



Universidade de Brasília  
Instituto de Ciências Humanas  
Departamento de Economia

# **MESTRADO EM ECONOMIA DO SETOR PÚBLICO**

*MODELO DE PREVISÃO DE PERDAS POR RISCO  
OPERACIONAL UTILIZANDO SÉRIES TEMPORAIS*

*JOÃO MARCOS MENDES*

Brasília-DF

2006



Universidade de Brasília  
Instituto de Ciências Humanas  
Departamento de Economia

## **MESTRADO EM ECONOMIA DO SETOR PÚBLICO**

*MODELO DE PREVISÃO DE PERDAS POR RISCO  
OPERACIONAL UTILIZANDO SÉRIES TEMPORAIS*

*JOÃO MARCOS MENDES*

Orientador: Prof. Dr. Flávio Rabelo Versiani

Dissertação apresentada à Universidade de Brasília,  
Departamento de Economia, para obtenção do título de  
Mestre em Economia do Setor Público.

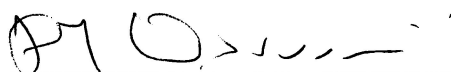
Brasília-DF

2006

**JOÃO MARCOS MENDES**

**Modelo de Previsão de Perdas por Risco Operacional Utilizando  
Séries Temporais**

Dissertação aprovada como requisito para a obtenção do título de Mestre em Economia do Setor Público do Programa de Pós-Graduação em Economia – Departamento de Economia da Universidade de Brasília. Comissão Examinadora formada pelos professores:



---

Prof. Flávio Rabelo Versiani (Orientador)  
Departamento de Economia – UnB



---

Prof. Maria Eduarda Tannuri Pianto  
Departamento de Economia – UnB



---

Prof. Paulo Augusto Pettenuzzo de Britto  
Departamento de Economia – UnB

Brasília, 05 de dezembro de 2006.

MENDES, João Marcos

Modelo de Previsão de Perdas por Risco Operacional Utilizando Séries Temporais. Brasília, UnB, Mestrado em Economia do Setor Público, 2006. 117 p.

Dissertação: Mestrado em Economia do Setor Público (Área: Economia)

Orientador: Prof. Flávio Rabelo Versiani, Ph.D.

1. Risco Operacional 2. Séries Temporais

I. Universidade de Brasília

II. Modelo de Previsão de Perdas por Risco Operacional Utilizando Séries Temporais

Cessão de Direitos

NOME DO AUTOR: João Marcos Mendes

TITULO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONAL: Modelo de Previsão de Perdas por Risco Operacional Utilizando Séries Temporais

GRAU/ANO: Mestrado/2006

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado profissional e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos ou científicos. O autor reserva direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

---

João Marcos Mendes

***DEDICATÓRIA***

***À minha amada esposa  
Jacqueline***

## AGRADECIMENTOS

À minha amada esposa Jacqueline pelo apoio e incentivo demonstrados em incontáveis oportunidades.

Aos meus pais por terem me ensinado a lutar pelos objetivos e a jamais desistir.

Ao meu orientador Prof. Dr. Flávio Rabelo Versiani pela ajuda e paciência comigo.

Ao Prof. Dr. Paulo Augusto Britto pela didática, seriedade e críticas construtivas ao trabalho.

À Prof<sup>a</sup> Maria Eduarda Tannuri Pianto pelo auxílio na confecção deste trabalho e pela tempestividade em responder aos meus questionamentos.

À Inez pela colaboração durante todo o curso, pela presteza com que sempre nos atendeu.

## RESUMO

Este trabalho objetiva, no contexto de próxima implementação pelas instituições financeiras do novo Acordo de Capital de Basileia – Basileia II, estabelecer uma forma de quantificar um tipo efetivo de risco operacional enfrentado pelas instituições financeiras.

O Acordo de Basileia II prevê a adoção pelas instituições bancárias, de práticas internas de administração de risco, com critérios próprios. Nesse sentido, a quantificação de riscos operacionais será um instrumento importante com a implementação dos termos do Acordo.

A proposta deste trabalho parte da utilização de técnicas de análise de séries temporais para a determinação de valores possíveis de perdas derivadas de duas eventualidades: ataques de “hackers” aos sistemas informatizados de um banco e roubos em terminais de atendimento.

A partir de séries de observações desses eventos ocorridos no passado, pode-se chegar a valores estimados de perdas para uma data futura. Esses valores podem ser tomados como uma quantificação do risco associado a tais eventos; sua análise, ao longo do tempo, configura-se como instrumento relevante de acompanhamento de riscos pela direção da instituição, informando a política de controle do risco operacional respectivo de acordo com o espírito do Acordo de Basileia II.

Utilizando a técnica de séries temporais, capturamos as séries representativas de parcela significativa das perdas observadas de uma instituição financeira e aplicamos a metodologia de séries temporais buscando prever (similar ao objetivo do VaR) quais serão as perdas a que esta instituição financeira estará sujeita no curto prazo.

Em vista da relevância dos valores observados, a soma aritmética dos valores previstos com perdas referentes ao risco operacional poderia ser utilizada como um indicador semelhante a um VaR, porém para o risco operacional.



## ABSTRACT

The objective of this work is, in the context of next implementation for the financial institutions to the new Agreement of Capital of Basiléia - Basiléia II, to establish a form to quantify an effective type of operational risk faced by the financial institutions.

The Agreement of Basiléia II foresees the adoption for the banking institutions, of practical interns of risk administration, with proper criteria. In this direction, the quantification of operational risks will be an important instrument with the implementation of the terms of the Agreement.

The proposal of this work has left of the use of techniques of analysis of time series for the determination of possible values of derived losses of two eventualities: attacks of "hackers" to the computer systems of a bank and robberies in attendance terminals.

From series of comments of these events occurred in the past, it can be arrived the esteem values of losses for a future date. These values can be taken as a quantification of the risk associated with such events; its analysis, throughout the time, is configured as excellent instrument of accompaniment of risks for the direction of the institution, informing the politics of control of the respective operational risk in accordance with the spirit of the Agreement of Basiléia II.

Using the technique of time series, we capture the representative series of significant parcel of the observed losses of a financial institution and apply the methodology of time series searching to foresee (similar to the objective of the VaR) which will be the losses the one that this financial institution will be subjects in short term. In sight of the relevance of the observed values, the arithmetical addition of the values foreseen with referring losses to the operational risk could be used as a similar pointer to a VaR, however for the operational risk.

## SUMÁRIO

<b>1 - INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1. CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE RISCOS .....	18
1.1.1. <i>O Risco Operacional</i> .....	20
1.2. CONSIDERAÇÕES SOBRE INTER-RELAÇÃO ENTRE OS RISCOS .....	23
1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO .....	23
1.4. O PROBLEMA .....	25
1.5. JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO PARA A ESCOLHA DO TEMA .....	26
<b>2 - RISCOS .....</b>	<b>28</b>
2.1. IMPORTÂNCIA DA ADMINISTRAÇÃO DE RISCO.....	28
2.2. LIÇÕES DE DESASTRES FINANCEIROS .....	30
2.2.1. <i>Metallgesellschaft</i> .....	31
2.2.2. <i>Daiwa Bank</i> .....	32
2.2.3. <i>Barings Bank</i> .....	32
2.2.4. <i>Orange County</i> .....	33
2.2.5. <i>Lições dos Casos Apresentados</i> .....	34
<b>3 - OS ACORDOS DE BASILÉIA .....</b>	<b>36</b>
3.1. HISTÓRICO .....	36
3.2. APRESENTAÇÃO DO NOVO ACORDO DE CAPITAL .....	37
3.3. OBJETIVOS DO NOVO ACORDO.....	38
3.4. DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA DO NOVO ACORDO DE CAPITAL .....	40
3.4.1. <i>Escopo</i> .....	40
3.4.2. <i>PILAR 1: Necessidades Mínimas de Capital e o Risco Operacional</i> .....	40
3.4.3. <i>PILAR 2: Processo de Exame de Fiscalização</i> .....	45
3.4.4. <i>PILAR 3: Disciplina de Mercado</i> .....	46
<b>4 - A QUESTÃO EM ANÁLISE .....</b>	<b>47</b>
<b>5 - ANÁLISES DE SÉRIES DE PERDAS .....</b>	<b>49</b>
5.1. CONCEITOS UTILIZADOS NAS ANÁLISES .....	49
5.2. FERRAMENTAS UTILIZADAS .....	53
5.3. CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DAS SÉRIES AVALIADAS .....	56
5.4. SÉRIE DE PERDAS POR ATAQUES A CLIENTES PESSOAS JURÍDICAS: .....	58
5.5. SÉRIE DE ATAQUES A CLIENTES PESSOAS FÍSICAS: .....	66
5.6. SÉRIE DE PERDAS POR ATAQUES A TERMINAIS DE AUTO-ATENDIMENTO: .....	75
5.7. CONJUGAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS NAS PREVISÕES.....	83
<b>6 - CONCLUSÕES.....</b>	<b>87</b>
<b>7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>89</b>
<b>8 - ANEXOS .....</b>	<b>94</b>

## SUMÁRIO DE TABELAS

TABELA 1 - FATORES DE RISCO EM PERDAS .....	35
TABELA 2 – ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DAS SÉRIES ANALISADAS.....	57
TABELA 3 – ATAQUES A PESSOAS JURÍDICAS TESTES ADF NÍVEL (ANEXO 1, ANEXO 2, ANEXO 3).....	59
TABELA 4 - ATAQUES A PESSOAS JURÍDICAS - TESTES PP NÍVEL (ANEXO 4, ANEXO 5, ANEXO 6).....	59
TABELA 5 - ATAQUES A PESSOAS JURÍDICAS - TESTES KPSS NÍVEL (ANEXO 7, ANEXO 8).....	59
TABELA 6 – ATAQUES A PESSOAS JURÍDICAS - TESTES ADF PRIMEIRA DIFERENÇA (ANEXO 9, ANEXO 10, ANEXO 11).....	60
TABELA 7 - ATAQUES A PESSOAS JURÍDICAS - TESTES PP PRIMEIRA DIFERENÇA (ANEXO 12, ANEXO 13, ANEXO 14).....	61
TABELA 8 - ATAQUES A PESSOAS JURÍDICAS - TESTES KPSS PRIMEIRA DIFERENÇA (ANEXO 15, ANEXO 16).....	61
TABELA 9 - CORRELOGRAMA PARA PRIMEIRA DIFERENÇA DOS VALORES EFETIVADOS PARA ATAQUES A PJ.....	62
TABELA 10 –TESTE DE RESÍDUOS - CORRELOGRAMA DE RESÍDUOS PARA MA(1).....	63
TABELA 11 - REPRESENTAÇÃO DO MODELO AJUSTADO ARIMA(2,1,1).....	64
TABELA 12 – ATAQUES A PESSOAS FÍSICAS - TESTES ADF NÍVEL (ANEXO 17, ANEXO 18, ANEXO 19).....	67
TABELA 13 - ATAQUES A PESSOAS FÍSICAS - TESTES PP NÍVEL (ANEXO 20, ANEXO 21, ANEXO 22).....	67
TABELA 14 - ATAQUES A PESSOAS FÍSICAS - TESTES KPSS NÍVEL (ANEXO 23, ANEXO 24).....	67
TABELA 15 – ATAQUES A PESSOAS FÍSICAS - TESTES ADF PRIMEIRA DIFERENÇA (ANEXO 25, ANEXO 26, ANEXO 27).....	69
TABELA 16 - ATAQUES A PESSOAS FÍSICAS - TESTES PP PRIMEIRA DIFERENÇA (ANEXO 28, ANEXO 29, ANEXO 30).....	69
TABELA 17 - ATAQUES A PESSOAS FÍSICAS - TESTES KPSS PRIMEIRA DIFERENÇA (ANEXO 31, ANEXO 32).....	69
TABELA 18 - CORRELOGRAMA PARA PRIMEIRA DIFERENÇA DOS VALORES OBTIDOS EM ATAQUES A PESSOAS FÍSICAS.....	70
TABELA 19 –TESTE DE RESÍDUOS - CORRELOGRAMA DE RESÍDUOS PARA MA(1).....	71
TABELA 20 –TESTE DE RESÍDUOS - CORRELOGRAMA DE RESÍDUOS PARA ARMA(1,1).....	72
TABELA 21 – REPRESENTAÇÃO DO MODELO AJUSTADO ARIMA(1,1,1).....	73
TABELA 22 – ATAQUES A TAA TESTES ADF NÍVEL (ANEXO 33, ANEXO 34, ANEXO 35).....	76
TABELA 23 - ATAQUES A TAA TESTES PP NÍVEL (ANEXO 36, ANEXO 37, ANEXO 38).....	76
TABELA 24 - ATAQUES A TAA TESTES KPSS NÍVEL (ANEXO 39, ANEXO 40).....	76
TABELA 25 - CORRELOGRAMA DA SÉRIE DE VALORES OBTIDOS EM ATAQUES A TERMINAIS DE AUTO-ATENDIMENTO .....	77
TABELA 26 –TESTE DE RESÍDUOS - CORRELOGRAMA DE RESÍDUOS PARA MA(1).....	78
TABELA 27 –TESTE DE RESÍDUOS - CORRELOGRAMA DE RESÍDUOS PARA MA(2).....	79
TABELA 28 –TESTE DE RESÍDUOS - CORRELOGRAMA DE RESÍDUOS PARA ARMA(1,2).....	80
TABELA 29 - REPRESENTAÇÃO DO MODELO AJUSTADO ARMA(1,2).....	81

**SUMÁRIO DE FIGURAS**

FIGURA 1 - VARIAÇÃO PERCENTUAL AO MÊS DA TAXA SELIC (FONTE: WWW.BC.GOV.BR) ..	30
FIGURA 2 – VARIAÇÃO MENSAL PONTOS BOVESPA (FONTE: WWW.BOVESPA.GOV.BR) .....	30
FIGURA 3 – VALORES NOMINAIS OBTIDOS EM ATAQUES A PESSOAS JURÍDICAS (EM R\$).....	58
FIGURA 4 – PRIMEIRA DIFERENÇA DOS VALORES NOMINAIS OBTIDOS EM ATAQUES A PESSOAS JURÍDICAS (EM R\$) .....	60
FIGURA 5 – BACKTEST COM OS ÚLTIMOS 100 VALORES OBSERVADOS NA SÉRIE DE ATAQUES A PESSOA JURÍDICA .....	64
FIGURA 6 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA PREVISÃO DA SÉRIE .....	65
FIGURA 7 – VALORES NOMINAIS OBTIDOS EM ATAQUES A PESSOAS FÍSICAS (EM R\$) .....	66
FIGURA 8 – PRIMEIRA DIFERENÇA DOS VALORES NOMINAIS OBTIDOS EM ATAQUES A PESSOAS FÍSICAS (EM R\$) .....	68
FIGURA 9 – BACKTEST COM OS ÚLTIMOS 100 VALORES OBSERVADOS NA SÉRIE DE ATAQUES A PESSOA FÍSICA .....	73
FIGURA 10 –REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA PREVISÃO DE UMA SÉRIE POR UM MODELO ARMA (1,1,1) .....	74
FIGURA 11 – VALORES NOMINAIS OBTIDOS EM ATAQUES A TERMINAIS DE AUTO-ATENDIMENTO (EM R\$).....	75
FIGURA 12 – BACKTEST COM OS ÚLTIMOS 100 VALORES OBSERVADOS NA SÉRIE DE ATAQUES A TAA .....	81
FIGURA 13 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA PREVISÃO DOS VALORES NOMINAIS OBTIDOS EM ATAQUES A TAA (EM R\$) .....	82
FIGURA 14 – SÉRIE DE VALORES NOMINAIS OBTIDOS POR ATAQUES A TERMINAIS DE AUTO-ATENDIMENTO INCLUINDO A PREVISÃO.(EM R\$) .....	83

## ANEXOS

ANEXO 1 - ATAQUES PJ TESTE ADF COM INTERCEPTO .....	94
ANEXO 2 - ATAQUES PJ TESTE ADF COM TENDÊNCIA E INTERCEPTO.....	94
ANEXO 3 - ATAQUES PJ TESTE ADF SEM TENDÊNCIA E INTERCEPTO .....	95
ANEXO 4 - ATAQUES PJ TESTE PP COM INTERCEPTO.....	95
ANEXO 5 - ATAQUES PJ TESTE PP COM TENDÊNCIA E INTERCEPTO.....	96
ANEXO 6 - ATAQUES PJ TESTE PP SEM TENDÊNCIA E INTERCEPTO .....	96
ANEXO 7 - ATAQUES PJ TESTE KPSS COM INTERCEPTO.....	97
ANEXO 8 - ATAQUES PJ TESTE KPSS COM TENDÊNCIA E INTERCEPTO .....	97
ANEXO 9 – ATAQUES PJ PRIMEIRA DIFERENÇA DO VALOR EFETIVADO TESTE ADF COM INTERCEPTO.....	98
ANEXO 10 – ATAQUES PJ PRIMEIRA DIFERENÇA DO VALOR EFETIVADO TESTE ADF COM TENDÊNCIA E INTERCEPTO .....	98
ANEXO 11 – ATAQUES PJ PRIMEIRA DIFERENÇA DO VALOR EFETIVADO TESTE ADF SEM TENDÊNCIA E INTERCEPTO .....	99
ANEXO 12 – ATAQUES PJ PRIMEIRA DIFERENÇA DO VALOR EFETIVADO TESTE PP COM INTERCEPTO.....	99
ANEXO 13 – ATAQUES PJ PRIMEIRA DIFERENÇA DO VALOR EFETIVADO TESTE PP COM TENDÊNCIA E INTERCEPTO .....	100
ANEXO 14 – ATAQUES PJ PRIMEIRA DIFERENÇA DO VALOR EFETIVADO TESTE PP SEM TENDÊNCIA E INTERCEPTO .....	100
ANEXO 15 – ATAQUES PJ PRIMEIRA DIFERENÇA DO VALOR EFETIVADO TESTE KPSS COM INTERCEPTO.....	101
ANEXO 16 – ATAQUES PJ PRIMEIRA DIFERENÇA DO VALOR EFETIVADO TESTE KPSS COM TENDÊNCIA E INTERCEPTO .....	101
ANEXO 17 - ATAQUES PF TESTE ADF COM INTERCEPTO.....	102
ANEXO 18 - ATAQUES PF TESTE ADF COM TENDÊNCIA E INTERCEPTO .....	103
ANEXO 19 - ATAQUES PF TESTE ADF SEM TENDÊNCIA E INTERCEPTO.....	104
ANEXO 20 - ATAQUES PF TESTE PP COM INTERCEPTO .....	105
ANEXO 21 - ATAQUES PF TESTE PP COM TENDÊNCIA E INTERCEPTO.....	106
ANEXO 22 - ATAQUES PF TESTE PP SEM TENDÊNCIA E INTERCEPTO .....	107
ANEXO 23 - ATAQUES PF TESTE KPSS COM INTERCEPTO.....	108
ANEXO 24 - ATAQUES PF TESTE KPSS COM TENDÊNCIA E INTERCEPTO.....	109
ANEXO 25 – ATAQUES PF PRIMEIRA DIFERENÇA DO VALOR EFETIVADO TESTE ADF COM INTERCEPTO.....	110
ANEXO 26 – ATAQUES PF PRIMEIRA DIFERENÇA DO VALOR EFETIVADO TESTE ADF COM TENDÊNCIA E INTERCEPTO .....	110
ANEXO 27 – ATAQUES PF PRIMEIRA DIFERENÇA DO VALOR EFETIVADO TESTE ADF SEM TENDÊNCIA E INTERCEPTO .....	111
ANEXO 28 – ATAQUES PF PRIMEIRA DIFERENÇA DO VALOR EFETIVADO TESTE PP COM INTERCEPTO.....	111
ANEXO 29 – ATAQUES PF PRIMEIRA DIFERENÇA DO VALOR EFETIVADO TESTE PP COM TENDÊNCIA E INTERCEPTO .....	112
ANEXO 30 – ATAQUES PF PRIMEIRA DIFERENÇA DO VALOR EFETIVADO TESTE PP SEM TENDÊNCIA E INTERCEPTO .....	112
ANEXO 31 – ATAQUES PF PRIMEIRA DIFERENÇA DO VALOR EFETIVADO TESTE KPSS COM INTERCEPTO.....	113

ANEXO 32 – ATAQUES PF PRIMEIRA DIFERENÇA DO VALOR EFETIVADO TESTE KPSS COM TENDÊNCIA E INTERCEPTO .....	113
ANEXO 33 - ATAQUES A TAA TESTE ADF COM INTERCEPTO .....	114
ANEXO 34 - ATAQUES A TAA TESTE ADF COM TENDÊNCIA E INTERCEPTO .....	114
ANEXO 35 - ATAQUES A TAA TESTE ADF SEM TENDÊNCIA E INTERCEPTO.....	115
ANEXO 36 - ATAQUES A TAA TESTE PP COM INTERCEPTO .....	115
ANEXO 37 - ATAQUES A TAA TESTE PP COM TENDÊNCIA E INTERCEPTO .....	116
ANEXO 38 - ATAQUES A TAA TESTE PP SEM TENDÊNCIA E INTERCEPTO.....	116
ANEXO 39 - ATAQUES A TAA TESTE KPSS COM INTERCEPTO.....	117
ANEXO 40 - ATAQUES A TAA TESTE KPSS COM TENDÊNCIA E INTERCEPTO.....	117

# 1 - INTRODUÇÃO

O setor financeiro tem apresentado mudanças cada vez mais rápidas e constantes. Tais mudanças podem ser notadas através da alta volatilidade de taxas e preços, da maior diversificação nos instrumentos financeiros, da pressão por parte de acionistas nos lucros, dos prazos das operações cada vez maiores, da maior concorrência em resposta à integração ao mercado globalizado. Tais mudanças tiveram como consequência uma crescente regulamentação do setor financeiro. Desta forma, a gestão de riscos, que busca minimizar os efeitos adversos ocasionados por eventuais perdas financeiras, se faz cada vez mais necessária e importante.

Há vários motivos pelos quais as instituições financeiras devem investir no desenvolvimento do gerenciamento de riscos, dentre eles: a complexidade com que as instituições financeiras operam atualmente, o aumento explosivo do volume de derivativos negociados e originados nos mercados internacionais, a dependência de países nas condições político-econômicas de outros para remessa de lucros, o desenvolvimento acelerado dos meios de comunicação e a perspectiva de uma crise sistêmica que derrube economias seguindo um “efeito dominó” (DUARTE JÚNIOR, 1998).

As negociações que as empresas fazem no dia a dia estão ligadas à administração de riscos. Aquelas que apresentam maior competência obtêm êxito; as outras não. Muito embora algumas aceitem os riscos financeiros incorridos de uma forma mais passiva, outras esforçam-se para que assim tenham uma vantagem competitiva, expondo-se a riscos de maneira estratégica. Contudo, em ambos os casos, tais riscos devem ser monitorados cuidadosamente, visto que podem se transformar em grandes perdas.

Os investidores têm ficado cada vez mais preocupados e exigentes com o controle dos riscos de seus capitais, ainda mais depois de alguns episódios de desastres financeiros como do Barings Bank, Metallgesellschaft e Orange County, assim como as recentes crises por que passaram alguns países, como o México, o Brasil e a Rússia. Assim, pode-se perceber que os investidores, em muitos casos, têm apresentado uma preferência pela redução da rentabilidade em troca de uma

maior proteção de seus patrimônios. Os investimentos em pesquisa e tecnologia para se encontrar uma fórmula que antecipe os movimentos adversos do mercado e reduza os efeitos danosos têm se tornado cada vez mais freqüentes.

Este trabalho objetiva propor uma forma de apresentar por meio de um “número” – um indicador - qual o valor que uma instituição financeira “arrisca” perder num futuro próximo para manter-se em funcionamento em virtude de falhas operacionais.

Para propor esse indicador, no entanto, diversos aspectos devem ser conjugados:

- A importância do risco operacional nas instituições financeiras atualmente: a grande competitividade do mercado e a necessidade de reduzir perdas por quaisquer motivos;
- O trade-off entre as exigências para risco operacional previstas no Novo Acordo de Capital de Basileia - que introduzirá a alocação de capital para fazer frente ao Risco Operacional - e a necessidade das instituições financeiras em melhorar seu desempenho frente a um mercado altamente competitivo;
- A possibilidade aberta pelo Novo Acordo de Capital de Basileia para que as instituições financeiras elaborem suas próprias metodologias para aferição do risco por meio de indicadores próprios;
- A filosofia por trás de um indicador como o VaR: a expressão do risco futuro por meio de um “número” e as variáveis utilizadas para prevê-lo;
- As perdas observadas no passado por uma instituição financeira utilizadas como variável principal na elaboração de um indicador para o risco operacional;
- A ferramenta de séries temporais para prever valores futuros com base em séries.

Para propor uma forma de apuração de um indicador de risco operacional – e aproveitar a oportunidade permitida por Basileia II, utilizamos a metodologia de



séries temporais para procurar prever perdas num futuro próximo associadas às causas principais do risco operacional.

Espera-se com esse trabalho obter as perdas a que estará sujeita uma instituição financeira num futuro próximo devido ao risco operacional. Esses valores permitirão aos administradores propor soluções e ações de mitigação que conduzam à redução dos valores futuros. Propor uma forma de apresentar por meio de um “número” – um indicador - qual o valor que uma instituição financeira “arrisca” perder num futuro próximo para manter-se em funcionamento em virtude de falhas operacionais.

Esse indicador será calculado pela soma aritmética das projeções das três causas mais significativas atribuídas ao risco operacional dentro de uma instituição financeira. A fórmula utilizada será:

$$I_{\text{perdas}} = \begin{array}{l} \text{estimativa de perdas por ataques a pessoas jurídicas} \quad + \\ \text{estimativa de perdas por ataques a pessoas físicas} \quad + \\ \text{estimativa de perdas por ataques a terminais de auto-} \\ \text{atendimento} \end{array}$$

Os dados utilizados para essa análise são reais e representam parcela significativa das perdas provenientes do chamado risco operacional de uma instituição financeira. Utilizando a técnica de séries temporais será proposta uma forma de prever no curto prazo as perdas futuras por risco operacional. Conceito semelhante já é utilizado em outras formas de apuração de risco. Para o risco operacional, contudo, essa possibilidade está surgindo com a elaboração do Novo Acordo de Capital de Basiléia.

Neste trabalho, será visto o porquê da necessidade de se mensurar riscos, através da apresentação de alguns casos clássicos de perdas em virtude da má gestão de riscos. Feito isto, será abordado o tema risco, discutindo-se diversos tipos possíveis. Serão mostradas possíveis maneiras de se mensurar tal parâmetro. Feito isto, será mostrada uma maneira de se fazer a integração dos dois tipos riscos abordados no trabalho. Por fim, será feita uma breve apresentação da regulamentação a que estes tipos de risco estão submetidos no Brasil.

## 1.1. Classificação dos tipos de riscos

Antes de iniciar a abordagem do tema propriamente dito, faz-se necessária uma breve explanação a respeito das principais classificações de risco e um comentário sobre a inter-relação entre riscos. Estes termos serão citados ao longo do desenvolvimento do trabalho. Decorre daí a importância de delimitá-los agora. Dentre os tipos de risco, o risco operacional será mais profundamente avaliado nesse trabalho.

**Risco de mercado** é a variação potencial de valor de uma posição (portfólio, aplicação ou carteira de investimentos) em decorrência de alterações nos preços ou taxas de juros. Seria o risco associado ao fato de se deter uma carteira de investimento, ou seja, de ser um player (ALVES JÚNIOR, 1998).

O **risco de mercado** decorre das mudanças nos preços de ativos e passivos financeiros. É a perda potencial causada por mudanças adversas no comportamento dos preços de mercado e são subdivididos em risco de taxa de juros, de taxa de câmbio, de renda variável e de commodities. Pode ser medido em termos absolutos, mensurado pela perda potencial na própria moeda ou em termos relativos, mensurando a perda ou desvio em relação a algum índice de referência ou benchmark (SANTOS, 2000).

Segundo JORION (1998), os **riscos de crédito** surgem quando as contrapartes não desejam ou não são capazes de cumprir suas obrigações contratuais. Seu efeito é medido pelo custo de reposição de fluxos de caixa, caso a outra parte fique inadimplente. Em termos mais genéricos, o risco de crédito também pode causar perdas quando a classificação dos devedores é rebaixada pelas agências especializadas, o que normalmente causa redução no valor de mercado de suas obrigações.

O autor atenta para o fato das perdas potenciais com derivativos, no caso de inadimplência das contrapartes, serem muito menores que os valores nominais (valores de face). A perda com derivativos é a mudança no valor da posição, se

positiva, quando ocorre uma inadimplência. Inversamente, os títulos privados e os empréstimos bancários estão expostos à perda de todo o valor de face.

O **risco de crédito** inclui também o risco soberano, quando a perda se dá em função de restrições impostas pelo país sede através de controles cambiais que impossibilitam às contrapartes honrar seus compromissos. Enquanto o risco de inadimplência é especificamente relacionado às empresas, este tipo de risco relaciona-se exclusivamente com os países. Pode-se também observar o risco de concentração, em decorrência da não diversificação do crédito por setor ou até mesmo por clientes.

Os **riscos de liquidez** podem ser divididos em risco de liquidez de mercado/produto e risco de liquidez de fluxo de caixa/obtenção de recursos. O primeiro surge quando uma transação não pode ser conduzida pelos preços de mercado prevaletentes, devido a uma atividade insuficiente de mercado. Mais especificamente, esse risco retrata o problema de contratos de balcão sem liquidez e da utilização de hedging dinâmico. O risco de liquidez pode ser difícil de ser quantificado, podendo variar de acordo com as condições de mercado. O segundo tipo de risco se refere à impossibilidade de cumprir as obrigações relativas aos fluxos de caixa, o que pode forçar a liquidação antecipada dos contratos, transformando perdas escriturais em perdas reais (JORION, 1998).

Os **riscos legais** surgem quando um dos contratantes não detém autoridade legal para se envolver em uma transação. Pode ser resultado da má interpretação de normas ou de violação ou manipulação de regulamentações, podendo também ser resultado de uma mudança na regulamentação.

Os **riscos de conjuntura** são a possibilidade de perdas decorrentes de mudanças verificadas nas condições políticas, econômicas, financeiras ou sociais do país.

Os **riscos de imagem** ocorrem em decorrência do desgaste do nome da instituição junto ao mercado ou a autoridades em razão de publicidade negativa, verdadeira ou não.

O **risco sistêmico** é aquele que decorre de dificuldades financeiras de uma ou mais instituições que venham a provocar danos substanciais a outras instituições, ou até mesmo uma ruptura na condução operacional de normalidade do sistema financeiro geral.

O **risco financeiro** refere-se ao endividamento da empresa, ou seja, à sua capacidade de honrar compromissos financeiros. Empresas com reduzido nível de endividamento apresentam baixo nível de risco financeiro e vice-versa.

### 1.1.1. O Risco Operacional

O risco operacional é definido como sendo “o risco de perdas resultantes de processos internos inadequados ou falhos, pessoas e sistemas ou de eventos externos, incluindo o risco legal, mas não o estratégico e de imagem” (BIS, 2001).

A indústria bancária sempre conviveu com o risco operacional. No passado, prevenia-se o risco operacional com a utilização de mecanismos simples, grande parte deles fundamentado na segregação de funções. Processo tão simples quanto descontar um cheque envolvia, na relação do banco com o cliente, pelo menos duas etapas segregadas. Primeiro um funcionário se encarregava de conferir a assinatura e o preenchimento do cheque e depois o “Caixa” se encarregava de entregar a quantia descontada. Outros exemplos que visavam maior controle, para prevenir riscos, são o rigor das contabilizações (a prática de “fechar balancetes” diariamente é anterior às facilidades advindas do avanço da informática), a sobreposição de conferências e autorizações, as auditorias internas regulares, a preocupação em manter rigoroso sistema de instruções codificadas e até mesmo o cuidadoso procedimento para a seleção de funcionários. Não há registros, entretanto, de nenhuma maneira sistematizada de avaliar os custos de todo aquele aparato de controles.

Na maioria dos bancos não havia outros departamentos envolvidos na avaliação de controles internos e de risco operacional a não ser a auditoria interna. Mas os serviços financeiros evoluíram. Os mercados e produtos financeiros e a tecnologia e as técnicas utilizadas para produzi-los têm, segundo MARSHALL (2002), passado por mudanças ao longo dos últimos 40 anos com profundas

implicações para as operações. Mudanças em mercados e produtos e serviços (do lado da demanda) e mudanças de técnicas e tecnologia (do lado da oferta) têm alterado as operações e serviços, o que tem propiciado significativo desenvolvimento da gerência de riscos operacionais.

Para o autor, a desregulamentação, a globalização e a desintermediação mudaram a definição dos mercados e alteraram os aspectos econômicos das operações nesses mercados. A desregulamentação liberou empresas antes presas a determinados segmentos de mercado, encorajando a consolidação e o desenvolvimento de economias de escala e escopo. Por sua vez, a regulamentação está cada vez mais atravessando fronteiras e setores. A crescente importância de entidades transnacionais, tais como o Banco de Compensações Internacionais (BIS) na Basileia, o Fundo Monetário Internacional (FMI), o Banco Mundial e o Banco Central Europeu, são demonstrações dessa mudança. Com a desregulamentação, muitas barreiras à globalização caíram por terra, o que tem levado investidores a explorar mercados mais longínquos. Em busca de diversificação mais ampla e retornos maiores, mercados emergentes têm crescido céleres, forçando os participantes dos serviços financeiros a serem globais em suas operações. Parte integrante da globalização é a tendência em direção à desintermediação à medida que direitos financeiros (como empréstimos e títulos) deixam de ser intermediados pelos bancos e passam a ser comprados e vendidos eletronicamente por usuários finais com custos mínimos de transação.

As ofertas de produtos e serviços também passaram por inovação. Com suas altas margens, novos produtos são especialmente atraentes para concorrentes e rapidamente se tornam comoditizados. Produtos e serviços mais complexos levam a maior risco operacional. Mudanças de escala têm acompanhado as mudanças de escopo dos serviços financeiros. Maiores volumes de transações com maior volatilidade levam a maiores riscos operacionais.

Avanços da tecnologia de informação estão alimentando muitas das mudanças em todas as empresas financeiras, isto permite que os serviços financeiros operem em nível mais complexo que antes, além de também oferecer novas maneiras de comercializar e distribuir serviços através do uso de correio direcionado e de uma maior variedade de canais, que incluem serviços baseados em telefone, ATM e na Internet.

MARSHALL (2002) relata que outra fonte de inovação do mercado financeiro tem origem acadêmica, quando afirma que poucos setores têm adotado avanços teóricos advindos do mundo acadêmico com tanto afã quanto o setor de serviços financeiros. Chama a atenção para o fato de que gerentes tentam cada vez mais quantificar seus riscos operacionais à medida que técnicas de medição de riscos dos setores financeiro e de seguros são desenvolvidas. E alerta que muitas das empresas pioneiras no desenvolvimento da medição de riscos financeiros, como a Algorithmics, o Union Bank of Switzerland (UBS) e o Deutsche Bank, também estão na vanguarda do desenvolvimento de ferramentas para a gerência de riscos operacionais.

Outro aspecto é que a gestão de riscos de eventos inesperados através do planejamento de contingência e a gerência de crises estão se tornando pelo menos tão importantes quanto a gerência de fatores contínuos baseados em risco. O autor cita alguns exemplos em que os melhores analistas das respectivas épocas teriam descartado como extremamente improváveis, tais como: o embargo de petróleo da OPEP, a inflação dos anos 70, protestos na Praça da Paz Celestial, a queda da União Soviética no fim da década de 80 e, nos anos 90, as quebras de bolsa de valores quase que a cada dois anos. Mas há eventos inesperados relacionados também com desastres naturais (incêndios, terremotos, furacões), ataques terroristas, fraude e a controles de câmbio impostos por governos.

A automação e a integração de sistemas, quando realizadas de forma descuidada, podem efetivamente aumentar os riscos operacionais ao diminuírem a capacidade da empresa de lidar com mudanças.

Além dos aspectos citados, que são potenciais geradores de riscos operacionais, há outros relacionados à dificuldade de integrar sistemas quando empresas passam por processo de fusão, aquisição, ou de terceirização. É necessário também ficar atento para que técnicas financeiras de redução do risco de crédito ou do risco de mercado não venham a incrementar o risco operacional.

Para CRUZ (2002) o termo risco operacional foi mencionado pela primeira vez provavelmente após a falência do Banco Barings, em 1995, por causa de

desastrosa operação com derivativos, realizada por apenas um operador. A partir de 1997 o risco operacional tem evoluído consideravelmente, mas ainda é comum o registro de risco operacional como risco de mercado ou de crédito. O autor cita que pesquisa realizada pouco antes de 2002, junto a bancos, revelou que os riscos estão divididos aproximadamente em 50% para o risco de crédito, 15% para o risco de mercado ou de liquidez e 35% para riscos operacionais. Isto indica forte empenho na mensuração do risco operacional.

A sistematização do estudo do risco operacional da maneira como atualmente é conduzida pode ser considerada recente. Exemplo disso é o fato de o primeiro livro sobre risco operacional, com alcance universal, *Operational Risk and Financial Institutions*, ter sido publicado em 1998, pela associação entre a empresa de consultoria Arthur Andersen e a Risk Books.

## **1.2. Considerações Sobre Inter-Relação Entre os Riscos**

É importante que se observe que os riscos financeiros não aparecem somente de forma isolada. É freqüente haver uma interação entre os riscos, notadamente risco de mercado e risco de crédito. Um exemplo hipotético extremo, conhecido como “efeito dominó”, é descrito a seguir:

Um banco pode apresentar problemas de liquidez (risco de liquidez). Dessa forma, vai até o Banco Central, com um pedido de redesconto. A imprensa fica sabendo deste fato, e publica o ocorrido, fazendo com que a imagem do banco fique desgastada (risco de imagem). Caso isto aconteça, há uma corrida ao banco por parte dos correntistas para sacarem seus depósitos, o que faz com que o banco não consiga honrar seus compromissos (risco de crédito). Isto pode fazer com que o banco quebre, surgindo assim o perigo de quebra de outras instituições em decorrência disto (risco sistêmico).

## **1.3. Estrutura do trabalho**

Este trabalho está dividido segundo os diversos aspectos que devem ser observados para a proposição de um modelo para mensuração do risco operacional por meio da previsão de perdas.

O capítulo introdutório apresenta a situação atual da mensuração de risco operacional no Brasil, a classificação usual do risco no mercado financeiro e o problema enfrentado atualmente pelas instituições financeiras e a estrutura do trabalho.

O capítulo 2 apresenta o tema risco sob a visão dos principais motivos que fundamentam a administração de risco, os principais casos observados no mercado mundial, as lições aprendidas desses casos. Esses casos têm movido atualmente as instituições financeiras na direção de prospectar novos modelos de mensuração de risco.

O capítulo 3 traz os principais entendimentos norteadores do Novo Acordo de Capital de Basiléia (Basiléia II), contextualiza o novo acordo, apresenta os três pilares da moderna mensuração de risco e o plano de transição para o Novo Acordo. Esses entendimentos estão sendo discutidos atualmente em face a fatos novos e dificuldades enfrentadas pelas instituições financeiras em adequar-se às regras inicialmente propostas. Dentre as novidades propostas por esse novo acordo encontra-se a possibilidade das instituições financeiras criarem métodos próprios de mensuração de riscos e, uma vez validados pela autoridade reguladora, poderão ser utilizados na apuração dos riscos da instituição.

Mais adiante, apresenta-se a questão em análise. Explicita-se quais as especificidades do problema e os resultados esperados.

As séries analisadas no capítulo seguinte são um paralelo para o risco operacional para do risco de mercado. Nesse capítulo capturamos as séries representativas de parcela significativa das perdas observadas de uma instituição financeira e aplicamos a metodologia de séries temporais buscando prever (similar ao objetivo do VAR) quais serão as perdas a que esta instituição financeira estará sujeita no curto prazo.



O último capítulo relata as conclusões obtidas das análises das séries, apresenta as limitações e dificuldades encontradas e propõe sugestões para possíveis trabalhos futuros.

## 1.4. O Problema

A indústria financeira não dispõe de instrumentos ou de parâmetros de mensuração do risco operacional que sejam utilizados de maneira generalizada, como acontece, por exemplo, com as mensurações dos riscos de mercado e de crédito. A mensuração e avaliação do risco operacional no estágio em que se encontram atualmente são concebidas e realizadas a partir dos recursos e instrumentos viabilizados pela própria organização. Essa realidade pode ser percebida nas apresentações feitas em congressos, seminários e outros encontros que tratam do tema.

Os riscos operacionais permeiam toda a organização. As áreas ou unidades administrativas demandam diferentes maneiras de mensuração. As perdas creditadas e falhas operacionais, contudo, encontram-se num estágio mais avançado em relação a sua captura.

Atualmente, as bases de dados relativas a perdas operacionais, na indústria financeira, apresentam séries que permitem avaliar seu comportamento com o objetivo de prever possíveis perdas por falhas operacionais.

Encontra-se em elaboração pelo Comitê de Basileia um novo acordo de capital denominado Basileia II que exigirá das instituições financeiras, dentre outras obrigações, aporte de capital para fazer frente a riscos operacionais. Esse novo acordo de capital (Basileia II) definirá regras para alocação de capital para riscos operacionais. As instituições financeiras, contudo, poderão propor modelos alternativos para alocação de capital por risco operacional. Os modelos propostos, desde que validados pelas autoridades reguladoras locais poderão ser utilizados para alocar capital.

O capital recolhido para fazer frente ao risco operacional, no caso brasileiro, não será remunerado pelo órgão regulador. As instituições financeiras estão realizando estudos para definir modelos proprietários de mensuração de risco operacional com vistas a, uma vez aprovados, alocar menos capital que o modelo proposto pelo comitê de Basileia.

Os modelos de mensuração de risco operacional dependem de estimativas confiáveis de perdas provenientes de risco operacional para apurar o capital a ser alocado.

A metodologia para previsão de perdas do risco de mercado (V@R) encontra-se num estágio mais avançado em relação a metodologias de previsão de perdas de riscos operacionais.

## **1.5. Justificativa e Motivação para a Escolha do Tema**

A sistematização do estudo do risco operacional como vista atualmente teve início em 1995 com a falência do Banco Barings. É provável, portanto, que em grande número de instituições financeiras o gerenciamento do risco operacional tenha de se basear exclusivamente em mensurações qualitativas realizadas nos processos.

Muitas vezes, os próprios sistemas informatizados já contêm indicadores ou dados necessários para obtê-los. Por outro lado, nem sempre se dispõe de parâmetros para o gerenciamento dos processos, devido ao próprio estágio inicial em que se encontra o estudo do risco operacional nas organizações. Indiferente a tudo isso, o gerenciamento requer a rápida e, preferencialmente, pouco dispendiosa identificação dos elementos em situação mais crítica ou de melhor performance, que merecem maior atenção do gestor ou que são referenciais de sucesso. A identificação pode ser realizada pela comparação entre os elementos levando-se em consideração o conjunto de indicadores. Os resultados das comparações são parâmetros que norteiam o gerenciamento.

A novidade, a importância da avaliação do risco operacional no processo de gestão de riscos da indústria financeira e o desafio de ser mais um a dissertar sobre riscos e um dos poucos a dissertar sobre riscos operacionais foram fatores decisivos na opção pelo tema.

## 2 - RISCOS

Este capítulo apresenta os principais tipos de risco, a importância da administração de riscos e as lições dos casos apresentados para introduzir o assunto sob a ótica das perdas. Essa visão é importante pois é importante pois é o tema geral do trabalho e embasa a definição do problema.

### 2.1. Importância da Administração de Risco

Em sua monografia, SANTOS (2000) afirma que as empresas, durante a sua existência, estão expostas a vários riscos. Com o elevado nível de competição em um mercado aberto, altamente volátil e globalizado, o êxito destas empresas depende de sua habilidade em administrar estes riscos e da forma estratégica que se expõe a eles. A principal função das instituições financeiras é gerir ativamente seus riscos financeiros, através da identificação e mensuração das suas exposições, de forma que possa desenvolver estratégias que controlem estes riscos e as protejam dos possíveis resultados adversos em decorrência da incerteza no futuro.

Segundo ASSAF NETO (1998), as flutuações das taxas de juros decorrem basicamente das condições econômicas e do mercado, as quais a instituição somente avalia sem capacidade de exercer influência direta, e de fatores internos representativos da qualidade e maturidade de seus ativos e passivos, sobre os quais o banco tem plenas condições de gerenciamento. São essas flutuações, em essência, que alteram o nível de estabilidade dos ganhos dos bancos, promovendo riscos na formação da margem financeira. Desta forma, é apresentado o conceito do GAP, que se refere a um descompasso existente entre ativos e passivos conhecidos como sensíveis, isto é, aqueles expostos aos efeitos que uma mudança nas taxas de juros pode exercer sobre a lucratividade da instituição financeira, podendo ocasionar grandes perdas.

Além das taxas de juros, os preços das commodities, as taxas de câmbio e o custo de capital apresentam-se como sendo os principais fatores de riscos financeiros a que uma instituição está exposta.

De acordo com SANTOS (2000), as instituições financeiras precisam conhecer o impacto da mudança do preço de mercado em seus ativos e passivos financeiros, com diferentes focos para cada nível hierárquico interno da instituição. Para a alta administração, o importante é saber quanto a instituição perderia dada uma determinada mudança nos preços de mercado. Mais especificamente, os chefes da mesa de ações, de renda fixa, de commodities e de câmbio gostariam de saber quanto perderiam seus portfólios, dada uma queda dos preços das ações, uma alta da taxa de juros, uma queda no preço das commodities ou uma alta na taxa de câmbio, respectivamente. Desta forma, pode-se perceber que na primeira situação, a alta administração está preocupada com um nível macro de gerenciamento de risco, onde o importante é a perspectiva dos riscos. Já na segunda situação, os operadores estão preocupados com o nível micro de gerenciamento de riscos, onde o importante é a posição individual da operação ou transação.

O setor financeiro tem passado por muitas mudanças. No Brasil, isto não é diferente. As instituições estão cada vez mais expostas aos riscos de mercado. Os motivos para isto, como já foi dito na introdução deste trabalho, são muitos, e dentre eles podemos destacar como um dos principais fatores a alta volatilidade das taxas de SELIC mensal como pode ser visto na Figura 1. Outro exemplo de elevada volatilidade é a variação do índice Bovespa (Figura 2).

Frente à crescente diversificação dos instrumentos financeiros, principalmente dos derivativos, é cada vez mais necessário aprimorar-se o controle e o gerenciamento dos riscos das empresas, de forma a manter sua saúde financeira e evitar desastres financeiros, que podem levar as empresas a apresentar prejuízos financeiros e, em alguns casos, até mesmo levá-las à falência, pelo fato de se exporem a posições financeiras com grande descasamento e sem controle e mensuração do risco. A gestão de risco age no sentido de fornecer subsídios para o Hedge como forma de diminuir as exposições, com conseqüente diminuição do risco.

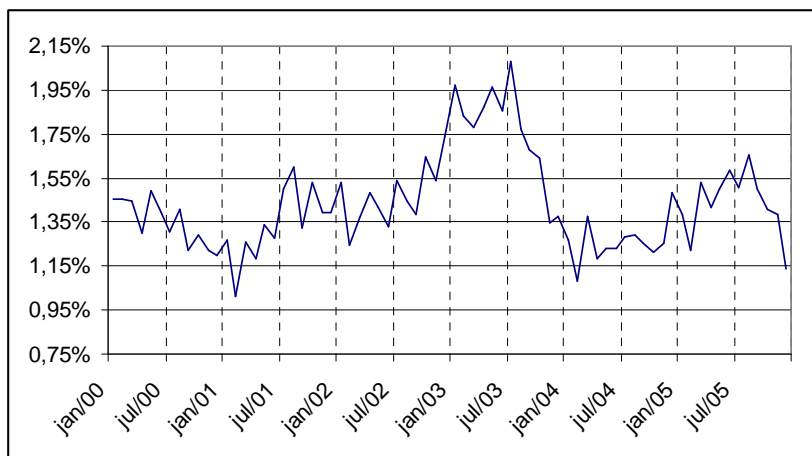


Figura 1 - Variação percentual ao mês da taxa SELIC (Fonte: [www.bc.gov.br](http://www.bc.gov.br))

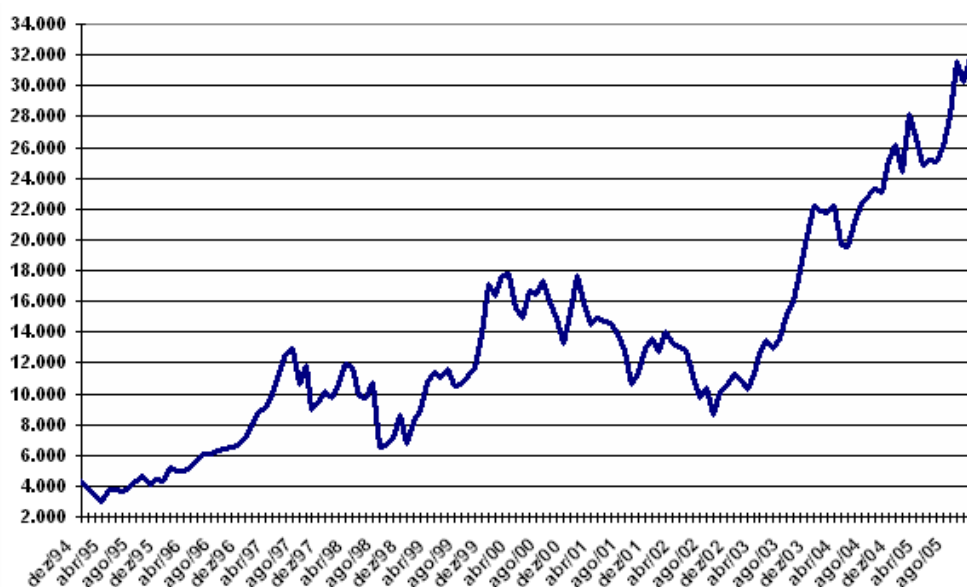


Figura 2 – Variação Mensal Pontos Bovespa (Fonte: [www.bovespa.gov.br](http://www.bovespa.gov.br))

## 2.2. Lições de Desastres Financeiros

Segundo DUARTE JÚNIOR (1998), a importância do gerenciamento efetivo de riscos é melhor ilustrada quando são lembrados os fracassos/colapsos no mercado financeiro mundial. No entanto, no mercado financeiro, há mais interesse em saber sobre os sucessos das pessoas/organizações do que entender os grandes fracassos/colapsos. Por este motivo é que quatro exemplos reais serão apresentados a seguir para ilustrar as dimensões “catastróficas” que a inexistência

de um efetivo gerenciamento dos riscos pode causar. Os casos apresentados possuem um ponto em comum: a administração ineficiente de riscos.

### **2.2.1. Metallgesellschaft**

No início de 1993 a Metallgesellschaft (MGRM) era o décimo quarto maior conglomerado industrial alemão. Contava então com 58.000 empregados. Suas dificuldades começaram quando sua subsidiária norte-americana, a Metallgesellschaft Refining & Marketing, decidiu vender contratos de longo prazo (até dez anos de duração) para distribuição de combustíveis no montante de 180 milhões de barris. Este montante excedia em muito a capacidade de refinamento da subsidiária norte-americana. Na época, isto era superior à produção diária de petróleo de países como Irã, Arábia Saudita, Venezuela e Kuwait. Esta decisão da subsidiária norte-americana foi tomada sem consulta à matriz alemã. Identifica-se já aqui o risco operacional presente.

A estratégia de hedge da subsidiária norte-americana era utilizar o mercado de contratos futuros para reduzir sua exposição a variações dos preços do petróleo. A grande dificuldade para Metallgesellschaft Refining & Marketing é que os contratos futuros sobre petróleo disponíveis em bolsas de derivativos mundiais são todos de curto prazo. Surgia o chamado basis risk, conforme FIGLEWSKI, apud DUARTE JÚNIOR (1998), oriundo do fato de contratos futuros de curto prazo sobre petróleo estarem sendo utilizados para gerenciar a exposição de contratos de longo prazo. Identifica-se aqui a necessidade de cuidado máximo com o gerenciamento do risco de mercado da exposição aos preços de petróleo.

O problema ficou aparente para a matriz alemã quando o preço do petróleo caiu de US\$20/barril para US\$15/barril em 1993. Quase US\$1 bilhão em ativos líquidos foram solicitados pelas bolsas de derivativos como margens para as posições em futuros da subsidiária norte-americana. Uma dimensão do risco de mercado, o risco de liquidez, estava presente no problema da Metallgesellschaft.

A decisão da matriz alemã foi demitir a cúpula de sua subsidiária norte-americana, que foi substituída por executivos europeus. Este novo staff europeu

tratou de liquidar imediatamente os contratos restantes, o que causou perdas da ordem de US\$1,3 bilhões. De acordo com JORION (1998), essa liquidação tem sido desde então severamente criticada, pois acredita-se que ela acarretou perdas que teriam sido reduzidas ao longo do tempo. Ao contrário disso, o relatório dos auditores declarou que as perdas foram causadas pelo tamanho das exposições nas transações. O Deutsche Bank financiou a Metallgesellschaft em US\$2,4 bilhões, salvando o então gigante alemão. O preço da ação da empresa caiu de 64 marcos para 24 marcos, levando a perdas de mais de 50% do seu valor de mercado.

### **2.2.2. Daiwa Bank**

O segundo exemplo apresentado é o do décimo segundo maior conglomerado financeiro japonês no início de 1995. Em 26 de setembro de 1995 o Daiwa anunciou perdas acumuladas no mercado de títulos da dívida do tesouro norte-americano (Treasury Bills, Treasury Notes e Treasury Bonds) no valor de US\$1,1 bilhões. Estas perdas foram oriundas de mais de 30.000 operações, durante onze anos, escondidas/falsificadas por um operador chamado Toshihide Igushi. Este operador chegou até mesmo a falsificar títulos na carteira do Daiwa, além de vender ativos de clientes do banco sem autorização dos mesmos. Fica aqui estampada a falta de um controle sobre a rotina operacional de Igushi.

O mais patético da situação é que em novembro/1992 e novembro/1993 o Federal Reserve Board norte-americano emitiu pareceres mostrando a fragilidade do controle de risco operacional no Daiwa em Nova Iorque. Esses avisos foram ignorados pela direção do banco. Como resultado, as perdas totalizaram quase 15% do patrimônio da instituição. O Daiwa foi obrigado por agências de regulamentação financeira norte-americanas a encerrar suas operações nos EUA.

### **2.2.3. Barings Bank**

No dia 26 de fevereiro de 1995 as notícias sobre o colapso do Barings chegaram à imprensa britânica. Um operador de derivativos baseado em Cingapura, Nicholas Leeson, havia causado perdas da ordem de grandeza de US\$1,3 bilhões.



O valor das ações do Barings, fiel depositário de parte da riqueza pessoal da monarquia britânica, com 233 anos de existência, era zero.

A história do colapso do Barings inicia-se alguns anos antes, quando Leeson era visto como o mais promissor operador da instituição. Em 1994 Leeson obteve pessoalmente quase 20% dos ganhos do Barings. Isto o tornou muito poderoso no escritório do Barings em Cingapura, sem qualquer supervisão no que se refere aos seus limites operacionais. Por exemplo, pedidos seus para depósito de margens no valor de US\$1 bilhão foram feitos e aceitos (sem perguntas) pela matriz londrina. A falta de controles operacionais é clara neste ponto.

Leeson posicionou o Barings em vários derivativos no mercado asiático. A posição principal era de US\$7 bilhões em contratos futuros sobre o índice do mercado acionário japonês Nikkei 225. Estas posições foram tomadas nas bolsas de derivativos de Osaka (Japão) e Cingapura. Durante os dois primeiros meses de 1995 o mercado acionário japonês (medido pelo índice spot Nikkei 225) caiu 15%. As posições do Barings sob responsabilidade de Leeson sofreram perdas enormes. Pior ainda, Leeson achou que ele estava correto (e o mercado errado), e tomou posições ainda maiores nos mesmos contratos futuros, esperando que o Nikkei 225 revertisse sua tendência de queda. Diante do volume de perdas, Leeson abandonou seu posto no Barings de Cingapura, mandando um fax para seus superiores em Londres com um pedido de desculpas. A próxima queda observada foi a do próprio Barings, comprado pelo grupo holandês Internationale Nederlanden Group (ING) por uma única libra esterlina. Leeson foi condenado a seis anos e meio de prisão pela justiça britânica.

#### **2.2.4. Orange County**

A região de Orange County na Califórnia, EUA, tinha sob a administração de Robert Citron uma carteira com o valor de mercado igual a US\$7,5 bilhões no início de 1994. Estes recursos eram oriundos de escolas, pequenas cidades da região e alguns distritos locais. Citron, com o intuito de obter ganhos maiores ainda no mercado de renda fixa norte-americano, alavancou estas posições através de repurchase agreements para um equivalente a US\$20 bilhões. A estratégia funcionou perfeitamente enquanto havia a tendência de queda nas taxas de juros

norte-americanas. Por exemplo, em alguns poucos anos Citron trouxe para Orange County quase US\$800 milhões de ganhos. Um princípio básico da teoria Moderna das Carteiras é que ganhos maiores são sempre acompanhados por riscos maiores. Isto foi ignorado pelo conselho diretor dos recursos de Orange County.

Em fevereiro de 1994 as taxas de juros subiram repentinamente no mercado local dos EUA. As perdas nas posições sob administração de Citron subiram rapidamente. Chamadas de margens para os empréstimos foram feitas. As notícias relatando os problemas chegaram aos ouvidos dos investidores que começaram a sacar seus recursos. O fundo não foi capaz de honrar seus compromissos. Pouco depois, as posições sob administração de Citron foram liquidadas, gerando perdas para Orange County de US\$1,7 bilhões.

Este exemplo ilustra a incompetência no gerenciamento de risco de mercado no seu formato mais puro. As pessoas sentiam-se felizes com os altos retornos providos pela administração de Citron, como que esperando que aquela situação fosse então perpétua. Por exemplo, os supervisores de Citron aprovaram a emissão de US\$600 milhões em debêntures de forma a facilitar (por meio de mais recursos) os ganhos esperados. Poucos meses depois, estes mesmos supervisores estavam culpando Citron pelas perdas, como que se esquecendo do “doce” período de ganhos alavancados.

### **2.2.5. Lições dos Casos Apresentados**

Todos os desastres apresentados envolvem perdas que excederam US\$ 1 bilhão. Elas foram atribuídas a vários fatores, principalmente a operadores negligentes, nos casos do Barings e do Daiwa, e a riscos de mercado, nos casos da Metallgesellschaft e o do Orange County. O único fator comum em todos esse infortúnios foi a falta da aplicação de políticas de administração de risco. Em seu trabalho JORION (1998), propõe uma tabela (Tabela 1) onde as perdas são analisadas de acordo com os fatores de risco.

Tabela 1 - Fatores de Risco em Perdas

	<b>Mercado</b>	<b>Operacional</b>	<b>Refinanciamento</b>	<b>Falta de controles</b>
<b>Barings</b>	Sim, acionário japonês	Sim, operador negligente		Sim
<b>MGRM</b>	Sim, petróleo		Sim, recapitalização	Sim
<b>Orange</b>	Sim, taxa de juros		Sim, inadimplência	Sim
<b>Daiwa</b>	Sim	Sim, operador negligente		Sim

Em seu trabalho, JORION (1998) afirma que não há proteção infalível contra fraudes. A inspeção de contas conduzida por um sistema adicional de gerenciamento de risco, bem como o tratamento uniforme das informações geradas pelas atividades de front e back offices, deve fornecer proteção contra traders desonestos. Com um bom sistema de administração de risco, eles seriam apanhados em questão de dias ou, até mesmo, horas. Este é o motivo pelo qual os sistemas de gestão de riscos possuem valor incalculável para os mercados financeiros.

## 3 - OS ACORDOS DE BASILÉIA

O comitê de Basileia, composto por 13 países signatários, com intuito de aprimorar a supervisão bancária tem produzido acordos [para alocação] de capital adotados pelos sistemas financeiros mundiais. O segundo acordo, que encontra-se em elaboração, traz uma componente nova em relação ao risco operacional: a possibilidade de as instituições financeiras proporem modelos próprios para mensuração da sua exposição ao risco.

Neste capítulo, será abordado o histórico dos acordos de Basileia e as principais novidades a serem implementadas no novo acordo em elaboração. Dentre as inovações está a possibilidade das instituições financeiras construírem modelos próprios para mensuração de seu risco. Aproveitando essa possibilidade, este trabalho visa a propor um modelo de mensuração de risco específico para uma instituição financeira baseado no histórico de suas perdas.

### 3.1. Histórico

Experiências de grandes perdas provocadas por fragilidades nos controles ou deficiências no gerenciamento de instituições, estimularam órgãos internacionais, como o Bank for International Settlements (BIS), através do Comitê de Basileia de Supervisão Bancária, a intensificar as exigências no tocante à administração de riscos dentro das instituições financeiras. FIGUEIREDO (2001)

A gestão de risco nas instituições financeiras, enquanto atividade formal, é recente e ainda está em processo de estruturação. As grandes mudanças acontecidas na década de 70, com o fim do Sistema de Bretton Woods e a conseqüente liberação das taxas de câmbio, tornaram o mercado financeiro mais volátil, exigindo medidas que minimizassem o risco do sistema. Com esse objetivo, o Comitê de Basileia criou padrões internacionais para gerenciamento de risco que devem ser observados pelos participantes do mercado. Dentre os documentos divulgados pelo Comitê, visando à regulamentação do mercado financeiro e redução de risco, pode-se citar: Basel Capital Accord (1988), Core Principles for Effective

Banking Supervision (1997), Framework for Internal Systems in Banking Organizations (1998).

Dentre as propostas de regulamentação emitidas pelo Comitê, o Acordo de Capitais foi a que mais impactou a rotina das instituições financeiras. Seu enfoque central é na exigência de um percentual (8%) de capital mínimo requerido para fazer face aos riscos dos ativos das instituições. O Acordo não é estático, altera-se em função das novas necessidades do mercado. Em 1997, por exemplo, foi alterado para introduzir o risco de mercado como base para cálculo do capital mínimo requerido.

Em junho de 1999, o Comitê de Basiléia apresentou proposta de substituição ao Acordo de Capitais vigente, de modo a torná-lo mais sensível a risco. Esta nova proposta, está baseada no que se convencionou chamar de três pilares: **Primeiro Pilar** – “requerimento mínimo de capital”; **Segundo Pilar** – “revisão no processo de supervisão”; e **Terceiro Pilar** – “disciplina de mercado”. No tocante ao requerimento de capital, de forma geral, a proposta é alterar a metodologia de cálculo do risco de crédito e a incluir alocação de capital para riscos operacionais.

As diretrizes de gestão de risco dadas pelo Comitê de Basiléia, apesar de só terem obrigatoriedade nos países membros e para bancos com atividades internacionais, tornam-se regras de mercado e a maioria dos países as aplicam em seus mercados financeiros locais. No Brasil, a autoridade supervisora, Banco Central do Brasil tem endossado e regulamentado para uso interno as recomendações de Basiléia. (FIGUEIREDO, 2001)

## 3.2. Apresentação do Novo Acordo de Capital

O Comitê da Basiléia sobre Fiscalização Bancária está produzindo um Novo Acordo de Capital baseado em três pilares – necessidades mínimas de capital, exame da fiscalização e disciplina de mercado.

O Novo Acordo é mais extenso e complexo do que o Acordo de 1988. Isso é resultado dos esforços do Comitê para desenvolver uma estrutura sensível aos riscos que contenha uma variedade de novas opções para a mensuração tanto do

crédito quanto do risco operacional. Na sua forma mais simples, entretanto, essa estrutura sensível aos riscos é somente um pouco mais complexa do que o Acordo de 1988. Além disso, no Novo Acordo, o Comitê está enfatizando o papel do processo de exame da fiscalização e da disciplina de mercado como complementos essenciais às necessidades mínimas de capital. Acredita-se que complexidade da nova estrutura seja um reflexo natural do avanço do setor bancário.

Entre as novidades apresentadas neste novo acordo, encontramos elementos como o método interno de classificação, o uso de avaliações externas de crédito no método padronizado, técnicas de diminuição de riscos, securitização de ativos, o tratamento do risco operacional, o exame da fiscalização e a disciplina de mercado.

Imaginava-se que o Acordo revisto seria implementado nas jurisdições dos membros em 2004. Esse cronograma acomodaria os procedimentos nacionais de elaboração de normas e permitiria a adaptação dos sistemas internos dos bancos, os processos de fiscalização e os relatórios de regulamentação.

Em virtude das dificuldades encontradas pelas instituições financeiras e órgãos reguladores para se adequarem as exigências do novo acordo de capital de Basileia, os prazos inicialmente propostos pelo comitê de Basileia estão sendo relaxados e diferenciados para países desenvolvidos e países em desenvolvimento. (POWELL, 2004)

Atualmente o Banco Central trabalha no sentido de “tropicalizar” as regras definidas pelo Comitê de Basileia para o caso brasileiro. As áreas de supervisão do Banco Mundial e do FMI indicam que 50% dos países estão em conformidade com no máximo 10 dos 30 Basel Core Principles e um terço está somente em conformidade com no máximo 5 deles. (POWELL, 2004)

### **3.3. Objetivos do novo acordo**

À medida em que avança no desenvolvimento de um método abrangente de adequação de capital, o Comitê mantém a crença de que:

- O acordo deve continuar a promover segurança e solidez no sistema financeiro e, como tal, a nova estrutura deve manter, no mínimo, o nível global atual de capital no sistema;
- O acordo deve continuar a aumentar a igualdade competitiva;
- O acordo deve constituir um método mais abrangente de contemplar os riscos;
- O acordo deve conter métodos para adequação de capital que sejam adequadamente sensíveis ao grau de risco envolvido nas posições e atividades de um banco; e
- O acordo deve centrar-se nos bancos internacionalmente ativos, embora seus princípios básicos devam ser adequados para aplicação em bancos de diferentes níveis de complexidade e sofisticação.

Esses objetivos de segurança e solidez não podem ser atingidos somente através das necessidades mínimas de capital. O Novo Acordo consiste em três pilares que se reforçam mutuamente - necessidades mínimas de capital, exame da fiscalização e disciplina de mercado. Tomados em conjunto, os três pilares contribuem para um nível mais elevado de segurança e solidez do sistema financeiro. A responsabilidade final da administração dos riscos e de garantir que o capital seja mantido em um nível consistente com o perfil de risco que a administração do banco determina.

Os três pilares constituem um pacote. Portanto, o Acordo revisto não pode ser considerado totalmente implementado se todos os três pilares não estiverem posicionados. A implementação mínima (ou parcial) de um ou dois dos pilares não apresentará um nível adequado de solidez. As autoridades de fiscalização devem implementar no mínimo o Pilar 1. Entretanto, se em determinadas jurisdições não for atualmente possível implementar integralmente todos os três pilares, o Comitê recomenda que as autoridades de fiscalização considerem um uso mais intensivo dos outros pilares. Por exemplo, as autoridades de fiscalização poderiam utilizar o processo de exame para encorajar a melhoria da transparência em momentos em que as autoridades de fiscalização não tenham a autoridade para exigir determinadas divulgações.

## **3.4. Descrição da Estrutura do Novo Acordo de Capital**

### **3.4.1. Escopo**

Desde o desenvolvimento do Acordo de 1988, a amplitude das atividades bancárias estendeu-se, e o desenvolvimento de estruturas complexas de propriedade corporativa foi acelerado. Além disso, há diferentes práticas nacionais na determinação do nível consolidado ao qual se aplicam as necessidades de adequação de capital.

Considerou-se como os riscos dos bancos relacionam-se com os investimentos comerciais significativos poderiam ser prudentemente tratados para fins de capital. Esses investimentos comerciais têm o potencial de propor um risco significativo a um grupo bancário, desde que ele possa criar incentivos para um banco apoiar a condição financeira da empresa comercial (por exemplo, fazendo empréstimos ou injetando mais capital). Por esses motivos, o estudo Novo Acordo de Capital da Basileia propõe deduzir do capital dos bancos quaisquer investimentos significativos em empresas comerciais que excedam determinados limites.

### **3.4.2. PILAR 1: Necessidades Mínimas de Capital e o Risco Operacional**

As propostas para as necessidades mínimas de capital são baseadas nos elementos fundamentais do Acordo de 1988: uma definição comum do capital regulador que permanece constante e os índices de capital mínimo para os ativos de risco ponderado. É à mensuração do risco incluído nos ativos de risco ponderado que o Novo Acordo é dirigido.

No Novo Acordo o denominador do índice de capital mínimo total consistirá em três partes: a soma de todos os ativos de risco ponderado para risco de crédito,



mais 12,5 vezes a soma dos encargos de capital para risco de mercado e risco operacional.

Exemplificando, presumindo-se que um banco tenha \$875 em ativos de risco ponderado, um encargo de capital de risco de mercado de \$10 e um encargo de capital de risco operacional de \$20, o denominador do índice de capital total seria igual a  $875 + [(10 + 20) \times 12,5]$ , ou \$1.250.

O Pilar 1 cobre as necessidades de capital regulador do risco de mercado, de crédito e operacional. Para melhorar a sensibilidade ao risco, foi proposta uma série de opções para contemplar tanto o risco de crédito quanto o risco operacional. Decidiu-se tratar o risco de taxas de juros nos registros bancários pelo Pilar 2. Dada a variedade das premissas básicas necessárias, um tratamento melhor e mais sensível aos riscos pode ser obtido através do processo de exame da fiscalização, e não através das necessidades mínimas de capital.

Para o risco operacional, a série de opções começa com o método padronizado e estende-se para incluir um método IRB básico e um método IRB avançado.

O foco do Pilar 1 para tratamento do risco operacional em todos os processos bancário. Em linha com seu método para risco de crédito e risco de mercado, o Comitê oferece diversos métodos para as necessidades mínimas de capital do risco operacional. Outros riscos que não sejam facilmente mensurados serão considerados no Acordo revisto, através do processo de exame da fiscalização.

### **3.4.2.1 Risco operacional**

Foi adotada uma definição padrão do setor sobre risco operacional: “o risco de perda direta ou indireta, resultante de inadequações ou falhas de processos internos, pessoas e sistemas, ou de eventos externos”.

## ***Necessidades mínimas de capital***

Em linha com seu objetivo de livrar-se do enfoque de tamanho único para a adequação de capital, são propostos uma série de métodos para o risco operacional. Essa série contínua atualmente abrange três métodos de sofisticação crescente (indicador básico, padronizado e mensuração interna) e é baseada no resultado de amplas discussões com o setor. O encargo de capital será baseado em um de uma série de indicadores, refletindo o valor do risco operacional enfrentado pelo banco.

Devido à escassez de dados de perdas, pesquisou-se uma série de organizações bancárias multinacionais para determinar o valor do capital econômico alocado a esse risco. O trabalho preliminar sugere que, em média, esses bancos tendem a reservar 20% do capital econômico para o risco operacional. Como uma primeira aproximação no desenvolvimento de encargos mínimos de capital, utilizou-se 20% do capital regulador mínimo conforme mensurado pelo Acordo de 1988, para estimar um nível indicador do percentual fixo (“fator alfa”) no método do indicador básico. Foi utilizado também 20% do capital regulador mínimo para fornecer uma técnica de ajuste potencial ao método padronizado.

O Comitê prevê autorizar aos bancos o emprego de métodos mais avançados para o risco operacional em bases de área de negócios individualmente. Por exemplo, os bancos podem apresentar o risco operacional em algumas áreas de negócios no método padronizado e utilizar o método interno de mensuração para outros. Entretanto, uma vez que o banco tenha um método aprovado para uso em enfoques mais avançados, ele não será autorizado a escolher a reversão para um método mais simples para tratamento do risco operacional. Geralmente, espera-se que os bancos internacionalmente ativos e bancos com significativa exposição a risco operacional utilizem um enfoque mais avançado do que o método do indicador básico. Espera-se que as autoridades de fiscalização encorajem isso, através dos Pilares 2 e 3.

## ***Série contínua de métodos***

O Método do Indicador Básico liga o encargo de capital do risco operacional a um indicador único, que serve como representante da exposição global de riscos

do banco. Por exemplo, se o resultado bruto for identificado como o indicador, cada banco manterá capital para o risco operacional igual a um percentual fixo (“fator alfa”) do resultado bruto.

O Método Padronizado, que poderá ser utilizado pelos bancos que atendem a certos padrões mínimos, desenvolve-se sobre o método do indicador básico pela divisão das atividades do banco em uma série de áreas de negócios padronizadas do setor (por exemplo, as finanças corporativas e os bancos de varejo), nas quais os bancos mapeiam sua estrutura interna. Dentro de cada área de negócios, o encargo de capital será calculado pela multiplicação de um indicador de risco operacional por um percentual fixo (“fator beta”).

Através das áreas de negócios, tanto o indicador quanto o fator beta podem diferir. O encargo de capital total do risco operacional será a soma dos encargos do capital regulador através de cada uma das áreas de negócios.

O Método Interno de Mensuração permite aos bancos distintos que atendem aos padrões mais severos da fiscalização basear-se em dados internos para fins do capital regulador. Os bancos coletarão três entradas de dados para um conjunto especificado de áreas de negócios e tipos de riscos: um indicador de exposição de risco operacional, mais os dados representando a probabilidade de que ocorra um evento de perda, e as perdas devidas a esses eventos. Para calcular o encargo de capital, o banco aplicará aos dados que coletou um percentual fixo (“fator gama”) que foi determinado pelo Comitê com base nos dados de todo o setor. Como no caso do método padronizado, o total de encargos de capital do risco operacional será a soma das necessidades de capital de cada área de negócios.

O Comitê acredita que a definição padrão das áreas de negócios, indicadores de riscos e eventos de perdas deveria aplicar-se, pelo menos nos estágios iniciais do desenvolvimento do método interno de mensuração. Um certo grau de padronização promoverá o desenvolvimento dos dados de perdas de todo o setor, e facilitará o processo de validação da fiscalização das metodologias internas dos bancos. O mapeamento provisório do Comitê sobre as áreas de negócios, tipos de riscos e indicadores de exposição, que reflete uma considerável discussão com o setor, é fornecido pelo Documento de Apoio.

O setor está em processo de desenvolvimento de dados que serão necessários para implementar o método interno de mensuração. Conforme os bancos ganham mais experiência no uso dos sistemas internos para mensurar o risco operacional, e conforme mais dados são coletados, o Comitê pretende examinar a possibilidade de fornecer maior flexibilidade aos bancos para definirem suas próprias áreas de negócios e indicadores de riscos.

### ***O conceito de “piso”***

À medida que os bancos movem-se pela série contínua de métodos, espera-se que as melhorias nas práticas de administração de riscos sejam refletidas em menores necessidades de capital para o risco operacional. Isso será conseguido através do ajuste dos fatores e, presumindo que a administração dos riscos melhore, através de dados específicos dos bancos refletindo um melhor ambiente de controle. Será limitada a redução no capital mantido para risco operacional quando um banco move-se do método padronizado para o método interno de mensuração pelo estabelecimento de um piso, abaixo do qual um capital necessário não pode cair. O Comitê examinará a necessidade da existência e do nível do piso, dois anos após a implementação do Novo Acordo.

### ***Padrões de administração do risco operacional***

Para utilizar o método interno de mensuração, os bancos necessitarão demonstrar o cumprimento a uma série de padrões. O Comitê pretende também desenvolver uma série de práticas sólidas para a identificação, monitoração e controle do risco operacional. Elas formarão os padrões específicos, porém são também destinadas a uma maior aplicabilidade, incluindo-se para aqueles bancos que utilizam o método do indicador básico. Além disso, o Comitê explorará mais as divulgações qualitativas e quantitativas de ambos os processos utilizados pelos bancos para administrar e controlar seus riscos operacionais, e os métodos dos bancos para calcular as necessidades mínimas de capital.

### ***Trabalho contínuo***

Além de desenvolver o ajuste do encargo do risco operacional, será necessário explorar formas de aumentar a sensibilidade de risco da estrutura do risco operacional.

Isso incluirá trabalhar em um índice de perfil de riscos no método interno de mensuração, um método de distribuição de perdas, e o reconhecimento das técnicas de diminuição de riscos.

Planeja-se também trabalhar com o setor no possível reconhecimento das técnicas de diminuição do risco operacional, inclusive com o uso de seguros. Esse trabalho será focalizado na identificação de técnicas que resultem numa redução e transferência de riscos, em vez de a troca de um risco por outro. O Comitê também avaliará a extensão com que esses dados de perdas refletem as diminuições do risco operacional.

### **3.4.3. PILAR 2: Processo de Exame de Fiscalização**

O exame da fiscalização é visto como um complemento crítico às necessidades mínimas de capital e à disciplina de mercado. O segundo pilar da nova estrutura pretende assegurar que cada banco tenha processos internos sólidos colocados para avaliar a adequação do seu capital, com base em uma avaliação completa dos seus riscos. As autoridades de fiscalização serão responsáveis pela avaliação de quão bem os bancos estão avaliando suas necessidades de adequação de capital em relação aos seus riscos, inclusive se os bancos estão apresentando adequadamente o relacionamento entre os diferentes tipos de riscos. Fazendo isso, as autoridades de fiscalização conduzirão, entre outras coisas, a sua experiência de melhores práticas através das instituições.

### **3.4.4. PILAR 3: Disciplina de Mercado**

O terceiro maior elemento do enfoque à adequação do capital é a disciplina de mercado. O Comitê enfatiza o potencial para disciplina de mercado para reforçar a regulação do capital e outros esforços fiscalizadores na promoção de segurança e solidez aos bancos e sistemas financeiros. Divulgações significativas dos bancos informam os participantes do mercado, facilitando uma efetiva disciplina de mercado. Foram sintetizadas seis amplas recomendações relativas a capital, exposição de risco e adequação de capital.

## 4 - A QUESTÃO EM ANÁLISE

Com a evolução tecnológica, muito foi investido pelas instituições financeiras em automação bancária como alternativa para baratear custos e oferecer bom atendimento aos clientes.

O acirramento de concorrência bancária, proveniente, sobretudo do processo de privatização de bancos estaduais implicou, também em diversificação dos canais de atendimento da clientela. Essa multiplicação de formas de acesso ao banco teve uma conseqüência nefasta sobre as perdas observadas nessas entidades.

Concomitante à evolução tecnológica observada na indústria financeira verificou-se um acréscimo no conhecimento e na sofisticação das formas de fraudar instituições financeiras. O investimento em segurança bancária também foi maciço ao longo das duas últimas décadas. Como conseqüência disso o assalto a banco tornou-se uma atividade extremamente complicada, desestimulando essa prática. As ocorrências migraram para formas mais elaboradas de se tentar obter dinheiro de forma ilícita, tais como: assalto a pessoas, seqüestros-relâmpago, assaltos a carros-forte, assaltos (ataques) a terminais de auto-atendimento e ataques virtuais. Entende-se por ataque qualquer tentativa anormal de obter valores em posse da instituição financeira que, direta ou indiretamente traga prejuízos computáveis à instituição.

Com a mudança na forma de atuação da atividade criminosa, os valores apurados como perdas nas áreas de ataques “virtuais” e a terminais de auto-atendimento ganharam importância e passaram a ser parcela significativa das perdas observadas nos bancos. As perdas provenientes de prática atribuídas a “hackers” passaram a ser apuradas em separado para evidenciar o acréscimo que esse tipo de atividade vem sofrendo ao longo do tempo.

Dentre segmentos de risco definidos pelo Comitê de Basileia, os ataques “virtuais” e a terminais de auto-atendimento são classificados como risco operacional.

As formas de mensuração de risco de mercado são amplamente difundidas e encontram no VAR um ícone, pois um único indicador é capaz de exprimir a percepção de risco a respeito de uma determinada carteira de ativos. Para o risco operacional, contudo, as variáveis são diferentes e a metodologia de apuração de risco ainda não é tão difundida quanto o VAR. Um indicador nos moldes do VAR para o risco operacional seria de grande utilidade uma vez que torna de fácil visualização para os administradores.

Para propor uma forma de apuração de um indicador de risco operacional, utilizamos a metodologia de séries temporais para procurar prever perdas num futuro próximo associadas às causas principais do risco operacional.

Espera-se com esse trabalho obter as perdas a que estará sujeita uma instituição financeira num futuro próximo devido ao risco operacional. Esses valores, permitirão aos administradores propor soluções e ações de mitigação que conduzam à redução dos valores futuros. Propor uma forma de apresentar por meio de um “número” – um indicador - qual o valor que uma instituição financeira “arrisca” perder num futuro próximo para manter-se em funcionamento em virtude de falhas operacionais.

Esse indicador será calculado pela soma aritmética das projeções das três causas mais significativas atribuídas ao risco operacional dentro de uma instituição financeira. A fórmula utilizada será:

$$I_{\text{perdas}} = \begin{array}{l} \text{estimativa de perdas por ataques a pessoas jurídicas} \quad + \\ \text{estimativa de perdas por ataques a pessoas físicas} \quad + \\ \text{estimativa de perdas por ataques a terminais de auto-} \\ \text{atendimento} \end{array}$$



## 5 - ANÁLISES DE SÉRIES DE PERDAS

### 5.1. Conceitos utilizados nas análises

Uma série temporal é um conjunto de observações de uma determinada variável  $y$  geradas seqüencialmente no tempo. Se o tempo evolui de forma contínua, tem-se uma série temporal contínua, ao passo que se a evolução do tempo se dá de forma discreta, a série é dita ser discreta.

Algumas características são particulares a este tipo de dados organizados em série, por exemplo:

- Observações correlacionadas são mais difíceis de analisar e requerem técnicas específicas;
- Precisamos levar em conta a ordem temporal das observações;
- Fatores complicadores como a presença de tendências e variação sazonal ou cíclica podem ser difíceis de estimar ou remover;
- A seleção de modelos pode ser bastante complicada, e as ferramentas podem ser de difícil interpretação;
- É mais difícil de lidar com observações perdidas e dados discrepantes devido à natureza seqüencial.

De um modo geral, os principais objetivos de se estudar séries temporais são:

- Descrição: propriedades da série, ex. o padrão de tendência, existência de variação sazonal, outliers, alterações estruturais;
- Explicação: usar a variação em uma série para explicar a variação em outra série;
- Predição: prever valores futuros com base em valores passados;
- Controle de processos: por exemplo controle estatístico de qualidade.

Dentre os objetivos do estudo de séries temporais, a previsão de valores que uma variável aleatória pode assumir no futuro será buscado neste trabalho.

A forma como os valores observados relacionam-se com suas variáveis explicativas pode ser dividida em determinística ou probabilística.

A dependência do rendimento da colheita em relação à temperatura, chuva, luz solar e fertilizantes, por exemplo, é de natureza estatística, já que as variáveis explicativas, embora certamente importantes, não permitirão ao agrônomo prever o rendimento da colheita com precisão por causa dos erros envolvidos na medição dessas variáveis, assim como de inúmeros outros fatores (variáveis) que no conjunto afetam o rendimento, mas que talvez sejam difíceis de identificar individualmente. Dessa maneira, na variável dependente “rendimento da colheita” haverá fatalmente alguma variabilidade aleatória ou “intrínseca” que não poderá ser plenamente explicada, por mais variáveis explicativas que consideremos (GUJARATI, 2000).

Nos fenômenos deterministas, por outro lado, lidamos com as relações como a mostrada, por exemplo, pela lei da gravidade de Newton, que diz: “Toda partícula no universo atrai todas as outras partículas com uma força diretamente proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas”. Simbolicamente,  $F = k(m_1 m_2 / r^2)$ , em que  $m_1$  e  $m_2$  são as massas dessas partículas,  $r$  = distância e  $k$  = constante de proporcionalidade (GUJARATI, 2000).

Diversos fenômenos do mundo real, em particular o comportamento de variáveis econômicas e financeiras, são caracterizados por elevado grau de incerteza. Para que previsões de tais fenômenos tenham validade, é necessário investigar o mecanismo gerador da série temporal que, geralmente, é de natureza aleatória. Torna-se mais adequado, então, fazer uso de processos de natureza probabilística, em vez daqueles com padrão determinístico, para descrever o comportamento de variáveis econômicas e financeiras.

A descrição de séries temporais é realizada mediante a utilização de modelos de processos estocásticos, cuja evolução se dá em conformidade com leis probabilísticas.

Kovacs (1996) ensina que um processo estocástico consiste de qualquer seqüência de variáveis aleatórias e onde todas as variáveis aleatórias são definidas sobre o mesmo espaço de probabilidade. Assim, um processo estocástico é uma função de dois argumentos

O valor observado em um instante  $t$  qualquer constitui-se num valor amostral da curva de distribuição de probabilidades associada à variável aleatória do processo estocástico no instante  $t$ . Cada variável aleatória apresenta características individuais, tais como sua própria média, sua própria variância, sua própria função de distribuição de probabilidades. Portanto, um processo estocástico constitui-se no conjunto de todas as trajetórias que uma variável aleatória seja capaz de assumir. Dados de qualquer série temporal podem ser pensados como sendo gerados por um processo estocástico ou aleatório; e um conjunto concreto de dados pode ser considerado como uma particular realização (isto é, uma amostra) do processo estocástico subjacente.

Uma hipótese simplificadora comumente assumida a respeito do processo estocástico é a de estacionariedade. Quando isto ocorre, está-se, implicitamente, dizendo que existe uma certa regularidade na série temporal. Porém, nem sempre um processo estocástico apresenta tal estabilidade hipotética. Por isto, os processos estocásticos são divididos em duas grandes classes:

- a) processos estocásticos não-estacionários; e
- b) processos estocásticos estacionários.

Um tipo de processo estocástico que tem recebido grande atenção e exame por parte dos analistas de séries temporais é o chamado processo estocástico estacionário.

Diz-se que um processo estocástico é estacionário se suas média e variância forem constantes ao longo do tempo e o valor da covariância entre dois períodos depender apenas da distância ou defasagem entre esses dois períodos, e não do período de tempo efetivo em que a covariância é calculada. Na literatura de séries temporais, um processo estocástico assim é conhecido como um processo fracamente estacionário.

Seja  $Y_t$  uma série temporal estocástica com as seguintes propriedades:

Média:  $E(Y_t) = \mu$

Variância:  $\text{var}(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = \sigma^2$

Covariância:  $\gamma_k = E[(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)]$

em que  $\gamma_k$ , a covariância na defasagem  $k$ , é a covariância entre os valores de  $Y_t$  e  $Y_{t+k}$ , ou seja, entre dois valores de  $Y$  separados por  $k$  períodos. Se  $k = 0$ , obtemos  $\gamma_0$ , que é simplesmente a variância de  $Y$  ( $= \sigma^2$ ); se  $k = 1$ ,  $\gamma_1$  é a covariância entre dois valores adjacentes de  $Y$ .

Suponha que mudemos a origem de  $Y$  de  $Y_t$  para  $Y_{t+m}$ . Agora, se  $Y_t$  for estacionária, a média, a variância e as autocovariâncias de  $Y_{t+m}$  devem ser iguais às de  $Y_t$ . Ou seja, se uma série temporal for [fracamente] estacionária, sua média, variância e autocovariância (a defasagens diversas) permanecem as mesmas independente do período de tempo em que sejam medidas.

Para que as previsões realizadas a partir de modelos de séries temporais sejam confiáveis, é fundamental que a série apresente algum tipo de regularidade no seu comportamento no longo prazo, um certo “equilíbrio estatístico”, pois se os valores futuros de uma série temporal fossem gerados de forma puramente aleatória – completamente ao acaso –, seria inútil o exercício de previsão, não servindo de apoio ao processo de tomada de decisão. Sob a perspectiva de longo prazo, busque-se a evidência de que as distribuições de probabilidades permaneceriam as mesmas com o passar do tempo. Ou seja: o processo estocástico não deveria se modificar ao longo do tempo. Desta forma, suas propriedades estatísticas não sofreriam alteração ao longo do tempo (MACIEIRA, 1999).

A característica principal de um processo auto-regressivo é a existência de autocorrelação entre as observações (JOHNSTON & DINARDO, 2001)

Um processo de médias móveis, apresenta a existência de autocorrelação entre os resíduos – cada observação da série pode também ser afetada pelos erros passados. Já o processo auto-regressivo e de médias móveis apresenta autocorrelação tanto entre as observações quanto entre os resíduos. Neste caso, o

processo estocástico apresenta simultaneamente características de um processo AR(p) e de um processo MA(q).

A característica principal de um processo auto-regressivo, integrado e de médias móveis é a sua não-estacionariedade. ENDERS (1995) lembra que muitas séries temporais econômicas não possuem média constante e grande parte exibe períodos de relativa tranqüilidade seguidos de períodos de alta volatilidade. Por sua vez, MORETTIN (2000) afirma que “retornos raramente apresentam tendências ou sazonalidades, com exceção eventualmente de retornos intradiários. Séries de taxas de câmbio podem apresentar tendências que variam no tempo”. Logo, são necessários métodos para ajustar séries não-estacionárias, de modo que a série transformada torne-se estacionária.

Uma forma bastante difundida para corrigir a não-estacionariedade de uma série temporal é o método de diferenciação, que se mostra adequado para um amplo conjunto de variáveis econômicas. Se a série for diferenciada somente uma vez e esta nova série for estacionária, então a série original é dita ser integrada de ordem 1: I(1). Se, entretanto, forem necessárias duas diferenciações – tomar a diferença da primeira diferença – para a série tornar-se estacionária, a série original é dita ser integrada de ordem 2: I(2). Mais geralmente, se a série temporal tiver de ser diferenciada d vezes (até que se torne estacionária), esta, em sua forma original, é dita ser integrada de ordem d: I(d) (GUJARATI, 2000).

Após tornar-se estacionária, a série obtida pode ser modelada por um processo ARMA(p,q). Contudo, diz-se que a série original segue um processo ARIMA(p,d,q).

## 5.2. Ferramentas Utilizadas

A literatura de finanças apresenta um importante fato estilizado relativo a séries financeiras: os quadrados dos retornos são autocorrelacionados, apresentando pequena correlação entre o retorno observado em t e o registrado em t-1, que gradualmente se reduz conforme aumenta a distância entre t e t-i, para i =

1, 2, ..., n (MORETTIN, 2003). Então, é imprescindível a análise da evolução da série ao longo do tempo, obtendo-se evidências sobre o seu comportamento. Pode-se afirmar que o conhecimento da estrutura de dependência serial de variável aleatória é condição necessária para o processo de descrição, de modelagem e de previsão do comportamento futuro da variável aleatória temporal.

Dessa forma, destacam-se as ferramentas comumente utilizadas no processo de análise de séries temporais:

- a) teste de raiz unitária;
- b) função de autocovariância;
- c) função de autocorrelação;
- d) função de autocorrelação parcial; e
- e) critérios de informação Akaike & Schwarz.

A primeira propriedade estatística testada numa série é a estacionariedade, pois grande parte dos modelos estocásticos assume a hipótese de estacionariedade para o processo gerador de dados.

MILLS (1993, p. 53) afirma que a teoria e prática do teste de raiz unitária produziram uma vasta literatura, a qual foi formalmente revista em FULLER (1985), PHILIPS & PERRON (1988), e DIEBOLD & NERLOVE (1990), bem como aplicada por pesquisadores como DICKEY, BELL & MULLER(1986) e DOLADO, JENKINSON & SOSVILLA-RIVERO(1990).

O teste formulado por Dickey & Fuller (1979) restringe-se a um processo gerador de dados AR(1) positivamente autocorrelacionado. Logo, possui abrangência bastante restrita, na medida em que opõe dois únicos processos possíveis.

ENDERS (1995) ensina que caso o processo gerador de dados apresente tanto componentes auto-regressivos quanto de médias móveis e mais de uma raiz unitária, ajustes são demandados para manter a validade do teste Dickey & Fuller.

Com o intuito de superar tal restrição, foi desenvolvido por Said & Dickey o teste Dickey-Fuller Aumentado (Augmented Dickey-Fuller – ADF).

Quando o teste de Dickey & Fuller é aplicado a modelos em que o termo de erro for autocorrelacionado, ele recebe a denominação de teste de Dickey-Fuller aumentado (ADF).

SAID & DICKEY (1984) demonstram que o teste Dickey-Fuller Aumentado mantém-se válido mesmo quando a série apresenta componentes de médias móveis  $MA(q)$ , desde que suficientes termos de diferenças defasadas sejam incluídas na regressão. A escolha do número de defasagens é fundamental para a eficiência do teste Dickey-Fuller Aumentado. Ele não pode ser muito grande, pois implica redução dos graus de liberdade e, portanto, da potência do teste. Tampouco não pode ser muito pequeno, pois não representaria adequadamente o verdadeiro processo gerador de dados. Adiante neste trabalho, serão apresentados os métodos mais utilizados para fixar o número de defasagens.

ENDERS (1995), apresenta um algoritmo para aplicação do teste ADF de raiz unitária. O autor sugere que se deve iniciar o teste sempre considerando a presença de tendência e constante na série de tempo. Como os testes de raiz unitária tendem a não rejeitar a hipótese nula ( $H_0$ : existe raiz unitária,  $H_a$ : a série é estacionária), então, se com essas condições é possível rejeitar a hipótese nula, não existe nenhuma necessidade de prosseguir. Logo, deve-se sempre tentar a rejeição da hipótese nula a partir dessa restrição mais forte, para somente após, relaxarmos essas restrições, caso não seja possível a rejeição de raiz unitária.

PHIPLIPS & PERRON(1988) desenvolveram uma generalização do procedimento de Dickey-Fuller que leva em consideração a natureza menos restritiva do processo de erro. O teste Phillips-Perron para raiz unitária pode ser aplicado para ampla gama de processos geradores de dados, uma vez que admite a possibilidade de heterocedasticidade dos resíduos e não pressupõe normalidade, características que se aproximam mais dos fatos estilizados verificados em séries financeiras.

A função de autocovariância é uma ferramenta importante para descrever a estrutura estocástica de uma série temporal, pois avalia a dependência das observações da série entre si sendo definida como:

Seja  $\{y_t, t \in \Pi\}$  um processo estocástico, tal que  $\text{Var}(y_t) < \infty \forall t \in \Pi$ , a função de autocovariância é definida como

$$\gamma(h) = \text{Cov}(y_t, y_{t+h})$$

A função de autocovariância possui as seguintes propriedades:

- i)  $\gamma(0) > 0$ ;
- ii)  $|\gamma(h)| \leq \gamma(0)$ ;
- iii)  $\gamma(h) = \gamma(-h), \forall h$ , ou seja, a função é par.

Essa medida depende da unidade de mensuração de  $y$ , portanto é conveniente normalizar as covariâncias dividindo-as pelo produto dos respectivos desvios padrão, dando origem à função de autocorrelação:

A função de autocorrelação de um processo estacionário  $\{y_t, t \in \Pi\}$  é

$$\rho(h) = \frac{\gamma(h)}{\gamma(0)},$$

em que  $\rho$  possui as propriedades de  $\gamma$  e a propriedade adicional de que  $|\rho(h)| \leq 1$ .

### 5.3. Considerações a respeito das séries avaliadas

Analisamos três séries com perdas diárias creditadas ao risco operacional entre 09.02.2002 e 22.04.2005. As observações referem-se a perdas nominais diárias por ataques de hackers a pessoas jurídicas e a pessoas físicas em todo o território nacional.

A série observada para ataques a Terminais de Auto-atendimento é mais longa: de janeiro de 2000 a junho de 2005. Essa série traz os valores efetivamente



roubados (em R\$) de terminais de auto-atendimento ao longo do período, medidos diariamente.

Dentre as séries analisadas, destaca-se a série com ataques a pessoas físicas como sendo a mais representativa em termos de perda para o banco. Os valores observados nesta série apresentam, ainda, uma tendência crescente uma vez que a tecnologia utilizada pelos “hackers” para suggestionar os clientes dos bancos evolui continuamente e os mecanismos de mitigação desse problema surgem sazonalmente (normalmente associados à uma determinada “brecha” explorada pelos criminosos). A Tabela 2 apresenta as estatísticas descritivas de cada uma das séries utilizadas nas análises.

Em face à representatividade dos valores observados dentro do universo de perdas operacionais, entende-se que um indicador calculado sobre esses valores seria representativo do risco de perda a que uma instituição financeira está sujeita frente ao risco operacional em um futuro próximo.

Embora a necessidade de manutenção de sigilo impeça que se expresse a significação das perdas estimadas em relação às perdas totais observadas, sabe-se que os eventos analisados são parcela importante dos riscos operacionais enfrentados, na atualidade, por instituições bancárias brasileiras.

Tabela 2 – Estatísticas descritivas das séries analisadas.

	<b>Ataques a clientes Pessoa Jurídica</b>	<b>Ataques a clientes Pessoa Física</b>	<b>Ataques a Terminais de auto-atendimento</b>
<b>Média</b>	67027.79	157974.39	44367.33
<b>Mediana</b>	58012.66	142296.11	28530.00
<b>Máximo</b>	441910.30	620511.53	515250.0
<b>Mínimo</b>	50.00	99.00	50.00
<b>Desvio Padrão</b>	61428.56	120435.82	53451.78
<b>Skewness</b>	1.570395	0.504725	2.886668
<b>Curtose</b>	7.610873	2.455686	16.49325
<b>Jarque-Bera</b>	893.5387	36.9370	12340.58
<b>Soma</b>	46182147	106474744.04	61005082
<b>Soma dos Desvios ao quadrado</b>	2.60E+12	9.76172161466e+12	3.93E+12

A análise das séries objetivou prever os valores esperados para as perdas no período subsequente, isto é, procurou-se com a análise das séries prever os valores de perda para o dia 25.04.2005. A soma dos valores previstos para esse dia comporá o indicador que estará em risco pela instituição financeira nesse dia.

#### 5.4. Série de perdas por ataques a clientes pessoas jurídicas:

A primeira série é referente a valores de perdas provenientes de ataques de hackers a pessoas jurídicas.

A Figura 3 apresenta o gráfico dos valores efetivos dos ataques a pessoas jurídicas.

A visualização da Figura 3 induz a idéia de que a série não é estacionária.

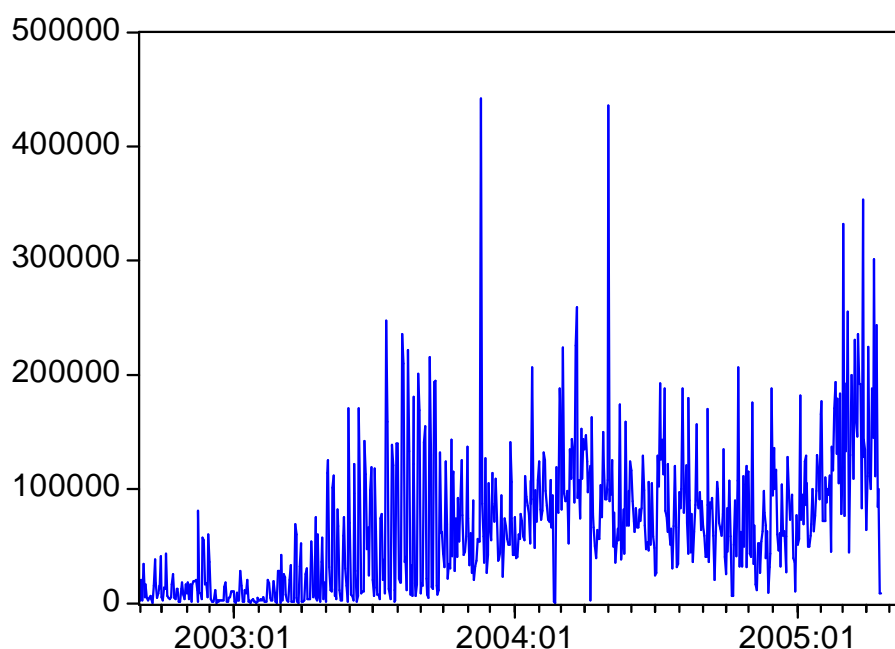


Figura 3 – Valores nominais obtidos em ataques a pessoas jurídicas (em R\$)

A análise de estacionariedade dessa série em nível por meio dos testes ADF (Augmented Dickey-Fuller); PP (Philips-Perron) e Kwiatkowski, Phillips, Schmidt, and Shin (KPSS) confirmou a suspeita da figura. Os valores estão tabelados abaixo.

Os testes ADF (Tabela 3) e PP (Tabela 4) foram realizados com inclusão de intercepto; tendência e intercepto e nem tendência nem intercepto. O teste KPSS (Tabela 5) foi realizado com a inclusão e intercepto e tendência e intercepto.

Tabela 3 – Ataques a pessoas jurídicas testes ADF Nível (Anexo 1, Anexo 2, Anexo 3)

ADF	Ho	Vlr. Teste	Vr. Crítico a 1%	Resultado
Intercepto	Série tem raiz unitária	-1.870629	-3.439824	Não rejeita Ho
Tendência e Intercepto	Série tem raiz unitária	-3.130906	-3.971727	Não rejeita Ho
Sem tendência nem intercepto	Série tem raiz unitária	-0.327547	-2.568397	Não rejeita Ho

Tabela 4 - Ataques a pessoas jurídicas - testes PP Nível (Anexo 4, Anexo 5, Anexo 6)

PP	Ho	Vlr. Teste	Vr. Crítico a 1%	Resultado
Intercepto	Série tem raiz unitária	-2.38247	-3.439626	Não rejeita Ho
Tendência e Intercepto	Série tem raiz unitária	-2.44000	-3.971448	Não rejeita Ho
Sem tendência nem intercepto	Série tem raiz unitária	-1.40347	-2.568327	Não rejeita Ho

Tabela 5 - Ataques a pessoas jurídicas - testes KPSS Nível (Anexo 7, Anexo 8)

KPSS	Ho	Vlr. Teste	Vr. Crítico a 1%	Resultado
Intercepto	Série é estacionária	2.311459	0.739000	Rejeita Ho
Tendência e Intercepto	Série é estacionária	0.283296	0.216000	Rejeita Ho
Sem tendência nem intercepto	-			-

A Figura 4 apresenta o gráfico da primeira diferença dos valores nominais dos ataques a pessoas jurídicas. A série parece ser estacionária (não tem raiz unitária em primeira diferença)

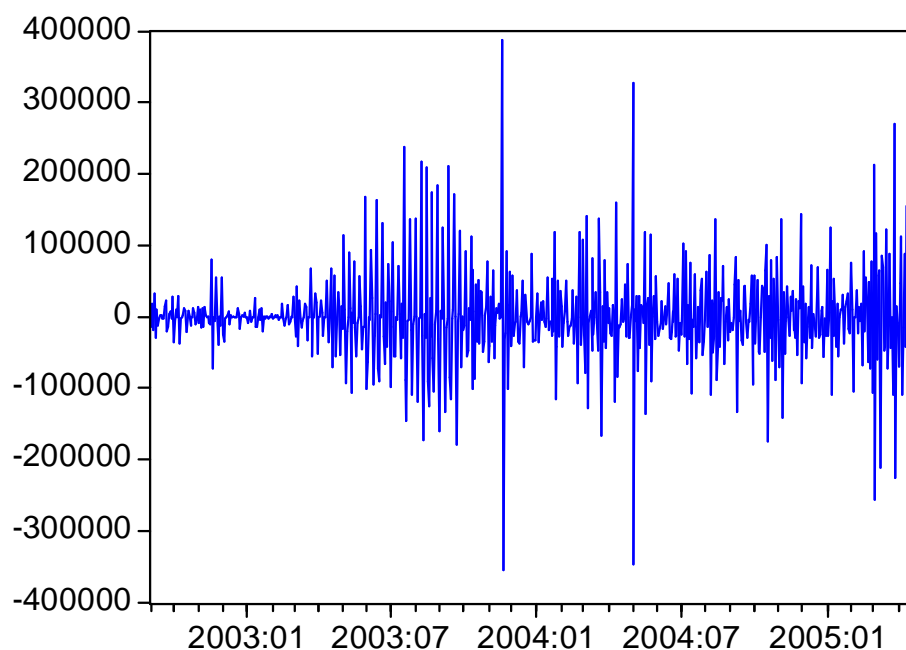


Figura 4 – Primeira diferença dos valores nominais obtidos em ataques a pessoas jurídicas (em R\$)

A análise de estacionariedade dessa série em primeira diferença por meio dos testes ADF (Augmented Dickey-Fuller); PP (Philips-Perron) e Kwiatkowski, Phillips, Schmidt, and Shin (KPSS) confirmou a suspeita da figura. Os valores estão tabelados.

Os testes ADF (Tabela 6) e PP (Tabela 7) foram realizados com inclusão de intercepto; tendência e intercepto e nem tendência nem intercepto. O teste KPSS (Tabela 8) foi realizado com a inclusão e intercepto e tendência e intercepto.

Tabela 6 – Ataques a pessoas jurídicas - testes ADF Primeira Diferença (Anexo 9, Anexo 10, Anexo 11)

ADF	Ho	Vlr. Teste	Vr. Crítico a 1%	Resultado
Intercepto	Série tem raiz unitária	-13.42168	-3.439824	Rejeita Ho
Tendência e Intercepto	Série tem raiz unitária	-13.40594	-3.971727	Rejeita Ho
Sem tendência nem intercepto	Série tem raiz unitária	-13.40997	-2.568397	Rejeita Ho

Tabela 7 - Ataques a pessoas jurídicas - testes PP Primeira Diferença (Anexo 12, Anexo 13, Anexo 14)

PP	Ho	Vlr. Teste	Vr. Crítico a 1%	Resultado
Intercepto	Série tem raiz unitária	-80.94838	-3.439640	Rejeita Ho
Tendência e Intercepto	Série tem raiz unitária	-80.85356	-3.971467	Rejeita Ho
Sem tendência nem intercepto	Série tem raiz unitária	-81.02771	-2.568332	Rejeita Ho

Tabela 8 - Ataques a pessoas jurídicas - testes KPSS Primeira Diferença (Anexo 15, Anexo 16)

KPSS	Ho	Vlr. Teste	Vr. Crítico a 1%	Resultado
Intercepto	Série estacionária é	0.005751	0.739000	Não rejeita Ho
Tendência e Intercepto	Série estacionária é	0.003556	0.216000	Não rejeita Ho
Sem tendência nem intercepto	-			-

O correlograma para a primeira diferença dessa série (Tabela 9) apresenta características de decrescimento exponencial (MA).

Tabela 9 - Correlograma para primeira diferença dos valores efetivados para ataques a PJ

Date: 09/09/06 Time: 10:03  
 Sample: 9/02/2002 4/21/2005  
 Included observations: 688

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.388	-0.388	104.06	0.000
		2 -0.110	-0.306	112.39	0.000
		3 -0.095	-0.350	118.60	0.000
		4 -0.005	-0.373	118.62	0.000
		5 0.240	-0.060	158.49	0.000
		6 -0.049	0.005	160.20	0.000
		7 -0.062	0.035	162.91	0.000
		8 -0.143	-0.120	177.27	0.000
		9 -0.026	-0.283	177.74	0.000
		10 0.273	-0.053	229.84	0.000
		11 -0.014	0.042	229.98	0.000
		12 -0.160	-0.074	247.92	0.000
		13 -0.043	-0.066	249.23	0.000
		14 -0.041	-0.193	250.42	0.000
		15 0.271	0.008	302.24	0.000
		16 -0.030	0.067	302.86	0.000
		17 -0.141	-0.003	316.83	0.000
		18 -0.053	-0.004	318.80	0.000
		19 -0.012	-0.050	318.91	0.000
		20 0.185	-0.034	343.17	0.000

Como a auto correlação cai a zero após um pequeno número de observações, isto significa que a série obedece a um processo “low-order moving-average” (MA).

De fato, o ajuste da equação por uma série MA(1), traz o seguinte correlograma de seus resíduos:









































Tabela 10 –Teste de resíduos - correlograma de resíduos para MA(1)

Date: 09/09/06 Time: 10:16

Sample: 9/03/2002 4/21/2005

Included observations: 688

Q-statistic probabilities adjusted for 1 ARMA term(s)

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.087	0.087	5.1715	
		2	-0.120	-0.129	15.205	0.000
		3	-0.121	-0.100	25.282	0.000
		4	0.050	0.056	26.992	0.000
		5	0.242	0.215	67.746	0.000
		6	-0.011	-0.054	67.835	0.000
		7	-0.159	-0.107	85.475	0.000
		8	-0.207	-0.161	115.29	0.000
		9	0.009	-0.010	115.35	0.000
		10	0.266	0.190	164.77	0.000
		11	0.028	-0.007	165.30	0.000
		12	-0.175	-0.100	186.92	0.000
		13	-0.098	0.013	193.61	0.000
		14	0.055	0.010	195.71	0.000
		15	0.287	0.167	254.01	0.000
		16	0.029	-0.012	254.60	0.000
		17	-0.177	-0.083	276.71	0.000
		18	-0.109	-0.001	285.12	0.000
		19	0.032	-0.009	285.86	0.000
		20	0.205	0.044	315.65	0.000

Porém a série apresenta ainda um comportamento AR. Ajustando o modelo por um ARIMA(2,1,1), temos o seguinte correlograma:

Tabela 11 - Representação do modelo ajustado ARIMA(2,1,1)

Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO)  
 Method: Least Squares  
 Date: 09/09/06 Time: 10:32  
 Sample(adjusted): 9/05/2002 4/21/2005  
 Included observations: 686 after adjusting endpoints  
 Convergence achieved after 7 iterations  
 Backcast: 9/04/2002

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	188.6751	127.1814	1.483512	0.1384
AR(2)	-0.137579	0.040748	-3.376366	0.0008
MA(1)	-0.924884	0.015775	-58.62794	0.0000
R-squared	0.425517	Mean dependent var	-17.00569	
Adjusted R-squared	0.423835	S.D. dependent var	65162.60	
S.E. of regression	49462.03	Akaike info criterion	24.46016	
Sum squared resid	1.67E+12	Schwarz criterion	24.47998	
Log likelihood	-8386.835	F-statistic	252.9475	
Durbin-Watson stat	1.853483	Prob(F-statistic)	0.000000	
Inverted MA Roots	.92			

O modelo ARMA(2,1) está mais bem ajustado segundo o critério de Akaike – 24,46016.

Realizamos o backtest retirando as últimas 100 observações da amostra e realizando a previsão para os valores retirados. A comparação entre os valores observados e os previstos está apresentada na Figura 5:

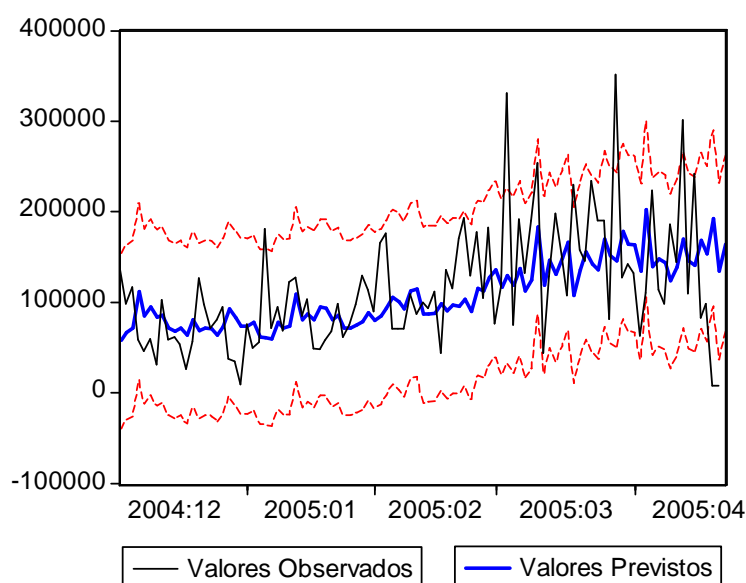


Figura 5 – Backtest com os últimos 100 valores observados na série de ataques a pessoa jurídica



Verifica-se pelo resultado do backtest que o modelo ARIMA ajustou bem a série de valores observados apresentando boa previsibilidade até aproximadamente 60 dias (após esse período, observamos alguns valores extrapolando os intervalos de confiança). Os valores observados encontram-se dentro dos intervalos de confiança em 96% dos períodos previstos.

Isso representa um bom ajuste do modelo à série e permite realizar a previsão para o mês seguinte à última data da série. Fazendo a previsão para o período compreendido entre 22.04.2005 e 20.05.2005, obtemos a Figura 6:

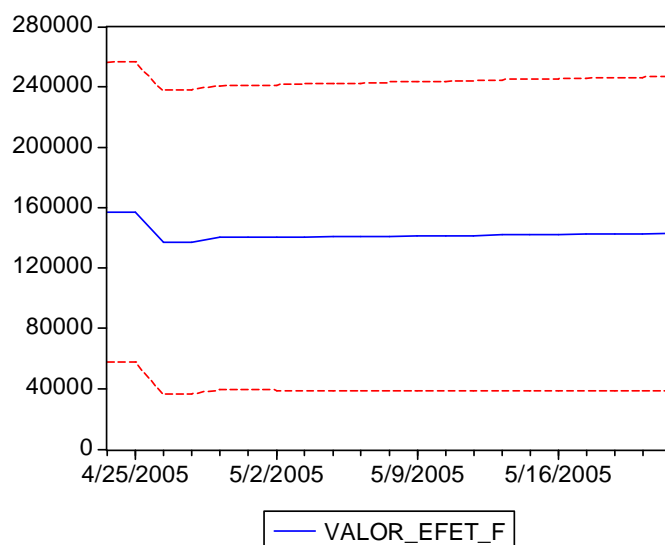


Figura 6 - Representação gráfica da previsão da série

Realizada a previsão para o mês subsequente, identificamos que o valor estimado para as perdas por ataques a pessoas jurídicas para o dia 25.04.2005 é de R\$ 157.153,88. Este valor comporá um indicador que procurará estimar a perda proveniente de risco operacional num futuro próximo.

Comparando-se o valor obtido com o efetivamente observado no dia (R\$ 171.250,00) obtemos um erro de 8,2%. Trata-se de um erro aceitável dentro das condições da instituição financeira, sendo, portanto, mais um indicador de que o modelo ARIMA ajustou-se bem à série de valores observados.

## 5.5. Série de ataques a clientes pessoas físicas:

A segunda série é referente a valores de perdas provenientes de ataques de hackers a pessoas físicas em valores nominais em todo o território nacional.

A Figura 7 apresenta o gráfico dos valores efetivos dos ataques a pessoas jurídicas. A série não parece ser estacionária.

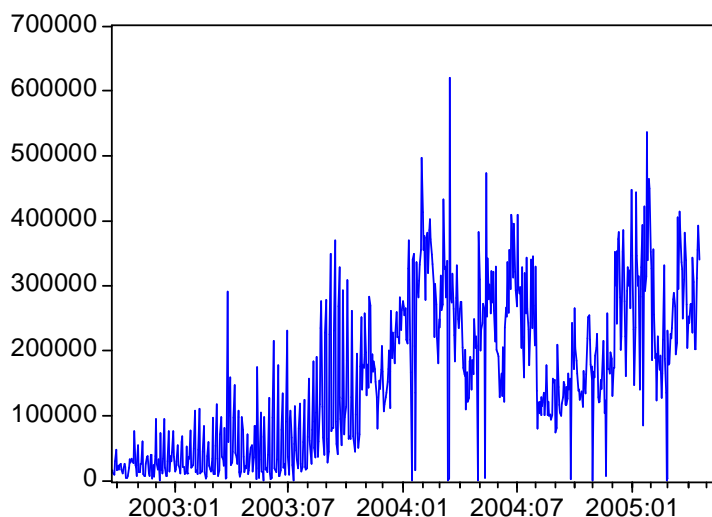


Figura 7 – Valores nominais obtidos em ataques a pessoas físicas (em R\$)

A análise de estacionariedade dessa série em nível por meio dos testes ADF (Augmented Dickey-Fuller); PP (Philips-Perron) e Kwiatkowski, Phillips, Schmidt, and Shin (KPSS) confirmou a suspeita da não estacionariedade. Os valores estão tabelados.

Os testes ADF (Tabela 12) e PP (Tabela 13) foram realizados com inclusão de intercepto; tendência e intercepto e nem tendência nem intercepto. O teste KPSS (Tabela 14) foi realizado com a inclusão e intercepto e tendência e intercepto.

Tabela 12 – Ataques a pessoas físicas - testes ADF Nível (Anexo 17, Anexo 18, Anexo 19)

ADF	Ho	Vlr. Teste	Vr. Crítico a 1%	Resultado
Intercepto	Série tem raiz unitária	-2.443425	-3.439824	Não rejeita Ho
Tendência e Intercepto	Série tem raiz unitária	-3.918473	-3.971727	Não rejeita Ho
Sem tendência nem intercepto	Série tem raiz unitária	-0.847191	-2.568397	Não rejeita Ho

Tabela 13 - Ataques a pessoas físicas - testes PP Nível (Anexo 20, Anexo 21, Anexo 22)

PP	Ho	Vlr. Teste	Vr. Crítico a 1%	Resultado
Intercepto	Série tem raiz unitária	-13.28075	-3.439626	Não rejeita Ho
Tendência e Intercepto	Série tem raiz unitária	-19.62934	-3.971448	Não rejeita Ho
Sem tendência nem intercepto	Série tem raiz unitária	-5.202363	-2.568327	Não rejeita Ho

Tabela 14 - Ataques a pessoas físicas - testes KPSS Nível (Anexo 23, Anexo 24)

KPSS	Ho	Vlr. Teste	Vr. Crítico a 1%	Resultado
Intercepto	Série é estacionária	2.201914	0.739000	Rejeita Ho
Tendência e Intercepto	Série é estacionária	0.282162	0.216000	Rejeita Ho
Sem tendência nem intercepto	-	-	-	-

A Figura 8 apresenta o gráfico da primeira diferença valores efetivos dos ataques a pessoas jurídicas.

A visualização da Figura 8 induz a idéia de que a série é estacionária (não tem raiz unitária em primeira diferença).

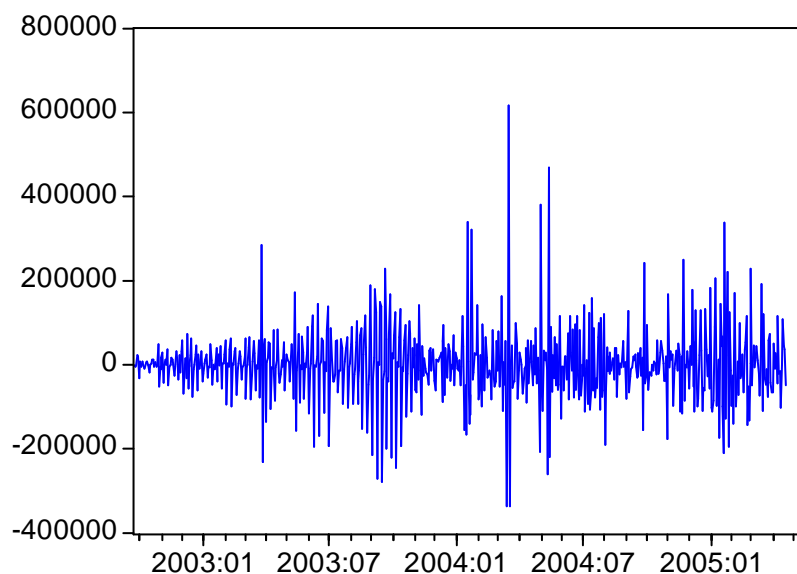


Figura 8 – Primeira diferença dos valores nominais obtidos em ataques a pessoas físicas (em R\$)

A análise de estacionariedade dessa série em primeira diferença por meio dos testes ADF (Augmented Dickey-Fuller); PP (Philips-Perron) e Kwiatkowski, Phillips, Schmidt, and Shin (KPSS) confirmou a suspeita da figura. Os valores estão tabelados.

Os testes ADF (Tabela 15) e PP (Tabela 16) foram realizados com inclusão de intercepto; tendência e intercepto e nem tendência nem intercepto. O teste KPSS (Tabela 17) foi realizado com a inclusão e intercepto e tendência e intercepto.

Tabela 15 – Ataques a pessoas físicas - testes ADF Primeira Diferença (Anexo 25, Anexo 26, Anexo 27)

ADF	Ho	Vlr. Teste	Vr. Crítico a 1%	Resultado
Intercepto	Série tem raiz unitária	-13.42168	-3.439824	Rejeita Ho
Tendência e Intercepto	Série tem raiz unitária	-13.40594	-3.971727	Rejeita Ho
Sem tendência nem intercepto	Série tem raiz unitária	-13.40997	-2.568397	Rejeita Ho

Tabela 16 - Ataques a pessoas físicas - testes PP Primeira Diferença (Anexo 28, Anexo 29, Anexo 30)

PP	Ho	Vlr. Teste	Vr. Crítico a 1%	Resultado
Intercepto	Série tem raiz unitária	-80.94838	-3.439640	Rejeita Ho
Tendência e Intercepto	Série tem raiz unitária	-80.85356	-3.971467	Rejeita Ho
Sem tendência nem intercepto	Série tem raiz unitária	-81.02771	-2.568332	Rejeita Ho

Tabela 17 - Ataques a pessoas físicas - testes KPSS Primeira Diferença (Anexo 31, Anexo 32)

KPSS	Ho	Vlr. Teste	Vr. Crítico a 1%	Resultado
Intercepto	Série é estacionária	0.005751	0.739000	Não rejeita Ho
Tendência e Intercepto	Série é estacionária	0.003556	0.216000	Não rejeita Ho
Sem tendência nem intercepto	-			-

O correlograma para a primeira diferença dessa série (Tabela 18) apresenta características de decrescimento exponencial (MA).

Tabela 18 - Correlograma para primeira diferença dos valores obtidos em ataques a pessoas físicas

Date: 09/09/06 Time: 10:45  
 Sample: 9/23/2002 5/20/2005  
 Included observations: 673

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.341	-0.341	78.409	0.000
		2 -0.160	-0.312	95.738	0.000
		3 -0.042	-0.276	96.961	0.000
		4 -0.146	-0.451	111.42	0.000
		5 0.396	0.063	218.09	0.000
		6 -0.122	-0.041	228.15	0.000
		7 -0.051	0.031	229.90	0.000
		8 -0.060	-0.047	232.40	0.000
		9 -0.147	-0.195	247.13	0.000
		10 0.354	0.085	333.06	0.000
		11 -0.079	0.050	337.30	0.000
		12 -0.096	-0.006	343.63	0.000
		13 -0.061	-0.080	346.19	0.000
		14 -0.100	-0.139	353.03	0.000
		15 0.312	0.033	420.28	0.000
		16 -0.095	-0.044	426.58	0.000
		17 -0.030	0.028	427.19	0.000
		18 -0.093	-0.074	433.24	0.000
		19 -0.071	-0.060	436.70	0.000
		20 0.274	0.035	488.91	0.000

Como a auto correlação cai a zero após um pequeno número de observações, isto significa que a série obedece a um processo “low-order moving-average” (MA).

De fato, o ajuste da equação por uma série MA(1), traz o seguinte correlograma de seus resíduos:









































Tabela 19 –Teste de resíduos - correlograma de resíduos para MA(1)

Date: 09/09/06 Time: 11:05

Sample: 9/24/2002 4/21/2005

Included observations: 673

Q-statistic probabilities adjusted for 1 ARMA term(s)

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.114	0.114	8.8141	
		2 -0.143	-0.158	22.725	0.000
		3 -0.116	-0.082	31.886	0.000
		4 -0.018	-0.016	32.096	0.000
		5 0.348	0.338	114.24	0.000
		6 0.008	-0.102	114.28	0.000
		7 -0.109	-0.015	122.39	0.000
		8 -0.140	-0.100	135.78	0.000
		9 -0.068	-0.037	138.98	0.000
		10 0.268	0.156	188.30	0.000
		11 -0.027	-0.105	188.82	0.000
		12 -0.181	-0.111	211.34	0.000
		13 -0.169	-0.085	231.02	0.000
		14 -0.055	-0.012	233.12	0.000
		15 0.238	0.083	272.21	0.000
		16 -0.027	-0.075	272.69	0.000
		17 -0.119	-0.007	282.42	0.000
		18 -0.163	-0.090	300.94	0.000
		19 -0.046	0.008	302.42	0.000
		20 0.198	0.012	329.73	0.000

Porém a série apresenta ainda um comportamento AR. Ajustando o modelo por um ARMA(1,1), temos o seguinte correlograma:









































Tabela 20 –Teste de resíduos - correlograma de resíduos para ARMA(1,1)

Date: 09/09/06 Time: 11:08

Sample: 9/25/2002 4/21/2005

Included observations: 672

Q-statistic probabilities adjusted for 2 ARMA term(s)

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.019	0.019	0.2424	
		2	-0.097	-0.098	6.6521	
		3	-0.051	-0.047	8.3806	0.004
		4	-0.024	-0.032	8.7746	0.012
		5	0.371	0.367	102.33	0.000
		6	-0.010	-0.039	102.40	0.000
		7	-0.070	-0.005	105.75	0.000
		8	-0.098	-0.092	112.31	0.000
		9	-0.083	-0.071	116.99	0.000
		10	0.283	0.160	171.86	0.000
		11	-0.043	-0.069	173.12	0.000
		12	-0.150	-0.110	188.65	0.000
		13	-0.134	-0.093	201.03	0.000
		14	-0.074	-0.031	204.78	0.000
		15	0.240	0.095	244.49	0.000
		16	-0.055	-0.057	246.60	0.000
		17	-0.096	0.000	252.91	0.000
		18	-0.144	-0.087	267.36	0.000
		19	-0.062	-0.002	269.98	0.000
		20	0.202	0.030	298.28	0.000



O valor do critério de Akaike, reduz-se de 25,21399 no modelo MA(1) para 25,19800 usando o modelo ARIMA(1,1,1). Dessa forma, o modelo ARIMA(1,1,1) está mais bem ajustado segundo o critério de Akaike.

Tabela 21 — Representação do modelo ajustado ARIMA(1,1,1)

Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO,1)

Method: Least Squares

Date: 09/09/06 Time: 11:11

Sample(adjusted): 9/25/2002 4/21/2005

Included observations: 672 after adjusting endpoints

Convergence achieved after 9 iterations

Backcast: 9/24/2002

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	434.8323	485.6545	0.895353	0.3709
AR(1)	0.180322	0.047543	3.792830	0.0002
MA(1)	-0.857108	0.024948	-34.35546	0.0000
R-squared	0.321222	Mean dependent var	487.3198	
Adjusted R-squared	0.319193	S.D. dependent var	86688.31	
S.E. of regression	71527.42	Akaike info criterion	25.19800	
Sum squared resid	3.42E+12	Schwarz criterion	25.21814	
Log likelihood	-8463.529	F-statistic	158.2974	
Durbin-Watson stat	1.961984	Prob(F-statistic)	0.000000	
Inverted AR Roots	.18			
Inverted MA Roots	.86			

Realizamos o backtest retirando as últimas 100 observações da amostra e realizando a previsão para os valores retirados. A comparação entre os valores observados e os previstos está apresentada na Figura 9:

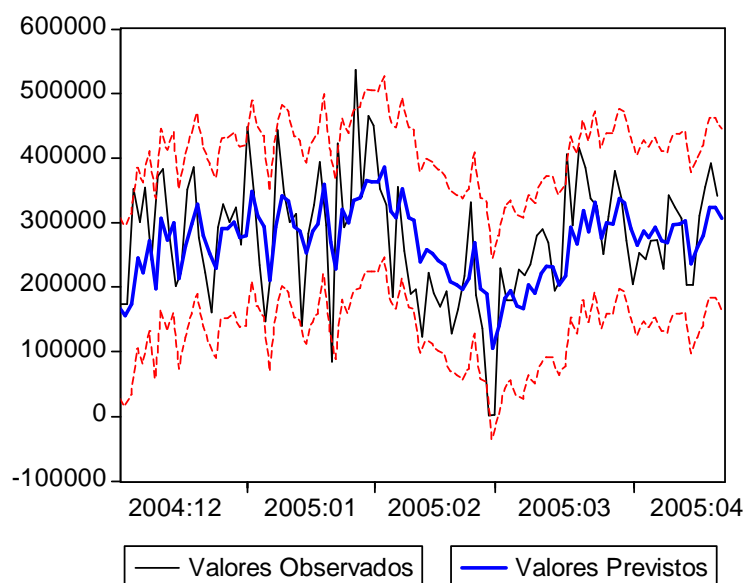


Figura 9 – Backtest com os últimos 100 valores observados na série de ataques a pessoa física

Verifica-se pelo resultado do backtest que, de fato, o modelo ARIMA se ajustou bem à série de valores observados apresentando boa previsibilidade dentro de todo o período analisado. Os valores observados encontram-se dentro dos intervalos de confiança em 97% dos períodos previstos.

Isso permite realizar a previsão para o mês seguinte à última data da série:

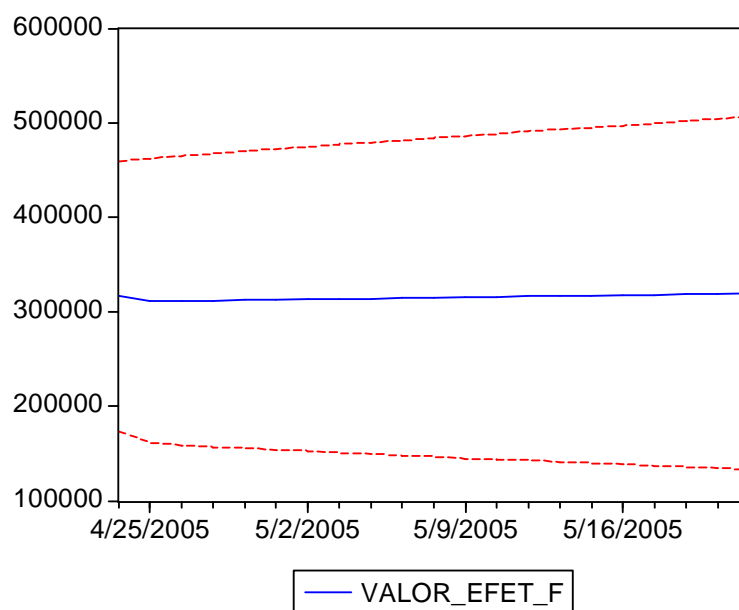


Figura 10 –Representação gráfica da previsão de uma série por um modelo ARMA (1,1,1)

Realizada a previsão e observando os valores na tabela, observamos que o valor de perdas nominais previsto para o dia 25.04.2005 proveniente de ataques a pessoas físicas é de R\$ 312.004,50. Este valor comporá um indicador que procurará estimar a perda proveniente de risco operacional num futuro próximo.

Comparando-se o valor obtido com o efetivamente observado no dia (R\$ 299.500,00) obtemos um erro de 4,1%. Trata-se de um erro pequeno em relação aos valores em questão, sendo, portanto, mais um indicador de que o modelo ajustou-se bem à série de valores observados.

## 5.6. Série de perdas por ataques a terminais de auto-atendimento:

A última série é referente a valores de perdas provenientes de ataques a terminais de auto-atendimento.

Nesse caso, a série é mais longa, com valores nominais obtidos entre janeiro de 2000 e junho de 2005. Os dados da série que não encontram correspondentes nas outras duas séries avaliadas foram suprimidos nas análises de forma a permitir realizar previsão para o dia 24.05.2005. A comparação com o valor efetivamente observado nesse dia servirá, também, para avaliar a precisão da previsão realizada.

A Figura 11 apresenta os valores que foram subtraídos com sucesso em ataques a terminais de auto-atendimento no período analisado.

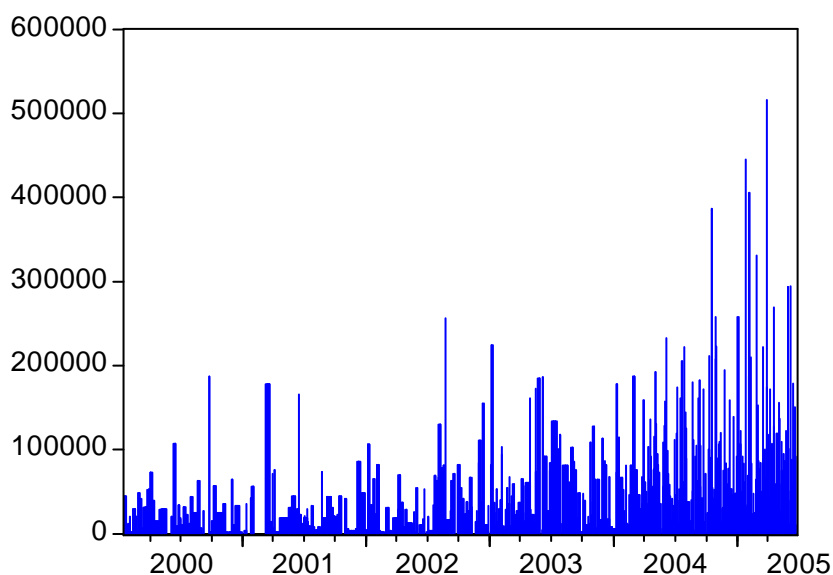


Figura 11 – Valores nominais obtidos em ataques a terminais de auto-atendimento (em R\$)

A análise de estacionariedade dessa série em nível por meio dos testes ADF (Augmented Dickey-Fuller); PP (Phillips-Perron) e Kwiatkowski, Phillips, Schmidt, and Shin (KPSS) confirmou a estacionariedade da série. Os valores estão tabelados.

Os testes ADF (Tabela 22) e PP (Tabela 23) foram realizados com inclusão de intercepto; tendência e intercepto e nem tendência nem intercepto. O teste KPSS (Tabela 24) foi realizado com a inclusão e intercepto e tendência e intercepto.

Tabela 22 – Ataques a TAA testes ADF Nível (Anexo 33, Anexo 34, Anexo 35)

ADF	Ho	Vlr. Teste	Vr. Crítico a 1%	Resultado
Intercepto	Série tem raiz unitária	-19.76054	-3.439824	Rejeita Ho
Tendência e Intercepto	Série tem raiz unitária	-21.45087	-3.971727	Rejeita Ho
Sem tendência nem intercepto	Série tem raiz unitária	-4.672222	-2.568397	Rejeita Ho

Tabela 23 - Ataques a TAA testes PP Nível (Anexo 36, Anexo 37, Anexo 38)

PP	Ho	Vlr. Teste	Vr. Crítico a 1%	Resultado
Intercepto	Série tem raiz unitária	-22.29837	-3.439626	Rejeita Ho
Tendência e Intercepto	Série tem raiz unitária	-21.95018	-3.971448	Rejeita Ho
Sem tendência nem intercepto	Série tem raiz unitária	-18.87482	-2.568327	Rejeita Ho

Tabela 24 - Ataques a TAA testes KPSS Nível (Anexo 39, Anexo 40)

KPSS	Ho	Vlr. Teste	Vr. Crítico a 1%	Resultado
Intercepto	Série é estacionária	3.042830	0.739000	Não rejeita Ho
Tendência e Intercepto	Série é estacionária	0.201851	0.216000	Não rejeita Ho
Sem tendência nem intercepto	-			-

O correlograma em nível dos valores obtidos em ataques a terminais de auto-atendimento (Tabela 25) apresenta características de decrescimento exponencial (MA).

Tabela 25 - Correlograma da série de valores obtidos em ataques a terminais de auto-atendimento

Date: 11/15/06 Time: 13:19 Sample: 1/17/2000 4/22/2005 Included observations: 1375						
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.557	0.557	427.26	0.000
		2	0.318	0.012	566.73	0.000
		3	0.235	0.078	643.03	0.000
		4	0.223	0.088	711.76	0.000
		5	0.194	0.031	763.77	0.000
		6	0.179	0.050	808.23	0.000
		7	0.170	0.040	848.28	0.000
		8	0.135	-0.005	873.68	0.000
		9	0.165	0.090	911.35	0.000
		10	0.114	-0.054	929.27	0.000
		11	0.092	0.015	940.98	0.000
		12	0.099	0.032	954.62	0.000
		13	0.098	0.003	967.96	0.000
		14	0.088	0.011	978.82	0.000
		15	0.082	0.011	988.23	0.000
		16	0.112	0.055	1005.8	0.000
		17	0.124	0.036	1027.1	0.000
		18	0.124	0.018	1048.7	0.000
		19	0.110	0.013	1065.5	0.000
		20	0.122	0.044	1086.4	0.000

Identifica-se um comportamento “low-order moving-average” (MA). De fato, o ajuste da equação por uma série MA(1), traz o seguinte correlograma de seus resíduos:

Tabela 26 –Teste de resíduos - correlograma de resíduos para MA(1)

Date: 11/15/06 Time: 13:25

Sample: 1/17/2000 4/22/2005

Included observations: 1375

Q-statistic probabilities adjusted for 1 ARMA term(s)

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.119	0.119	19.393	
		2	0.264	0.253	115.39	0.000
		3	0.088	0.038	126.13	0.000
		4	0.168	0.098	165.16	0.000
		5	0.107	0.060	180.94	0.000
		6	0.103	0.027	195.67	0.000
		7	0.130	0.077	218.96	0.000
		8	0.041	-0.027	221.25	0.000
		9	0.146	0.086	250.96	0.000
		10	0.046	0.002	253.87	0.000
		11	0.056	-0.029	258.17	0.000
		12	0.065	0.036	263.99	0.000
		13	0.057	0.010	268.49	0.000
		14	0.062	0.015	273.81	0.000
		15	0.033	-0.002	275.35	0.000
		16	0.085	0.040	285.37	0.000
		17	0.063	0.040	290.82	0.000
		18	0.085	0.030	300.91	0.000
		19	0.064	0.019	306.55	0.000
		20	0.061	0.012	311.80	0.000

Porém a série ainda apresenta um comportamento MA no segundo lag. Ajustando o modelo por um MA(2), temos o seguinte correlograma:









































Tabela 27 – Teste de resíduos - correlograma de resíduos para MA(2)

Date: 11/15/06 Time: 13:28

Sample: 1/17/2000 4/22/2005

Included observations: 1375

Q-statistic probabilities adjusted for 2 ARMA term(s)

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.021	0.021	0.5950	
		2 0.069	0.069	7.2463	
		3 0.143	0.141	35.493	0.000
		4 0.100	0.094	49.365	0.000
		5 0.071	0.053	56.350	0.000
		6 0.085	0.055	66.297	0.000
		7 0.098	0.067	79.563	0.000
		8 0.007	-0.026	79.623	0.000
		9 0.134	0.100	104.44	0.000
		10 0.031	-0.004	105.75	0.000
		11 0.022	-0.009	106.39	0.000
		12 0.057	0.016	110.88	0.000
		13 0.047	0.016	113.95	0.000
		14 0.040	0.017	116.14	0.000
		15 0.018	-0.008	116.58	0.000
		16 0.065	0.032	122.53	0.000
		17 0.051	0.040	126.21	0.000
		18 0.065	0.039	132.14	0.000
		19 0.028	0.001	133.23	0.000
		20 0.058	0.031	137.90	0.000

Verificamos, por fim um comportamento AR. Dessa forma o ajuste por um modelo ARMA (1,2) apresenta o seguinte correlograma:

Tabela 28 –Teste de resíduos - correlograma de resíduos para ARMA(1,2)

Date: 11/15/06 Time: 13:32  
Sample: 1/18/2000 4/22/2005  
Included observations: 1374  
Q-statistic probabilities adjusted for 3 ARMA term(s)

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.016	0.016	0.3460	
		2	0.024	0.024	1.1246	
		3	-0.064	-0.065	6.8365	
		4	0.008	0.009	6.9195	0.009
		5	-0.019	-0.016	7.4105	0.025
		6	-0.009	-0.013	7.5278	0.057
		7	0.029	0.032	8.6995	0.069
		8	-0.050	-0.053	12.178	0.032
		9	0.075	0.075	19.942	0.003
		10	-0.027	-0.024	20.925	0.004
		11	-0.022	-0.032	21.589	0.006
		12	0.002	0.017	21.595	0.010
		13	0.000	-0.006	21.595	0.017
		14	-0.002	-0.004	21.599	0.028
		15	-0.028	-0.023	22.704	0.030
		16	0.027	0.020	23.744	0.034
		17	0.018	0.027	24.171	0.044
		18	0.033	0.021	25.724	0.041
		19	0.000	0.002	25.724	0.058
		20	0.009	0.013	25.830	0.078

O teste de Akaike para o modelo MA(1) é 24,32320, para o modelo MA(2) é 24,26816 e para o modelo ARMA(1,2) é 24,23093.

Dessa forma, o modelo ARMA(1,2) está mais bem ajustado segundo o critério de Akaike.



Tabela 29 - Representação do modelo ajustado ARMA(1,2)

Dependent Variable: VALOR\_EFETIVADO  
 Method: Least Squares  
 Date: 11/15/06 Time: 13:36  
 Sample(adjusted): 1/18/2000 4/22/2005  
 Included observations: 1374 after adjusting endpoints  
 Convergence achieved after 11 iterations  
 Backcast: 1/14/2000 1/17/2000

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	44526.29	3827.666	11.63275	0.0000
AR(1)	0.872137	0.031457	27.72515	0.0000
MA(1)	-0.354910	0.043434	-8.171248	0.0000
MA(2)	-0.234770	0.035587	-6.597011	0.0000
R-squared	0.320118	Mean dependent var	44366.93	
Adjusted R-squared	0.318630	S.D. dependent var	53471.24	
S.E. of regression	44137.92	Akaike info criterion	24.23093	
Sum squared resid	2.67E+12	Schwarz criterion	24.24615	
Log likelihood	-16642.65	F-statistic	215.0189	
Durbin-Watson stat	1.961973	Prob(F-statistic)	0.000000	
Inverted AR Roots	.87			
Inverted MA Roots	.69	-.34		

Realizamos o backtest retirando as últimas 100 observações da amostra e realizando a previsão para os valores retirados. A comparação entre os valores observados e os previstos está apresentada na Figura 12:

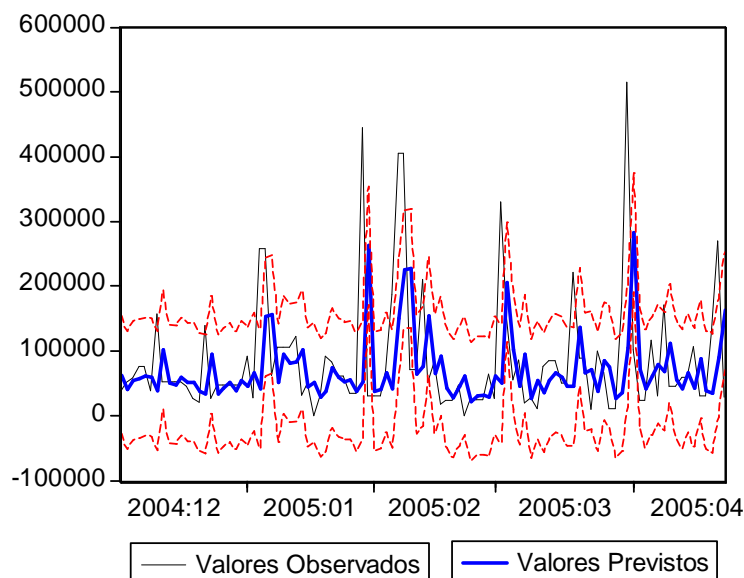


Figura 12 – Backtest com os últimos 100 valores observados na série de ataques a TAA

Verifica-se pelo resultado do backtest que, de fato, o modelo ARMA se ajustou bem à série de valores observados apresentando boa previsibilidade em todo período. Os valores observados encontram-se dentro dos intervalos de confiança em 94% dos períodos previstos.

Isso permite realizarmos a previsão para o mês seguinte à última data da série:

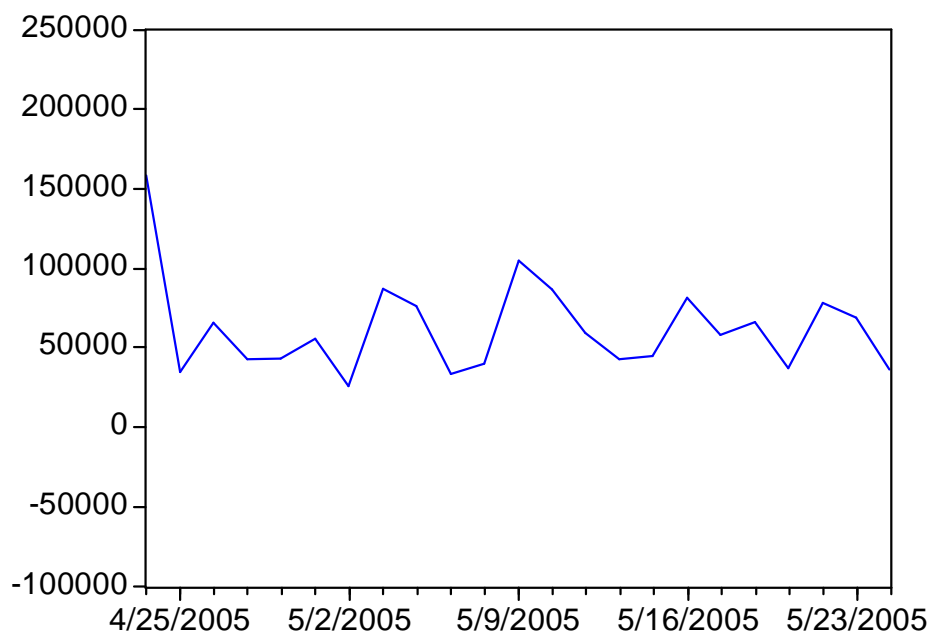


Figura 13 – Representação gráfica da previsão dos valores nominais obtidos em ataques a TAA (em R\$)

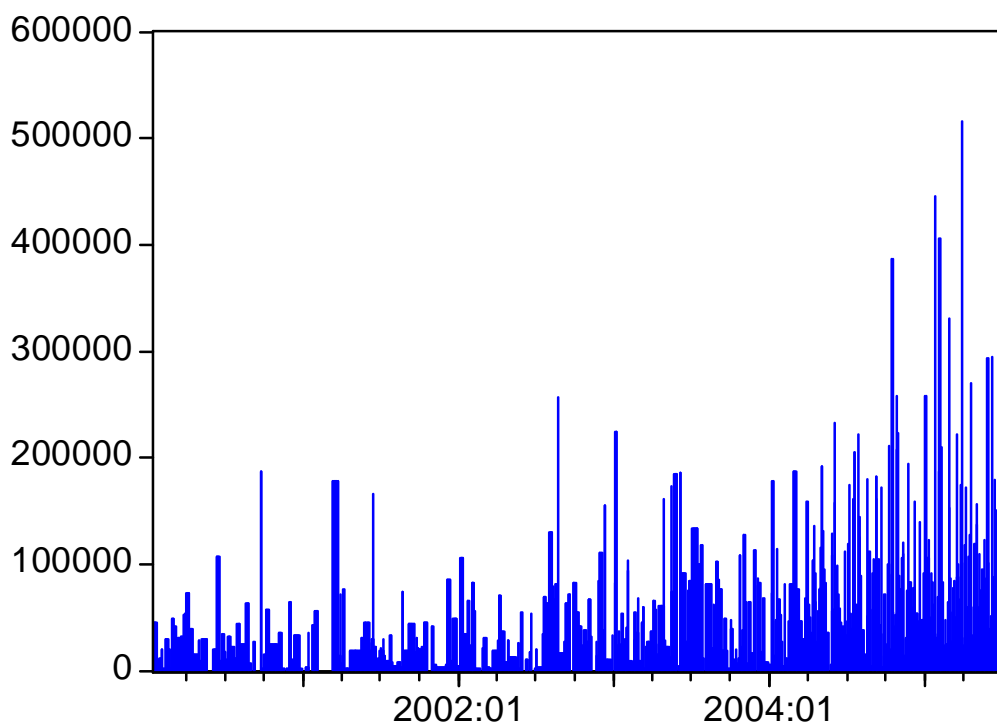


Figura 14 – Série de valores nominais obtidos por ataques a terminais de auto-atendimento incluindo a previsão.(em R\$)

Realizada a previsão da série, obtemos o valor de perdas previstos para perdas por ataques a terminais de auto-atendimento no dia 25.04.2005, que é de R\$ 34.600,56. Comparando-se o valor obtido com o efetivamente observado no dia (R\$ 33.500,00) obtemos um erro de 3,3%. Este valor comporá um indicador que procurará estimar a perda proveniente de risco operacional num futuro próximo.

## 5.7. Conjugação dos resultados obtidos nas previsões

Espera-se com esse trabalho obter as perdas a que estará sujeita uma instituição financeira num futuro próximo devido ao risco operacional. Esses valores, permitirão aos administradores propor soluções e ações de mitigação que conduzam à redução dos valores futuros. Propor uma forma de apresentar por meio de um “número” – um indicador - qual o valor que uma instituição financeira “arrisca” perder num futuro próximo para manter-se em funcionamento em virtude de falhas operacionais.

A partir de séries de observações desses eventos ocorridos no passado, pode-se chegar a valores estimados de perdas para uma data futura. Esses valores podem ser tomados como uma quantificação do risco associado a tais eventos; sua análise, ao longo do tempo, configura-se como instrumento relevante de acompanhamento de riscos pela direção da instituição, informando a política de controle do risco operacional respectivo de acordo com o espírito do Acordo de Basiléia II.

A aplicação dessa técnica a dados reais de uma instituição financeira evidenciaria sua operacionalidade, permitindo quantificar, para uma data determinada, as perdas estimadas associadas a três eventos: ataques de “hackers” aos sistemas informatizados responsáveis pelas movimentações financeiras de pessoas físicas, pessoas jurídicas e roubos a terminais de auto-atendimento.

Utilizando a técnica de séries temporais, capturamos as séries representativas de parcela significativa das perdas observadas de uma instituição financeira e aplicamos a metodologia de séries temporais buscando prever (similar ao objetivo do VaR) quais serão as perdas a que esta instituição financeira estará sujeita no curto prazo.

Efetuada o ajuste das séries analisadas por modelos ARIMA, realizou-se backtests para as três séries com a retirada das 100 últimas observações da amostra. Nas três séries, observou-se um bom ajuste das séries por modelos ARIMA, sendo que os valores efetivamente observados figuram dentro dos intervalos de confiança em, pelo menos, 94% dos casos e os modelos apresentam previsões bastante confiáveis até 60 dias

Em vista da relevância dos valores observados nas previsões, a soma aritmética dos valores previstos com perdas referentes ao risco operacional poderia ser utilizada como um indicador semelhante a um VaR, porém para o risco operacional.

O indicador proposto neste trabalho utiliza a fórmula:

$I_{\text{perdas}} =$  estimativa de perdas por ataques a pessoas jurídicas +  
 estimativa de perdas por ataques a pessoas físicas +  
 estimativa de perdas por ataques a terminais de auto-  
 atendimento

Substituindo os valores encontrados nas previsões, temos:

$$\begin{aligned}
 I_{\text{perdas}} (25.04.2005) &= \text{R\$ } 157.153,88 & + \\
 &\text{R\$ } 312.004,50 & + \\
 &\text{R\$ } 34.600,56
 \end{aligned}$$

---


$$I_{\text{perdas}} (25.04.2005) = \text{R\$ } 503.758,94$$

A comparação entre os valores observados e previstos de cada série apresentou erros pequenos e aceitáveis se considerarmos os valores em questão da ordem de centenas de milhares de Reais

Sendo assim, estimamos que o valor que encontra-se em risco de ser subtraído da instituição financeira em 25.04.2005 é de R\$ 503.758,94

Aplicando-se a mesma fórmula de soma aritmética aos valores efetivamente observados, obtemos a cifra de R\$ 504.250,00 que representa um erro total de menos de 0,1 %. Esse resultado foi obtido pois os erros das séries compensaram-se e trouxeram o erro agregado para um patamar bastante baixo.

$$\begin{aligned}
 I_{\text{observado}} (25.04.2005) &= \text{R\$ } 171.250,00 & + \\
 &\text{R\$ } 299.500,00 & + \\
 &\text{R\$ } 33.500,00
 \end{aligned}$$

---


$$I_{\text{observado}} (25.04.2005) = \text{R\$ } 504.250,00$$

Verificamos, por fim que trata-se de um modelo bastante eficiente de previsão de perdas por risco operacional no custo prazo para instituições financeiras.

## 6 - CONCLUSÕES

Este trabalho objetivou, no contexto de próxima implementação pelas instituições financeiras do novo Acordo de Capital de Basiléia – Basiléia II, estabelecer uma forma de quantificar um tipo efetivo de risco operacional enfrentado pelas instituições financeiras.

O Acordo de Basiléia II prevê a adoção pelas instituições bancárias, de práticas internas de administração de risco, com critérios próprios. Nesse sentido, a quantificação de riscos operacionais será um instrumento importante com a implementação dos termos do Acordo.

A proposta deste trabalho parte da utilização de técnicas de análise de séries temporais para a determinação de valores possíveis de perdas derivadas de duas eventualidades: ataques de “hackers” aos sistemas informatizados de um banco e roubos em terminais de atendimento.

A partir de séries de observações desses eventos ocorridos no passado, pode-se chegar a valores estimados de perdas para uma data futura. Esses valores podem ser tomados como uma quantificação do risco associado a tais eventos; sua análise, ao longo do tempo, configura-se como instrumento relevante de acompanhamento de riscos pela direção da instituição, informando a política de controle do risco operacional respectivo de acordo com o espírito do Acordo de Basiléia II.

A aplicação dessa técnica a dados reais de uma instituição financeira evidenciaria sua operacionalidade, permitindo quantificar, para uma data determinada, as perdas estimadas associadas a três eventos: ataques de “hackers” aos sistemas informatizados responsáveis pelas movimentações financeiras de pessoas físicas, pessoas jurídicas e roubos a terminais de auto-atendimento.

Embora a necessidade de manutenção de sigilo impeça que se expresse a significação das perdas estimadas em relação às perdas totais observadas, sabe-se

que os eventos analisados são parcela importante dos riscos operacionais enfrentados, na atualidade, por instituições bancárias brasileiras.

Utilizando a técnica de séries temporais, capturamos as séries representativas de parcela significativa das perdas observadas de uma instituição financeira e aplicamos a metodologia de séries temporais buscando prever (similar ao objetivo do VaR) quais serão as perdas a que esta instituição financeira estará sujeita no curto prazo.

Os resultados dos backtests realizados e da comparação entre os valores previstos e os valores efetivamente observados evidenciaram que os modelos ARIMA ajustam bem as séries de perdas por risco operacional, permitindo assim, previsões confiáveis das séries.

Em vista da relevância dos valores observados, a soma aritmética dos valores previstos com perdas referentes ao risco operacional poderia ser utilizada como um indicador semelhante a um VaR, porém para o risco operacional.

Tendo em vista os resultados encontrados, entendemos que trabalhos futuros poderiam aplicar técnica semelhante para procurar prever as demais perdas associadas ao risco operacional com vistas a aumentar a representatividade do valor encontrado.



## 7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES JÚNIOR, Celso Rocha. Value-at-Risk: Uma medida do risco de mercado. Monografia do Curso de Especialização em Administração Financeira. Fundação Getúlio Vargas. Brasília. Setembro de 1998.

ASSAF NETO, Alexandre. Estrutura e análise de balanços: um enfoque econômico-financeiro. São Paulo: Atlas. 1998.

BIS, Sound Practices for the Management and Supervision of Operational Risk. Basileia: BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION, 2003.

BIS, O novo acordo de capital da Basileia. São Paulo: Ernst & Young e FEBRABAN, 2001.

BIS, Bank for International Settlements. Princípios essenciais para uma supervisão eficaz. Brasília: Banco Central do Brasil (tradução livre), 1997.

BIS, Visão geral do novo acordo de capital da Basileia: documento de apoio ao novo acordo de capital da Basileia. São Paulo: Ernst & Young e FEBRABAN, 2001.

BIS, Risco operacional: documento de apoio ao novo acordo de capital da Basileia. São Paulo: Ernst & Young e FEBRABAN, 2001.

BIS, O método baseado em classificações internas: documento de apoio ao novo acordo de capital da Basileia. São Paulo: Ernst & Young e FEBRABAN, 2001.

BIS, Pilar 2 (processo de revisão de fiscalização): documento de apoio ao novo acordo de capital da Basileia. São Paulo: Ernst & Young e FEBRABAN, 2001.

BIS, Pilar 3 (disciplina de mercado): documento de apoio ao novo acordo de capital da Basileia. São Paulo: Ernst & Young e FEBRABAN, 2001.

BIS, Papel de trabalho sobre o tratamento regulatório do risco operacional. São Paulo: EFC Engenheiros Financeiros & Consultores (tradução livre), 2001.

BIS, Práticas recomendáveis para a gestão e supervisão de riscos operacionais. São Paulo: EFC Engenheiros Financeiros & Consultores (tradução livre), 2002.

BIS, Sound Practices for the Management and Supervision of Operational Risk. Basileia: BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION, 2003.

BIS, Quantitative Impact Study 3: Overview of Global Results. Basileia: BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION, 2003.

BRASIL, Comissão Especial Mista. Relatório: A Crise de Abastecimento de Energia Elétrica. Congresso Nacional. Requerimento nº 73, de 2001. Brasília, DF, jun. 2002.

CASTELLANO, Murilo. Notas de Aula. Derivativos. Curso de Pós-Graduação em Administração Financeira. Fundação Getúlio Vargas. Brasília -DF. 2000.

CRUZ, Marcelo. Modeling, Measuring and Hedging Operational Risk. Reino Unido: John Wiley & Sons, 2002.

DICKEY, D. W. BELL, and R. MULLER. Unit Root in Time Series Models: Tests and Implications. American Statistician. 1986

DICKEY, D.A, W. A. FULLER, Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root, Journal of the American Statistical Association 74, 427-431, 1979

DIEBOLD, F., and M. NERLOVE. Unit Roots in Economy Time Series: A Selective Survey. In T. Bewley, ed., Advances in Econometrics, Vol. 8. New York: JAI Press, 1990.

DOLADO, Juan J & JENKINSON, Tim & SOSVILLA-RIVERO, Simon, Cointegration and Unit Roots, Journal of Economic Surveys, Blackwell Publishing, vol. 4(3), pages 249-73, 1990.

DUARTE JÚNIOR, Antônio Marcos. Gerenciamento de Riscos Corporativos no Mercado Financeiro Brasileiro. São Paulo. 1998.

DUARTE JÚNIOR, Antônio Marcos. Risco: Definições, Tipos, medição e Recomendações para se Gerenciamento. <http://www.risktech.com.br>

ENDERS, Walter. Applied Econometrics Time Series. Nova York: John Wiley & Sons, Inc., 1995.

FIGUEIREDO, Romana Picanço. Gestão de riscos operacionais em instituições financeiras: uma abordagem qualitativa. Dissertação de Mestrado em Administração – Universidade da Amazônia, Belém, 2001.

FULLER, Wayne A. Nonstationary Autoregressive Time Series, in Hannan, E. et al., (eds.) Time Series in the Time Domain, North Holland, 1985.

GUJARATI, D.N. Econometria básica, McGraw-Hill, 2000.

JOHNSTON, J. & DINARDO, J. Métodos Econométricos, 4ª Edição. São Paulo: McGraw-Hill. 2001.

JORION, Philippe. Value at Risk. Tradução Bolsa de Mercadorias & Futuros. São Paulo. 1998.

KOVACS, Z. L., Teoria da Probabilidade e Processos Estocásticos. Edição Acadêmica. São Paulo, 1996.

MACEIRA, M. E. P., JARDIM, D. L. D., MELO, A. C. G. e FALCÃO, D. M. “Modelagem Estocástica de Séries Financeiras para Aplicação em Projetos de Investimento do Setor Elétrico”. In XV Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica. Foz do Iguaçu – Paraná, 1999.

MARCONI, Marina de Andrade, LAKATOS, Eva Maria. Técnicas de Pesquisa. São Paulo: Atlas, 1999.

MARSHALL, Christopher Lee. Medindo e gerenciando riscos operacionais em instituições financeiras. Tradução da obra original Measuring and managing operational risks in financial institutions: tools, techniques and other resources, 2000, por Bazán Tecnologia e Lingüística. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2002.

MILLS, Terence C. The Econometric Modelling of Financial Time Series. Reino Unido/Cambridge: Cambridge University Press, 1993.

MORETTIN, P. A. Séries Temporais em Finanças (Texto para um Curso na Universidad Católica de Lima, Peru). São Paulo: USP/IME, 2002.

PHILIPS, P. & PERRON, P. Testing for a Unit Root in Time Series Regression. Biometrika, 1988.

POWELL, Andrew. Basel II and Developing Countries: sailing trough the Sea of Standards. Universidas Torcuato Di Tella and The World Bank. 2004.

RIBAS, Jorge Luís Maciel. Value at Risk – Instrumento para a gestão do risco de mercado. Monografia do Curso de Especialização em Administração Financeira. Fundação Getúlio Vargas. Brasília. Outubro de 1999.

SANTOS, Gilberto dos. Conceito e Cálculo do VAR de uma carteira pelo método analítico e por simulação histórica. Conceito e cálculo de VAR marginal. Monografia do Curso de MBA – Finanças Avançadas. FIA – FEA / USP. Brasília. Junho de 2000.

SAID E. & David A. DICKEY, "Testing for Unit Roots in Autoregressive Moving Average Models of Unknown Order", *Biometrika*, 71, p 599–607, 1984.

## 8 - ANEXOS

### Anexo 1 - Ataques PJ teste ADF com intercepto

---

Null Hypothesis: VALOR\_EFETIVADO has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 14 (Automatic based on SIC, MAXLAG=19)

---

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.870629	0.3463
Test critical values: 1% level	-3.439824	
5% level	-2.865611	
10% level	-2.568995	

---

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO)  
 Method: Least Squares  
 Date: 07/17/05 Time: 16:58  
 Sample(adjusted): 9/23/2002 4/21/2005  
 Included observations: 674 after adjusting endpoints

---

### Anexo 2 - Ataques PJ teste ADF com tendência e intercepto

---

Null Hypothesis: VALOR\_EFETIVADO has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 14 (Automatic based on SIC, MAXLAG=19)

---

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.130906	0.0999
Test critical values: 1% level	-3.971727	
5% level	-3.416499	
10% level	-3.130572	

---

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO)  
 Method: Least Squares  
 Date: 12/28/05 Time: 12:04  
 Sample(adjusted): 9/23/2002 4/21/2005  
 Included observations: 674 after adjusting endpoints

---

## Anexo 3 - Ataques PJ teste ADF sem tendência e intercepto

Null Hypothesis: VALOR\_EFETIVADO has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 14 (Automatic based on SIC, MAXLAG=19)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.327547	0.5673
Test critical values: 1% level	-2.568397	
5% level	-1.941294	
10% level	-1.616383	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO)  
 Method: Least Squares  
 Date: 12/28/05 Time: 12:04  
 Sample(adjusted): 9/23/2002 4/21/2005  
 Included observations: 674 after adjusting endpoints

## Anexo 4 - Ataques PJ teste PP com intercepto

Null Hypothesis: VALOR\_EFETIVADO has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Bandwidth: 20 (Newey-West using Bartlett kernel)

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-2.38247	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.439626	
5% level	-2.865524	
10% level	-2.568948	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	3.04E+09
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	9.94E+09

Phillips-Perron Test Equation  
 Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO)  
 Method: Least Squares  
 Date: 12/28/05 Time: 14:21  
 Sample(adjusted): 9/03/2002 4/21/2005  
 Included observations: 688 after adjusting endpoints

## Anexo 5 - Ataques PJ teste PP com tendência e intercepto

Null Hypothesis: VALOR\_EFETIVADO has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Bandwidth: 18 (Newey-West using Bartlett kernel)

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-2.44000	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.971448	
5% level	-3.416362	
10% level	-3.130491	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	2.59E+09
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	5.64E+09

Phillips-Perron Test Equation  
 Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO)  
 Method: Least Squares  
 Date: 12/28/05 Time: 14:22  
 Sample(adjusted): 9/03/2002 4/21/2005  
 Included observations: 688 after adjusting endpoints

## Anexo 6 - Ataques PJ teste PP sem tendência e intercepto

Null Hypothesis: VALOR\_EFETIVADO has a unit root  
 Exogenous: None  
 Bandwidth: 20 (Newey-West using Bartlett kernel)

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-1.40347	0.0000
Test critical values: 1% level	-2.568327	
5% level	-1.941284	
10% level	-1.616390	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	3.69E+09
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	8.36E+09

Phillips-Perron Test Equation  
 Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO)  
 Method: Least Squares  
 Date: 12/28/05 Time: 14:23  
 Sample(adjusted): 9/03/2002 4/21/2005  
 Included observations: 688 after adjusting endpoints



## Anexo 7 - Ataques PJ teste KPSS com intercepto

Null Hypothesis: VALOR\_EFETIVADO is stationary  
 Exogenous: Constant  
 Bandwidth: 20 (Newey-West using Bartlett kernel)

	LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic	2.311459
Asymptotic critical values*:	
1% level	0.739000
5% level	0.463000
10% level	0.347000
*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)	
Residual variance (no correction)	3.77E+09
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	3.15E+10

KPSS Test Equation  
 Dependent Variable: VALOR\_EFETIVADO  
 Method: Least Squares  
 Date: 12/28/05 Time: 14:23  
 Sample(adjusted): 9/02/2002 4/21/2005  
 Included observations: 689 after adjusting endpoints

## Anexo 8 - Ataques PJ teste KPSS com tendência e intercepto

Null Hypothesis: VALOR\_EFETIVADO is stationary  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Bandwidth: 18 (Newey-West using Bartlett kernel)

	LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic	0.283296
Asymptotic critical values*:	
1% level	0.216000
5% level	0.146000
10% level	0.119000
*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)	
Residual variance (no correction)	2.71E+09
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	9.16E+09

KPSS Test Equation  
 Dependent Variable: VALOR\_EFETIVADO  
 Method: Least Squares  
 Date: 12/28/05 Time: 14:24  
 Sample(adjusted): 9/02/2002 4/21/2005  
 Included observations: 689 after adjusting endpoints

## Anexo 9 – Ataques PJ primeira diferença do valor efetivado teste ADF com intercepto

Null Hypothesis: D(VALOR\_EFETIVADO) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 13 (Automatic based on SIC, MAXLAG=19)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-13.42168	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.439824	
5% level	-2.865611	
10% level	-2.568995	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO,2)

Method: Least Squares

Date: 12/28/05 Time: 17:29

Sample(adjusted): 9/23/2002 4/21/2005

Included observations: 674 after adjusting endpoints

## Anexo 10 – Ataques PJ primeira diferença do valor efetivado teste ADF com tendência e intercepto

Null Hypothesis: D(VALOR\_EFETIVADO) has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 13 (Automatic based on SIC, MAXLAG=19)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-13.40594	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.971727	
5% level	-3.416499	
10% level	-3.130572	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO,2)

Method: Least Squares

Date: 12/28/05 Time: 17:29

Sample(adjusted): 9/23/2002 4/21/2005

Included observations: 674 after adjusting endpoints

Anexo 11 – Ataques PJ primeira diferença do valor efetivado teste ADF sem tendência e intercepto

Null Hypothesis: D(VALOR\_EFETIVADO) has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 13 (Automatic based on SIC, MAXLAG=19)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-13.40997	0.0000
Test critical values: 1% level	-2.568397	
5% level	-1.941294	
10% level	-1.616383	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO,2)  
 Method: Least Squares  
 Date: 12/28/05 Time: 17:30  
 Sample(adjusted): 9/23/2002 4/21/2005  
 Included observations: 674 after adjusting endpoints

Anexo 12 – Ataques PJ primeira diferença do valor efetivado teste PP com intercepto

Null Hypothesis: D(VALOR\_EFETIVADO) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Bandwidth: 16 (Newey-West using Bartlett kernel)

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-80.94838	0.0001
Test critical values: 1% level	-3.439640	
5% level	-2.865530	
10% level	-2.568952	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	3.60E+09
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	4.58E+08

Phillips-Perron Test Equation  
 Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO,2)  
 Method: Least Squares  
 Date: 12/28/05 Time: 17:40  
 Sample(adjusted): 9/04/2002 4/21/2005  
 Included observations: 687 after adjusting endpoints

Anexo 13 – Ataques PJ primeira diferença do valor efetivado teste PP com tendência e intercepto

Null Hypothesis: D(VALOR\_EFETIVADO) has a unit root  
Exogenous: Constant, Linear Trend  
Bandwidth: 16 (Newey-West using Bartlett kernel)

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-80.85356	0.0001
Test critical values: 1% level	-3.971467	
5% level	-3.416372	
10% level	-3.130497	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.		
Residual variance (no correction)		3.60E+09
HAC corrected variance (Bartlett kernel)		4.58E+08

Phillips-Perron Test Equation  
Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO,2)  
Method: Least Squares  
Date: 12/28/05 Time: 17:41  
Sample(adjusted): 9/04/2002 4/21/2005  
Included observations: 687 after adjusting endpoints

Anexo 14 – Ataques PJ primeira diferença do valor efetivado teste PP sem tendência e intercepto

Null Hypothesis: D(VALOR\_EFETIVADO) has a unit root  
Exogenous: None  
Bandwidth: 16 (Newey-West using Bartlett kernel)

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-81.02771	0.0001
Test critical values: 1% level	-2.568332	
5% level	-1.941285	
10% level	-1.616389	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.		
Residual variance (no correction)		3.60E+09
HAC corrected variance (Bartlett kernel)		4.58E+08

Phillips-Perron Test Equation  
Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO,2)  
Method: Least Squares  
Date: 12/28/05 Time: 17:41  
Sample(adjusted): 9/04/2002 4/21/2005  
Included observations: 687 after adjusting endpoints

## Anexo 15 – Ataques PJ primeira diferença do valor efetivado teste KPSS com intercepto

Null Hypothesis: D(VALOR\_EFETIVADO) is stationary

Exogenous: Constant

Bandwidth: 2 (Newey-West using Bartlett kernel)

	LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic	0.005751
Asymptotic critical values*:	
1% level	0.739000
5% level	0.463000
10% level	0.347000
*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)	
Residual variance (no correction)	4.23E+09
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	1.73E+09

KPSS Test Equation

Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO)

Method: Least Squares

Date: 12/28/05 Time: 17:43

Sample(adjusted): 9/03/2002 4/21/2005

Included observations: 688 after adjusting endpoints

## Anexo 16 – Ataques PJ primeira diferença do valor efetivado teste KPSS com tendência e intercepto

Null Hypothesis: D(VALOR\_EFETIVADO) is stationary

Exogenous: Constant, Linear Trend

Bandwidth: 2 (Newey-West using Bartlett kernel)

	LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic	0.003556
Asymptotic critical values*:	
1% level	0.216000
5% level	0.146000
10% level	0.119000
*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)	
Residual variance (no correction)	4.23E+09
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	1.73E+09

KPSS Test Equation

Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO)

Method: Least Squares

Date: 12/28/05 Time: 17:43

Sample(adjusted): 9/03/2002 4/21/2005

Included observations: 688 after adjusting endpoints

## Anexo 17 - Ataques PF teste ADF com intercepto

Null Hypothesis: VALOR\_EFETIVADO has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 4 (Automatic based on SIC, MAXLAG=19)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.443425	0.1303
Test critical values: 1% level	-3.439896	
5% level	-2.865643	
10% level	-2.569012	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO)  
 Method: Least Squares  
 Date: 11/15/06 Time: 15:36  
 Sample(adjusted): 9/30/2002 4/21/2005  
 Included observations: 669 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
VALOR_EFETIVADO	-0.060427	0.024731	-2.443425	0.0148
(-1)				
D(VALOR_EFETIVA DO(-1))	-0.610745	0.039533	-15.44902	0.0000
D(VALOR_EFETIVA DO(-2))	-0.597292	0.040746	-14.65901	0.0000
D(VALOR_EFETIVA DO(-3))	-0.494123	0.039266	-12.58409	0.0000
D(VALOR_EFETIVA DO(-4))	-0.440004	0.035015	-12.56624	0.0000
C	11047.19	4668.377	2.366389	0.0182
R-squared	0.418889	Mean dependent var		465.0637
Adjusted R-squared	0.414506	S.D. dependent var		86878.90
S.E. of regression	66477.62	Akaike info criterion		25.05605
Sum squared resid	2.93E+12	Schwarz criterion		25.09646
Log likelihood	-8375.248	F-statistic		95.58349
Durbin-Watson stat	1.936301	Prob(F-statistic)		0.000000

## Anexo 18 - Ataques PF teste ADF com tendência e intercepto

Null Hypothesis: VALOR\_EFETIVADO has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 4 (Automatic based on SIC, MAXLAG=19)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.918473	0.0118
Test critical values: 1% level	-3.971830	
5% level	-3.416549	
10% level	-3.130602	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO)  
 Method: Least Squares  
 Date: 11/15/06 Time: 15:39  
 Sample(adjusted): 9/30/2002 4/21/2005  
 Included observations: 669 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
VALOR_EFETIVADO	-0.148613	0.037926	-3.918473	0.0001
(-1)				
D(VALOR_EFETIVA DO(-1))	-0.542334	0.045228	-11.99100	0.0000
D(VALOR_EFETIVA DO(-2))	-0.544715	0.044003	-12.37913	0.0000
D(VALOR_EFETIVA DO(-3))	-0.458598	0.040720	-11.26234	0.0000
D(VALOR_EFETIVA DO(-4))	-0.420268	0.035392	-11.87451	0.0000
C	3820.399	5208.370	0.733511	0.4635
@TREND(9/23/2002)	62.30931	20.40969	3.052927	0.0024
R-squared	0.426957	Mean dependent var		465.0637
Adjusted R-squared	0.421763	S.D. dependent var		86878.90
S.E. of regression	66064.37	Akaike info criterion		25.04506
Sum squared resid	2.89E+12	Schwarz criterion		25.09220
Log likelihood	-8370.571	F-statistic		82.20591
Durbin-Watson stat	1.926920	Prob(F-statistic)		0.000000

## Anexo 19 - Ataques PF teste ADF sem tendência e intercepto

Null Hypothesis: VALOR\_EFETIVADO has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 4 (Automatic based on SIC, MAXLAG=19)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.847191	0.3487
Test critical values: 1% level	-2.568423	
5% level	-1.941297	
10% level	-1.616381	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO)

Method: Least Squares

Date: 11/15/06 Time: 15:39

Sample(adjusted): 9/30/2002 4/21/2005

Included observations: 669 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
VALOR_EFETIVADO	-0.011577	0.013665	-0.847191	0.3972
(-1)				
D(VALOR_EFETIVA DO(-1))	-0.648246	0.036343	-17.83700	0.0000
D(VALOR_EFETIVA DO(-2))	-0.625831	0.039055	-16.02447	0.0000
D(VALOR_EFETIVA DO(-3))	-0.513133	0.038568	-13.30461	0.0000
D(VALOR_EFETIVA DO(-4))	-0.450256	0.034866	-12.91396	0.0000
R-squared	0.413981	Mean dependent var	465.0637	
Adjusted R-squared	0.410450	S.D. dependent var	86878.90	
S.E. of regression	66707.48	Akaike info criterion	25.06147	
Sum squared resid	2.95E+12	Schwarz criterion	25.09514	
Log likelihood	-8378.061	Durbin-Watson stat	1.941269	



## Anexo 20 - Ataques PF teste PP com intercepto

Null Hypothesis: VALOR\_EFETIVADO has a unit root

Exogenous: Constant

Bandwidth: 19 (Newey-West using Bartlett kernel)

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-13.28075	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.439838	
5% level	-2.865617	
10% level	-2.568998	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	6.53E+09
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	1.32E+10

Phillips-Perron Test Equation

Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO)

Method: Least Squares

Date: 11/15/06 Time: 15:40

Sample(adjusted): 9/24/2002 4/21/2005

Included observations: 673 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
VALOR_EFETIVADO	-0.258474	0.025941	-9.963953	0.0000
(-1)				
C	41244.93	5144.196	8.017760	0.0000
R-squared	0.128889	Mean dependent var	483.0798	
Adjusted R-squared	0.127590	S.D. dependent var	86623.85	
S.E. of regression	80909.17	Akaike info criterion	25.44301	
Sum squared resid	4.39E+12	Schwarz criterion	25.45642	
Log likelihood	-8559.573	F-statistic	99.28036	
Durbin-Watson stat	2.358661	Prob(F-statistic)	0.000000	

## Anexo 21 - Ataques PF teste PP com tendência e intercepto

Null Hypothesis: VALOR\_EFETIVADO has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Bandwidth: 19 (Newey-West using Bartlett kernel)

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-19.62934	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.971748	
5% level	-3.416509	
10% level	-3.130578	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	5.75E+09
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	1.48E+10

## Phillips-Perron Test Equation

Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO)

Method: Least Squares

Date: 11/15/06 Time: 15:41

Sample(adjusted): 9/24/2002 4/21/2005

Included observations: 673 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
VALOR_EFETIVADO	-0.464123	0.032626	-14.22535	0.0000
(-1)				
C	9152.383	5900.802	1.551041	0.1214
@TREND(9/23/2002)	191.4651	20.19068	9.482844	0.0000
R-squared	0.231970	Mean dependent var		483.0798
Adjusted R-squared	0.229677	S.D. dependent var		86623.85
S.E. of regression	76028.04	Akaike info criterion		25.32004
Sum squared resid	3.87E+12	Schwarz criterion		25.34015
Log likelihood	-8517.193	F-statistic		101.1809
Durbin-Watson stat	2.150985	Prob(F-statistic)		0.000000

## Anexo 22 - Ataques PF teste PP sem tendência e intercepto

Null Hypothesis: VALOR\_EFETIVADO has a unit root

Exogenous: None

Bandwidth: 16 (Newey-West using Bartlett kernel)

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-5.202363	0.0000
Test critical values: 1% level	-2.568403	
5% level	-1.941294	
10% level	-1.616383	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	7.15E+09
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	6.00E+09

Phillips-Perron Test Equation

Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO)

Method: Least Squares

Date: 11/15/06 Time: 15:41

Sample(adjusted): 9/24/2002 4/21/2005

Included observations: 673 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
VALOR_EFETIVADO (-1)	-0.093071	0.016451	-5.657366	0.0000
R-squared	0.045433	Mean dependent var	483.0798	
Adjusted R-squared	0.045433	S.D. dependent var	86623.85	
S.E. of regression	84633.21	Akaike info criterion	25.53153	
Sum squared resid	4.81E+12	Schwarz criterion	25.53823	
Log likelihood	-8590.358	Durbin-Watson stat	2.555960	

## Anexo 23 - Ataques PF teste KPSS com intercepto

Null Hypothesis: VALOR\_EFETIVADO is stationary

Exogenous: Constant

Bandwidth: 21 (Newey-West using Bartlett kernel)

	LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic	2.201914
Asymptotic critical values*:	
1% level	0.739000
5% level	0.463000
10% level	0.347000

\*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

Residual variance (no correction)	1.45E+10
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	2.09E+11

KPSS Test Equation

Dependent Variable: VALOR\_EFETIVADO

Method: Least Squares

Date: 11/15/06 Time: 15:43

Sample(adjusted): 9/23/2002 4/21/2005

Included observations: 674 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	157974.4	4639.014	34.05344	0.0000
R-squared	0.000000	Mean dependent var	157974.4	
Adjusted R-squared	0.000000	S.D. dependent var	120435.8	
S.E. of regression	120435.8	Akaike info criterion	26.23710	
Sum squared resid	9.76E+12	Schwarz criterion	26.24380	
Log likelihood	-8840.904	Durbin-Watson stat	0.516573	

## Anexo 24 - Ataques PF teste KPSS com tendência e intercepto

Null Hypothesis: VALOR\_EFETIVADO is stationary

Exogenous: Constant, Linear Trend

Bandwidth: 20 (Newey-West using Bartlett kernel)

	LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic	0.282162
Asymptotic critical values*:	
1% level	0.216000
5% level	0.146000
10% level	0.119000

\*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

Residual variance (no correction)	8.06E+09
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	6.99E+10

KPSS Test Equation

Dependent Variable: VALOR\_EFETIVADO

Method: Least Squares

Date: 11/15/06 Time: 15:43

Sample(adjusted): 9/23/2002 4/21/2005

Included observations: 674 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	19359.30	6918.577	2.798162	0.0053
@TREND(9/23/2002)	411.9319	17.79923	23.14325	0.0000
R-squared	0.443529	Mean dependent var		157974.4
Adjusted R-squared	0.442701	S.D. dependent var		120435.8
S.E. of regression	89908.31	Akaike info criterion		25.65393
Sum squared resid	5.43E+12	Schwarz criterion		25.66732
Log likelihood	-8643.375	F-statistic		535.6101
Durbin-Watson stat	0.928273	Prob(F-statistic)		0.000000

## Anexo 25 – Ataques PF primeira diferença do valor efetivado teste ADF com intercepto

Null Hypothesis: D(VALOR\_EFETIVADO) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 3 (Automatic based on SIC, MAXLAG=19)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-29.56310	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.439896	
5% level	-2.865643	
10% level	-2.569012	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO,2)

Method: Least Squares

Date: 12/30/05 Time: 10:16

Sample(adjusted): 9/30/2002 4/21/2005

Included observations: 669 after adjusting endpoints

## Anexo 26 – Ataques PF primeira diferença do valor efetivado teste ADF com tendência e intercepto

Null Hypothesis: D(VALOR\_EFETIVADO) has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 3 (Automatic based on SIC, MAXLAG=19)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-29.54121	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.971830	
5% level	-3.416549	
10% level	-3.130602	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO,2)

Method: Least Squares

Date: 12/30/05 Time: 10:17

Sample(adjusted): 9/30/2002 4/21/2005

Included observations: 669 after adjusting endpoints

Anexo 27 – Ataques PF primeira diferença do valor efetivado teste ADF sem tendência e intercepto

Null Hypothesis: D(VALOR\_EFETIVADO) has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 3 (Automatic based on SIC, MAXLAG=19)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-29.57166	0.0000
Test critical values: 1% level	-2.568423	
5% level	-1.941297	
10% level	-1.616381	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO,2)  
 Method: Least Squares  
 Date: 12/30/05 Time: 10:17  
 Sample(adjusted): 9/30/2002 4/21/2005  
 Included observations: 669 after adjusting endpoints

Anexo 28 – Ataques PF primeira diferença do valor efetivado teste PP com intercepto

Null Hypothesis: D(VALOR\_EFETIVADO) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Bandwidth: 14 (Newey-West using Bartlett kernel)

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-70.79982	0.0001
Test critical values: 1% level	-3.439852	
5% level	-2.865624	
10% level	-2.569002	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	6.63E+09
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	9.23E+08

Phillips-Perron Test Equation  
 Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO,2)  
 Method: Least Squares  
 Date: 12/30/05 Time: 10:18  
 Sample(adjusted): 9/25/2002 4/21/2005  
 Included observations: 672 after adjusting endpoints

Anexo 29 – Ataques PF primeira diferença do valor efetivado teste PP com tendência e intercepto

Null Hypothesis: D(VALOR\_EFETIVADO) has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Bandwidth: 14 (Newey-West using Bartlett kernel)

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-70.72643	0.0001
Test critical values: 1% level	-3.971768	
5% level	-3.416519	
10% level	-3.130584	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	6.63E+09
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	9.23E+08

Phillips-Perron Test Equation

Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO,2)

Method: Least Squares

Date: 12/30/05 Time: 10:19

Sample(adjusted): 9/25/2002 4/21/2005

Included observations: 672 after adjusting endpoints

Anexo 30 – Ataques PF primeira diferença do valor efetivado teste PP sem tendência e intercepto

Null Hypothesis: D(VALOR\_EFETIVADO) has a unit root

Exogenous: None

Bandwidth: 14 (Newey-West using Bartlett kernel)

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-70.68406	0.0001
Test critical values: 1% level	-2.568408	
5% level	-1.941295	
10% level	-1.616382	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	6.63E+09
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	9.28E+08

Phillips-Perron Test Equation

Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO,2)

Method: Least Squares

Date: 12/30/05 Time: 10:19

Sample(adjusted): 9/25/2002 4/21/2005

Included observations: 672 after adjusting endpoints



## Anexo 31 – Ataques PF primeira diferença do valor efetivado teste KPSS com intercepto

Null Hypothesis: D(VALOR\_EFETIVADO) is stationary  
 Exogenous: Constant  
 Bandwidth: 12 (Newey-West using Bartlett kernel)

	LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic	0.013219
Asymptotic critical values*:	
1% level	0.739000
5% level	0.463000
10% level	0.347000

\*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

Residual variance (no correction)	7.49E+09
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	9.78E+08

KPSS Test Equation  
 Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO)  
 Method: Least Squares  
 Date: 12/30/05 Time: 10:19  
 Sample(adjusted): 9/24/2002 4/21/2005  
 Included observations: 673 after adjusting endpoints

## Anexo 32 – Ataques PF primeira diferença do valor efetivado teste KPSS com tendência e intercepto

Null Hypothesis: D(VALOR\_EFETIVADO) is stationary  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Bandwidth: 12 (Newey-West using Bartlett kernel)

	LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic	0.013272
Asymptotic critical values*:	
1% level	0.216000
5% level	0.146000
10% level	0.119000

\*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

Residual variance (no correction)	7.49E+09
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	9.78E+08

KPSS Test Equation  
 Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO)  
 Method: Least Squares  
 Date: 12/30/05 Time: 10:20  
 Sample(adjusted): 9/24/2002 4/21/2005  
 Included observations: 673 after adjusting endpoints

## Anexo 33 - Ataques a TAA teste ADF com intercepto

Null Hypothesis: VALOR\_EFETIVADO has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=23)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-19.76054	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.434900	
5% level	-2.863437	
10% level	-2.567829	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO)  
 Method: Least Squares  
 Date: 11/15/06 Time: 11:14  
 Sample(adjusted): 1/18/2000 4/22/2005  
 Included observations: 1374 after adjusting endpoints

## Anexo 34 - Ataques a TAA teste ADF com tendência e intercepto

Null Hypothesis: VALOR\_EFETIVADO has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=23)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-21.45087	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.964738	
5% level	-3.413084	
10% level	-3.128549	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO)  
 Method: Least Squares  
 Date: 11/15/06 Time: 11:14  
 Sample(adjusted): 1/18/2000 4/22/2005  
 Included observations: 1374 after adjusting endpoints

## Anexo 35 - Ataques a TAA teste ADF sem tendência e intercepto

Null Hypothesis: VALOR\_EFETIVADO has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 8 (Automatic based on SIC, MAXLAG=23)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.672222	0.0000
Test critical values: 1% level	-2.566656	
5% level	-1.941055	
10% level	-1.616543	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO)  
 Method: Least Squares  
 Date: 11/15/06 Time: 11:14  
 Sample(adjusted): 1/28/2000 4/22/2005  
 Included observations: 1366 after adjusting endpoints

## Anexo 36 - Ataques a TAA teste PP com intercepto

Null Hypothesis: VALOR\_EFETIVADO has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Bandwidth: 18 (Newey-West using Bartlett kernel)

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-22.29837	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.434900	
5% level	-2.863437	
10% level	-2.567829	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	1.97E+09
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	2.91E+09

Phillips-Perron Test Equation  
 Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO)  
 Method: Least Squares  
 Date: 11/15/06 Time: 11:15  
 Sample(adjusted): 1/18/2000 4/22/2005  
 Included observations: 1374 after adjusting endpoints

## Anexo 37 - Ataques a TAA teste PP com tendência e intercepto

Null Hypothesis: VALOR\_EFETIVADO has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Bandwidth: 12 (Newey-West using Bartlett kernel)

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-21.95018	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.964738	
5% level	-3.413084	
10% level	-3.128549	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	1.90E+09
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	2.07E+09

Phillips-Perron Test Equation

Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO)

Method: Least Squares

Date: 11/15/06 Time: 11:16

Sample(adjusted): 1/18/2000 4/22/2005

Included observations: 1374 after adjusting endpoints

## Anexo 38 - Ataques a TAA teste PP sem tendência e intercepto

Null Hypothesis: VALOR\_EFETIVADO has a unit root

Exogenous: None

Bandwidth: 22 (Newey-West using Bartlett kernel)

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-18.87482	0.0000
Test critical values: 1% level	-2.566646	
5% level	-1.941054	
10% level	-1.616544	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	2.20E+09
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	4.32E+09

Phillips-Perron Test Equation

Dependent Variable: D(VALOR\_EFETIVADO)

Method: Least Squares

Date: 11/15/06 Time: 11:17

Sample(adjusted): 1/18/2000 4/22/2005

Included observations: 1374 after adjusting endpoints

## Anexo 39 - Ataques a TAA teste KPSS com intercepto

Null Hypothesis: VALOR\_EFETIVADO is stationary

Exogenous: Constant

Bandwidth: 23 (Newey-West using Bartlett kernel)

	LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic	3.042830
Asymptotic critical values*:	
1% level	0.739000
5% level	0.463000
10% level	0.347000
*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)	
Residual variance (no correction)	2.86E+09
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	1.59E+10

## Anexo 40 - Ataques a TAA teste KPSS com tendência e intercepto

Null Hypothesis: VALOR\_EFETIVADO is stationary

Exogenous: Constant, Linear Trend

Bandwidth: 19 (Newey-West using Bartlett kernel)

	LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic	0.201851
Asymptotic critical values*:	
1% level	0.216000
5% level	0.146000
10% level	0.119000
*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)	
Residual variance (no correction)	2.52E+09
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	7.76E+09