidez costuma atrair muito interesse durante situações de estresse financeiro e logo após, mas relativamente baixo interesse durante períodos mais estáveis. Grandes eventos como a crise asiática em 1997, a moratória russa em 1998, a quebra do *hedge-fund* LTCM em 1998 e o ataque ao *World Trade Center* em 2001 resultaram em uma atenção gerencial e acadêmica adicional ao risco de liquidez.

Profundas mudanças alteraram o controle e gerenciamento do risco de liquidez nas instituições financeiras na última década. Foram descartadas ferramentas unidimensionais, retrospectivas e estáticas, sendo as melhores práticas consideradas as ferramentas prospectivas, baseadas em cenários, juntamente com planos de contingência robustos. A ciência de ponta está em melhores modelos

internos de precificação, testes de estresse mais rigorosos e um gerenciamento de garantias e colaterais mais desenvolvido (NEU, 2007).

Da perspectiva dessa dissertação, foram identificados alguns temas que carecem de investigação e que podem ser objeto de pesquisas futuras. Estima-se que os próximos passos evolutivos para o risco de liquidez serão:

**Quantificação da exposição ao risco:** gerentes e diretores freqüentemente subestimam pontos essenciais: primeiro, como qualquer previsão, projeções do risco de liquidez são inerentemente imprecisas. Isso serve tanto para previsões de fluxo de caixa como para previsões do nível mínimo de reservas. Segundo, ações tomadas para evitar ou reduzir o risco podem, na verdade, aumentar a exposição global ao risco que elas objetivam reduzir, a não ser que os tomadores de decisão entendam os erros e limitações das medidas de risco.

**Avanço nas previsões dos fluxos de caixa sujeitos ao comportamento humano:** olhando para o futuro, é possível estimar um progresso nos métodos de estimação de fluxos de caixa vinculados às opções das contrapartes, como por exemplo: índice de renovação de aplicações, tratamento de ativos e passivos perpétuos, saques de linhas de crédito pré-aprovadas.

**Padronização de Relatórios:** em muitos casos, uma análise do risco de liquidez de um banco pode ser muito influenciada por seus pressupostos. Para compreender se o perfil de liquidez de uma instituição financeira é adequado ou não é necessário certo entendimento de todos os produtos da instituição, a estrutura do seu balanço patrimonial e oportunidades de captação de recursos. Isso faz do envio de informações à diretoria executiva uma tarefa desafiadora. Com o risco de liquidez transformando-se em um importante tipo de risco, os executivos das empresas tendem a se familiarizar mais com os seus vários conceitos. Adicionalmente, as instituições financeiras trabalharão na melhoria e simplificação dos relatórios de exposição ao risco de liquidez e no desenvolvimento de padrões.

**Testes de estresse mais integrados:** como impacto do Acordo da Basiléia II os testes de estresse para riscos de mercado, crédito, operacional e de liquidez terão que ser mais integrados.

Ainda há muito a ser desenvolvido nessa área e, pelo que se tem observado nos últimos anos, tende a crescer muito o número de pesquisas dentro deste fértil campo de estudo. Estima-se também que a autoridade monetária tenderá a dedicar mais tempo à regulamentação do gerenciamento de riscos, uma vez que percebe os seus efeitos positivos sob o mercado de capitais brasileiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSAF NETO, Alexandre; SILVA, César A. Tibúrcio. **Administração de capital de giro**. São Paulo: Atlas, 1995.

ANDRADE, Sandro C.; TABAK, Benjamin M. **Is it Worth Tracking Dollar/Real Implied Volatility?**. Banco Central do Brasil, Working Papers Series, n. 15, p. 1-25, março 2001.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Resolução 2.804**. Estabelece exigências abrangentes de controles de risco de liquidez em instituições financeiras. Brasília, dezembro de 2000.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **SGS - Sistema Gerenciador de Séries Temporais - v1.3.2** Disponível em: <<https://www3.bcb.gov.br/sgspub/>> Acessado em: 08/01/2008.

BERNSTEIN, Peter L. **Desafio aos deuses: a fascinante história do risco**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

BIS (Bank for International Settlements). **Market Liquidity: Research Findings and Selected Policy Implications**. Report N<sup>o</sup>. 11 by the Committee on the Global Financial System. Maio 1999.

---

\_\_\_\_\_. **Stress Testing by Large Financial Institutions: Current Practice and Aggregation Issues**. CGFS Publications No. 14. Abril 2000.

---

\_\_\_\_\_. **A survey of stress tests and current practice at major financial institutions**. CGFS Publications N<sup>o</sup>. 18. Abril 2001.

- BLACK, Fischer; SCHOLLES, Myron. **The Pricing of Options and Corporate Liabilities**. The Journal of Political Economy, Vol. 81, No. 3, Massachusetts Institute of Technology, Maio-Junho, 1973.
- BORIO, Cláudio. **Market liquidity and stress: selected issues and policy implications**. BIS Quarterly Review, 2000.
- CIHÁK, Martin. **Stress Testing: A Review of key Concepts**. Czech National Bank, Research Department. Research and Policy Notes. Fevereiro de 2004.
- COSTA, Jacqueline Linares; ROMERA, Márcia Paim. **Risco de Liquidez em Instituições Financeiras: uma abordagem teórica**. Dissertação de Mestrado; UCB, Brasília-DF, 2002.
- FEBRABAN (Federação Brasileira de Bancos). **Noções de Gestão do Risco de Liquidez e políticas de contingência**. São Paulo: FEBRABAN, 2004.
- FIGUEIREDO, Romana Picanço. **Gestão de Riscos Operacionais em Instituições Financeiras - Uma abordagem qualitativa**. Dissertação de Mestrado; UNAMA, Belém-PA, 2001.
- GABE, J.; PORTUGAL, M. S. **Volatilidade Implícita Versus Volatilidade Estatística: Um exercício utilizando opções e ações da Telemar S.A.** Revista Brasileira de Finanças, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 47-73, 2004.
- GOMES, Frederico Pechir. **Volatilidade Implícita e Antecipação de Eventos de Stress: um Teste para o Mercado Brasileiro**. Trabalhos para Discussão nº38. Brasília: BACEN, 2002.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª Edição. São Paulo: Atlas, 2002.
- HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise Multivariada de Dados**. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- JONES, Matthew T.; HILBERS, Paul.; SLACK, Graham. **Stress Testing Financial Systems: What to do when the Governor Calls**. International Monetary Found Working Paper, 04/127. Julho de 2004.

JORION, Philippe. **Predicting Volatility in the Foreign Exchange Market.** The Journal of Finance. V. 50, n.2, p. 507-528. Junho de 1995.

\_\_\_\_\_. **Value at Risk: The New Benchmark for managing Financial Risk.** 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 2007.

LAROQUE, E.; LOWENKRON, A.; AMADEO, E.; JENSEN, J. **Cenários Probabilísticos: Conjugando Análise de Riscos e Projeções Macroeconômicas.** Documento técnico. Lista de riscos ([www.listaderiscos.com.br](http://www.listaderiscos.com.br)), 2003.

LAROUSSE CULTURAL. **Dicionário da Língua portuguesa.** São Paulo: Nova Cultural/Moderna, 1992.

LITTERMAN, Robert; SCHEINKMAN, J. **Common Factors Affecting Bond Returns.** The Journal of Fixed Income, vol. 1, p. 54 – 61. Junho de 1991.

MALZ, A. M. **Do implied volatilities provide early warning of market stress?** RiskMetrics Journal 1(1): 41–60. Maio 2000.

\_\_\_\_\_. **Financial crises, implied volatility and stress testing.** RiskMetrics Working Paper. Outubro 2001.

MASTELLA, Mauro. **Gestão de risco de liquidez no Banco Cooperativo SICREDI.** In: Turma de formandos Administração: 23 de janeiro de 2005. Porto Alegre: UFRGS/EA, 2005.

MATZ, Leonard; NEU, Peter. Liquidity Risk Management Strategies and Tactics. In.: MATZ, Leonard; NEU, Peter (Ed.). **Liquidity Risk Measurement and Management.** Singapura: John Wiley & Sons (Asia), 2007.

MISHKIN, Frederic S. **Moedas, bancos e mercados financeiros.** Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos, 2000.

NEU, Peter. Liquidity Risk Measurement. In.: MATZ, Leonard; NEU, Peter (Ed.). **Liquidity Risk Measurement and Management.** Singapura: John Wiley & Sons (Asia), 2007.

- RISKMETRICS GROUP. **Risk Management: A Practical Guide**. New York: RiskMetrics Group, 1999.
- ROESCH, Sylvia Maria Azevedo. **Projetos de Estágio e de Pesquisa em administração**: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso. 2ª Edição. São Paulo: Atlas, 1999.
- SAUNDERS, Anthony. **Administração de Instituições Financeiras**. São Paulo: Atlas, 2000.
- SECURATO, José Roberto. **Cálculo Financeiro das Tesourarias**. 2ª ed. São Paulo: Saint Paul, 2003.
- TORRES, Raymundo. **Opções e suas Derivadas – Modelo de Black & Scholes**. In: II Bienal da Sociedade Brasileira de Matemática em Salvador. Salvador: SBM: 2004.
- VALLI, Marcos; VARGA, Gyorgy. **Movimentos da Estrutura a Termo da Taxa de Juros Brasileira e Imunização**. Economia Aplicada, vol. 5, p. 33-53, Março de 2001.
- VARGA, Gyorgy. **Interpolação por Cubic Spline para a Estrutura a Termo Brasileira**. Resenha BM&F nº 140, p. 29-35, Julho a Agosto 2000.
- VEJA. **A Grande Indagação**. São Paulo: Abril, n. 2045, 30/01/2008.
- VIEIRA NETO, C. A.; URBAN, F. **Um Modelo de Teste de Stress menos Subjetivo e mais Abrangente**. FINANCELAB WORKING PAPER. Instituto Brasileiro de Mercados e Capitais (IBMEC). Junho de 2000.
- VIERA NETO, C. A.; VALLS PEREIRA, P. L. **Modelagem da Estrutura a Termo da Taxa de Juros: Dinâmica, Avaliação de Contratos Derivativos, Gerenciamento de Risco e Formulação de Estratégias**. FINANCELAB WORKING PAPER. Instituto Brasileiro de Mercados e Capitais (IBMEC). Agosto de 2000.
- YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e método**. Trad. Daniel Grassi – 2ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZDANOWICZ, José Eduardo. **Fluxo de caixa: uma decisão de planejamento e controle financeiros**. Porto Alegre: Luzzatto, 1998.



## ANEXO A – RESOLUÇÃO 2.804

Dispõe sobre controles do risco de liquidez.

O BANCO CENTRAL DO BRASIL, na forma do art. 9º da Lei nº 4.595, de 31 de dezembro de 1964, torna público que o CONSELHO MONETÁRIO NACIONAL, em sessão realizada em 21 de dezembro de 2000, com base no disposto nos arts. 4º, inciso VIII, da referida lei, nos arts. 9º e 10 da Lei nº 4.728, de 14 de julho de 1965, e na Lei nº 6.099, de 12 de setembro de 1974, com as alterações introduzidas pela Lei nº 7.132, de 26 de outubro de 1983, e tendo em vista as disposições da Resolução nº 2.554, de 24 de setembro de 1998,

R E S O L V E U:

Art. 1º Estabelecer que as instituições financeiras e demais instituições autorizadas a funcionar pelo Banco Central do Brasil devem manter sistemas de controle estruturados em consonância com seus perfis operacionais, periodicamente reavaliados, que permitam o acompanhamento permanente das posições assumidas em todas as operações praticadas nos mercados financeiro e de capitais, de forma a evidenciar o risco de liquidez decorrente das atividades por elas desenvolvidas.

Art. 2º Para os efeitos desta Resolução, define-se como risco de liquidez a ocorrência de desequilíbrios entre ativos negociáveis e passivos exigíveis - "descasamentos" entre pagamentos e recebimentos - que possam afetar a capacidade de pagamento da instituição, levando-se em consideração as diferentes moedas e prazos de liquidação de seus direitos e obrigações.

Art. 3º Os controles referidos no art. 1º devem permitir, no mínimo, a avaliação diária das operações com prazos de liquidação inferiores a noventa dias.

Art. 4º Com vistas ao atendimento do disposto no art. 1º, as instituições ali referidas devem adotar, no mínimo, os seguintes procedimentos:

I - manter de forma adequadamente documentada os critérios e a estrutura estabelecidos para o controle do risco de liquidez;

II - elaborar análises econômico-financeiras que permitam avaliar o impacto dos diferentes cenários na condição de liquidez de seus fluxos de caixa, levando em consideração, inclusive, fatores internos e externos à instituição;

III - elaborar relatórios que permitam o monitoramento dos

riscos de liquidez assumidos;

IV - realizar avaliações voltadas à identificação de mecanismos e instrumentos que permitam a obtenção dos recursos necessários à reversão de posições que coloquem em risco a situação econômico-financeira da instituição, englobando as alternativas de liquidez disponíveis nos mercados financeiro e de capitais;

V - realizar periodicamente testes de avaliação dos sistemas de controles implantados, incluindo testes de estresse, testes de aderência e quaisquer outros que permitam a identificação de problemas que, de alguma forma, possam comprometer o equilíbrio econômico-financeiro da instituição;

VI - promover a imediata disseminação das informações e análises empreendidas sobre o risco de liquidez detectado aos diversos setores diretivos e gerenciais da instituição, bem como das conclusões e providências adotadas;

VII - estabelecer plano de contingência contendo estratégias de administração de situações de crise de liquidez.

Art. 5º Os sistemas de controle de que trata esta Resolução devem estar capacitados a identificar:

I - os riscos de cada instituição individualmente; e

II - os riscos do conglomerado em termos consolidados.

Art. 6º As análises, informações e relatórios referidos nesta Resolução devem ficar à disposição do Banco Central do Brasil na sede da instituição e, quando for o caso, na sede da instituição líder do conglomerado financeiro.

Art. 7º As instituições referidas no art. 1º devem:

I - adequar-se às disposições desta Resolução no prazo máximo de seis meses contados da data de sua entrada em vigor;

II - designar diretor estatutário responsável, perante o Banco Central do Brasil, pela observância do disposto nesta Resolução, o qual poderá ser o administrador indicado para o gerenciamento de risco da instituição.

Art. 8º Fica o Banco Central do Brasil autorizado a:

I - determinar a adoção de medidas corretivas voltadas à adequação dos controles e à recondução da sociedade a níveis adequados de liquidez, bem como requerer informações e relatórios complementares;

II - baixar as normas e adotar as medidas julgadas necessárias à execução do disposto nesta Resolução, inclusive no que diz respeito ao prazo referido no art. 3º.

Art. 9º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Brasília, 21 de dezembro de 2000

Arminio Fraga Neto  
Presidente

## ANEXO B – CENÁRIO ECONÔMICO COMPLEMENTAR

### Economia

Giuliano Guandalini

**A** economia mundial experimentou, nos últimos seis anos, um período de prosperidade rara. A guerra no Iraque e a conseqüente alta no preço do petróleo não tiveram força suficiente para deter a velocidade de crescimento das economias, em especial a dos países emergentes. Antes, fontes de dor de cabeça para seus cidadãos e para o mundo, gigantes como a China e a Índia abraçaram o que a economia capitalista globalizada tem de melhor, a capacidade de produzir riqueza, e incorporaram bilhões de pessoas ao mercado consumidor. Não existe nada parecido na história. Na Antiguidade, o auge da prosperidade foi experimentado pelas pessoas que gozavam do status de cidadãos no Império Romano. Foi uma fase tão gloriosa que só seria

### Em um cenário positivo...

...o amadurecimento das economias emergentes, em especial Brasil, Rússia, Índia e China, já teria criado uma base sólida o bastante para elas não se deixarem arrastar para o fosso de uma eventual recessão nos Estados Unidos, donos de um quarto do PIB global

# A GRANDE I

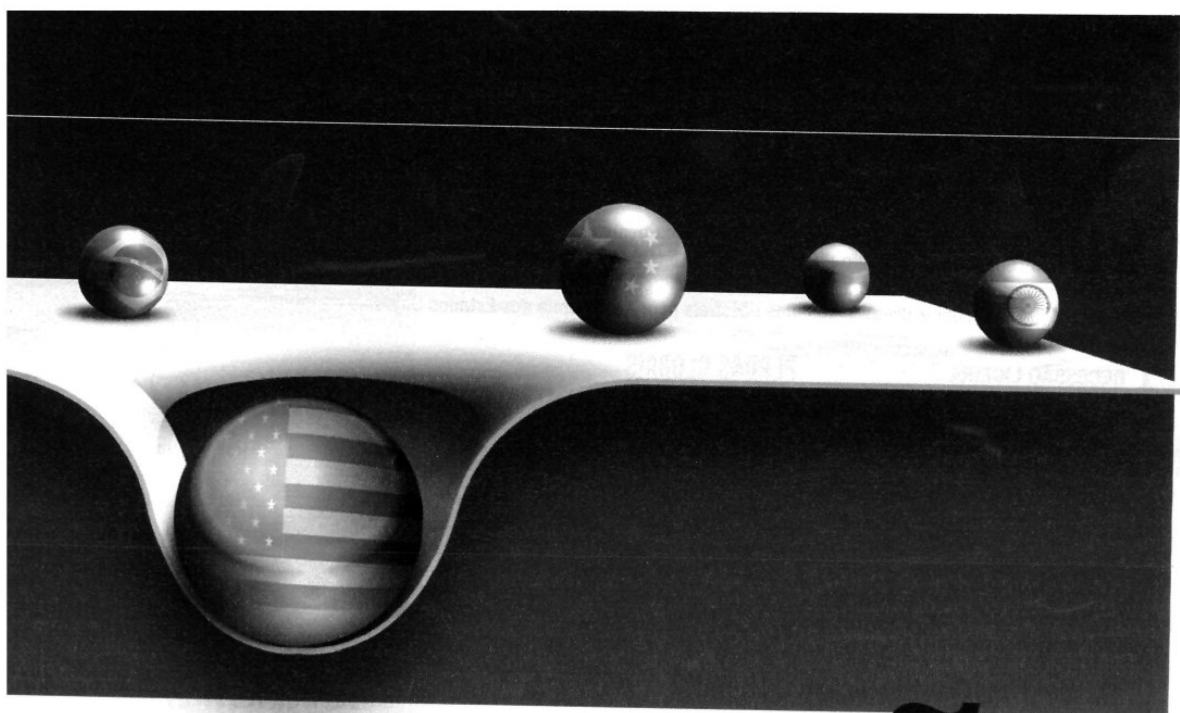
repetida na era industrial, quase um milênio mais tarde. Mas nem o Império Romano nem a Revolução Industrial tiraram, proporcionalmente, tanta gente da miséria quanto a globalização financeira e de gestão privada e pública deste começo do século XXI.

Como todo fenômeno econômico em todos os tempos, a globalização produziu ganhadores e perdedores, solidez e fragilidade. A maior de todas as fragili-



SPENCER PLATT | GETTY IMAGES / APF

Do pânico à euforia: operador da Bolsa de Nova York aliviado pela recuperação do preço das ações



# INDAGAÇÃO



## Em um cenário negativo...

...uma recessão profunda e prolongada na locomotiva americana traria conseqüências globais adversas, que poderiam variar de uma economia mundial retraída à volta do dragão inflacionário. Muitos países seriam arrastados

# MUITO ALÉM DAS BOLSAS...

A instabilidade dos mercados de ações pode ser apenas uma benigna correção de preços ou o sinal precoce de um resfriamento mais ou menos duradouro da economia real, o que os economistas chamam de recessão. Na semana passada, antes do anúncio da ajuda aos compradores de casas inadimplentes que o presidente americano George W. Bush fará nesta segunda-feira, 28, havia diversos cenários possíveis para a economia dos Estados Unidos e do mundo

## 1 RECESSÃO LIGEIRA

Semelhante à de 2001 nos Estados Unidos, com desaceleração momentânea

Risco de ocorrer agora



Efeito sobre o Brasil: os mercados ficariam voláteis por algum tempo, mas o impacto sobre a atividade econômica seria irrelevante

## 2 RECESSÃO MODERADA

Juros baixos e cortes de impostos não contêm todos os efeitos do estouro da bolha imobiliária e uma recessão clássica (duração de 1 a 3 anos) se instala nos EUA

Risco de ocorrer agora



Efeito sobre o Brasil: redução da entrada de dólares no país

## 3 RECESSÃO SEVERA

Os cacôs da bolha contaminam todos os mercados, provocam pânico irracional e a economia americana se recolhe para um longo inverno

Risco de ocorrer agora



Efeitos no Brasil: queda acentuada nas exportações e nos investimentos estrangeiros

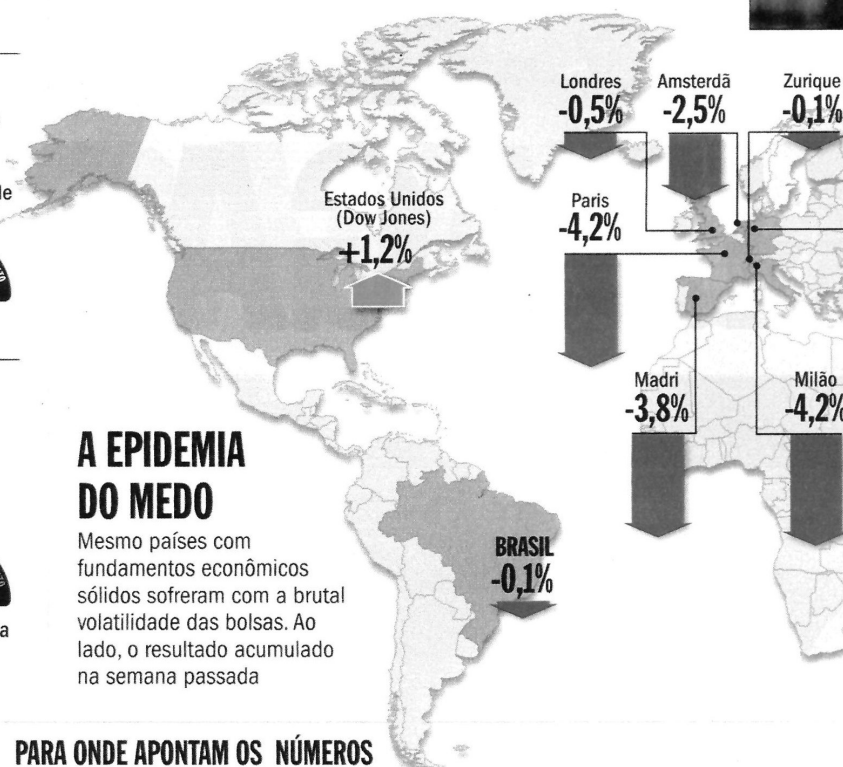
## PERDAS GLOBAIS

O mercado acionário mundial teve, na segunda-feira, 21, o pior desempenho desde os ataques terroristas de 11 setembro de 2001 nos Estados Unidos, mas, na terça-feira, antes da abertura dos mercados, o Fed (Federal Reserve, banco central americano) reduziu a taxa básica de juros de 4,25% para 3,5%. A ação aliviou o pânico

A queda de **0,75 ponto porcentual** foi a maior redução de juros feita pela instituição desde outubro de 1984

## A EPIDEMIA DO MEDO

Mesmo países com fundamentos econômicos sólidos sofreram com a brutal volatilidade das bolsas. Ao lado, o resultado acumulado na semana passada

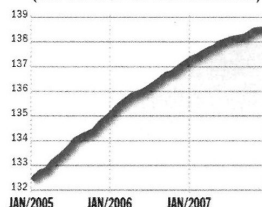


## O QUE É UMA RECESSÃO?

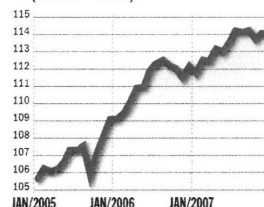
Uma recessão se instala, em geral, quando se registra queda no produto interno bruto (PIB) durante dois trimestres consecutivos. Mas nos EUA existe um órgão cuja função é julgar quando o país entra em declínio econômico: o Business Cycle Dating Committee. Para isso, ele avalia os cinco indicadores ao lado

## PARA ONDE APONTAM OS NÚMEROS

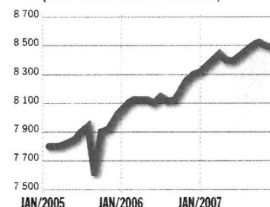
**Emprego**  
(em milhões de trabalhadores)



**Produção industrial**  
(2002 = 100)



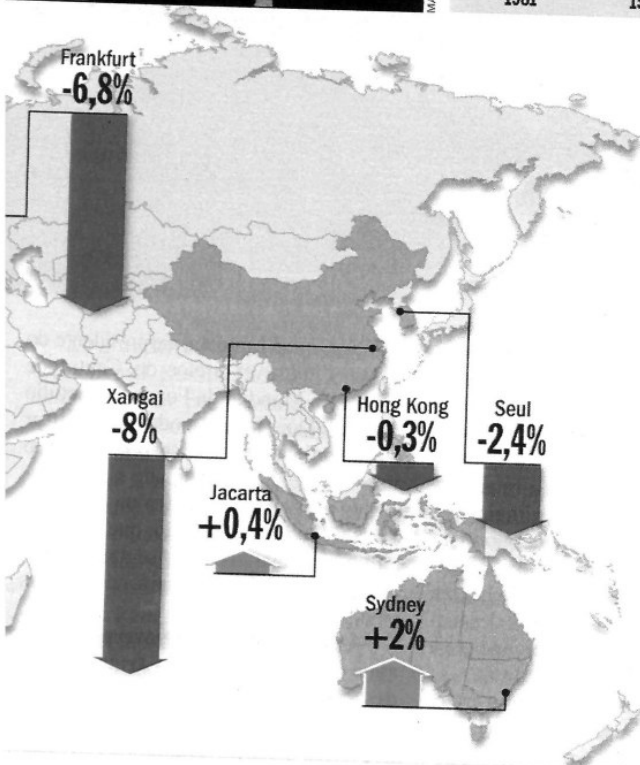
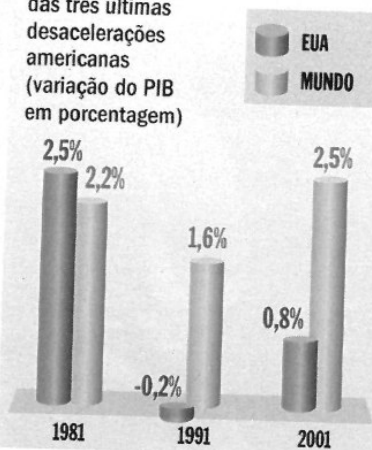
**Renda pessoal total**  
(em milhões de dólares)





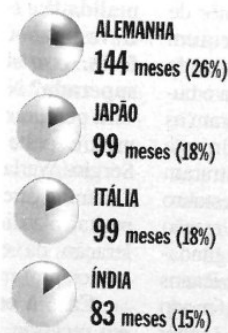
**Choque de capitalismo: investidor chinês acompanha o sobe-e-desce das ações**

**SINCRONIA**  
O impacto global das três últimas desacelerações americanas (variação do PIB em porcentagem)



**ONDE A RECESSÃO É A REGRA**

Nos últimos 46 anos, a Alemanha foi o país que mais tempo permaneceu sob contração da atividade econômica (porcentual de meses em recessão, entre 1962 e 2007)



**Conclusão**  
Pelo conceito do comitê, os EUA ainda não estão em recessão

dades da globalização é justamente o que dá sustentação, a similaridade de processos e a interligação instantânea de mercados, via internet. Essa situação propiciou, de um lado, o aumento da produtividade e o barateamento dos produtos dando chance aos países de crescer rapidamente sem despertar o dragão inflacionário. Esse período foi batizado de "grande moderação". O lado negativo da integração é que a queda de um grande parceiro pode arrastar todos os demais. Foi esse perigo que o mundo correu na semana passada, quando a economia que responde por 25% de toda a riqueza planetária, os Estados Unidos, escorregou feio em uma casca de banana que paradoxalmente, estava à vista de todos há muito tempo.

Essa casca de banana foi o crédito amplo e irrestrito concedido a consumidores americanos — em especial, compradores de casa própria — que não tinham condições de pagar. Esses compradores davam como garantia dos empréstimos suas próprias casas, que, para conveniência de todos, eram superavaliadas. Aos poucos, o mercado foi desconfiando da insustentabilidade da manobra e os preços dos imóveis ruíram. Os bancos amargaram perdas bilionárias e fecharam as torneiras do crédito. Como resultado, a economia americana pisou no freio e parece destinada a enfrentar a primeira recessão desde 2001, quando foi atingida pelos efeitos dos ataques terroristas de 11 de setembro. A grande questão não é mais saber se haverá uma desaceleração, mas sim quais serão sua dimensão e seu raio de ação. O mundo, desta vez, estará mais preparado para permanecer nos trilhos sem poder contar plenamente com sua principal locomotiva? Essa indagação está na raiz das turbulências dos mercados na semana passada. A seguir, uma análise da situação econômica mundial e suas repercussões sobre o Brasil na forma de perguntas e respostas.

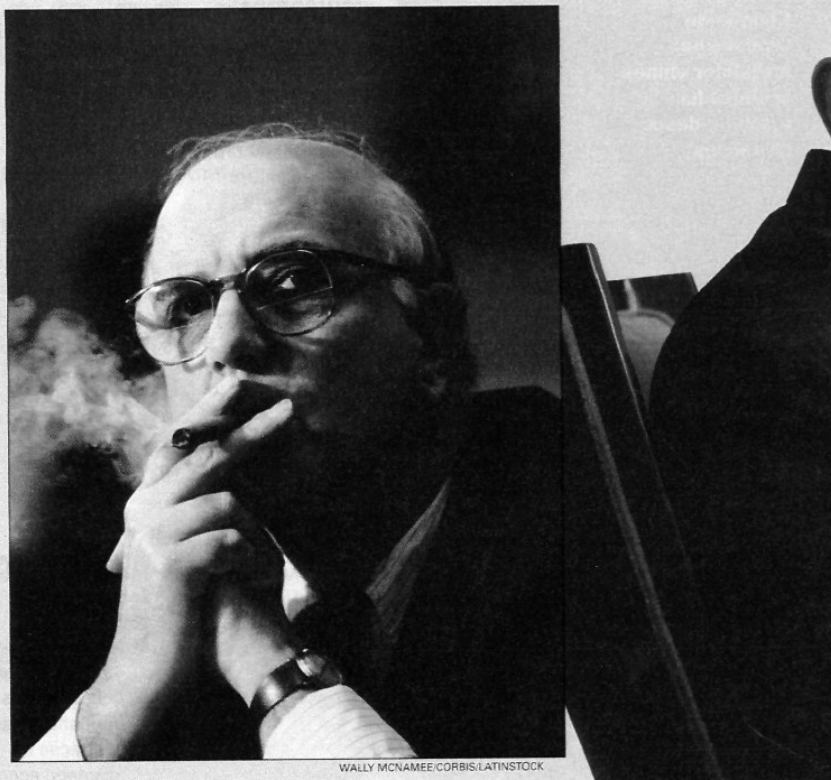
**O que ocorreu na semana passada nos mercados?** Na segunda-feira, as bolsas de valores da Ásia e da Europa registraram suas maiores perdas desde os

Fontes: Economic Cycle Research Institute e FMI

## O DESAFIO DE CADA UM

Foram diferentes os desafios enfrentados pelos presidentes do Federal Reserve nas três últimas décadas. Paul Volcker assumiu com a missão de debelar a inflação, que ameaçava fugir ao controle. Alan Greenspan comandou o país em meio a seguidas crises não inflacionárias. Já Ben Bernanke, o atual presidente, defronta-se com o dilema: resgatar os endividados sem que isso signifique sinalizar com a idéia de que sempre haverá salvação para os delinqüentes financeiros. O economista Lakshman Achuthan resumiu a manobra de Bernanke: "É melhor gastar 150 bilhões de dólares agora do que torrar 500 bilhões mais tarde para combater os efeitos de uma recessão".

**PAUL VOLCKER**  
**Presidente do Fed de 1979 a 1987**  
**Derrotou a inflação, que passara de 10% ao ano. O remédio (alta dos juros) foi amargo. Mas funcionou**



WALLY MCNAMEE/CORBIS/LATINSTOCK

atentados terroristas nos Estados Unidos em 11 de setembro de 2001. Houve uma onda de pânico detonada pelo temor de que os Estados Unidos mergulhassem em uma recessão prolongada, arrastando parte da prosperidade mundial para o buraco. O foco de vulnerabilidade foram as ações do setor financeiro, especialmente bancos e seguradoras, que registraram prejuízos recordes por causa do estouro da bolha imobiliária americana. A reação em cadeia foi exacerbada na segunda-feira, quando os mercados americanos estavam fechados em razão do feriado que lembra o líder negro Martin Luther King, assassinado em 1968. Sem as bolsas dos Estados Unidos, os operadores do resto do mundo perderam sua principal referência e renderam-se ao efeito manada, vendendo ações de baciada. A fase aguda desses fenômenos de contaminação pelo pessimismo raramente tem uma explicação cabal do que exatamente provocou o estouro da manada. No caso da crise da semana passada, a culpa está sendo colocada em um comentário de um alto burocrata das finanças da França, que alertou sobre a fragilidade do sistema financeiro europeu.

68 30 de janeiro, 2008 veja

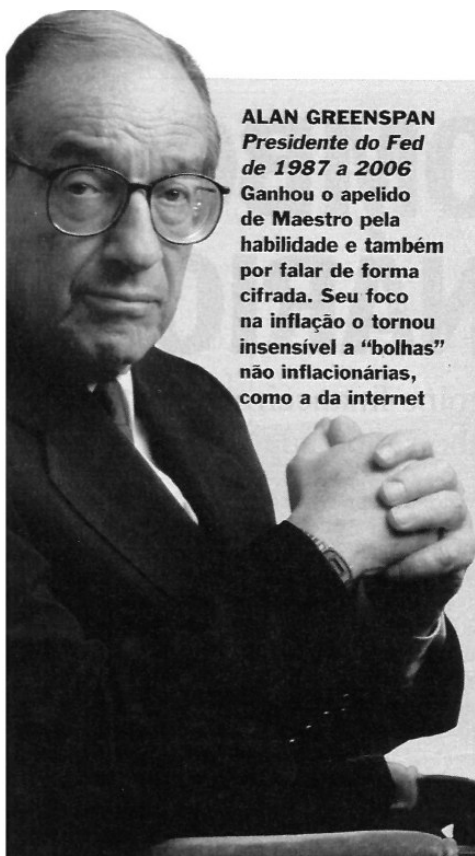
**A semana terminou com os mercados financeiros devolvidos à normalidade e em alguns casos, como na Bovespa, houve até momentos de euforia. Isso significa que a crise está superada?** Não. A montanha-russa deverá perdurar até o fim do primeiro semestre deste ano. Diz o economista Sérgio Werlang, ex-diretor do Banco Central e diretor do Itaú: "Ainda haverá muita volatilidade mesmo que a desaceleração da economia americana seja menos profunda, no que acredito".

**Caso a economia americana entre em recessão, em quanto tempo ela poderá superar o período de estagnação?** Nos últimos meses, o Fed tem feito injeções cavalares de liquidez no sistema financeiro, além de ter diminuído o custo do dinheiro (desde setembro, a taxa básica de juro foi reduzida de 5,25% para 3,5% ao ano). O presidente George W. Bush assegurou um acordo com os congressistas para a aprovação de um pacote de estímulo econômico no valor de 150 bilhões de dólares. Além disso, os emergentes passam por um momento extremamente positivo. Tudo isso faz crer que a estagnação teria vida breve, não superior a um ano.

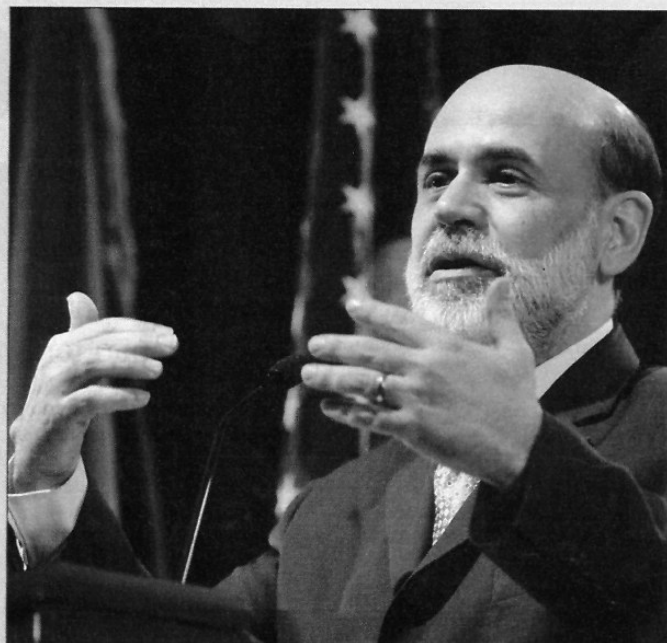
Diz Carlos Langoni, ex-presidente do Banco Central e diretor do Centro de Economia Mundial da Fundação Getúlio Vargas: "Dois fatores podem minimizar a profundidade e a duração da retração americana e da instabilidade nos mercados. O primeiro deles é o novo papel dos bancos centrais no mundo, que aprenderam a gerenciar crises. O segundo ponto é o papel inédito e positivo dos países emergentes".

**A ação do Fed e do governo americano poderá reverter a trajetória de desaceleração econômica?** Depende de como o consumidor reagirá. Diz Gustavo Loyola, ex-presidente do Banco Central e sócio da consultoria Tendências: "O grande ponto de interrogação é a capacidade do sistema bancário de continuar fornecendo crédito aos americanos. Se o crédito diminuir e o consumo arrefecer, a recessão será maior".

**Em que esta crise atual difere das famosas crises da Ásia e da Rússia nos anos 90?** Desta vez, o epicentro do terremoto fica nos Estados Unidos, a maior economia do planeta. Agora, os tradicionais vilões, as economias emergentes, são parte da solução, e não o problema.



**ALAN GREENSPAN**  
 Presidente do Fed  
 de 1987 a 2006  
 Ganhou o apelido  
 de Maestro pela  
 habilidade e também  
 por falar de forma  
 cifrada. Seu foco  
 na inflação o tornou  
 insensível a "bolhas"  
 não inflacionárias,  
 como a da internet



**BEN BERNANKE** Presidente do Fed desde 2006  
 Herdou uma economia com inflação em alta e  
 crescimento em baixa. Foi rápido no gatilho e aplicou  
 uma dose cavalariça de antídoto na crise

MATT MENDELSON/CORBIS/LATINSTOCK

As grandes economias emergentes, como Brasil, Rússia, Índia e China, podem continuar crescendo nas mesmas taxas caso a locomotiva americana pare nos trilhos? O mundo sofre quando o maior mercado consumidor do planeta, o dos Estados Unidos, uma bocarra de 10 trilhões de dólares ao ano, diminui seu apetite. Mas sofre quanto? Menos do que em recessões americanas anteriores. Isso é uma certeza. As razões disso são os fluxos de comércio que não passam pelos Estados Unidos e o crescimento dos mercados internos dos países emergentes, fenômeno de que a China é o melhor exemplo. O PIB chinês cresceu 11,4% em 2007, a maior taxa em treze anos. Mesmo que essa taxa recue para algo como 9% em 2008, ainda assim seu fator estabilizador no mundo se faria presente de forma decisiva.

Em crises passadas, o Brasil sofreu mesmo sem ter responsabilidade direta no desastre financeiro, porque os investidores tiravam o dinheiro daqui para cobrir rombos em seu país de origem. Desta vez pode ser diferente? Tudo indica que sim. Ao contrário das turbulências de 1998 e 2002, as empre-

sas do país têm hoje finanças muito mais sólidas, com baixo endividamento e muito dinheiro em caixa. O governo também fez tudo certo. O Tesouro Nacional tem um confortável colchão de liquidez que ajudaria a enfrentar uma eventual má vontade do mercado em rolar a dívida pública. Com o crescimento das exportações, o Brasil acumulou também reservas em moeda forte suficientes para assustar qualquer ganancioso especulador internacional, como o americano George Soros, notório predador sempre à espreita de crises das moedas nacionais. Prova da confiança inédita no país é a cotação do dólar, que permanece abaixo de 1,80 real. Em outros tempos, ela teria disparado.

Em que cenário o bolso do consumidor brasileiro seria atingido de alguma maneira? O cenário mais negativo seria uma alta abrupta da inflação, o que levaria o Banco Central a aumentar as taxas de juro, freando o crédito e o consumo. Um dos fatores que poderiam elevar a inflação seria o aumento do preço do dólar, como ocorreu em 2002. Mas, como a cotação da moeda americana permanece estável, não há no momento ne-

nhuma nuvem negra que ameace o bolso do brasileiro.

**Investir na bolsa brasileira continua a ser um bom negócio?** A longo prazo, investir em ações continua a ser um bom negócio. A perspectiva de o Brasil atingir o status de *investment grade* (país com vontade e capacidade de pagar seus débitos) deverá sustentar a fase de valorização que a Bovespa começou a viver no ano passado.

**O que o governo brasileiro poderia fazer para reforçar a couraça que protege o país de ataques externos?** De acordo com o economista Tom Trebat, ex-diretor do Citigroup para a América Latina e diretor do Centro de Estudos Brasileiros da Universidade Colúmbia, o Brasil deveria aproveitar o bom momento para fazer as reformas. Afirma Trebat: "O crescimento do Brasil no futuro deverá vir em decorrência de uma melhora da competitividade da economia, com investimentos públicos e privados, reformas regulatórias e tributárias, mais poupança e um ambiente mais favorável aos negócios". ■

Com reportagem de Julia Duailibi e Cintia Borsato



## ANEXO C – FUNÇÕES VBA PARA EXCEL

Pacote "VBA RiskTechBlackScholes"

Microsoft Excel Objetos:

```
Dim InstalledProperly As Boolean
```

```
Private Sub Workbook_AddinInstall()
```

```
    InstalledProperly = True
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Workbook_Open()
```

```
    If Not ThisWorkbook.IsAddin Then Exit Sub
```

```
    If Not InstalledProperly Then
```

```
        ' Add it to the AddIns collection
```

```
        If Not InAddInCollection(ThisWorkbook) Then
```

```
            AddIns.Add Filename:=ThisWorkbook.FullName, _
```

```
                CopyFile:=True
```

```
        ' Inform user
```

```
            Msg = "A biblioteca de alisamento exponencial Ewma.xla foi instalada como um add-  
in. "
```

```
            Msg = Msg & "Utilize o menu Ferramentas >> Suplementos para desinstalá-la."
```

```
            MsgBox Msg, vbInformation, AddInTitle
```

```
        End If
```

```
        ' Install it
```

```
        AddInTitle = GetTitle(ThisWorkbook)
```

```
        Application.EnableEvents = False
```

```
        AddIns(AddInTitle).Installed = True
```

```
        Application.EnableEvents = True
```

```
    End If
```

```
End Sub
```

```
Private Function InAddInCollection(wb) As Boolean
```

```
    For Each Item In AddIns
```

```
        If Item.Name = wb.Name Then
```

```
            InAddInCollection = True
```

```
        End If
```

```
    Next Item
```

```
End Function
```

```
Private Function GetTitle(wb) As String
```

```
    GetTitle = ""
```

```
    For Each Item In AddIns
```

```
        If Item.Name = wb.Name Then
```

```

        GetTitle = Item.Title
    End If
Next Item
End Function

Módulo Option Explicit:
Public Function PrecoBlackScholes(PreçoAtivo, PreçoExercício, _
    Volatilidade, TaxaJuros, Tempo, Dividendos, Estilo)

' Para o modelo de Garman, usa-se o preço spot do câmbio como
' PreçoAtivo, e a taxa do cupom cambial como Dividendos.
' Para o modelo do Black, utiliza-se o preço futuro do câmbio
' como PreçoAtivo, e a taxa de juros interna como Dividendos.
' Para o modelo de Black-Scholes, usar Dividendos como zero.
'
    Dim d1, d2, Tipo

    Tipo = VerificaTipo(Estilo)

    d1 = (Log(PreçoAtivo / PreçoExercício) + (TaxaJuros - Dividendos + _
        Volatilidade ^ 2 / 2) * Tempo) / (Volatilidade * Sqr(Tempo))
    d2 = d1 - Volatilidade * Sqr(Tempo)

    If Tipo = "call" Then
        PrecoBlackScholes = PreçoAtivo * NormalCDF(d1) * Exp(-Dividendos * Tempo) - _
            PreçoExercício * Exp(-TaxaJuros * Tempo) * NormalCDF(d2)
    ElseIf Tipo = "put" Then
        PrecoBlackScholes = PreçoExercício * Exp(-TaxaJuros * Tempo) * NormalCDF(-d2) - _
            PreçoAtivo * NormalCDF(-d1) * Exp(-Dividendos * Tempo)
    Else
        PrecoBlackScholes = "#Tipo#"
    End If

End Function

Public Function NormalCDF(z)
    NormalCDF = Application.WorksheetFunction.NormSDist(z)
End Function

Public Function DeltaBlackScholes(S, x, Vol, r, T, q, Estilo)

    Dim d1, d2, Tipo

    Tipo = VerificaTipo(Estilo)

    d1 = (Log(S / x) + (r - q + Vol ^ 2 / 2) * T) / (Vol * Sqr(T))

    If Tipo = "call" Then
        DeltaBlackScholes = NormalCDF(d1) * Exp(-q * T)
    ElseIf Tipo = "put" Then
        DeltaBlackScholes = (NormalCDF(d1) - 1) * Exp(-q * T)
    Else
        DeltaBlackScholes = "#Tipo#"
    End If

End Function

```

```

Public Function GammaBlackScholes(S, x, Vol, r, T, q, Estilo)

    Dim d1, d2, Tipo

    Tipo = VerificaTipo(Estilo)

    d1 = (Log(S / x) + (r - q + Vol ^ 2 / 2) * T) / (Vol * Sqr(T))
    GammaBlackScholes = NormalPDF(d1) * Exp(-q * T) / (S * Vol * Sqr(T))

End Function

Public Function NormalPDF(z)
    Dim d1, d2, Pi
    Pi = 3.1415965
    NormalPDF = 1 / Sqr(2 * Pi) * Exp(-z ^ 2 / 2)

End Function

Public Function ThetaBlackScholes(S, x, Vol, r, T, q, Estilo)

    Dim d1, d2, Tipo

    Tipo = VerificaTipo(Estilo)

    d1 = (Log(S / x) + (r - q + Vol ^ 2 / 2) * T) / (Vol * Sqr(T))
    d2 = d1 - Vol * Sqr(T)

    If Tipo = "call" Then
        ThetaBlackScholes = -S * NormalPDF(d1) * Vol * Exp(-q * T) / _
            (2 * Sqr(T)) + q * S * NormalCDF(d1) * Exp(-q * T) - _
            r * x * Exp(-r * T) * NormalCDF(d2)
    ElseIf Tipo = "put" Then
        ThetaBlackScholes = -S * NormalPDF(d1) * Vol * Exp(-q * T) / _
            (2 * Sqr(T)) - q * S * NormalCDF(-d1) * Exp(-q * T) + _
            r * x * Exp(-r * T) * NormalCDF(-d2)
    Else
        ThetaBlackScholes = "#Tipo#"
    End If

End Function

Public Function VegaBlackScholes(S, x, Vol, r, T, q, Estilo)

    Dim d1, d2, Tipo

    Tipo = VerificaTipo(Estilo)

    d1 = (Log(S / x) + (r - q + Vol ^ 2 / 2) * T) / (Vol * Sqr(T))
    VegaBlackScholes = S * Sqr(T) * NormalPDF(d1) * Exp(-q * T)

End Function

Public Function RhoBlackScholes(S, x, Vol, r, T, q, Estilo)

```

```

Dim d1, d2, Tipo

Tipo = VerificaTipo(Estilo)

d1 = (Log(S / x) + (r - q + Vol ^ 2 / 2) * T) / (Vol * Sqr(T))
d2 = d1 - Vol * Sqr(T)

If Tipo = "call" Then
    RhoBlackScholes = x * T * Exp(-r * T) * NormalCDF(d2)
ElseIf Tipo = "put" Then
    RhoBlackScholes = -x * T * Exp(-r * T) * NormalCDF(-d2)
Else
    RhoBlackScholes = "#Tipo#"
End If

End Function

Public Function VolatilidadeImplicita(PreçoOpção, PreçoAtivo, _
    PreçoExercício, TaxaJuros, Tempo, Dividendos, Tipo)

Dim a, b, Diferença, eps, n, Volatilidade

If VerificaTipo(Tipo) = "#Tipo#" Then
    VolatilidadeImplicita = "#Tipo#"
Else

    a = 0
    b = 4
    eps = 10 ^ (-5)
    n = 1

    Volatilidade = (a + b) / 2
    Diferença = PreçoOpção - PrecoBlackScholes(PreçoAtivo, PreçoExercício, _
        Volatilidade, TaxaJuros, Tempo, Dividendos, Tipo)

    Do While Abs(Diferença) > eps And n <= 100

        If Diferença > 0 Then
            a = Volatilidade
        Else
            b = Volatilidade
        End If

        Volatilidade = (a + b) / 2
        Diferença = PreçoOpção - PrecoBlackScholes(PreçoAtivo, PreçoExercício, _
            Volatilidade, TaxaJuros, Tempo, Dividendos, Tipo)

        n = n + 1

    Loop

    If n > 100 Then
        VolatilidadeImplicita = "#Limite Iterações#"
    Else
        VolatilidadeImplicita = Volatilidade
    End If
End If

```

```

End Function

Private Function VerificaTipo(Estilo)
    Select Case Estilo
        Case "call"
            VerificaTipo = "call"
        Case "Call"
            VerificaTipo = "call"
        Case "CALL"
            VerificaTipo = "call"
        Case "Compra"
            VerificaTipo = "call"
        Case "compra"
            VerificaTipo = "call"
        Case "COMPRA"
            VerificaTipo = "call"
        Case "C"
            VerificaTipo = "call"
        Case "c"
            VerificaTipo = "call"
        Case "put"
            VerificaTipo = "put"
        Case "Put"
            VerificaTipo = "put"
        Case "PUT"
            VerificaTipo = "put"
        Case "Venda"
            VerificaTipo = "put"
        Case "venda"
            VerificaTipo = "put"
        Case "VENDA"
            VerificaTipo = "put"
        Case "P"
            VerificaTipo = "put"
        Case "p"
            VerificaTipo = "put"
        Case "V"
            VerificaTipo = "put"
        Case "v"
            VerificaTipo = "put"
        Case Else
            VerificaTipo = "#Tipo#"
    End Select
End Function

```

Pacote VBA "RiskTechCalendário"

Microsoft Excel Objetos:

Option Base 1

Dim InstalledProperly As Boolean

Private Sub Workbook\_AddinInstall()

    LeFeriados

```

    InstalledProperly = True
End Sub

Private Sub Workbook_Open()

    LeFeriados

    If Not ThisWorkbook.IsAddin Then Exit Sub

    If Not InstalledProperly Then
'      Add it to the AddIns collection
      If Not InAddInCollection(ThisWorkbook) Then
          AddIns.Add Filename:=ThisWorkbook.FullName, _
              CopyFile:=True
'      Inform user
          Msg = "A biblioteca de alisamento exponencial Ewma.xla foi instalada como um add-
              in. "
          Msg = Msg & "Utilize o menu Ferramentas >> Suplementos para desinstalá-la."
          MsgBox Msg, vbInformation, AddInTitle
      End If

'      Install it
      AddInTitle = GetTitle(ThisWorkbook)
      Application.EnableEvents = False
      AddIns(AddInTitle).Installed = True
      Application.EnableEvents = True
    End If
End Sub

Private Function InAddInCollection(wb) As Boolean
    For Each Item In AddIns
        If Item.Name = wb.Name Then
            InAddInCollection = True
        End If
    Next Item
End Function

Private Function GetTitle(wb) As String
    GetTitle = ""
    For Each Item In AddIns
        If Item.Name = wb.Name Then
            GetTitle = Item.Title
        End If
    Next Item
End Function

Private Sub LeFeriados()
    Dim StrFeriados As String, celula As Excel.Range
    Dim i As Long
    ReDim vFeriados(1 To 10000)
    i = 1
    For Each celula In ThisWorkbook.Sheets("Feriados").Range("feriados").Cells
        StrFeriados = celula.Value
        If IsDate(StrFeriados) Then
            vFeriados(i) = CDate(StrFeriados)
            i = i + 1
        End If
    Next

```

```

    ReDim Preserve vFeriados(1 To i - 1)
End Sub

```

```

Modulos
Funções Datas
Option Explicit

```

```

'=====
' MÓDULO DE CÁLCULOS COM DATAS
' Copyrights by Luiz Alvares Rezende de Souza, 2000
' última revisão: 13/06/2000
'=====
'
' DiasCorridosEntreDatas(DataInicial As Date, DataFinal As Date) As Long
'   retorna o numero de dias corridos entre 2 datas
'
' DiasUteisEntreDatas(DataInicial As Date, DataFinal As Date) As Double
'   retorna o numero de dias uteis entre 2 datas
'
' DiasCorridosAposDiasUteis(Data As Date, DiasUteis As Long) As Long
'   retorna o numero de dias corridos apos DiasUteis da Data
'
' DiasUteisAposDiasCorridos(Data As Date, DiasCorridos As Long) As Long
'   retorna o numero de dias uteis apos DiasCorridos da Data
'
' DataAposDiasCorridos(Data As Date, dias As Long) As String
'   retorna a data distante dias corridos de Data
'
' DataAposDiasUteis(Data As Date, dias As Long)
'   retorna a data distante dias uteis de Data
'
' ProximoDiaUtil(Data As Date) As Date
'   retorna o dia util seguinte a Data
'
' PrimeiroDiaUtilMes(Data As Date) As Date
'   retorna o primeiro dia util do mes que contem Data
'
' UltimoDiaUtilMes(Data As Date) As Date
'   retorna o ultimo dia util do mes que contem Data
'
' EFeriado(Data As Date) As Boolean
'   retorna Verdadeiro se E feriado
'
' EFimSemana(Data As Date) As Boolean
'   retorna Verdadeiro se E sábado ou domingo
'
' EDiaUtil(Data As Date) As Boolean
'   retorna Verdadeiro se E dia útil
'
' DiaDaSemana(Data As Date) As String
'   retorna uma String com o dia da Semana
'
Public vFeriados() As Date

Function DiasCorridosEntreDatas(DataInicial As Date, DataFinal As Date) As Long
    DiasCorridosEntreDatas = DataFinal - DataInicial

```

End Function

```
Function DiasUteisEntreDatas(DataInicial As Date, DataFinal As Date) As Double
    Dim Idatas As Date
    Dim i As Double
    Dim Direcao As Long
    i = 0
    Direcao = IIf(DataInicial < DataFinal, 1, -1)
    For Idatas = DataInicial To DataFinal Step Direcao
        If EDiaUtil(Idatas) Then i = i + Direcao
    Next
    DiasUteisEntreDatas = i - IIf(i = 0, 0, Direcao)
End Function
```

```
Function DiasCorridosAposDiasUteis(Data As Date, DiasUteis As Long) As Long
    DiasCorridosAposDiasUteis = DiasCorridosEntreDatas(Data, DataAposDiasUteis(Data,
        DiasUteis))
End Function
```

```
Function DiasUteisAposDiasCorridos(Data As Date, DiasCorridos As Long) As Long
    DiasUteisAposDiasCorridos = DiasUteisEntreDatas(Data, Data + DiasCorridos)
End Function
```

```
Function DataAposDiasCorridos(Data As Date, dias As Long) As String
    DataAposDiasCorridos = Data + dias
End Function
```

```
Function DataAposDiasUteis(Data As Date, dias As Long)
    Dim i As Long
    Dim DataUtil As Date
    i = 0
    DataUtil = Data
    Do While Abs(i) < Abs(dias)
        If EDiaUtil(DataUtil) Then i = i + Sgn(dias)
        DataUtil = DataUtil + Sgn(dias)
    Loop
    Do While Not EDiaUtil(DataUtil)
        DataUtil = DataUtil + Sgn(dias + 0.5)
    Loop
    DataAposDiasUteis = DataUtil
End Function
```

```
Function ProximoDiaUtil(Data As Date) As Date
    Dim DataUtil As Date
    DataUtil = Data + 1
    Do While Not EDiaUtil(DataUtil)
        DataUtil = DataUtil + 1
    Loop
    ProximoDiaUtil = DataUtil
End Function
```

```
Function PrimeiroDiaUtilMes(Data As Date) As Date
    Dim PrimeiroDiaMes As Date
    PrimeiroDiaMes = CDate("01/" & Str(Month(Data)) & Str(Year(Data)))
    PrimeiroDiaUtilMes = IIf(EDiaUtil(PrimeiroDiaMes), _
        PrimeiroDiaMes, ProximoDiaUtil(PrimeiroDiaMes))
End Function
```



```

Function UltimoDiaUtilMes(Data As Date) As Date
    Dim PrimeiroDiaMesSeguinte As Date
    If Month(Data) < 12 Then
        PrimeiroDiaMesSeguinte = PrimeiroDiaUtilMes(CDate("01/" _
            & Str(Month(Data) + 1) & Str(Year(Data))))
    Else
        PrimeiroDiaMesSeguinte = PrimeiroDiaUtilMes(CDate("01/01" _
            & Str(Year(Data) + 1)))
    End If
    UltimoDiaUtilMes = DataAposDiasUteis(PrimeiroDiaMesSeguinte, -1)
End Function

Function EFeriado(Data As Date) As Boolean
    Dim i As Long
    For i = 1 To UBound(vFeriados)
        If vFeriados(i) = Data Then
            EFeriado = True
            Exit Function
        End If
    Next
    EFeriado = False
End Function

Function EFimSemana(Data As Date) As Boolean
    If Weekday(Data, vbMonday) < 6 Then
        EFimSemana = False
    Else
        EFimSemana = True
    End If
End Function

Function EDiaUtil(Data As Date) As Boolean
    If Not EFeriado(Data) And Not EFimSemana(Data) Then
        EDiaUtil = True
    Else
        EDiaUtil = False
    End If
End Function

Function DiaDaSemana(Data As Date) As String
    Select Case Weekday(Data, vbMonday)
        Case 1
            DiaDaSemana = "Segunda"
        Case 2
            DiaDaSemana = "Terça"
        Case 3
            DiaDaSemana = "Quarta"
        Case 4
            DiaDaSemana = "Quinta"
        Case 5
            DiaDaSemana = "Sexta"
        Case 6
            DiaDaSemana = "Sábado"
        Case 7
            DiaDaSemana = "Domingo"
    End Select
End Function

```

## ANEXO D – TESTE DE ESTRESSE: SALDO LÍQUIDO ACUMULADO

Data	Saldo Acumulado Situação Normal	Saldo Acumulado Situação Normal (estresse na carteira de crédito)	Saldo Acumulado Cenário Otimista	Saldo Acumulado Cenário Otimista (estresse na carteira de crédito)	Saldo Acumulado Cenário Básico	Saldo Acumulado Cenário Básico (estresse na carteira de crédito)	Saldo Acumulado Cenário Pessimista	Saldo Acumulado Cenário Pessimista (estresse na carteira de crédito)
1	86.876.871,67	86.876.871,67	86.876.871,67	86.876.871,67	86.876.871,67	86.876.871,67	86.876.871,67	86.876.871,67
2	391.735.112,64	391.734.658,92	391.926.790,48	391.926.301,02	391.641.167,20	391.640.719,30	391.423.481,79	391.423.085,40
3	388.940.076,33	388.921.114,91	389.271.707,76	389.251.253,04	388.777.658,02	388.758.939,69	388.400.910,30	388.384.345,11
4	391.665.401,08	391.498.098,44	391.996.655,04	391.816.176,56	391.503.167,44	391.338.009,71	391.126.848,73	390.980.688,73
5	589.665.989,17	589.461.913,76	589.995.575,46	589.775.428,17	589.504.583,50	589.303.124,44	589.130.148,33	588.951.862,67
6	590.063.941,11	589.842.916,79	590.389.618,52	590.151.187,51	589.904.447,88	589.686.257,20	589.534.455,29	589.341.362,61
7	592.948.151,75	592.623.446,81	593.235.503,84	592.885.226,90	592.807.409,33	592.486.867,28	592.480.974,84	592.197.304,04
8	557.189.102,69	556.863.777,04	557.476.454,77	557.125.508,25	557.048.360,27	556.727.205,47	556.721.925,78	556.437.712,72
9	592.264.962,38	591.927.438,29	592.601.775,25	592.237.669,59	592.100.021,07	591.766.824,21	591.717.372,62	591.422.502,67
10	592.408.732,10	592.071.197,09	592.739.133,66	592.375.016,22	592.246.927,56	591.913.719,91	591.871.565,79	591.576.686,30
11	594.098.994,89	593.676.024,67	594.423.791,38	593.967.510,32	593.939.932,65	593.522.385,13	593.570.941,26	593.201.423,32
12	599.700.041,95	598.266.711,98	600.020.452,28	598.474.241,01	599.543.136,59	598.128.182,65	599.179.119,48	597.926.924,61
13	600.323.877,58	598.859.312,25	600.641.976,52	599.062.069,96	600.168.103,08	598.722.314,23	599.806.712,94	598.527.230,04
14	602.322.153,71	600.753.112,19	602.636.466,09	600.943.855,37	602.168.231,79	600.619.306,18	601.811.145,20	600.440.389,14
15	605.580.965,09	603.833.989,36	605.895.280,02	604.010.721,95	605.427.043,17	603.702.464,57	605.069.952,46	603.543.748,39
16	601.286.048,21	599.531.373,53	601.670.146,28	599.777.282,94	601.098.466,79	599.366.287,94	600.661.590,66	599.128.660,58
17	603.892.587,81	602.137.299,52	604.267.911,01	602.374.385,74	603.708.879,34	601.976.094,76	603.282.389,57	601.748.923,44
18	603.962.488,24	602.207.002,68	604.334.851,29	602.441.113,20	603.780.228,04	602.047.248,71	603.357.102,60	601.823.464,11
19	603.995.521,29	602.238.967,38	604.367.282,99	602.472.392,41	603.813.555,31	602.079.521,32	603.391.113,33	601.856.541,50
20	604.597.884,57	602.811.142,38	604.964.855,13	603.037.398,81	604.418.262,67	602.654.427,43	604.001.265,98	602.440.320,88
21	604.714.064,91	602.925.195,27	605.075.218,09	603.145.466,77	604.537.300,83	602.771.365,41	604.126.904,35	602.564.100,65
22	605.435.743,65	603.607.325,31	605.787.515,53	603.815.100,87	605.263.569,41	603.458.592,33	604.863.835,11	603.266.480,63
23	605.152.720,91	603.324.280,45	605.496.768,47	603.524.329,95	604.984.343,49	603.179.344,58	604.593.370,77	602.995.996,96
24	605.273.547,89	603.385.387,33	605.611.192,61	603.574.330,77	605.108.303,10	603.244.349,72	604.724.607,43	603.075.060,57
25	604.659.377,90	602.767.361,99	604.997.277,82	602.956.257,00	604.494.133,10	602.626.373,81	604.110.024,45	602.457.109,45
26	604.612.610,31	602.712.022,55	604.944.888,70	602.894.620,95	604.448.849,91	602.572.628,66	604.072.376,97	602.411.973,38
27	570.594.440,16	568.693.556,83	570.917.170,28	568.866.583,69	570.435.351,28	568.558.838,25	570.069.730,28	568.409.068,47
28	572.823.804,23	570.794.926,12	573.146.711,31	570.958.049,76	572.664.715,35	570.661.848,50	572.298.807,97	570.526.326,54
29	573.548.865,56	571.480.399,10	573.871.772,64	571.640.404,98	573.389.776,68	571.347.829,02	573.023.869,30	571.216.802,45
30	552.916.678,40	550.796.212,40	553.240.894,15	550.953.431,74	552.764.951,56	550.671.671,02	552.389.673,62	550.537.178,59
31	578.260.756,88	574.751.663,21	578.584.687,29	574.799.236,42	578.109.030,05	574.644.924,75	577.734.213,94	574.668.577,15
32	600.797.114,97	596.071.290,84	601.110.094,44	596.012.090,03	600.650.390,67	595.985.154,04	600.288.370,73	596.159.766,14
33	601.333.597,50	596.579.745,18	601.645.827,13	596.517.587,17	601.186.873,20	596.493.967,71	600.826.066,99	596.672.976,22
34	603.118.728,89	598.268.682,76	603.430.184,92	598.198.175,46	602.972.004,59	598.184.138,55	602.612.450,61	598.375.322,40
35	583.139.086,91	578.287.912,10	583.449.642,29	578.216.415,26	582.992.811,73	578.203.831,48	582.634.273,01	578.396.158,75
36	583.305.087,58	578.446.426,84	583.614.352,59	578.373.050,07	583.159.443,72	578.363.073,51	582.802.371,56	578.557.717,39
37	583.438.023,19	578.576.530,86	583.743.667,68	578.499.310,57	583.294.150,69	578.494.985,18	582.941.193,37	578.694.065,46
38	583.609.212,16	578.747.094,03	583.907.723,78	578.662.691,59	583.468.829,44	578.669.046,16	583.123.978,88	578.876.304,25
39	584.160.191,70	579.267.990,08	584.458.703,32	579.181.218,43	584.019.808,98	579.190.327,90	583.674.958,42	579.401.002,07
40	581.827.402,26	576.907.361,29	582.123.104,18	576.815.587,46	581.687.908,25	576.830.944,73	581.346.730,19	577.048.452,65

Data	Saldo Acumulado Situação Normal	Saldo Acumulado Situação Normal (estresse na carteira de crédito)	Saldo Acumulado Cenário Otimista	Saldo Acumulado Cenário Otimista (estresse na carteira de crédito)	Saldo Acumulado Cenário Básico	Saldo Acumulado Cenário Básico (estresse na carteira de crédito)	Saldo Acumulado Cenário Pessimista	Saldo Acumulado Cenário Pessimista (estresse na carteira de crédito)
41	582.128.060,13	577.199.246,54	582.417.510,73	577.100.530,50	581.991.624,61	577.126.000,94	581.657.551,42	577.351.609,87
42	583.978.006,05	578.951.750,10	584.264.541,15	578.842.444,53	583.842.996,95	578.881.180,18	583.512.237,33	579.121.167,57
43	584.219.682,74	579.180.231,24	584.506.217,84	579.069.886,46	584.084.673,64	579.109.830,49	583.753.914,01	579.351.316,27
44	586.627.655,95	581.453.356,72	586.914.290,70	581.332.491,72	586.492.646,85	581.384.684,79	586.161.725,86	581.641.321,59
45	584.444.854,32	579.255.138,60	584.730.320,24	579.131.890,65	584.310.573,33	579.187.392,43	583.980.826,62	579.446.954,10
46	584.519.838,11	579.330.122,39	584.801.955,52	579.203.525,92	584.387.195,38	579.264.014,48	584.061.254,38	579.527.381,85
47	585.843.569,52	580.579.901,38	586.125.686,93	580.447.480,83	585.710.926,79	580.514.741,58	585.384.985,79	580.786.506,48
48	586.235.550,91	580.971.870,95	586.552.172,89	580.873.954,03	586.085.418,37	580.889.221,49	585.720.862,00	581.122.372,36
49	586.514.268,50	581.237.245,00	586.829.357,40	581.136.744,14	586.364.886,02	581.155.516,67	586.002.072,04	581.391.925,14
50	586.558.656,00	581.279.208,94	586.873.744,90	581.178.517,22	586.409.273,52	581.197.511,68	586.046.459,54	581.434.195,36
51	587.988.593,24	582.631.071,61	588.303.682,15	582.524.231,16	587.839.210,76	582.550.375,31	587.476.396,79	582.795.924,60
52	610.816.145,99	604.211.441,01	611.128.757,53	604.003.901,79	610.668.201,39	604.148.172,11	610.307.980,10	604.537.935,63
53	636.592.751,69	628.543.886,54	636.905.598,21	628.222.848,07	636.445.383,44	628.499.708,86	636.084.212,53	629.052.511,65
54	638.217.256,73	630.085.907,66	638.525.041,95	629.753.311,91	638.072.383,56	630.045.282,55	637.716.946,41	630.613.185,41
55	647.750.224,18	639.106.648,40	648.051.849,73	638.727.552,77	647.608.721,33	639.075.960,62	647.259.932,66	639.708.676,89
56	648.128.009,11	639.463.806,27	648.429.634,65	639.083.086,17	647.986.506,25	639.433.382,93	647.637.717,58	640.068.441,47
57	650.334.915,90	641.550.215,95	650.636.541,44	641.160.006,15	650.193.413,04	641.521.337,45	649.844.624,37	642.170.078,81
58	650.808.094,25	642.004.598,47	651.110.167,96	641.613.356,58	650.666.591,39	641.975.960,94	650.317.076,77	642.626.110,67
59	650.497.239,18	641.693.626,31	650.797.317,37	641.300.379,67	650.356.712,64	641.665.966,60	650.009.466,00	642.318.397,61
60	650.643.475,49	641.839.862,61	650.937.023,28	641.440.085,58	650.506.143,97	641.815.397,93	650.166.319,36	642.475.250,97
61	651.764.530,30	642.899.707,84	652.058.078,09	642.495.110,27	651.627.198,79	642.876.027,89	651.287.374,18	643.542.831,47
62	656.269.195,01	647.209.060,37	656.560.733,98	646.787.072,26	656.132.846,31	647.188.867,25	655.795.304,79	647.880.132,23
63	656.525.095,53	647.464.960,90	656.805.293,28	647.031.631,56	656.394.350,89	647.450.371,83	656.069.644,42	648.154.471,85
64	656.525.095,53	647.464.960,90	656.805.293,28	647.031.631,56	656.394.350,89	647.450.371,83	656.069.644,42	648.154.471,85
65	657.961.226,68	648.852.133,55	658.217.334,25	648.390.858,33	657.842.268,25	648.849.958,37	657.544.941,13	649.586.997,13
66	658.097.007,54	648.984.008,41	658.350.246,28	648.519.556,74	657.979.452,70	648.983.286,90	657.685.386,12	649.724.029,74
67	658.201.597,60	649.088.598,47	658.450.165,71	648.619.476,18	658.086.327,88	649.090.162,08	657.797.569,63	649.836.213,25
68	664.288.221,49	655.154.190,09	664.525.963,12	654.672.584,92	664.174.143,25	655.157.214,81	663.901.749,05	655.922.018,32
69	664.508.411,46	655.374.260,86	664.736.417,68	654.882.910,89	664.399.096,31	655.382.050,20	664.137.766,76	656.157.931,89
70	665.197.867,35	656.026.072,45	665.425.873,56	655.531.757,82	665.088.552,19	656.034.344,41	664.827.222,64	656.814.500,73
71	665.541.270,99	656.365.323,76	665.757.338,13	655.858.743,04	665.437.797,07	656.379.490,19	665.190.036,71	657.173.687,20
72	665.366.409,01	656.163.598,64	665.583.526,16	655.655.952,34	665.262.935,09	656.178.109,47	665.013.473,20	656.973.655,36
73	663.897.340,38	654.686.807,45	664.174.518,70	654.238.614,12	663.758.005,25	654.665.556,07	663.446.688,18	655.400.123,69
74	665.315.970,15	656.030.925,41	665.590.739,47	655.574.454,95	665.177.813,61	656.011.807,92	664.869.234,45	656.757.574,49
75	665.796.902,21	656.488.649,67	666.069.176,10	656.027.856,06	665.659.966,58	656.471.050,62	665.354.223,57	657.222.288,66
76	596.731.909,88	587.153.555,61	597.194.422,57	586.861.729,04	596.560.849,62	587.105.294,76	595.980.558,97	587.612.656,06
77	597.329.576,04	587.720.347,77	597.790.650,42	587.424.651,42	597.159.219,48	587.673.186,44	596.580.563,52	588.185.688,27
78	598.504.105,40	588.830.747,83	598.965.179,78	588.530.001,01	598.333.748,84	588.784.408,67	597.755.092,88	589.304.192,58
79	603.054.068,39	593.380.710,82	603.505.709,95	593.070.531,18	602.884.507,75	593.335.167,58	602.320.352,84	593.869.452,54
80	603.150.427,45	593.477.069,88	603.601.663,73	593.166.484,96	602.981.065,09	593.431.724,93	602.417.370,80	593.966.470,51
81	603.662.386,76	593.961.076,21	604.113.623,03	593.648.289,86	603.493.024,40	593.916.089,63	602.929.330,11	594.454.009,36
82	602.788.494,79	593.066.808,26	603.229.695,99	592.742.382,13	602.624.965,83	593.027.916,31	602.071.762,19	593.578.640,44
83	603.386.845,39	593.632.488,91	603.828.046,59	593.305.489,88	603.223.316,43	593.594.015,81	602.670.112,78	594.148.449,71
84	603.659.329,48	593.904.762,95	604.088.534,31	593.565.751,00	603.501.669,80	593.872.161,82	602.962.100,47	594.440.253,88
85	605.083.510,08	595.293.452,81	605.478.481,75	594.917.412,65	604.942.803,73	595.278.260,01	604.441.938,94	595.889.086,71
86	605.108.627,59	595.317.198,90	605.503.599,27	594.941.050,74	604.967.921,24	595.302.023,69	604.467.056,45	595.913.006,12
87	605.510.308,89	595.709.046,45	605.895.385,77	595.322.229,04	605.374.443,62	595.698.838,39	604.884.824,62	596.322.183,26
88	605.510.308,89	595.709.046,45	605.895.385,77	595.322.229,04	605.374.443,62	595.698.838,39	604.884.824,62	596.322.183,26
89	605.510.308,89	595.709.046,45	605.895.385,77	595.322.229,04	605.374.443,62	595.698.838,39	604.884.824,62	596.322.183,26
90	607.610.185,11	597.711.624,64	607.981.079,14	597.302.961,71	607.481.288,01	597.709.632,15	607.007.759,45	598.360.115,96

