



BANCO CENTRAL DO BRASIL

Trabalhos para Discussão

94

Simulação Histórica Filtrada: Incorporação da Volatilidade ao Modelo Histórico de Cálculo de Risco para Ativos Não-Lineares

Claudio Henrique da Silveira Barbedo, Gustavo Silva Araújo e Eduardo Facó Lemgruber

Abril, 2005

ISSN 1519-1028
CGC 00.038.166/0001-05

Trabalhos para Discussão	Brasília	nº 94	abr	2005	P. 1-24
--------------------------	----------	-------	-----	------	---------

Trabalhos para Discussão

Editado pelo Departamento de Estudos e Pesquisas (Depep) – *E-mail*: workingpaper@bcb.gov.br

Editor: Benjamin Miranda Tabak – *E-mail*: benjamin.tabak@bcb.gov.br

Assistente Editorial: Jane Sofia Moita – *E-mail*: jane.sofia@bcb.gov.br

Chefe do Depep: Marcelo Kfoury Muinhos – *E-mail*: marcelo.kfoury@bcb.gov.br

Todos os Trabalhos para Discussão do Banco Central do Brasil são avaliados em processo de *double blind referee*.

Reprodução permitida somente se a fonte for citada como: Trabalhos para Discussão nº 94.

Autorizado por Afonso Sant’Anna Bevilaqua, Diretor de Política Econômica.

Controle Geral de Publicações

Banco Central do Brasil

Secre/Surel/Dimep

SBS – Quadra 3 – Bloco B – Edifício-Sede – M1

Caixa Postal 8.670

70074-900 Brasília – DF

Telefones: (61) 414-3710 e 414-3567

Fax: (61) 414-3626

E-mail: editor@bcb.gov.br

As opiniões expressas neste trabalho são exclusivamente do(s) autor(es) e não refletem, necessariamente, a visão do Banco Central do Brasil.

Ainda que este artigo represente trabalho preliminar, citação da fonte é requerida mesmo quando reproduzido parcialmente.

The views expressed in this work are those of the authors and do not necessarily reflect those of the Banco Central or its members.

Although these Working Papers often represent preliminary work, citation of source is required when used or reproduced.

Central de Informações do Banco Central do Brasil

Endereço: Secre/Surel/Diate

Edifício-Sede – 2º ss

SBS – Quadra 3 – Zona Central

70074-900 Brasília – DF

Telefones: (61) 414 (....) 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406

DDG: 0800 99 2345

Fax: (61) 321-9453

Internet: <http://www.bcb.gov.br>

E-mails: cap.secre@bcb.gov.br

dinfo.secre@bcb.gov.br

Simulação Histórica Filtrada: Incorporação da Volatilidade ao Modelo Histórico de Cálculo de Risco para Ativos Não-Lineares

Claudio Henrique da Silveira Barbedo
Gustavo Silva Araújo*
Eduardo Facó Lemgruber**

Resumo

Modelos históricos vêm sendo bastante utilizados na estimação do valor em risco (VaR) devido ao fato de que muitos retornos de ativos financeiros não podem ser descritos por uma distribuição teórica. Nestes modelos, cada observação passada forma um cenário possível e para cada cenário há a precificação do ativo, o que representa uma suposição implícita de que os retornos são independentes e identicamente distribuídos. A violação desta suposição é a principal crítica a estes modelos, evidenciada pela existência de aglomerados de volatilidade nas séries financeiras, que levam a uma inconsistência na estimativa do valor em risco. O presente trabalho apresenta uma solução para este problema ao incorporar a volatilidade ao modelo histórico para o cálculo do valor em risco de opções sobre ações no mercado brasileiro. Os resultados obtidos mostram que, durante o período estudado, a metodologia apresenta bom desempenho para estimativa do VaR de opções no nível de confiança de 99%. Para os níveis de confiança de 98% e 95%, verifica-se uma superestimação do VaR.

Palavras-chave: VaR. Simulação histórica. Opção

Classificação JEL: E58; G18

* Departamento de Estudos e Pesquisas, Banco Central do Brasil. *E-mails:* claudio.barbedo@bcb.gov.br e gustavo.araujo@bcb.gov.br

** Professor do Coppead/UFRJ. *E-mail:* efaco@plugue.com.br

1 – Introdução

Modelos históricos vêm sendo bastante utilizados na estimação do valor em risco (VaR) devido ao fato de que muitos retornos de ativos financeiros não podem ser descritos por uma distribuição teórica. Hull e White (1998) e Bonomo e Garcia (2001) evidenciam que séries financeiras não descrevem um comportamento normal nos mercados de moedas e brasileiro de ações, respectivamente. Como previamente documentado por Kendall (1953), Mandelbrot (1963) e Fama (1965), a suposição de normalidade é pouco realista, à medida que a distribuição dos retornos das séries financeiras parece tender para uma assimetria e para caudas mais gordas do que a desta distribuição. Estes problemas são agravados quando a carteira contém posições em ativos não-lineares. Neste caso, métodos de simulação são as alternativas recomendadas a fim de capturar a não linearidade entre os preços da opção e do ativo-objeto e a não normalidade da distribuição dos retornos, a fim de se evitar problemas de sub e superestimação das metodologias de VaR (Pritsker, 1997).

No modelo histórico tradicional, cada observação passada forma um cenário possível e para cada cenário há a precificação do ativo, o que representa uma suposição implícita de que os retornos são independentes e identicamente distribuídos (iid). Fierli (2002) ressalta que a violação desta suposição é a principal crítica a este modelo, evidenciada pela existência de aglomerados de volatilidade, que leva a uma inconsistência na estimativa do valor em risco.¹ Algumas técnicas vêm sendo usadas para reduzir esta inconsistência, como o modelo Histórico Híbrido, de Boudoukh, Richardson e Whitelaw (1998), que desconsidera a suposição padrão de que as observações passadas têm a mesma probabilidade de ocorrência ao atribuir maior probabilidade aos retornos mais recentes.

A metodologia de Simulação Histórica Filtrada (SHF), de Barone-Adesi, Giannopoulos e Volsper (1999), também se mostra como uma alternativa a este problema e ainda consegue lidar com a heterocedasticidade dos retornos dos ativos, ao incorporar a volatilidade corrente ao modelo histórico através da técnica de padronização dos retornos, que consiste na utilização dos resíduos de retorno divididos pela volatilidade modelada por

¹ Aglomerados ou *clusters* de volatilidade são tendências de séries financeiras de largas mudanças de preços serem seguidas por largas mudanças de preços.

um processo GARCH.² A utilização dos processos GARCH se propõe a capturar a correlação do quadrado dos retornos e os aglomerados de volatilidade presentes nas séries de ativos financeiros. Pritsker (2001) destaca a superioridade da Simulação Histórica Filtrada sobre as metodologias Histórica Híbrida, Simulação Histórica e sobre os métodos paramétricos. Fierli (2002) evidencia esta superioridade em uma carteira de opções de índices listados na Bolsa de Nova York para o VaR de 1%.

O presente trabalho incorpora a volatilidade ao modelo histórico para o cálculo do valor em risco de opções sobre ações no mercado brasileiro. Os testes utilizados são o de proporção de falhas de Kupiec (1995), o condicional de Christoffersen (1998) e o de Lopez (1998). A organização deste trabalho é feita da seguinte maneira: a Seção 2 apresenta as características da amostra, a metodologia e os testes empregados. Os resultados são mostrados na Seção 3 e a Seção 4 conclui o estudo.

2 – Aplicação da Metodologia Simulação Histórica Filtrada

2.1 Amostra

A amostra consiste de séries de preços de fechamento de ações e opções de compra das empresas Telebrás, Globocabo e Petrobrás, no período de 21/09/98 a 15/04/02, obtidos do banco de dados da Bolsa de Valores de São Paulo.³ O banco de dados é dividido em subperíodos para a regressão e para o cálculo das volatilidades. Um primeiro subperíodo, até 24/11/00, é utilizado apenas para estimação dos parâmetros da regressão dos retornos de cada ativo-objeto e do processo GARCH, gerando uma série de 539 resíduos de regressão. As taxas de juros prefixadas para todos os prazos de vencimentos das opções foram extraídas dos contratos de futuros de DI de um dia negociados na BM&F. O método de interpolação empregado é o *flat forward*.⁴ A fim de eliminar o assincronismo da amostra,

² GARCH significa Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedastic e é uma versão generalizada do ARCH de Engle (1982).

³ As cotações, livres de ajustes, das ações foram obtidas pelo sistema de informação ECONOMÁTICA.

⁴ Esta metodologia para interpolações de taxas pré-fixadas é sugerida pelo RiskMetricsTM (1996).

apenas as opções com valores de mercado maiores que a diferença entre o preço da ação e o valor presente do preço de exercício são incluídas.⁵

O período de estudo abrange nove vencimentos de opções. Na seleção das séries, busca-se obter o maior número de séries de opções em cada vencimento. Com objetivo de diminuir a influência de uma série de determinado ativo nos resultados, há a restrição de que as séries das opções de diferentes ativos sejam do mesmo tamanho e com observações nos mesmos dias de negócios. O critério de exclusão das séries segue o critério de menor liquidez e de menor continuidade de negociação em dias consecutivos durante o período. A Tabela 1 apresenta o número de dias de negociação e de séries de opções da amostra para todos os vencimentos de contratos de opções.

Tabela 1 – Vencimentos dos Contratos de Opção, Número de Dias de Negociação e Quantidade de Séries Estudadas de cada uma das Opções de Petrobrás, Telemar e Globocabo.

Vencimento	18/12/00	19/2/01	16/4/01	18/6/01	20/8/01	15/10/01	17/12/01	18/2/02	15/4/02
Dias de Negociação	16	44	43	44	56	42	47	31	51
Nºde Séries de Opções de Cada Ativo-Objeto	4	5	4	4	3	3	4	3	3

As carteiras são formadas com todas as séries de opções em todos os vencimentos, compondo três carteiras de opções, de cada ativo-objeto, e quatro conjuntos de carteiras, sendo três através da combinação dois a dois de cada ativo e a última pela combinação dos três ativos.⁶ As carteiras são formadas com posições compradas nas opções e a participação financeira de cada opção permanece constante em todos os dias de negociação.

⁵ Elimina-se parte do assincronismo da amostra pois, se a relação não ocorre, provavelmente o preço de fechamento da ação ocorre em um momento diferente do preço da opção.

⁶ Os conjuntos são Petrobras-Telemar, Petrobras-Globocabo, Telemar- Globocabo e Petrobras-Telemar-Globocabo.

2.2 A Metodologia

Nenhuma distribuição teórica é imposta à série de dados, considerando-se tão somente a própria distribuição empírica histórica para a simulação. A partir destes dados, modela-se a média condicional (r_t) em função do retorno - termo AR (μ), do resíduo - termo MA (θ), do desvio-padrão (σ) e da variância (σ^2), com diferentes *lags*, conforme a Equação 1, onde c , c_1 , c_2 , c_3 e c_4 são constantes da regressão.⁷

$$r_t = c + c_1\mu + c_2\theta + c_3\sigma + c_4\sigma^2 + \varepsilon_t \quad (1)$$

O processo GARCH que melhor se adapta a série de retornos é selecionado entre os processos GARCH simétrico de Bollerslev (1986), TARARCH de Glosten et al (1993), e EGARCH de Nelson (1991), sendo que os parâmetros do processo selecionado (ω , α , β , e adicionalmente γ para o TGARCH e EGARCH) são atualizados mensalmente com base nos p-valores da estimativa de cada parâmetro e nos critérios Schwartz e Akaike.^{8,9,10} Estes processos são apresentados nas Equações, 2, 3 e 4 respectivamente, em que ε_t é o resíduo da média condicional no período t e d_t é uma variável *dummy* que assume valor 1 (um), quando ε_{t-1} é negativo e zero, caso contrário.¹¹

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha\varepsilon_{t-1}^2 + \beta\sigma_{t-1}^2, \quad (2)$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha\varepsilon_{t-1}^2 + \gamma d_{t-1}\varepsilon_{t-1}^2 + \beta\sigma_{t-1}^2, \text{ e} \quad (3)$$

$$\text{Ln}(\sigma_t^2) = \omega + \alpha \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right| + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} + \beta \text{Ln}(\sigma_{t-1}^2). \quad (4)$$

⁷ Todas as séries modeladas pelos processos AR, MA ou ARMA foram testadas pela estatística de Dickey-Fuller, cuja hipótese nula é uma série não-estacionária. As estatísticas dos testes rejeitaram a hipótese nula sob o valor crítico de 10%. Para maiores detalhes do teste, veja Griffiths et al (2000).

⁸ Estes métodos se baseiam no critério de aderência que visa comparar medidas de defasagens de modelos alternativos estimados com o mesmo número de observações. Para maiores detalhes dos métodos veja Griffiths et al (2000).

⁹ Os modelos TARARCH e EGARCH foram incluídos para que fosse possível modelar o efeito alavancagem no cálculo da volatilidade. A sigla TARARCH significa Threshold Autoregressive Conditional Heteroskedastic e a EGARCH, Exponential GARCH.

¹⁰ No período estudado, evidenciou-se a heterocedasticidade das séries pelo teste de Goldfeld-Quandt.

¹¹ A hipótese de não autocorrelação entre os resíduos do modelo GARCH é confirmada pelo teste Ljung-Box.

A regressão da média condicional, Equação 1, gera uma série de resíduos de regressão, ε_t , que são padronizados ao serem divididos pelo respectiva volatilidade, σ_t , de cada dia, modelada por um processo GARCH, criando uma série de resíduos padronizados de retorno. A partir desta série são simulados novos preços para o ativo-objeto através da escolha aleatória e com reposição, por um processo de *bootstrap*, de um resíduo padronizado de retorno, que é multiplicado pela volatilidade modelada pelo processo GARCH para o dia seguinte, de maneira a ajustá-lo às condições correntes de mercado. Este resíduo, ε , compõe a parte não explicável do retorno do ativo-objeto, S , modelado por um movimento geométrico browniano. Dado que σ_t é a volatilidade modelada por um processo GARCH e a taxa de juros do ativo livre de risco, r_t , é o retorno esperado do ativo, temos que o preço do ativo-objeto para o dia seguinte, considerando que o ativo não paga dividendos e que o *drift* para um dia é a taxa de juros do ativo livre de risco, é dado pela Equação 5:

$$S_t = S_{t-1} e^{[r_t - \frac{\sigma_t^2}{2} + \varepsilon]} \quad (5)$$

O procedimento que gera a trajetória de preços do ativo-objeto para o dia seguinte é repetido 5.000 vezes. Quando se trabalha com uma carteira de ativos, o processo é semelhante, mas com o cuidado de selecionarmos cada resíduo padronizado de retorno, de cada ativo, na mesma data, de maneira a manter o co-movimento que existe entre os ativos a cada dia. A utilização do co-movimento visa capturar implicitamente a correlação entre os ativos, evitando problemas computacionais com o cálculo da matriz de variância-covariância.

Os preços possíveis da opção de compra, no dia seguinte, são determinados através da fórmula de Black & Scholes (1973) utilizando-se a volatilidade modelada pelo processo GARCH. O VaR do dia seguinte da opção de compra é a diferença entre o valor de fechamento da opção do dia anterior e o valor da opção referente ao percentil desejado.

2.3 Testes para Avaliação da Metodologia

Os testes para avaliação de previsões de intervalos de confiança de VaR empregados neste trabalho são o teste de Kupiec (1995), com nível de significância de 5%, o Não Condicional e de Independência de Christoffersen (1998), e o de Lopez (1998). O teste de Kupiec e o Não Condicional (TNC) de Christoffersen são testes de proporção de falhas que se baseiam na frequência das observações de resultados negativos das carteiras maiores que o VaR calculado, denominadas falhas ou exceções. A hipótese nula é que a proporção de falhas é igual ao nível de significância desejado. O Teste de Independência (TI) é um método condicional cuja hipótese nula é que não há concentração de exceções de VaR em dias consecutivos. O teste de Lopez (1998) não é um teste estatístico e se difere por considerar o quanto as perdas ultrapassam o VaR. O teste fornece uma medida de erro que consiste no percentual de exceções somado ao somatório do quadrado das distâncias entre o VaR previsto e a perda ocorrida, quando o VaR é extrapolado. O teste é empregado para comparar a acurácia do modelo de VaR em diferentes períodos de tempo e em relação a outros modelos.

3 – Resultados

As estimativas de valor em risco são comparadas com a perda diária de cada série de opções e de cada conjunto de carteiras. O teste de acurácia baseia-se na avaliação da porcentagem de falhas ou exceções encontradas em cada *backtesting*, em relação ao percentil estudado. No caso em que não se rejeitam as hipóteses nulas nos testes de Christoffersen (1998) ou de Kupiec (1995), o modelo é considerado “não rejeitado” e, em caso contrário, “rejeitado”. Os resumos dos resultados podem ser vistos nas tabelas que se seguem. Os níveis de confiança adotados neste trabalho são de 95%, 98% e 99%.

3.1 Resultados para Toda a Amostra segundo os Teste de Kupiec e Christoffersen

A Tabela 2 apresenta os resultados do *backtesting*, referente ao período de 27/11/00 a 15/04/02, avaliados pela metodologia de Christoffersen (1998), para o total das séries de

opções de cada ativo-objeto.¹² Pelo teste não condicional (TNC) verifica-se que a metodologia apresenta bons resultados no nível de confiança de 99% para os ativos-objeto Petrobrás e Telemar. O método superestima o VaR destas opções no percentil de 5%, isto é, tem um número menor do que o esperado de exceções neste percentil, mas apresenta um bom desempenho para Globocabo. Para o teste de independência (TI), não se constata uma boa performance da metodologia, devido aos altos valores do teste, o que indica a existência de aglomerados de exceções de VaR nas séries dos três ativos estudados.

Tabela 2 – Avaliação do VaR para o Total de Opções de Cada Ativo-Objeto, pelos Testes de Não-Condionalidade (TNC) e de Independência (TI), durante Todo o Período Estudado.

Nível de Confiança	Petrobras		Telemar		Globocabo	
	TNC	TI	TNC	TI	TNC	TI
95%	26,55	7,03	11,33	2,89*	0,52*	31,89
98%	3,90*	9,77	8,99	9,68	12,15	36,70
99%	3,46*	7,60	5,67*	9,68	21,13	36,32

* Valores não rejeitados pelo Teste de Christoffersen (1998).

As Figuras 1, 2 e 3 apresentam o percentual de exceções de VaR de cada opção, comparada com os limites estabelecidos por Kupiec para cada nível de confiança e detalhada de acordo com o tempo para o vencimento.

Pela Figura 1 verifica-se que, para o nível de confiança de 95%, o método superestima o valor em risco das três opções estudadas, independente do tempo para o vencimento. Para níveis de confiança maiores, as Figuras 2 e 3 mostram que a metodologia apresenta um melhor desempenho, de acordo com o teste de Kupiec, apesar de continuar apresentando um número menor que o esperado de exceções de VaR para determinadas maturidades de opção. Para o nível de confiança de 99%, há uma subestimação do VaR das opções de Globocabo com curto prazo para o vencimento, enquanto que Petrobrás e

¹² Os ativos-objeto Globocabo e Telemar apresentam regressão do retorno ARMA, ambos com lag 1 e modelo de variância GARCH (1,1), para todo o período estudado. Petrobrás, apresenta regressão do retorno MA com lag 1 e modelo de variância com alternância entre os modelos GARCH (1,1) e TARARCH (1,1). Para os dois primeiros meses de 2001 e de outubro a março de 2002, o modelo selecionado é o GARCH (1,1), para os restantes, TARARCH (1,1).

Telemar se mantém dentro do intervalo de não rejeição para tempo para o vencimento menor que 21 dias úteis.

Figura 1 – Avaliação das Exceções de VaR das Opções, em Relação aos Limites de Kupiec, pela Metodologia Simulação Histórica Filtrada, para um Nível de Confiança de 95% e de acordo com o Número de Dias Úteis para o Vencimento.

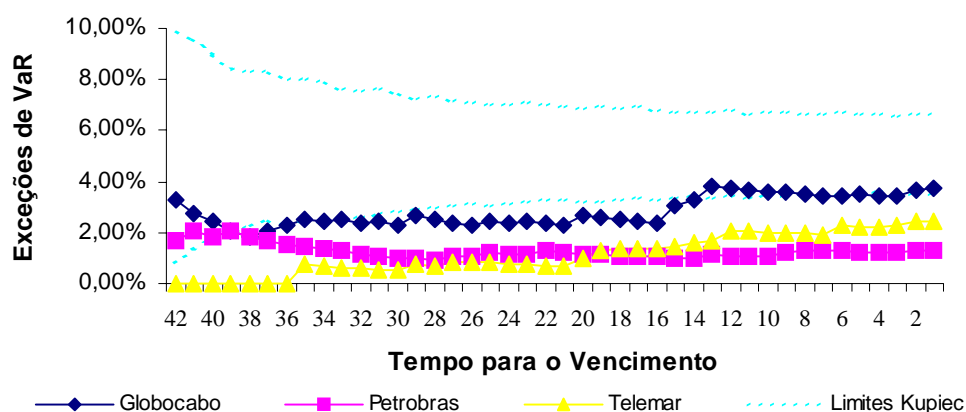


Figura 2 – Avaliação das Exceções de VaR das Opções, em Relação aos Limites de Kupiec, pela Metodologia Simulação Histórica Filtrada, para o Nível de Confiança de 98%, de acordo com o Número de Dias Úteis para o Vencimento.

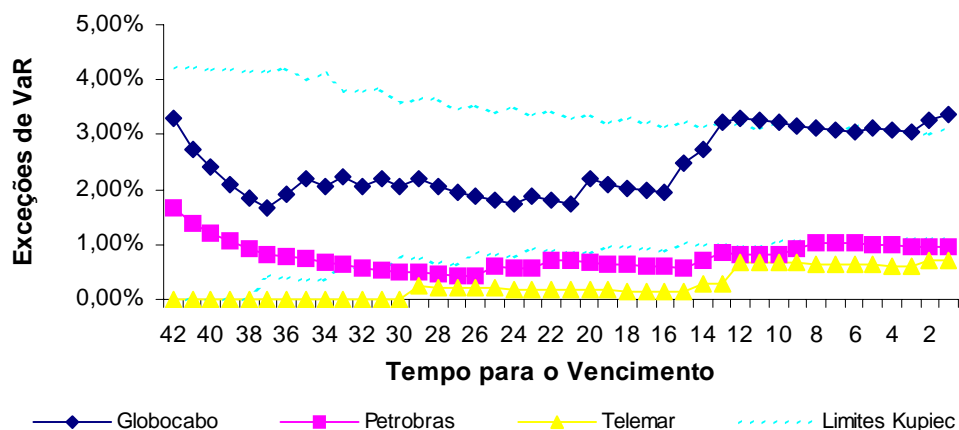
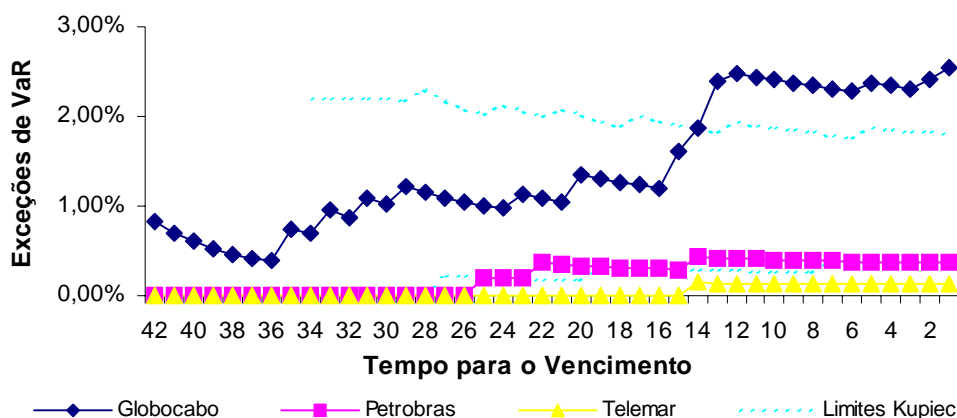


Figura 3 – Avaliação das Exceções de VaR das Opções, em Relação aos Limites de Kupiec, pela Metodologia Simulação Histórica Filtrada, para o Nível de Confiança de 99%, de acordo com o Número de Dias Úteis para o Vencimento.



A Tabela 3 apresenta os resultados do *backtesting* referente ao período de 27/11/00 a 15/04/02, pelo teste de Christoffersen, para cada carteira estudada neste trabalho. As carteiras são formadas com a mesma participação financeira para cada opção, em todos os dias de negociação.

Tabela 3 – Avaliação do VaR para os Conjuntos de Carteiras Compostas por Todas as Opções dos Ativos-Objeto, através do Teste de Não-Condicionabilidade (TNC) e do Teste de Independência (TI).

Nível de Confiança	Petrobras e Telemar		Petrobras e Globocabo		Telemar e Globocabo		Petrobras, Telemar e Globocabo	
	TNC	TI	TNC	TI	TNC	TI	TNC	TI
95%	45,78	5,26	24,13	6,32	17,84	22,08	29,16	7,83
98%	17,96	9,68	2,76*	2,84*	1,13*	7,03	6,97	4,48*
99%	5,67*	9,68	3,46*	7,60	3,46*		5,67*	9,68

* Valores não rejeitados pelo Teste de Christoffersen (1998).

Valores em branco se referem a séries no qual não houve uma seqüência de duas exceções consecutivas de VaR. Neste caso, o Teste de Christoffersen (1998) atribui valor indeterminado à série.

A metodologia apresenta um bom desempenho para percentis elevados, sobretudo no percentil de 99%, porém também superestima o VaR das carteiras de opções no percentil de 95%. Este fato pode ter ocorrido devido à utilização de diferentes séries de opções do mesmo ativo-objeto, o que faz com que variações negativas significativas do ativo-objeto durante o período influencie o resultado de várias séries de opções. Porém, este

recurso é necessário para uma composição de uma amostra suficientemente grande para os testes.

3.2 Resultados para toda a Amostra de acordo com a Proximidade do Dinheiro segundo o Teste de Lopez

A Tabela 4 apresenta o resultado comparativo do teste de Lopez (1998) para a metodologia por proximidade do dinheiro ou *moneyness*. As observações de opções são divididas de acordo com a razão entre o preço do ativo-objeto e o valor presente do preço de exercício da opção e são classificadas como fora-do-dinheiro, quando esta relação era menor que 0,95, no-dinheiro, quando se situa entre 0,95 e 1,05, e dentro-do-dinheiro, quando era maior que 1,05.¹³ Devido à amostragem pequena de cada *moneyness* e a conseqüente possibilidade de um viés caso se aplicasse o teste de proporção de falhas, utiliza-se o teste de Lopez (1998) nesta análise.

Tabela 4 – Avaliação das Medidas de Erro da Metodologia Simulação Histórica Filtrada pelo Teste de Lopez, para as Opções de Petrobrás, Telemar e Globocabo, segundo a proximidade do dinheiro.

Ativo-Objeto	Observações	Moneyness	Nível de Confiança					
			95%		98%		99%	
			Lopez	% Exceção	Lopez	% Exceção	Lopez	% Exceção
Petrobras	308	No-Dinheiro	1,61	0,75%	1,61	0,75%	1,61	0,75%
	301	Dentro-do-Dinheiro	34,94	11,70%	30,34	10,28%	22,78	7,80%
	220	Fora-do-Dinheiro	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,00%
Telemar	279	No-Dinheiro	0,00	0,00%	1,01	0,32%	1,01	0,32%
	292	Dentro-do-Dinheiro	11,33	3,65%	7,17	2,33%	2,03	0,66%
	258	Fora-do-Dinheiro	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,00%
Globocabo	133	No-Dinheiro	1,36	0,36%	1,36	0,36%	1,36	0,36%
	282	Dentro-do-Dinheiro	18,13	6,16%	4,02	1,37%	0,00	0,00%
	414	Fora-do-Dinheiro	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,00%

Pode ser observado que a metodologia superestima o VaR das opções no-dinheiro e fora-do-dinheiro de maneira que se verifica poucas exceções de VaR para estas opções. Para as opções dentro-do-dinheiro, as perdas são subestimadas, notadamente no nível de confiança de 95% e a seguir, no de 98%. Em relação à distribuição dos erros de acordo com o tempo para o vencimento, a Tabela 5, a seguir, apresenta os resultados do teste de Lopez

¹³ Mesma classificação utilizada por Donangelo, Silva e Lemgruber (2000).

(1998) dividido pela quantidade de opções em cada maturidade/*moneyness*, para os três níveis de confiança estudados.

A metodologia subestima menos o VaR das opções dentro-do-dinheiro, para opções com vencimento maior que 41 dias úteis. Da mesma forma, para as opções no-dinheiro, verifica-se que os erros de superestimação do VaR estão mais concentrados no caso de opções com vencimentos entre 11 e 20 dias úteis. Porém, ratificando a tabela 4, a escala de erros não se apresenta bem distribuída de acordo com a proximidade do dinheiro, o que demonstra problemas de sub ou superestimação da metodologia, de acordo com as características da opção.

Tabela 5 - Medidas de Erro da Metodologia Simulação Histórica Filtrada pelo Teste de Lopez, nos Níveis de Confiança de 95%, 98% e 99%, para as Opções de Petrobrás, Telemar e Globocabo, segundo a proximidade do dinheiro e Tempo para o Vencimento.

Ativo-Objeto	Moneyness	Tempo para o Vencimento (dias)											
		0-10			11-20			21-40			>41		
		95%	98%	99%	95%	98%	99%	95%	98%	99%	95%	98%	99%
Petrobras	No-Dinheiro	0,00	0,00	0,00	0,00	1,01	1,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Dentro-do-Dinheiro	2,08	1,03	0,00	1,01	1,00	0,00	3,23	2,14	2,03	3,01	2,00	0,00
	Fora-do-Dinheiro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Telemar	No-Dinheiro	0,00	0,00	0,00	1,36	1,36	1,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Dentro-do-Dinheiro	5,01	1,00	0,00	6,12	3,02	0,00	6,10	1,01	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fora-do-Dinheiro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Globocabo	No-Dinheiro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Dentro-do-Dinheiro	4,79	4,57	3,36	11,43	11,36	10,19	12,33	9,25	7,16	4,09	4,06	1,04
	Fora-do-Dinheiro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

4 – Conclusões e Considerações Finais

Este trabalho se propõe a testar uma metodologia histórica alternativa para estimação de valor em risco, denominada Simulação Histórica Filtrada, em ativos não-lineares. O VaR produzido sob esta metodologia apresenta vantagens concretas, por ser sensível à volatilidade vigente no mercado, por capturar aglomerados de volatilidade e por não impor que as distribuições dos dados sigam uma distribuição teórica específica, como a distribuição normal.

A utilização de algumas das técnicas da metodologia de Simulação Histórica Filtrada, como o resíduo padronizado de retorno, o co-movimento dos ativos-objeto e o

bootstrap de resíduos, sugere tratamentos interessantes para a solução de problemas rotineiros no campo das finanças, como a não normalidade dos retornos e o cálculo da matriz de variância-covariância.

Os resultados obtidos para as opções isoladas mostram que, durante o período estudado, a metodologia apresenta bom desempenho para estimativa do VaR de opções no nível de confiança de 99%. Fato este que não deve ser desprezado, tendo em vista que o VaR de 1% é o referencial utilizado para a aprovação dos modelos de risco pelas autoridades reguladoras. Os resultados obtidos para as carteiras ratificam o bom desempenho neste nível de confiança. Para os níveis de confiança de 98% e 95%, verifica-se uma superestimação do VaR no período estudado.

Os resultados dos testes empregados para avaliar a metodologia, demonstram a necessidade de uma avaliação inicial das opções, em termos de tempo para o vencimento e *moneyness* e uma avaliação do nível de confiança, a fim de que seja determinado o melhor método para o cálculo do valor em risco de opções e carteiras de opções.

Finalmente, resta frisar que a volatilidade utilizada na metodologia, a GARCH, pode conduzir a opção a um preço diferente do de mercado quando utilizado como parâmetro da fórmula de Black & Scholes. Portanto, ainda que represente uma inconsistência para metodologias históricas, procedimentos diferentes de estimação de volatilidades podem ser testados a fim de diminuir os erros verificados neste trabalho, como por exemplo, a volatilidade implícita da opção e ou volatilidades estocásticas.

Referências

- BARONE-ADESI, G.; GIANNOPOULOS, K.; VOSPER, L. VaR without Correlations for Nonlinear Portfolios, **Journal of Futures Markets**, 19 (April), 583 – 602, 1999.
- BLACK, F.; SCHOLES, M. The Pricing of Options and Corporate Liabilities, **Journal of Political Economy**, 81 (3): 637-59, May 1973.
- BOUDOUGH, J.; RICHARDSON, M.; WHITELAW, R. The Best of Both Worlds, **Risk** 11 (May), 1998.
- BOLLERSLEV, T. Generalised Autoregressive Conditional Heteroskedasticity, **Journal of Econometrics**, 31, 307-327, 1986.
- BONOMO, M.; GARCIA, R. Tests of Conditional asset pricing models in the Brazilian stock market, **Journal of International Money and Finance**, 20, 71-90, 2001.
- CHRISTOFFERSEN, P.F. Evaluating Interval Forecasts, **International Economic Review**, v. 39, pp. 841-862, 1998.
- DONANGELO, A.; SILVA, W.; LEMGRUBER, E. Estimadores de Volatilidades para Modelos de valor em risco de Ativos Lineares e Não-Lineares: Investigação para Períodos de Crises e Estáveis no Mercado Brasileiro, **ANPAD**, 2000.
- ENGLE, R. Autoregressive Conditional Heteroscedasticity With Estimates Of The Variance Of U.K. Inflation. *Econometrica*, 50, 987-1008. 1982.
- FAMA, E. F. The Behaviour of Stock-Market Process, **The journal of Business**, 38, 34-105, 1965.
- FIERLI, F. **Applying and Testing VaR Estimation Methods for Non-linear Portfolios**, University of Southern Switzerland, Working Paper, 2002.
- GLOSTEN, L.R., JAGANNATHAN, R.; RUNKLE, D. On the Relation Between the Expected Value and the Volatility of the Normal Excess Return on Stocks, **Journal of Finance** 48, 1779-1801, 1993.
- GRIFFITHS, W.; HILL, C.; JUDGE, G. **Econometria**. 1ª edição, São Paulo, 2000, Editora Saraiva.
- HULL, J.; WHITE, A. Value at Risk when Daily Changes in Market Variables are not Normally Distributed. **Journal of Derivatives**, Vol. 5, N° 3, (Spring), pp. 9-19, 1998.
- KENDALL M. The Analysis of Economic time-Series, **Journal of the Royal Statistical Society**, 96, 11-25, 1953.
- KUPIEC, P. Techniques for verifying the accuracy of risk measurement models. **Journal of Derivatives**, v. 2, p. 73-84, December 1995.
- LOPEZ, J.A. **Methods for Evaluating Value-at-Risk Estimates**. New York: Federal Reserve Bank of New York, 1998.

MANDELBROT, B. The Variation of Certain Speculative Prices, **The Journal of Business**, 36, pp. 394-419, 1963.

NELSON, D. B. Conditional Heterosketasticity in Asset Returns: a New Approach, **Econometrica** 59, 347-370, 1991.

PRITSKER, M. Evaluating Value-at-Risk Methodologies: Accuracy versus Computational Time, **Journal of Financial Services Research**, (October/December), pp. 201-241, 1997.

_____. **The hidden dangers of historical simulation**. Working paper, Federal Reserve Board (January), 2001.

RISKMETRICS GROUP. **RiskMetrics - Technical Document**. New York - J. P. Morgan, 1996.

Banco Central do Brasil

Trabalhos para Discussão

Os Trabalhos para Discussão podem ser acessados na internet, no formato PDF, no endereço: <http://www.bc.gov.br>

Working Paper Series

Working Papers in PDF format can be downloaded from: <http://www.bc.gov.br>

- | | | |
|-----------|---|----------|
| 1 | Implementing Inflation Targeting in Brazil
<i>Joel Bogdanski, Alexandre Antonio Tombini and Sérgio Ribeiro da Costa Werlang</i> | Jul/2000 |
| 2 | Política Monetária e Supervisão do Sistema Financeiro Nacional no Banco Central do Brasil
<i>Eduardo Lundberg</i> | Jul/2000 |
| | Monetary Policy and Banking Supervision Functions on the Central Bank
<i>Eduardo Lundberg</i> | Jul/2000 |
| 3 | Private Sector Participation: a Theoretical Justification of the Brazilian Position
<i>Sérgio Ribeiro da Costa Werlang</i> | Jul/2000 |
| 4 | An Information Theory Approach to the Aggregation of Log-Linear Models
<i>Pedro H. Albuquerque</i> | Jul/2000 |
| 5 | The Pass-Through from Depreciation to Inflation: a Panel Study
<i>Ilan Goldfajn and Sérgio Ribeiro da Costa Werlang</i> | Jul/2000 |
| 6 | Optimal Interest Rate Rules in Inflation Targeting Frameworks
<i>José Alvaro Rodrigues Neto, Fabio Araújo and Marta Baltar J. Moreira</i> | Jul/2000 |
| 7 | Leading Indicators of Inflation for Brazil
<i>Marcelle Chauvet</i> | Sep/2000 |
| 8 | The Correlation Matrix of the Brazilian Central Bank's Standard Model for Interest Rate Market Risk
<i>José Alvaro Rodrigues Neto</i> | Sep/2000 |
| 9 | Estimating Exchange Market Pressure and Intervention Activity
<i>Emanuel-Werner Kohlscheen</i> | Nov/2000 |
| 10 | Análise do Financiamento Externo a uma Pequena Economia
Aplicação da Teoria do Prêmio Monetário ao Caso Brasileiro: 1991–1998
<i>Carlos Hamilton Vasconcelos Araújo e Renato Galvão Flôres Júnior</i> | Mar/2001 |
| 11 | A Note on the Efficient Estimation of Inflation in Brazil
<i>Michael F. Bryan and Stephen G. Cecchetti</i> | Mar/2001 |
| 12 | A Test of Competition in Brazilian Banking
<i>Márcio I. Nakane</i> | Mar/2001 |

- 13 Modelos de Previsão de Insolvência Bancária no Brasil** Mar/2001
Marcio Magalhães Janot
- 14 Evaluating Core Inflation Measures for Brazil** Mar/2001
Francisco Marcos Rodrigues Figueiredo
- 15 Is It Worth Tracking Dollar/Real Implied Volatility?** Mar/2001
Sandro Canesso de Andrade and Benjamin Miranda Tabak
- 16 Avaliação das Projeções do Modelo Estrutural do Banco Central do Brasil para a Taxa de Variação do IPCA** Mar/2001
Sergio Afonso Lago Alves
- Evaluation of the Central Bank of Brazil Structural Model's Inflation Forecasts in an Inflation Targeting Framework** Jul/2001
Sergio Afonso Lago Alves
- 17 Estimando o Produto Potencial Brasileiro: uma Abordagem de Função de Produção** Abr/2001
Tito Nícias Teixeira da Silva Filho
- Estimating Brazilian Potential Output: a Production Function Approach** Aug/2002
Tito Nícias Teixeira da Silva Filho
- 18 A Simple Model for Inflation Targeting in Brazil** Apr/2001
Paulo Springer de Freitas and Marcelo Kfoury Muinhos
- 19 Uncovered Interest Parity with Fundamentals: a Brazilian Exchange Rate Forecast Model** May/2001
Marcelo Kfoury Muinhos, Paulo Springer de Freitas and Fabio Araújo
- 20 Credit Channel without the LM Curve** May/2001
Victorio Y. T. Chu and Márcio I. Nakane
- 21 Os Impactos Econômicos da CPMF: Teoria e Evidência** Jun/2001
Pedro H. Albuquerque
- 22 Decentralized Portfolio Management** Jun/2001
Paulo Coutinho and Benjamin Miranda Tabak
- 23 Os Efeitos da CPMF sobre a Intermediação Financeira** Jul/2001
Sérgio Mikio Koyama e Márcio I. Nakane
- 24 Inflation Targeting in Brazil: Shocks, Backward-Looking Prices, and IMF Conditionality** Aug/2001
Joel Bogdanski, Paulo Springer de Freitas, Ilan Goldfajn and Alexandre Antonio Tombini
- 25 Inflation Targeting in Brazil: Reviewing Two Years of Monetary Policy 1999/00** Aug/2001
Pedro Fachada
- 26 Inflation Targeting in an Open Financially Integrated Emerging Economy: the Case of Brazil** Aug/2001
Marcelo Kfoury Muinhos

- 27 **Complementaridade e Fungibilidade dos Fluxos de Capitais Internacionais** Set/2001
Carlos Hamilton Vasconcelos Araújo e Renato Galvão Flôres Júnior
- 28 **Regras Monetárias e Dinâmica Macroeconômica no Brasil: uma Abordagem de Expectativas Racionais** Nov/2001
Marco Antonio Bonomo e Ricardo D. Brito
- 29 **Using a Money Demand Model to Evaluate Monetary Policies in Brazil** Nov/2001
Pedro H. Albuquerque and Solange Gouvêa
- 30 **Testing the Expectations Hypothesis in the Brazilian Term Structure of Interest Rates** Nov/2001
Benjamin Miranda Tabak and Sandro Canesso de Andrade
- 31 **Algumas Considerações sobre a Sazonalidade no IPCA** Nov/2001
Francisco Marcos R. Figueiredo e Roberta Blass Staub
- 32 **Crises Cambiais e Ataques Especulativos no Brasil** Nov/2001
Mauro Costa Miranda
- 33 **Monetary Policy and Inflation in Brazil (1975-2000): a VAR Estimation** Nov/2001
André Minella
- 34 **Constrained Discretion and Collective Action Problems: Reflections on the Resolution of International Financial Crises** Nov/2001
Arminio Fraga and Daniel Luiz Gleizer
- 35 **Uma Definição Operacional de Estabilidade de Preços** Dez/2001
Tito Nícias Teixeira da Silva Filho
- 36 **Can Emerging Markets Float? Should They Inflation Target?** Feb/2002
Barry Eichengreen
- 37 **Monetary Policy in Brazil: Remarks on the Inflation Targeting Regime, Public Debt Management and Open Market Operations** Mar/2002
Luiz Fernando Figueiredo, Pedro Fachada and Sérgio Goldenstein
- 38 **Volatilidade Implícita e Antecipação de Eventos de Stress: um Teste para o Mercado Brasileiro** Mar/2002
Frederico Pechir Gomes
- 39 **Opções sobre Dólar Comercial e Expectativas a Respeito do Comportamento da Taxa de Câmbio** Mar/2002
Paulo Castor de Castro
- 40 **Speculative Attacks on Debts, Dollarization and Optimum Currency Areas** Apr/2002
Aloísio Araujo and Márcia Leon
- 41 **Mudanças de Regime no Câmbio Brasileiro** Jun/2002
Carlos Hamilton V. Araújo e Getúlio B. da Silveira Filho
- 42 **Modelo Estrutural com Setor Externo: Endogenização do Prêmio de Risco e do Câmbio** Jun/2002
Marcelo Kfoury Muinhos, Sérgio Afonso Lago Alves e Gil Riella

- 43 **The Effects of the Brazilian ADRs Program on Domestic Market Efficiency** Jun/2002
Benjamin Miranda Tabak and Eduardo José Araújo Lima
- 44 **Estrutura Competitiva, Produtividade Industrial e Liberação Comercial no Brasil** Jun/2002
Pedro Cavalcanti Ferreira e Osmani Teixeira de Carvalho Guillén
- 45 **Optimal Monetary Policy, Gains from Commitment, and Inflation Persistence** Aug/2002
André Minella
- 46 **The Determinants of Bank Interest Spread in Brazil** Aug/2002
Tarsila Segalla Afanasieff, Priscilla Maria Villa Lhacer and Márcio I. Nakane
- 47 **Indicadores Derivados de Agregados Monetários** Set/2002
Fernando de Aquino Fonseca Neto e José Albuquerque Júnior
- 48 **Should Government Smooth Exchange Rate Risk?** Sep/2002
Ilan Goldfajn and Marcos Antonio Silveira
- 49 **Desenvolvimento do Sistema Financeiro e Crescimento Econômico no Brasil: Evidências de Causalidade** Set/2002
Orlando Carneiro de Matos
- 50 **Macroeconomic Coordination and Inflation Targeting in a Two-Country Model** Sep/2002
Eui Jung Chang, Marcelo Kfoury Muinhos and Joanílio Rodolpho Teixeira
- 51 **Credit Channel with Sovereign Credit Risk: an Empirical Test** Sep/2002
Victorio Yi Tson Chu
- 52 **Generalized Hyperbolic Distributions and Brazilian Data** Sep/2002
José Fajardo and Aquiles Farias
- 53 **Inflation Targeting in Brazil: Lessons and Challenges** Nov/2002
André Minella, Paulo Springer de Freitas, Ilan Goldfajn and Marcelo Kfoury Muinhos
- 54 **Stock Returns and Volatility** Nov/2002
Benjamin Miranda Tabak and Solange Maria Guerra
- 55 **Componentes de Curto e Longo Prazo das Taxas de Juros no Brasil** Nov/2002
Carlos Hamilton Vasconcelos Araújo e Osmani Teixeira de Carvalho de Guillén
- 56 **Causality and Cointegration in Stock Markets: the Case of Latin America** Dec/2002
Benjamin Miranda Tabak and Eduardo José Araújo Lima
- 57 **As Leis de Falência: uma Abordagem Econômica** Dez/2002
Aloisio Araujo
- 58 **The Random Walk Hypothesis and the Behavior of Foreign Capital Portfolio Flows: the Brazilian Stock Market Case** Dec/2002
Benjamin Miranda Tabak
- 59 **Os Preços Administrados e a Inflação no Brasil** Dez/2002
Francisco Marcos R. Figueiredo e Thaís Porto Ferreira

60	Delegated Portfolio Management <i>Paulo Coutinho and Benjamin Miranda Tabak</i>	Dec/2002
61	O Uso de Dados de Alta Frequência na Estimação da Volatilidade e do Valor em Risco para o Ibovespa <i>João Maurício de Souza Moreira e Eduardo Facó Lemgruber</i>	Dez/2002
62	Taxa de Juros e Concentração Bancária no Brasil <i>Eduardo Kiyoshi Tonooka e Sérgio Mikio Koyama</i>	Fev/2003
63	Optimal Monetary Rules: the Case of Brazil <i>Charles Lima de Almeida, Marco Aurélio Peres, Geraldo da Silva e Souza and Benjamin Miranda Tabak</i>	Feb/2003
64	Medium-Size Macroeconomic Model for the Brazilian Economy <i>Marcelo Kfoury Muinhos and Sergio Afonso Lago Alves</i>	Feb/2003
65	On the Information Content of Oil Future Prices <i>Benjamin Miranda Tabak</i>	Feb/2003
66	A Taxa de Juros de Equilíbrio: uma Abordagem Múltipla <i>Pedro Calhman de Miranda e Marcelo Kfoury Muinhos</i>	Fev/2003
67	Avaliação de Métodos de Cálculo de Exigência de Capital para Risco de Mercado de Carteiras de Ações no Brasil <i>Gustavo S. Araújo, João Maurício S. Moreira e Ricardo S. Maia Clemente</i>	Fev/2003
68	Real Balances in the Utility Function: Evidence for Brazil <i>Leonardo Soriano de Alencar and Márcio I. Nakane</i>	Feb/2003
69	r-filters: a Hodrick-Prescott Filter Generalization <i>Fabio Araújo, Marta Baltar Moreira Areosa and José Alvaro Rodrigues Neto</i>	Feb/2003
70	Monetary Policy Surprises and the Brazilian Term Structure of Interest Rates <i>Benjamin Miranda Tabak</i>	Feb/2003
71	On Shadow-Prices of Banks in Real-Time Gross Settlement Systems <i>Rodrigo Penalosa</i>	Apr/2003
72	O Prêmio pela Maturidade na Estrutura a Termo das Taxas de Juros Brasileiras <i>Ricardo Dias de Oliveira Brito, Angelo J. Mont'Alverne Duarte e Osmani Teixeira de C. Guillen</i>	Maio/2003
73	Análise de Componentes Principais de Dados Funcionais – Uma Aplicação às Estruturas a Termo de Taxas de Juros <i>Getúlio Borges da Silveira e Octavio Bessada</i>	Maio/2003
74	Aplicação do Modelo de Black, Derman & Toy à Precificação de Opções Sobre Títulos de Renda Fixa <i>Octavio Manuel Bessada Lion, Carlos Alberto Nunes Cosenza e César das Neves</i>	Maio/2003
75	Brazil's Financial System: Resilience to Shocks, no Currency Substitution, but Struggling to Promote Growth <i>Ilan Goldfajn, Katherine Hennings and Helio Mori</i>	Jun/2003

- 76 **Inflation Targeting in Emerging Market Economies** Jun/2003
Arminio Fraga, Ilan Goldfajn and André Minella
- 77 **Inflation Targeting in Brazil: Constructing Credibility under Exchange Rate Volatility** Jul/2003
André Minella, Paulo Springer de Freitas, Ilan Goldfajn and Marcelo Kfoury Muinhos
- 78 **Contornando os Pressupostos de Black & Scholes: Aplicação do Modelo de Precificação de Opções de Duan no Mercado Brasileiro** Out/2003
Gustavo Silva Araújo, Claudio Henrique da Silveira Barbedo, Antonio Carlos Figueiredo, Eduardo Facó Lemgruber
- 79 **Inclusão do Decaimento Temporal na Metodologia Delta-Gama para o Cálculo do VaR de Carteiras Compradas em Opções no Brasil** Out/2003
Claudio Henrique da Silveira Barbedo, Gustavo Silva Araújo, Eduardo Facó Lemgruber
- 80 **Diferenças e Semelhanças entre Países da América Latina: uma Análise de Markov Switching para os Ciclos Econômicos de Brasil e Argentina** Out/2003
Arnildo da Silva Correa
- 81 **Bank Competition, Agency Costs and the Performance of the Monetary Policy** Jan/2004
Leonardo Soriano de Alencar and Márcio I. Nakane
- 82 **Carteiras de Opções: Avaliação de Metodologias de Exigência de Capital no Mercado Brasileiro** Mar/2004
Cláudio Henrique da Silveira Barbedo e Gustavo Silva Araújo
- 83 **Does Inflation Targeting Reduce Inflation? An Analysis for the OECD Industrial Countries** May/2004
Thomas Y. Wu
- 84 **Speculative Attacks on Debts and Optimum Currency Area: A Welfare Analysis** May/2004
Aloisio Araujo and Marcia Leon
- 85 **Risk Premia for Emerging Markets Bonds: Evidence from Brazilian Government Debt, 1996-2002** May/2004
André Soares Loureiro and Fernando de Holanda Barbosa
- 86 **Identificação do Fator Estocástico de Descontos e Algumas Implicações sobre Testes de Modelos de Consumo** Maio/2004
Fabio Araujo e João Victor Issler
- 87 **Mercado de Crédito: uma Análise Econométrica dos Volumes de Crédito Total e Habitacional no Brasil** Dez/2004
Ana Carla Abrão Costa
- 88 **Ciclos Internacionais de Negócios: uma Análise de Mudança de Regime Markoviano para Brasil, Argentina e Estados Unidos** Dez/2004
Arnildo da Silva Correa e Ronald Otto Hillbrecht
- 89 **O Mercado de Hedge Cambial no Brasil: Reação das Instituições Financeiras a Intervenções do Banco Central** Dez/2004
Fernando N. de Oliveira

- 90 Bank Privatization and Productivity: Evidence for Brazil** Dec/2004
Márcio I. Nakane and Daniela B. Weintraub
- 91 Credit Risk Measurement and the Regulation of Bank Capital and Provision Requirements in Brazil – A Corporate Analysis** Dec/2004
Ricardo Schechtman, Valéria Salomão Garcia, Sergio Mikio Koyama and Guilherme Cronemberger Parente
- 92 Steady-State Analysis of an Open Economy General Equilibrium Model for Brazil** Apr/2005
Mirta Noemi Sataka Bugarin, Roberto de Goes Ellery Jr., Victor Gomes Silva, Marcelo Kfoury Muinhos
- 93 Avaliação de Modelos de Cálculo de Exigência de Capital para Risco Cambial** Abr/2005
Claudio H. da S. Barbedo, Gustavo S. Araújo, João Maurício S. Moreira e Ricardo S. Maia Clemente